

ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำด้วยวิธีจำลองสถานการณ์งานกับข้อมูลขนาด
สัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุ

น.ส.นพมาศ เวียงเกตุ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

A relationship between the height of bathroom accessories based on simulating work
station and anthropometric data

Miss Noppamas Weingket

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University



2612726043

CU Thesisis 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

นพมาศ เวียงเกต : ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำด้วยวิธีจำลองสถานีงาน กับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุ. (A relationship between the height of bathroom accessories based on simulating work station and anthropometric data) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล

หนึ่งในปัญหาการออกแบบห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ คือไม่สามารถระบุตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่เหมาะสมได้ เนื่องจากมาตรฐานความสูงที่ใช้ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุหรือเชื้อชาติที่แตกต่างกันหรือเป็นฐานข้อมูลที่ล้าสมัย โดยการกำหนดความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำมาจากการอนุมานเทียบกับขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการออกแบบให้กลุ่มบุคคลทั่วไปหรือห้องน้ำสาธารณะ เนื่องจากผู้สูงอายุมีข้อจำกัดด้านสภาพร่างกายที่เสื่อมถอยจากวัยปกติทั่วไป ดังนั้นการออกแบบห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุควรใช้หลักการออกแบบเฉพาะรายบุคคล ซึ่งมีวิธีการหาตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำได้หลายวิธีได้แก่ การวัดโดยตรงจากการจำลองสถานีงาน หรือการอนุมานค่าจากสมการจะช่วยลดต้นทุนการออกแบบ การหาความสัมพันธ์ดังกล่าวในงานวิจัยนี้ใช้อาสาสมัครเป็นผู้สูงอายุที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้อายุ 60-75 ปี จำนวน 100 คน (ชาย 45 คน และหญิง 55 คน) โดยผู้เข้าร่วมทดลองแต่ละคนได้ถูกวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 16 มิติ แบ่งเป็นสัดส่วนท่ายืน 8 มิติ และสัดส่วนท่านั่ง 7 มิติ และทดลองใช้อุปกรณ์ของห้องน้ำ 6 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และราวแขวนกระดาษชำระ ในสถานีงานจำลอง โดยผู้เข้าร่วมทดลองสามารถทดสอบการใช้งานและปรับระดับตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจนกว่าได้ตำแหน่งที่พอใจ ความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจะถูกเก็บบันทึกไว้เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกาย โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่าอุปกรณ์ห้องน้ำ 4 ประเภทได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว สามารถอนุมานได้จากสมการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้ข้อมูลเฉพาะความสูงขณะยืน ซึ่งวิธีการดังกล่าวเหมาะสำหรับการออกแบบห้องน้ำเฉพาะรายบุคคล เช่น ห้องน้ำตามบ้านเรือนที่ให้ความสำคัญกับผู้สูงอายุ แต่สำหรับความสูงของสายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระสามารถใช้คำแนะนำร่วมกับการออกแบบห้องน้ำสาธารณะได้ ซึ่งในกรณีการออกแบบห้องน้ำสาธารณะต่างๆ เช่น บ้านพักคนชรา โรงพยาบาล สถานที่ราชการ สถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น สามารถใช้ค่าความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจากตารางค่าทางสถิติในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6070228021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Elderly, bathroom accessories, workstation, body proportion

Noppamas Weingket : A relationship between the height of bathroom accessories based on simulating work station and anthropometric data . Advisor: Asst. Prof. PHAIROAT LADAVICHITKUL, Ph.D.

One of the bathroom design issues is that the height of the appropriate bathroom accessories can't be determined for the elderly. Determining the height of the bathroom accessories from inference compared to the body proportions in different owing to the high standard available from the sample with different age or ethnicity or an obsolete database. Which is suitable for general people or public toilet design. because elderly individuals have physical limitations that deteriorate from the normal age. Therefore, the toilet layout for elderly individuals uses private development principles. The height of the bathroom equipment can be discovered in many ways. Direct estimation from workstation simulation or quality inference will assist to decrease construction expenses. In discovering this connection, participants used to be older individuals who were willing to assist themselves aged 60-75, 100 people (45 males and 55 females). Each participant was proportionally evaluated by 16 dimensional body, split into 8 dimensional standing posture and 7 dimensional seated stance and Trial bathroom accessories (faucet, soap dish, tower rack, shower, bidet spray hose and toilet paper holder) In the simulated work station. The participants can check the use and change the height limit of the bathroom facilities until the task is fulfilled. For statistical assessment, the height of the bathroom facilities will be registered. Analysis of the relationship between the height of bathroom accessories and anthropometric data. Used to Multiple linear regression. The results of the analysis showed that four kinds of bathroom accessories, including faucet, soap dish, tower rack and shower can be predicting from linear regression models that use standing height information. This technique is appropriate for developing personal toilets, such as home-based toilets that offer older people. But for the height of the bidet spray hose and toilet paper holder can be used to recommend with design of public toilets. The height of the bathroom facilities from percentile in statistics can be used in the design of public toilets. such as nursing homes, clinics, government headquarters, tourist attractions, etc

Field of Study: Industrial Engineering
Academic Year: 2018

Student's Signature
Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำปรึกษาด้านการวิจัยและการสนับสนุนตลอดมาจาก ผศ.ดร. ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลักของวิทยานิพนธ์นี้ และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์หลายท่าน อาทิ ผศ. หฤทัย โลหะศิริวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมของวิทยานิพนธ์นี้ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบไปด้วย ผศ. ดร. นภัตสวงศ์ โอสถศิลป์ รศ.ดร. วิภาวี ธรรมภรณ์พิลาส และดร. จิตพัต ฉอเรืองวิวัฒน์ รวมไปถึงอาสาสมัครผู้เข้าร่วมการวิจัยเพื่อนทุกคน และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ได้ให้ความร่วมมือและให้การสนับสนุนตลอดมา

ข้าพเจ้าขอถือโอกาสขอบพระคุณภาคีวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการเอื้อเฟื้อด้านสถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ รวมถึงผู้ที่มีส่วนร่วมสนับสนุนให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ทุกท่าน ทั้งที่ได้กล่าวถึงไปข้างต้นและไม่ได้กล่าวถึงไว้อย่างสูง ณ ที่นี้

นพมาศ เวียงเกต



2612726043

CD iThesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูป.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	5
1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย.....	5
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	6
1.5 ผลที่จะได้รับ.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 ปัจจัยผู้สูงอายุ.....	7
2.1.1 ความหมายผู้สูงอายุและโครงสร้างผู้สูงอายุ.....	7
2.1.2 การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ.....	7
2.1.3 ความต้องการของผู้สูงอายุ.....	8
2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ.....	8
2.1.5 แนวคิดการจัดสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุ.....	9
2.2 ความสำคัญและผลกระทบที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นสำหรับผู้สูงอายุ.....	9
2.2.1 ความสำคัญและปัญหาภายในท้องถิ่น.....	9



2612726043

CD IThesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

2.2.2 ผลกระทบจากการเอื้อมหยิบอุปกรณ์ภายในห้องน้ำที่ส่งผลต่อร่างกาย 11

2.3 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย 11

2.3.1 เครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย..... 12

2.3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย 13

2.3.3 การนำตำแหน่งสัดส่วนร่างกายมาประยุกต์ใช้งานต่างๆ (สุตาวรรณ, 2554) 14

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบห้องน้ำโดยใช้วิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย..... 16

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบห้องน้ำและขั้นตอนวัดตำแหน่งจากการจำลองสถานีงาน
ปรับค่าได้ (Adjustable work station: workstation)..... 20

2.6 การออกแบบเชิงประยุกต์จากค่าสัดส่วนร่างกาย (Anthropometry Design) 21

2.6.1 การออกแบบสำหรับกลุ่มคน (Design for adjustable range) 21

2.6.2 การออกแบบสำหรับค่าเฉลี่ย (Design for average individual) 21

2.6.3 การออกแบบเพื่อค่าต่ำสุดสูงสุด (Design for extreme value)..... 22

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกาย 22

2.8 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 23

2.9 ทฤษฎีทางสถิติ (Statistics analysis)..... 24

2.9.1 การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)..... 24

2.9.2 การเลือกคัดเลือกตัวแปรอิสระ (Selection of Variables)..... 25

2.9.3 การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Factor Analysis 25

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 27

3.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัย 27

3.2 สถานที่ใช้ในการทดลอง..... 27

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย..... 28

3.3.1 เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย (ภาคผนวก ก)..... 28

3.3.2 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลผู้เข้าทดสอบ (ภาคผนวก ก)..... 28

3.3.3 เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน (Martin Type Anthropometer) 28

3.3.4 แก้วปรับระดับสำหรับการวัดสัดส่วนในท่าทางการนั่ง 28

3.3.5 เครื่องชั่งน้ำหนักกอนาล็อค 28

3.3.6 อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้จำลองภายในห้องน้ำ 29

3.3.7 ตะแกรงสำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในห้องน้ำ 30

3.3.8 กล้องถ่ายรูปดิจิทัลยี่ห้อ Nikon 31

3.4 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 32

3.4.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวของผู้เข้าทดลองก่อนทำการวิจัย 32

3.4.2 สถานีที่ 1 ขั้นตอนการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย 32

3.4.2.1 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (ทำยืน) 32

3.4.2.2 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (ทำนั่ง) 34

3.4.3 สถานีที่ 2 ผู้เข้าร่วมการทดลองเลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ 35

3.4.3.1 ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเลือกปรับตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจนกว่า
จะได้ตำแหน่งที่ชอบ ดังรูปที่ 3.13 35

3.4.3.2 เมื่อผู้ทดลองเลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำครบทุกตำแหน่งผู้วิจัย
ถ่ายภาพเพื่อไปวิเคราะห์ตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำต่อไป 36

3.4.3.3 การนับระยะอุปกรณ์ในห้องน้ำ 36

3.4.4 วัตรระยะห่างแก้ว (ชกโครก) จนถึงผนังกำแพง 37

3.5 ขั้นตอนวิเคราะห์ผลข้อมูล 37

3.5.1 รูปแบบการนำเสนอข้อมูลค่าทางสถิติของขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ 38

3.5.2 รูปแบบการนำเสนอข้อมูลค่าทางสถิติของตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำ 38

3.5.3 การนำเสนอในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ 39

บทที่ 4 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล 40

4.1 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 40

4.2 ข้อมูลผลการทดลองแสดงค่าขนาดสัดส่วนร่างกายและระยะความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ 41

 4.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนร่างกาย 41

 4.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ..... 46

 4.2.2.1 คำแนะนำในการออกแบบห้องน้ำสาธารณะสำหรับการติดตั้งตำแหน่งความสูง
 ของอุปกรณ์ห้องน้ำ 49

 4.2.2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่าง
 การอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการเลือกตำแหน่งความสูงอุปกรณ์
 ห้องน้ำตามความพอใจ..... 51

4.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกาย
 รายบุคคล 54

 4.3.1 กำหนดกลุ่มตัวแปร (Variables) 54

 4.3.2 ตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นของสมการถดถอยแบบพหุคูณ 55

 4.3.2.1 ข้อมูลกลุ่มตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 1..... 56

 4.3.2.2 ข้อมูลกลุ่มตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 2..... 56

 4.3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของทำยีนกับขนาดสัดส่วน
 ร่างกาย 57

 4.3.3.1 ตัดตัวแปรอิสระบางตัวที่มีความสัมพันธ์กัน โดยใช้การถดถอยแบบขั้นตอน
 (Stepwise regression)..... 57

 4.3.3.2 วิเคราะห์โดยจำแนกตัวแปรองค์ประกอบ (Factor Analysis)..... 59

4.4 สรุปผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบทั้ง 2 วิธีด้วยค่า R^2_{adj} และ MSE 62

4.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ค่าอนุมาณตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีน 64

4.6 ตัวอย่างการใช้งานของสมการถดถอยเชิงเส้นและค่าที่อ้างอิงเปอร์เซ็นต์ไทล์มาใช้ออกแบบ
 ห้องน้ำรายบุคคลและสาธารณะ 66

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 67

5.1 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ
 Panero J,2522 และ Zawish S, 2558..... 67

5.2 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงที่วางสบูของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ ไตรรัตน์, 2548 และกิติ, 2555	69
5.3 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงราวแขนของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ กิติ, 2555	70
5.4 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงฝักบัวของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558.....	72
5.5 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงที่แขวนกระดาษชำระของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับ ผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 และRashid S, 2551.....	73
5.6 สรุปการวิจารณ์ผลการทดลองของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยในอดีต.....	75
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	78
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	78
6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบในการวิจัย.....	81
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	82
บรรณานุกรม.....	82
ภาคผนวก.....	86
ภาคผนวก ก แบบฟอร์มผู้เข้าทดสอบและหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย	87
ภาคผนวก ข การวัดขนาดสัดส่วนสรีระร่างกายในตำแหน่งต่างๆ.....	92
ภาคผนวก ค ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายและความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ ของผู้เข้าร่วมการทดลอง.....	99
ภาคผนวก ง สถิติทดสอบ T-test ของขนาดสัดส่วนร่างกายและความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ ...	106
ภาคผนวก จ ทดสอบอิทธิพลระหว่างความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับปัจจัยพื้นฐาน	113
ภาคผนวก ฉ การตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ	117
ประวัติผู้เขียน.....	141



2612726043

CD :Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1: แสดงจำนวนและร้อยละของสถานที่ที่หกล้มของผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ	10
ตารางที่ 2.2: แสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย 19 มิติกับการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ.....	14
ตารางที่ 2.3: แสดงการเปรียบเทียบความสูงอุปกรณ์ภายในห้องน้ำแต่ละงานวิจัย (หน่วย: ซม.).....	16
ตารางที่ 2.4: แนวคิดจุดอ้างอิงในการวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อออกแบบตำแหน่งอุปกรณ์ในห้องน้ำของแต่ละงานวิจัย.....	17
ตารางที่ 3.1: ตำแหน่งขนาดสัดส่วนร่างกาย (ท่ายืน).....	32
ตารางที่ 3.2: การวัดตำแหน่งขนาดสัดส่วนร่างกาย (ท่านั่ง).....	34
ตารางที่ 3.3: ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้จากงานวิจัย	38
ตารางที่ 3.4: ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลค่าทางสถิติของตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำ.....	38
ตารางที่ 3.5: ตัวอย่างการนำเสนอรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ	39
ตารางที่ 4.1: จำนวนผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการวิจัยแยกตามเพศและอายุ	40
ตารางที่ 4.2: แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของท่ายืนและท่านั่งของผู้สูงอายุเพศชาย	43
ตารางที่ 4.3: แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของท่ายืนและท่านั่งของผู้สูงอายุเพศหญิง	44
ตารางที่ 4.4: แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของท่ายืนและท่านั่งของผู้สูงอายุรวมเพศชายและหญิง	45
ตารางที่ 4.5: ระยะเวลาความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำของเพศชาย เพศหญิงและรวม (หน่วย: ซม.)	48
ตารางที่ 4.6: คำแนะนำการออกแบบห้องน้ำสาธารณะสำหรับการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ	49
ตารางที่ 4.7: เปรียบเทียบความต่างของค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างวิธีอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ	52
ตารางที่ 4.8: สมการถดถอยเชิงเส้นของตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร.....	57
ตารางที่ 4.9: KMO and Bartlett's Test (ตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกายของท่ายืน).....	59



2612726043

CD IThesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ตารางที่ 4.10: แสดงน้ำหนักปัจจัยของตัวแปรองค์ประกอบเมื่อทำการหมุนแกน Rotated Component Matrix (ตัวแปรอิสระของกลุ่มทำยีน)..... 60

ตารางที่ 4.11: เมตริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กลุ่มปัจจัยของตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกาย (ทำยีน)..... 61

ตารางที่ 4.12: สมการถดถอยเชิงเส้นของตัวแปรปัจจัย 4 กลุ่ม 62

ตารางที่ 4.13: แสดงค่า R^2 R^2_{adj} และ ค่า MSE ของตัวแบบการอนุมานตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำทั้ง 2 วิธี 63

ตารางที่ 4.14: ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายและตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำของผู้เข้าทดลอง 5 คน (หน่วย: ซม.)..... 64

ตารางที่ 4.15: ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean absolute percentage error: MAPE) ของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างค่าที่ได้จากความพอใจกับสมการถดถอยเชิงเส้น 65

ตารางที่ 4.16 ผลลัพธ์ของตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากสมการถดถอยกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ 66

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1: แสดงจำนวนประชากรไทยผู้สูงอายุในปี พ.ศ. 2558 – พ.ศ. 2573	1
รูปที่ 1.2: แสดงตำแหน่งการติดตั้งความสูงอุปกรณ์ภายในห้องน้ำที่ไม่เหมาะสมกับสรีระร่างกาย ของบุคคล (รูปที่ 1.2 ก-ฉ).....	3
รูปที่ 1.3: การอนุมาณของอุปกรณ์จากขนาดสัดส่วนร่างกาย (ไตรรัตน์, 2548).....	4
รูปที่ 1.4: ห้องสำหรับการทดลองติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ (ศูนย์ TOTO Technical Center).....	5
รูปที่ 2.1: ตัวอย่างมิติการวัดสัดส่วนร่างกายขณะนั่งและยืน (Halander M, 1995).....	11
รูปที่ 2.2: การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งจากพื้นถึงข้อศอกขณะยืน (กิตติ, 2548).....	12
รูปที่ 2.3: เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน	12
รูปที่ 2.4: แสดงระดับการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่ภายในห้องน้ำของผู้สูงอายุ	18
รูปที่ 2.5: แสดงระดับการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่ภายในห้องส้วมของผู้สูงอายุ.....	19
รูปที่ 2.6: ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ ของกลุ่มวัยทั่วไป (กิติ, 2555).....	19
รูปที่ 2.7: แสดงตัวอย่างห้องน้ำจำลอง	20
รูปที่ 3.1: ห้องปฏิบัติการยศาสตร์ ชั้น 8.....	27
รูปที่ 3.2: แก้อัปรับระดับสำหรับวัดสัดส่วนร่างกายในท่าทางการนั่ง.....	28
รูปที่ 3.3: เครื่องชั่งน้ำหนักอนาล็อก.....	28
รูปที่ 3.4: อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในห้องน้ำ.....	29
รูปที่ 3.5: การเจาะยึดแผ่นไม้ของอุปกรณ์ห้องน้ำ	29
รูปที่ 3.6: ผังตะแกรงห้องน้ำจำลองสำหรับติดตั้งอุปกรณ์เพื่อวัดตำแหน่งความพอใจ.....	30
รูปที่ 3.7: วิธีการวัดความสูงของช่องตะแกรง.....	31
รูปที่ 3.8: กล้องถ่ายภาพดิจิทัล	31
รูปที่ 3.9: วิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยเครื่องมือวัดโดยตรง (Anthropometer) (ท่ายืน).....	33

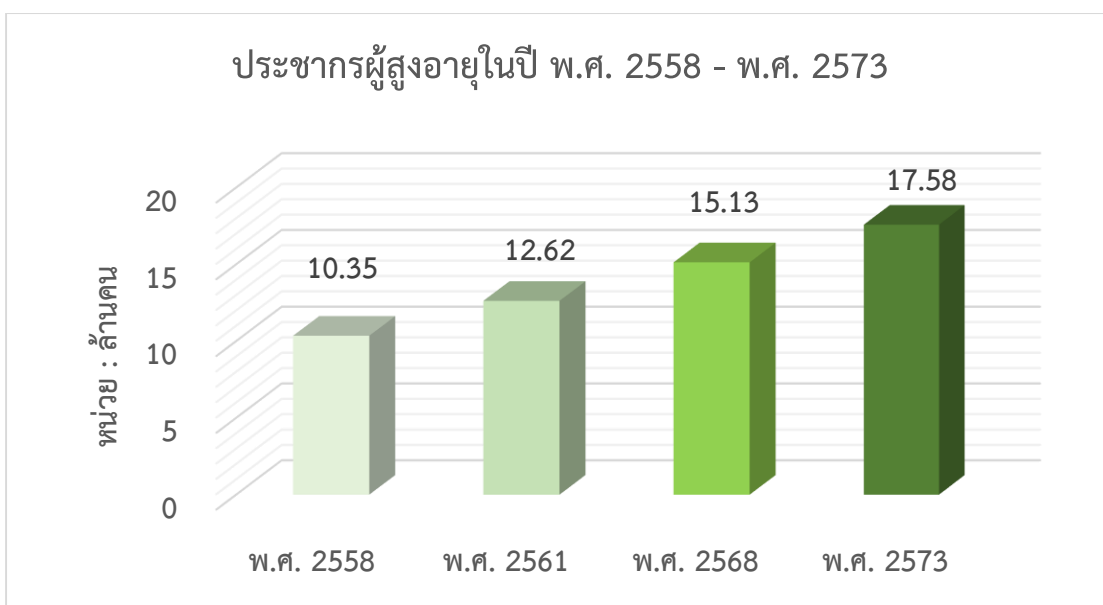
รูปที่ 3.10: ตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย (ท่ายืน).....	33
รูปที่ 3.11: วิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยเครื่องมือวัดโดยตรง (Anthropometer) (ท่านั่ง)	34
รูปที่ 3.12: แสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย (ท่านั่ง)	35
รูปที่ 3.13: วิธีการเลือกระดับความสูงของตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำ	35
รูปที่ 3.14: แสดงขั้นตอนขณะถ่ายภาพผู้เข้าทดลองเลือกตำแหน่งอุปกรณ์ครบทุกตำแหน่ง.....	36
รูปที่ 3.15: แสดงการนับระยะอุปกรณ์ในห้องน้ำ	36
รูปที่ 3.16: ระยะห่างชักรอกจากพื้นถึงผนัง	37
รูปที่ 4.1: แสดงค่า Box-plot ของตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายของท่ายืน	41
รูปที่ 4.2: แสดงค่า Box-plot ของตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายของท่านั่ง.....	42
รูปที่ 4.3: แสดงค่า Box-plot ของตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ ทั้ง 6 ประเภท.....	46
รูปที่ 4.4: ระยะความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของท่านั่งและยืน	47
รูปที่ 4.5: ค่าเฉลี่ยตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างวิธีอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาด สัดส่วนร่างกายกับอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ	53
รูปที่ 5.1:เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ Panero J,2522 และ Zawish S, 2558.....	68
รูปที่ 5.2: เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าตำแหน่งความสูงที่วางสปูในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ ไตร รัตน์, 2548 และกิติ, 2555.....	69
รูปที่ 5.3: เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าตำแหน่งความสูงราวแขวนผ้าในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของกิติ, 2555.....	71
รูปที่ 5.4: เปรียบเทียบค่าตำแหน่งความสูงฝักบัวในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558.....	72
รูปที่ 5.5: เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าตำแหน่งความสูงที่แขวนกระดาษชำระในงานวิจัยนี้กับ ผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 และRashid S, 2551.....	74

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ประชากรผู้สูงอายุมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ ความก้าวหน้าด้านสาธารณสุข ทำให้ผู้สูงอายุมีอายุยืนยาว ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มรูปแบบ จากรายงานสถิติผู้สูงอายุในประเทศไทย ทั้งหมด 77 จังหวัด กล่าวว่าจำนวนประชากรผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปในปีพ.ศ. 2558 มีจำนวนทั้งหมด 10,351,200 คน พ.ศ. 2561 จำนวนทั้งหมด 12,620,340 คน และมีแนวโน้มที่ประชากรผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยคาดการณ์ว่าภายในปี พ.ศ. 2573 จะมีจำนวนผู้สูงอายุทั้งหมด 17,581,000 คน (ระบบสถิติการลงทะเบียน กรมการปกครอง, 2561)



รูปที่ 1.1: แสดงจำนวนประชากรไทยผู้สูงอายุในปี พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2573
(กรมการปกครอง, 2561)

การก้าวเข้าสู่วัยผู้สูงอายุเป็นเรื่องธรรมชาติที่ทุกคนหลีกเลี่ยงไม่ได้ ช่วงวัยนี้เป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่เสื่อมถอยลง โดยปัญหาที่พบมากที่สุด คือการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายที่ถดถอยลงตามอายุ ระบบการทำงานของร่างกายต่างๆ ลดลง เช่น การเคลื่อนไหวช้าลง กำลังของกล้ามเนื้อแขนขาลดลง เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจ ที่พบบ่อย คือการรับรู้และการแสดงออกทางด้านอารมณ์ เช่น ผู้สูงอายุมักหลงลืมง่าย ซึมเศร้า หงุดหงิด น้อยใจ หรือกลัวลูกหลานทอดทิ้งไม่ใส่ใจ (ไตรรัตน์, 2548) และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมเช่น บทบาททางสังคมลดน้อยลง ส่วนใหญ่มองว่าผู้สูงอายุมีสมรรถภาพทางร่างกายลดลง ทำให้ความสามารถในการช่วยเหลือตัวเองหรือการทำกิจกรรมประจำวันลำบากมากขึ้นนำไปสู่การถูกละเลยจากคนรอบข้าง หรืออาจจะต้องใช้ชีวิตอยู่เพียงลำพัง (จันทนา, 2530)

เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุในอนาคตจำเป็นต้องมีการพัฒนา และส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ และไม่เป็นการละเลยของลูกหลาน คุณภาพชีวิต คือความพึงพอใจในการดำรงชีวิตได้ตรงตามความคาดหวังของแต่ละบุคคล และสามารถดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นปกติ ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ ความสัมพันธ์ทางสังคม และสภาพแวดล้อม (Campbell A, 1976) สิ่งที่ควรเน้นพัฒนาให้มีความสำคัญมากที่สุด คือการจัดสภาพแวดล้อมของสถานที่ให้เหมาะสมกับข้อจำกัดของผู้สูงอายุ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการดำรงชีวิตประจำวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผู้สูงอายุต้องทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองเพียงลำพัง (Pierre S., 2015) ในการสอบถามความคิดเห็นทางด้านสภาพแวดล้อมของพื้นที่ทั่วไปแล้ว พบว่า ผู้สูงอายุให้ความสำคัญต่อการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกในบริเวณ “ห้องน้ำ” มากที่สุด โดยสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวผู้สูงอายุ (จักรกฤษณ์, 2556) เช่นเดียวกับ การสัมภาษณ์ผู้สูงอายุในพื้นที่วัด ก็พบว่าสิ่งที่ผู้สูงอายุให้ความสำคัญและอยากให้มีการพัฒนาและปรับปรุง คือ “พื้นที่ภายในห้องน้ำ” โดยเฉพาะการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ให้สามารถหยิบจับได้สะดวก เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องน้ำยังไม่เอื้ออำนวยต่อการใช้งาน เช่น ตำแหน่งสายฉีดชำระ (ภัทรนิษฐ์, 2556) นอกจากสถานที่ท่องเที่ยวยังมีปัญหาการติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมกับผู้สูงอายุภายในห้องอาบน้ำตามที่พักอาศัยเป็นไปดังรูปที่ 1.2 ตัวอย่างเช่น ราวแขวนผ้าเช็ดตัวที่สูงเกินไป (รูปที่ 1.2 (ข)) และฝักบัวที่สูงเกินไป หากผู้ใช้เป็นหญิงตัวเล็กจะต้องมีการเอื้อมหยิบใช้งาน มีการยกหัวไหล่ และข้อศอกขึ้นมาค้ำไว้ รวมถึงออกแรงข้อมือขณะดึงอุปกรณ์ ซึ่งล้วนเป็นท่าทางที่ไม่เหมาะสม (รูปที่ 1.2 (ค)) การมีอริยาบทที่ผิดปกติเป็นประจำจะส่งผลต่อกล้ามเนื้อข้อต่อส่วนต่างๆ ได้ ดังนั้น การจัดวางอุปกรณ์ที่มีการใช้งานเป็นประจำจึงควรคำนึงถึงขนาดสัดส่วนของแต่ละบุคคลจึงจะมีความเหมาะสมที่สุด



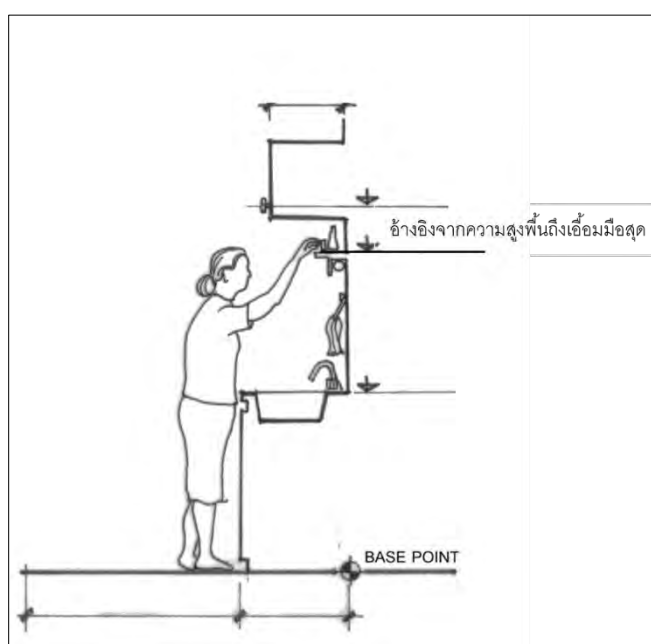
2612726043



**รูปที่ 1.2: แสดงตำแหน่งการติดตั้งความสูงอุปกรณ์ภายในห้องน้ำที่ไม่เหมาะสมกับสรีระร่างกาย
ของบุคคล (รูปที่ 1.2 ก-ฉ)**

ปัญหาของการออกแบบตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ในห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ 1. ใช้มาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่างคนละช่วงอายุ ซึ่งหากนำมาประยุกต์ใช้กับผู้สูงอายุที่มีสัดส่วนร่างกายและกำลังกายที่แตกต่างกันออกไป ก็จะส่งผลให้เกิดความไม่เหมาะสมดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ได้ (Bevington C, 1992) 2. ใช้มาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่างคนละเชื้อชาติ เนื่องจากการนำเอามาตรฐานการออกแบบที่แนะนำมาจากต่างประเทศมาใช้ เช่น กรณีการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว เช่น (Panero J, 1979), (Rashid S, 2008) และ (Zawiah S, 2015) อาจมีความไม่เหมาะสมในเรื่องของรูปแบบการใช้งาน ขนาดสัดส่วนร่างกายของบุคคลในแต่ละประเทศ และเชื้อชาติก็มีความแตกต่างกันไป 3. ใช้มาตรฐานของข้อมูลสัดส่วนที่ล้าสมัย การนำข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายที่เก็บมาเป็นระยะเวลานานมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ จากคำแนะนำโดยทั่วไปข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่นำมาใช้ไม่ควรนานเกินกว่า 10 ปี งานวิจัยเกี่ยวกับผู้สูงอายุในประเทศไทยได้ศึกษา มาตรฐานการออกแบบตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ในห้องน้ำเอาไว้ แต่เป็นงานวิจัยที่ได้สำรวจมาแล้ว นานกว่า 13 ปี หากนำข้อมูลมาใช้ในปัจจุบันอาจมีความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปตามระยะเวลา (ไตรรัตน์, 2548)

วิธีการหามิติที่ใช้ออกแบบอุปกรณ์ภายในห้องน้ำตามหลักกายศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ 1. การอนุมานค่าจากตำแหน่งต่างๆ ของขนาดสัดส่วนร่างกาย เช่น ที่วางสบู่ควรจัดวางบนตำแหน่งระหว่างข้อศอกขณะยืน เป็นต้น ดังรูปที่ 1.3 โดยวิธีดังกล่าวเป็นวิธีพื้นฐานของผู้ออกแบบ และเหมาะสมสำหรับเลือกใช้ออกแบบทั่วไป เนื่องจากใช้ทรัพยากรในการเก็บข้อมูลน้อยที่สุด มีขั้นตอนเก็บข้อมูลที่สะดวกรวดเร็ว โดยนักออกแบบยังคงต้องอาศัยประสบการณ์ในการออกแบบ เพื่อปรับเปลี่ยนระยะความสูง หรือมิติของอุปกรณ์ด้วยตัวผู้ออกแบบเอง หากนักออกแบบหรือผู้ใช้งานต้องการข้อมูล มิติหรือตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นโดยคำนึงถึงพฤติกรรม และการใช้งานจริง ก็สามารถใช่วิธีการจำลองสถานการณ์งาน 2. การวัดตำแหน่งจากการจำลองสถานการณ์ คือจัดสร้างอุปกรณ์เพื่อจำลองการใช้งานที่ผู้ใช้งานสามารถทดลองปรับระยะตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ในห้องน้ำตามความพึงพอใจได้ เช่น ราวจับพยุงตัว ที่แขวนกระดาษชำระ เป็นต้น ดังรูปที่ 1.4 (โตโต้, 2561) ซึ่งต้นทุนการเก็บข้อมูลด้วยวิธีนี้ค่อนข้างสูง แต่ได้ระยะตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความเชื่อมั่นสูงกว่า เนื่องจากเป็นข้อมูลที่คำนึงถึงพฤติกรรมและปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งาน ดังนั้นจึงมักใช้เก็บข้อมูลเฉพาะงาน หรือเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่สำคัญเท่านั้น



รูปที่ 1.3: การอนุมานของอุปกรณ์จากขนาดสัดส่วนร่างกาย (ไตรรัตน์, 2548)



รูปที่ 1.4: ห้องสำหรับการทดลองติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ (ศูนย์ TOTO Technical Center)

เนื่องจากต้นทุนในการศึกษาด้วยวิธีวัดตำแหน่งจากการจำลองสถานการณ์ นั้นสูงกว่าวิธีการอนุมานจากตำแหน่งของขนาดสัดส่วนร่างกาย จึงอาจทำให้เป็นปัญหากับนักออกแบบที่ต้องการเพิ่มความพอใจในการออกแบบตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำ ดังนั้นหากสามารถอนุมานหาความสัมพันธ์จากค่าของตำแหน่งอุปกรณ์ห้องน้ำที่เก็บด้วยวิธีการวัดตำแหน่งจากการจำลองสถานการณ์ และใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดตำแหน่งของขนาดสัดส่วนร่างกาย ก็จะช่วยลดต้นทุนและเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

หาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำด้วยวิธีจำลองสถานการณ์กับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกาย

1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1. ศึกษากลุ่มผู้สูงอายุที่สามารถดูแลตัวเองได้ จำนวน 100 คน
2. เก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ
3. ใช้เครื่องมือ Anthropometer martin type วัดขนาดสัดส่วนร่างกายตามมาตรฐาน ISO/DIS 7250
4. จำลองห้องน้ำและอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ภายในห้องน้ำได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาการใช้เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษากำหนดรายละเอียด ปัจจัยและออกแบบการทดลองที่ต้องการวิจัย
4. ออกแบบเอกสารหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และเอกสารข้อมูลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย ตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ จำนวน 100 คน และจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
5. ประสานงานกับกลุ่มผู้เข้าทดลอง คัดกรองผู้สูงอายุที่มีสุขภาพแข็งแรง ช่วยเหลือตัวเองได้
6. ทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ พร้อมบันทึกข้อมูล
7. วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ
8. สรุปผลการทดลอง และจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ผลที่จะได้รับ

ทราบความสูงของอุปกรณ์เครื่องใช้ในห้องน้ำตามความพอใจสำหรับการออกแบบห้องน้ำเฉพาะรายบุคคลและสาธารณะ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพรวมของผู้สูงอายุ และการประยุกต์เทคนิคการอนุমানค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ โดยใช้วิธีของการวัดตำแหน่งจากการจำลองสถานงาน และวิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ เพื่อให้เป็นแนวทางแก่นักออกแบบนำข้อมูลไปใช้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การหาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

2.1 ปัจจัยผู้สูงอายุ

2.1.1 ความหมายผู้สูงอายุและโครงสร้างผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุ หมายถึงผู้ที่มีความเสื่อมทางร่างกายไปโดยธรรมชาติ และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านการรับรู้ที่ช้าลงไปกว่าวัยปกติและสังคมควรให้ความดูแลเอาใจใส่เป็นพิเศษ (ปราโมทย์, 2553)

ผู้สูงอายุ หมายถึงผู้สูงวัยหรือผู้สูงอายุในช่วงสุดท้ายของชีวิต มีอายุตั้งแต่ 61 ปีขึ้นไป และจะมีความเสื่อมโทรมทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ขาดความว่องไวในด้านความจำ ความคิดความอ่านช้าลง (เฉลิมพล, 2555)

2.1.2 การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุมักเป็นช่วงวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการเสื่อมถอยของทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคม ซึ่งผู้เข้าสู่วัยสูงอายุจะต้องยอมรับและรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงก่อนเพื่อสร้างความพร้อมในการปรับตัวที่จะเป็นผู้สูงอายุอย่างมีความสุข ดังนี้ (ดวงใจ, 2554)

1. การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย ผู้สูงอายุเป็นวัยสุดท้ายที่มีการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ตามธรรมชาติที่เสื่อมถอยลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระบบต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางด้านการรับรู้ของระบบประสาทลดลง เช่นลานสายตาที่แคบลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ทำให้ผู้สูงอายุมีท่าทางการเคลื่อนไหว ในการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันแตกต่างไปจากวัยปกติ



2612726043

CD iThesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจ มักมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและสังคม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพ เช่น การสูญเสียบทบาทหน้าที่ทางสังคม จึงอาจมีผลให้เกิดความเครียดตามมา การเปลี่ยนแปลงทางด้านระบบประสาท ทำให้หลงลืม สับสนได้ง่าย รู้สึกท้อแท้ สิ้นหวังอาจเป็นเหตุให้การทำงานของระบบต่างๆ ถดถอยลงได้

3. การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม ผู้สูงอายุไม่สามารถแสดงบทบาทต่างๆ ได้เหมือนตอนที่ เป็นผู้นำ ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกขาดความอบอุ่น ขาดความภาคภูมิใจในตัวเอง และรู้สึกว่าเป็นภาระให้แก่คนรอบๆ ข้างอีกด้วย

2.1.3 ความต้องการของผู้สูงอายุ

ความต้องการทั่วไปของผู้สูงอายุ สามารถสรุปได้ดังนี้ (บึงอร, 2549)

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานที่ทุกคนต้องการได้แก่ ความต้องการที่อยู่อาศัยปลอดภัยต่อชีวิตตนเอง ต้องการมีร่างกายที่แข็งแรง ต้องการรักษาพยาบาล ยามเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ความต้องการทางด้านจิตใจ ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ต้องการมีคนดูแลเอาใจใส่ ต้องการความรักจากคนรอบข้าง ต้องการเป็นที่ยอมรับแก่คนในครอบครัว เป็นต้น

3. ความต้องการทางด้านสังคม ผู้สูงอายุต้องการเป็นที่ยอมรับแก่คนในสังคม ไม่อยากเป็นภาระแก่คนรอบข้าง เป็นต้น

4. ความต้องการทางด้านเศรษฐกิจ ผู้สูงอายุจำเป็นต้องใช้เงินเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็น ค่ารักษาพยาบาลยามเจ็บป่วย ช่วยเหลือกิจกรรมทางสังคม เป็นต้น

2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ

คุณภาพชีวิต คือความพึงพอใจในการดำรงชีวิตได้ตรงตามความคาดหวังของแต่ละบุคคล และสามารถดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นปกติ ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ ความสัมพันธ์ทางสังคม และสภาพแวดล้อม (Campbell, 1967)



2612726043

คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ หมายถึง การรับรู้ในการใช้ชีวิตของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถอธิบายได้ดีที่สุดจากความพึงพอใจที่ผู้สูงอายุแต่ละบุคคลได้รับ ทั้งด้านสภาพอารมณ์ที่ดี ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ด้านสภาพความเป็นอยู่ที่ดี ด้านสภาพร่างกายที่ดี ด้านการรวมกลุ่มทางสังคมและด้านการตัดสินใจด้วยตนเอง (สุทธิพงษ์, 2554)

2.1.5 แนวคิดการจัดสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุ

ในการจัดสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญอย่างยิ่งแก่ผู้สูงอายุ เนื่องจากผู้สูงอายุมีความสามารถในการรับภาระต่างๆ ลดลง เช่น ความกดดัน ความเครียดต่างๆ และการย้ายที่อยู่อาศัยโดยไม่พึงประสงค์ ซึ่งปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลกระทบต่อร่างกาย สังคมและจิตใจของผู้สูงอายุเป็นอย่างมาก (ศศิพัฒน์, 2544)

การจัดสภาพแวดล้อมสำหรับผู้สูงอายุ หมายถึง การวางแผนเพื่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในสภาวะแวดล้อม เช่น การออกแบบตกแต่งที่อยู่อาศัยใหม่ ปรับเปลี่ยนหรือพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกภายในห้องน้ำให้มีความเหมาะสมแก่ผู้สูงอายุมากที่สุด

2.2 ความสำคัญและผลกระทบที่เกิดขึ้นในห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ

2.2.1 ความสำคัญและปัญหาภายในห้องน้ำ

ห้องน้ำเป็นห้องที่ทุกคนควรให้ความสำคัญมากที่สุด หากมีผู้สูงอายุพักอาศัยร่วมด้วยต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัย และการใช้งานของอุปกรณ์ห้องน้ำเป็นหลักแต่ส่วนใหญ่ห้องน้ำตามสถานที่ท่องเที่ยว หรืออาจรวมไปถึงห้องน้ำตามที่พักอาศัย ยังไม่ใส่ใจที่จะออกแบบและให้ความสำคัญกับผู้สูงอายุมากนัก

จากการเก็บกลุ่มตัวอย่าง ผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปที่พักอาศัยอยู่ในประเทศไทย ทั้ง 4 ภาค จำนวน 9,461 คน แบ่งเป็นผู้สูงอายุเพศหญิง 5,929 คน คิดเป็นร้อยละ 62.7 ผู้สูงอายุเพศชาย 3,532 คน คิดเป็นร้อยละ 37.3 ได้สำรวจในเรื่องของสถานที่หกล้มของผู้สูงอายุภายในเขตที่พักอาศัย จากตารางที่ 2.1 พบว่าสถานที่หกล้มของผู้สูงอายุมากที่สุด 3 อันดับแรกได้แก่ หกล้มนอกบ้าน ในตำแหน่งบ้านอื่นๆ และภายในห้องน้ำ (โครงการวิจัยการสำรวจและศึกษาภาวะสุขภาพผู้สูงอายุ 4 ภาคของไทย, 2549)



ตารางที่ 2.1: แสดงจำนวนและร้อยละของสถานที่ที่หกล้มของผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ

สถานที่ที่หกล้ม	เพศชาย			รวม	เพศหญิง			รวม
	60-69 ปี	70-79 ปี	80 ขึ้นไป		60-69 ปี	70-79 ปี	80 ขึ้นไป	
ไม่เคยหกล้มในรอบ 6 เดือน	1671 (91.8)	1167 (89.1)	343 (95.3)	3181 (90.1)	2583 (84.6)	1798 (82.1)	556 (81.3)	4937 (83.3)
ห้องนอน	7 (0.4)	4 (0.3)	5 (1.2)	16 (0.5)	13 (0.4)	22 (1.0)	11 (1.6)	46 (0.8)
ห้องน้ำ	17 (0.9)	16 (1.2)	5 (1.2)	38 (1.1)	60 (2.0)	51 (2.3)	33 (4.8)	144 (2.4)
ห้องรับแขก	-	7 (0.5)	5 (1.2)	12 (0.3)	15 (0.5)	24 (1.1)	7 (1.0)	46 (0.8)
ห้องครัว	7 (0.4)	2 (0.2)	1 (0.2)	10 (0.3)	34 (1.1)	22 (1.0)	5 (0.7)	61 (1.0)
ในตำแหน่งอื่นๆ	19 (1.0)	16 (1.2)	10 (2.5)	45 (1.3)	55 (1.8)	65 (3.0)	26 (3.8)	146 (2.5)
นอกบ้าน	91 (5.0)	85 (6.5)	26 (6.5)	202 (5.7)	254 (8.3)	178 (8.1)	30 (4.4)	462 (7.8)
หลายสถานที่	8 (0.4)	12 (0.9)	7 (1.7)	27 (0.8)	38 (1.2)	30 (1.4)	15 (2.2)	83 (1.4)
ไม่ระบุสถานที่	-	1 (0.1)	-	1 (-)	2 (0.1)	1 (-)	1 (0.1)	4 (0.1)
รวม	1820 (100)	1310 (100)	402 (100)	3532 (100)	3054 (100)	2191 (100)	684 (100)	5929 (100)

แบบสอบถามเรื่องของความจำเป็นของสิ่งอำนวยความสะดวกแต่ละประเภท โดยเก็บข้อมูลนักท่องเที่ยวผู้สูงอายุจังหวัดนครพนม 420 คน ซึ่งแบบสอบถามประเภทสิ่งอำนวยความสะดวกที่สอบถามทั้งหมดได้แก่ 1. ป้ายและสัญลักษณ์ 2. ทางสัญจร ทางเท้า 3. ทางลาดขอบถนน ทางลาดตัดขอบคันหิน 4. ทางข้ามถนน 5. ทางลาดสำหรับภายนอกอาคาร 6. พื้นที่ภายนอก และ 7. ห้องน้ำ พบว่าความจำเป็นมากที่สุด 3 อันดับแรกได้แก่ ห้องน้ำ พื้นที่ภายนอก และทางลาดสำหรับภายนอกอาคาร ตามลำดับ (จักรกฤษณ์, 2556)

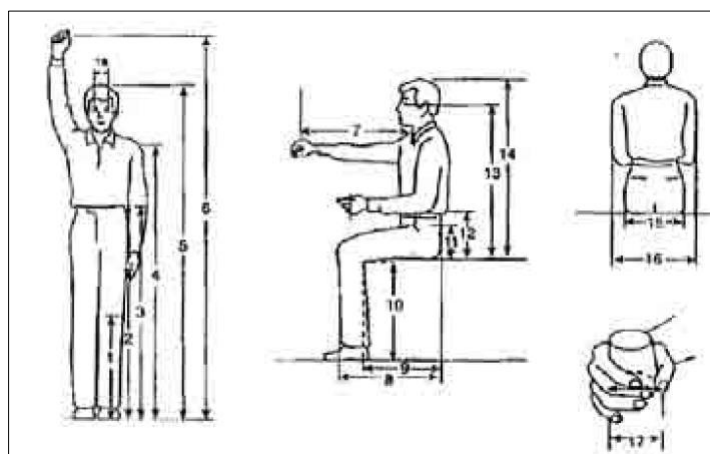
และจากการเก็บแบบสอบถามผู้สูงอายุในพื้นที่วัดเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกที่ยังไม่เอื้ออำนวยต่อการใช้งาน คือห้องน้ำ โดยสิ่งที่คุณสูงอายุอยากให้พัฒนาและปรับปรุง คือการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ในห้องน้ำ ซึ่งลักษณะการติดตั้งยังอยู่ในตำแหน่งที่ผู้สูงอายุไม่สะดวกต่อการหยิบใช้งาน (ภัทรนิษฐ์, 2556)

2.2.2 ผลกระทบจากการเอื้อมหิบบุอุปกรณ์ภายในห้องน้ำที่ส่งผลต่อร่างกาย

ถึงแม้ว่ามีการศึกษาการออกแบบอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่พักอาศัยแล้ว ได้แก่ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกภายในห้องน้ำต่างๆ แต่ด้วยความแตกต่างของสรีระร่างกายและพฤติกรรมในการใช้ชีวิตประจำวันที่มีความแตกต่างไปจากกลุ่มวัยทั่วไป ได้แก่ พละกำลังกล้ามเนื้อลดลง ตลอดจนท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนและขาที่ลดลง ดังนั้นหากผู้ออกแบบนำข้อมูลของขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มวัยทั่วไปมาใช้ในการออกแบบกับผู้สูงอายุอาจทำให้ผู้สูงอายุเกิดผลกระทบตามมา เช่น การเอื้อมหิบบสิ่งของที่มียาระยะสูงเกินไป หรือการเผื่อระยะในการติดตั้งของอุปกรณ์ที่น้อยเกินไป โดยไม่ได้คำนึงถึงความสามารถของผู้สูงอายุ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ขา และกล้ามเนื้อส่วนอื่นๆ ของร่างกายผู้สูงอายุที่ลดลงและการรับรู้ที่ลดลง เช่น สายตาไม่ดี มองเห็นเลือนลาง ปัญหาตามมาคือการหิบบใช้งานที่ไม่สะดวกสบายต่อผู้สูงอายุ หรืออาจเกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อร่างกายจากการทำอริยบทที่ไม่เหมาะสมติดต่อกันทุกวัน (รภัทร, 2561)

2.3 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิต (Statics body dimension) หมายถึงการวัดสัดส่วนร่างกายขณะหยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนไหวในท่าทางใดท่าทางหนึ่ง ได้แก่ ความกว้าง ความสูง ความยาว และระยะเอื้อมต่างๆ เป็นต้น โดยจุดที่วัดตำแหน่งของการวัดมีมาตรฐานสากลหลากหลาย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถนำไปใช้ออกแบบอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ได้ เช่น ความสูงของตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้องน้ำ ความสูงของโต๊ะ ความสูงของเก้าอี้ เป็นต้น (Halander M, 1995)



รูปที่ 2.1: ตัวอย่างมิติการวัดสัดส่วนร่างกายขณะนั่งและยืน (Halander M, 1995)



รูปที่ 2.2: การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งจากพื้นถึงข้อศอกขณะยืน (กิตติ, 2548)

จากรูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างมิติการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของทำนังและทำยีน และรูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการวัดขนาดสัดส่วนตำแหน่งจากพื้นถึงข้อศอกขณะยืนด้วยเครื่องมือ Antropometer

2.3.1 เครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

เครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยตรงเป็นการวัดในแนวเส้นตรง และแนวเส้นโค้ง ก่อนวัดจะต้องมีการทำเครื่องหมายจุดต่างๆ บนร่างกายก่อนที่จะวัดระยะทาง โดยเรียกจุดนั้นว่า จุดกำหนด (Land mark) หากเป็นความยาวของอวัยวะของร่างกายก็จะเป็นจุดเริ่มต้นกับจุดสิ้นสุดของอวัยวะของร่างกายส่วนนั้น (กิตติ, 2548) ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3: เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน



2.3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระยะที่ 4 (พ.ศ. 2543-2544) ได้วัดขนาดสัดส่วนร่างกายคนในทำนอง ที่มีตำแหน่งมิติ หรือจำนวนสัดส่วนการวัด มากกว่า 120 มิติ โดยเน้นศึกษาประชากรกลุ่มใหญ่ คือ เด็กและผู้ใหญ่วัยทำงานเท่านั้น ผู้เข้าทดสอบทั้งหมด 13,347 คน จากภูมิภาคต่างๆ แบ่งตามเพศและอายุ ได้ดังนี้

- 1) เด็กหญิง อายุ 1-16 ปี จำนวน 2,288 คน จำนวนสัดส่วนที่วัด 129 มิติ
- 2) เด็กชาย อายุ 1-16 ปี จำนวน 2,233 คน จำนวนสัดส่วนที่วัด 121 มิติ
- 3) หญิงไทย อายุ 17-49 ปี จำนวน 4,525 คน จำนวนสัดส่วนที่วัด 142 มิติ
- 4) ชายไทย อายุ 17-49 ปี จำนวน 4,301 คน จำนวนสัดส่วนที่วัด 121 มิติ

ไตรรัตน์ (2548) วัดขนาดสัดส่วนร่างกายในกลุ่มผู้สูงอายุ ของคนไทยในช่วงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ทั้งหมด 404 คน จากสถานสงเคราะห์คนชราของรัฐ คลินิกผู้สูงอายุในโรงพยาบาล และชมรมผู้สูงอายุภาคเอกชน กระจายตามจังหวัดต่างๆ โดยได้วัดสัดส่วนร่างกายและตำแหน่งการเอ้ามหยิบสิ่งของด้วยเครื่องมือวัด Anthropometer จำนวนสัดส่วนที่วัด 71 มิติ

วุฒิชัย (2549) ทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 36 มิติ ของอาสาสมัครคนไทยเพศชาย และเพศหญิง อายุตั้งแต่ 60 - 79 ปี จากบ้านพักผู้สูงอายุบางแค และบ้านพักผู้สูงอายุบางละมุง จำนวน 400 คน แบ่งเป็นผู้ชาย 200 คน และผู้หญิง 200 คน

Rashid S, (2008) ทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 24 มิติ ของคนมาเลเซียในช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 230 คน

มาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากลระหว่างประเทศ (International Organization for Standardization: ISO) ตามแบบร่างมาตรฐานเลขที่ ISO 7250-1 : 2008 Basic human body measurements for technological design part 1 : Body measurement definitions and landmarks กำหนดขั้นตอนการวัดสัดส่วนร่างกาย มีจำนวนท่าทางการวัดท่าหนึ่งและทำยื่นรวมกัน 56 มิติ และตามแบบร่างมาตรฐานเลขที่ ISO/TR 7250-2 : 2010 Basic human body measurement for technological design part 2 : Statistics summaries of body measurements from individual ISO population กำหนดมาตรฐานนำเสนอข้อมูลทางสถิติ โดยแบ่งการนำเสนอข้อมูลแยกเพศชายหญิงและรวมเพศชายหญิง โดยข้อมูลทางสถิติ ประกอบด้วย จำนวนกลุ่มตัวอย่าง



ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซนไทล์ที่ 1 5 50 95 และ 99 ตามลำดับ ในการเก็บข้อมูล การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายนั้นควรศึกษาสิ่งที่ต้องการนำไปใช้ออกแบบก่อนว่าต้องการใช้ท่าทาง ไตบ้าง และควรเก็บให้มีความสอดคล้องกับจำนวนท่าทางที่นำไปใช้งาน

2.3.3 การนำตำแหน่งสัดส่วนร่างกายมาประยุกต์ใช้งานต่างๆ (สุตาวรรณ, 2554)

ในการออกแบบสิ่งของต่างๆ ให้มีความเหมาะสมกับมนุษย์ตามหลักการยศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากมนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม ซึ่งไม่สามารถกำหนดให้เป็นไปตามความต้องการได้ ดังนั้นการออกแบบสิ่งของต่างๆ อาจต้องนำขนาดสัดส่วนร่างกายมาช่วยพิจารณาท่าทางที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ลดการเกิดปัญหาต่อสุขภาพร่างกายในแต่ละด้านหรือให้มีความเสี่ยงต่ออันตรายน้อยลง โดยตัวอย่างการนำขนาดสัดส่วนร่างกายมาประยุกต์ในการออกแบบแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2: แสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย 19 มิติกับการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ

ตำแหน่ง	ตำแหน่งสัดส่วนร่างกาย	การนำไปประยุกต์ใช้งาน
1	ความสูงขณะยืน	ใช้กำหนดความสูงของช่องเปิด ประตู หน้าต่าง กระจาดานต่ำ บอร์ด สิ่งกีดขวางต่างๆ
2	ความสูงระดับสายตา	กำหนดระดับสายตาในการใช้สันทนาต่างๆ เช่น ห้องเรียน หอประชุม ป้ายสัญญาณ ความสูงแผงกั้น กระจาดานต่ำ
3	ความสูงระดับไหล่ขณะยืน	กำหนดการใช้งานยืน เช่น ความสูงรั้ว โต๊ะ เก้าอี้ราวจับ
4	ความสูงระดับข้อศอกขณะยืน	กำหนดการใช้งานยืนสำหรับเฟอร์นิเจอร์ เช่น เคาน์เตอร์ โต๊ะเรียน โต๊ะทำงาน ที่วางสบู
5	ความสูงระดับข้อนิ้วมือ	กำหนดการใช้งานขณะยืนสำหรับเฟอร์นิเจอร์ เช่น โต๊ะเรียน โต๊ะทำงาน
6	ความสูงขณะนั่ง	กำหนดระยะความสูงของสิ่งกีดขวาง จากพื้นที่นั่งหรือเพิ่มความสูงที่นั่งและความสูงของสิ่งกีดขวางเหนือพื้น เช่นการออกแบบเก้าอี้ โต๊ะเรียน
7	ความสูงระดับสายตาขณะนั่ง	กำหนดเส้นระดับสายตาและระยะการมองเห็นที่กว้างที่สุด ซึ่งเป็นการมองเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น การออกแบบโรงภาพยนตร์ ห้องประชุม สภภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาพและเสียง

ตารางที่ 2.2: (ต่อ) แสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย 19 มิติกับการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ

ตำแหน่ง	ตำแหน่งสัดส่วนร่างกาย	การนำไปใช้งาน
8	ความสูงระดับพักคอกถึงพื้นที่นั่ง	กำหนดระยะความสูงของที่เท้าแขนของเก้าอี้ทั่วไป
9	ความหนาของต้นขา	ใช้ออกแบบองค์ประกอบต่างๆ ในงานตกแต่งภายใน เช่นเฟอร์นิเจอร์เฉพาะโดยที่ผู้ใช้งานจะสอดขา เข้าไปได้ระนาบทำงาน และสามารถใช้ในการกำหนดระยะระหว่างด้านล่างของลิ้นชักกับหน้าขา
10	ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง	กำหนดระยะในแนวตั้งจากใต้พื้นโต๊ะ
11	ความยาวจากกันกบถึงหัวเข่าด้านหน้าขณะนั่ง	กำหนดระยะที่เหมาะสมของพนักพิงด้านหลังของที่นั่งและสิ่งกีดขวางด้านหน้าหัวเข่า เช่น ที่นั่งที่ยึดติดกับที่เก้าอี้ โต๊ะ
12	ความสูงของข้อพับเข่าขณะนั่ง	กำหนดความสูงของระดับพื้นที่นั่งเหนือพื้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุดสูงสุดด้านหน้าของที่นั่ง
13	ความหนาหน้าอก	กำหนดบริเวณที่แคบที่สุดที่มนุษย์จะผ่านไปได้หรือใช้กำหนดระยะการยื่นต่อแถว
14	ความกว้างระหว่างข้อศอก	กำหนดความคลาดเคลื่อนสำหรับที่นั่งรอบโต๊ะ เคาน์เตอร์
15	ความกว้างสะโพก	กำหนดความกว้างด้านใน ของเก้าอี้ที่นั่ง
16	ระยะไหล่ถึงปลายนิ้วขณะยึดแขนในท่านั่ง	กำหนดระยะเอื้อมหยิบจับสิ่งของ
17	ระยะเอื้อมแขนเหนือศีรษะในท่านั่ง	การวางตำแหน่งของแผงควบคุมเหนือศีรษะ ปุ่มต่างๆ เหนือศีรษะ ระยะเอื้อมหยิบหรือจับสิ่งของเหนือศีรษะ
18	ระยะจากกันกบถึงสันเท้าขณะนั่ง	กำหนดพื้นที่ที่ใช้ร่วมกันของเก้าอี้ เก้าอี้พักขา หรือการกำหนดระยะผนังในพื้นที่สำหรับการออกกำลังกายและอุปกรณ์ประกอบ
19	น้ำหนักร่างกาย	กำหนดความแข็งแรงของเครื่องเรือน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบห้องน้ำโดยใช้วิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

ห้องน้ำถือว่าเป็นห้องที่มีบทบาทมากที่สุดสำหรับอาคารทุกประเภท เช่น ตามที่พักอาศัย ตามสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ซึ่งในการออกแบบอาคารแต่ละประเภทจะต้องมีหลักเกณฑ์หรือมาตรฐานในการพิจารณาเข้ามาเกี่ยวกับห้องน้ำ เพื่อการวางแผนในการออกแบบให้เหมาะสมและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้นผู้ออกแบบควรเลือกตำแหน่งการจัดวางที่เหมาะสมให้สัมพันธ์กันระหว่างสรีระร่างกายกับอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องน้ำ (กิติ, 2555)

ตารางที่ 2.3: แสดงการเปรียบเทียบความสูงอุปกรณ์ภายในห้องน้ำแต่ละงานวิจัย (หน่วย: ซม.)

อุปกรณ์	ไตรรัตน์, 2548 (สูงอายุ)	กิติ, 2555 (กลางคน)	Panero J, 2522 (กลางคน)	Rashid S, 2551 (สูงอายุ)	Zawiah S, 2558 (สูงอายุ)
วาล์วน้ำฝักบัว	-	-	101.6 -121.9	-	85.28
ที่วางสบู่	112	60-100	-	-	-
ราวแขวนผ้า	-	80-150	-	-	-
ฝักบัว	152	-	182.9	173	142 , 170.39
ที่แขวนกระดาษชำระ	59	40-60	-	44.42	-

จากตารางที่ 2.3 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบค่าคำแนะนำความสูงของอุปกรณ์ภายในห้องน้ำแต่ละงานวิจัย จะเห็นได้ว่าคำแนะนำของแต่ละงานวิจัยนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่นกลุ่มตัวอย่างข้อมูลคนละช่วงอายุ กลุ่มตัวอย่างคนละเชื้อชาติ หรือข้อมูลของต่างประเทศ และข้อมูลขนาดสัดส่วนที่นำมาประยุกต์ใช้เก่าและล้าสมัย ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นเพียงคำแนะนำที่สามารถให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆใน ห้องน้ำตามความเหมาะสมของผู้ใช้งานเอง

ตารางที่ 2.4: แนวคิดจุดอ้างอิงในการวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อออกแบบตำแหน่งอุปกรณ์ในห้องน้ำของแต่ละงานวิจัย

อุปกรณ์	แนวคิดจุดอ้างอิงในการวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อออกแบบตำแหน่งอุปกรณ์ในห้องน้ำของแต่ละงานวิจัย				
	ไตรรัตน์ 2548	กิติ, 2555	Panero J, 2522	Rashid S, 2551	Zawiah S, 2558
กล่อง กระดาษ ชำระ	วัดจากความสูงข้อพับขา (Popliteal height) (จากพื้นถึงข้อพับขา) บวกกับความสูงจากพื้นที่นั่งถึงระดับข้อศอกแนวตั้งฉาก (Sitting elbow height) ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 50 ของสัดส่วนผู้หญิง	ท่าทางการนั่งในช่วงระดับความสูงจากข้อศอกถึงตำแหน่งหัวเข่า	-	วัดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิง ในระดับตำแหน่งข้อศอกขณะนั่ง	-
ราวแขวนผ้า	-	อ้างอิงจากท่าทางการยืนในช่วงระดับความสูงของหัวไหล่จนถึงตำแหน่งสะโพก	-	-	-
ที่วางสบู่	วัดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนผู้หญิง จากพื้นถึงแนวรักแร้	ท่าทางการยืนในช่วงระดับความสูงของราวมถึงตำแหน่งสะโพก	-	-	-
วาล์วน้ำ ฝักบัว	-	-	จุดความสูงจากพื้นถึงข้อศอกขณะยืน	-	วัดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิงในระดับตำแหน่งข้อศอกขณะยืน
ฝักบัว	วัดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิง ความสูงจากพื้นถึงระยะเอื้อมหยิบสูงสุด	-	อ้างอิงจากตำแหน่งความสูงจากพื้นจนถึงระยะมือเอื้อมหยิบสูง	วัดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของสัดส่วนผู้ชาย ในระดับตำแหน่งความสูง	ออกแบบเพื่อผู้หญิง วัดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิงและออกแบบเพื่อผู้ชาย วัดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของสัดส่วนผู้ชาย ในระดับตำแหน่งความสูง

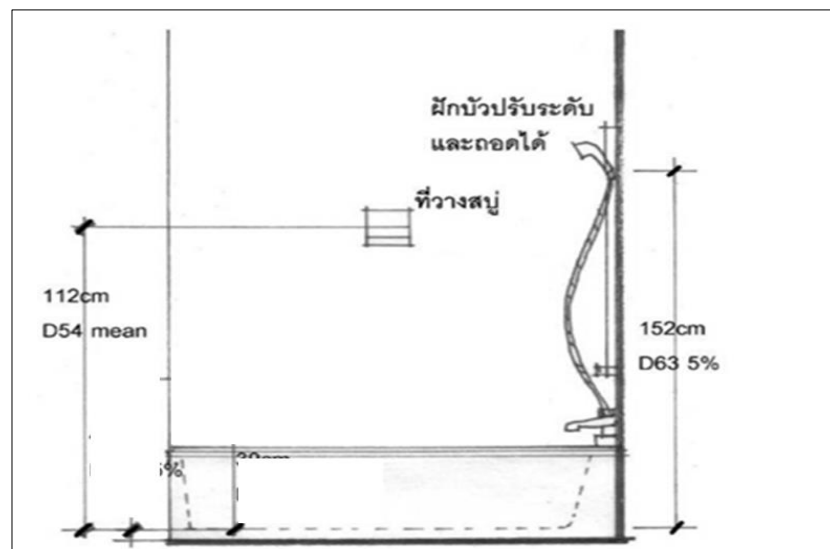


2612726043

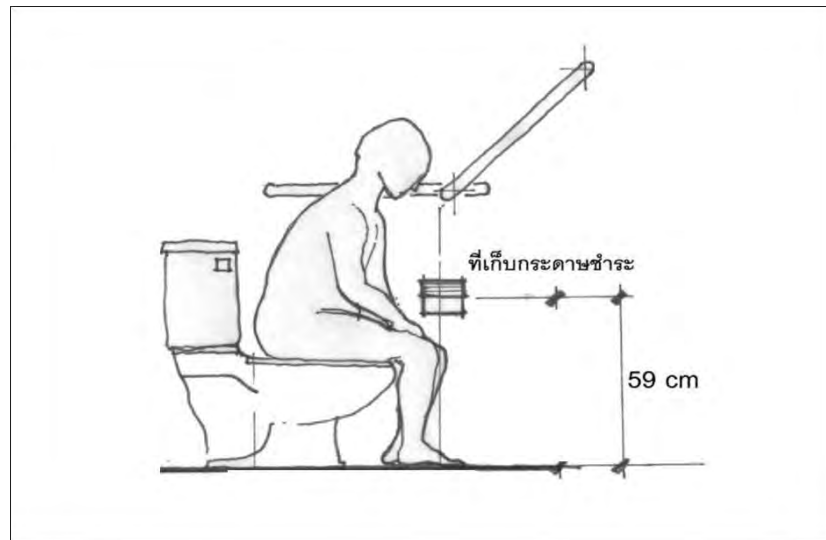
CD :Thesis 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

จากตารางที่ 2.4 แสดงแนวคิดจุดอ้างอิงในการวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อออกแบบตำแหน่งอุปกรณ์ในห้องน้ำของแต่ละงานวิจัย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวคิดแต่ละงานวิจัยมีจุดอ้างอิงที่แตกต่างกันออกไป

งานวิจัยของไตรรัตน์ (2548) ได้ให้คำแนะนำว่า ค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ ดังรูปที่ 2.4 ฝักบัวควรสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 152 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิงจากตำแหน่งความสูงในขณะเอื้อมชูขึ้นด้านบน ซึ่งจะคำนึงให้ผู้สูงอายุผู้หญิงที่ตัวเล็กสามารถเอื้อมถึงได้ และการติดตั้งความสูงของที่วางสบู่ควรสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 112 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของผู้หญิงจากตำแหน่งความสูงจากพื้นถึงแนวรักแร้หลังขณะยืน จากรูปที่ 2.5 ขนาดความสูงของการติดตั้งที่เก็บกระดาษชำระควรอยู่ที่ 59 เซนติเมตร อ้างอิงจากสัดส่วนผู้หญิงความสูงของข้อพับขา (Popliteal height) บวกกับ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ผู้หญิง ของความสูงจากพื้นที่นั่งถึงระดับข้อศอกแนวตั้งฉาก หรือ ระดับข้อศอกขณะนั่ง (Elbow height (Sitting)) เนื่องจากเป็นระยะที่พอเหมาะกับปลายมือของผู้นั่ง

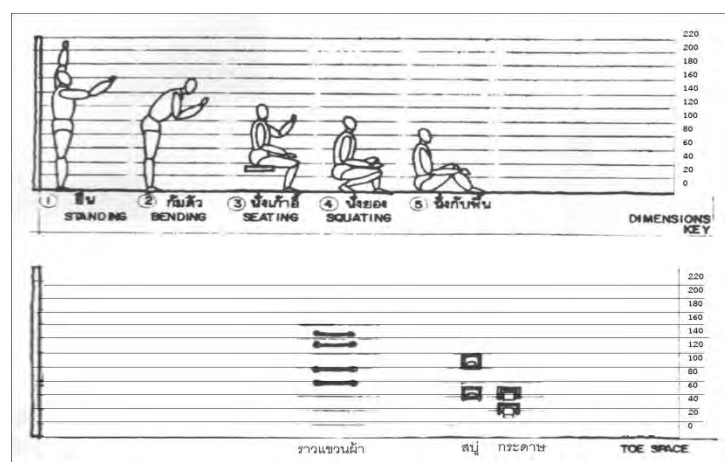


รูปที่ 2.4: แสดงระดับการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่ภายในห้องน้ำของผู้สูงอายุ



รูปที่ 2.5: แสดงระดับการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่ภายในห้องส้วมของผู้สูงอายุ

งานวิจัยของกิติ (2555) ได้ให้คำแนะนำว่า ในการออกแบบตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำนั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้สอย สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับระดับการใช้งาน โดยคำนึงถึงระดับท่าทางที่เหมาะสม จากรูปที่ 2.6 แสดงระดับการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำต่างๆ โดยให้คำแนะนำว่า ตำแหน่งความสูงในการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับมาตรฐานห้องน้ำของคนทั่วไป แนะนำว่าควรติดกล่องกระดาษชำระอยู่ที่ 40 – 60 เซนติเมตร อ้างอิงจากท่าทางการนั่ง ในช่วงระดับความสูงจากข้อศอกถึงตำแหน่งหัวเข่า ที่วางสบู่ควรติดตั้งความสูงอยู่ที่ 60 – 100 เซนติเมตร อ้างอิงจากท่าทางการยืน ในช่วงระดับความสูงของราวจนถึงตำแหน่งสะโพก ราวแขวนผ้าควรติดตั้งความสูงอยู่ที่ 80 -150 เซนติเมตร อ้างอิงจากท่าทางการยืน ในช่วงระดับความสูงของหัวไหล่จนถึงตำแหน่งสะโพก



รูปที่ 2.6: ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ ของกลุ่มวัยทั่วไป (กิติ, 2555)



2612726043

Panero J, (1979) ได้ให้คำแนะนำว่า ฝ่ามือควรรอบนอกแบบความสูงอยู่ที่ 182.9 เซนติเมตร อ้างอิงจากตำแหน่งความสูงจากพื้นจนถึงระยะมือเอื้อมหยิบสูง (Vertical grip reach) วาล์วน้ำฝักบัวความสูงอยู่ที่ประมาณ 101.6 - 121.9 เซนติเมตร อ้างอิงจากจุดความสูงจากพื้นถึงข้อศอกขณะยืน ซึ่งค่าเหล่านี้อ้างอิงมาจากสัดส่วนของชาวต่างชาติอเมริกัน

Rashid S, (2008) ได้ให้คำแนะนำว่า ตำแหน่งความสูงของกระดาดชำระ อ้างอิงตามราวจับแนวนอน ซึ่งจะอยู่ในระดับของเปอร์เซ็นต์ที่ 5 ของผู้หญิง ในตำแหน่งข้อศอกขณะนั่ง ประมาณค่า 44.42 เซนติเมตร และฝักบัวคงที่ ควรรอบนอกแบบอยู่ที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ของผู้ชาย ในตำแหน่งความสูง และระยะห่างความสูง 10 เซนติเมตร ประมาณค่า 173 เซนติเมตร

Zawiah S, (2015) ได้ให้คำแนะนำว่า ตำแหน่งของวาล์วน้ำควรอยู่ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ที่ 5 ของผู้หญิงในตำแหน่งข้อศอกขณะยืน คลาดเคลื่อนได้ประมาณ 5 เซนติเมตร ประมาณค่า 85.28 เซนติเมตร และฝักบัวอาบน้ำควรรอบนอกแบบอยู่ที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ของผู้ชาย ในตำแหน่งความสูง และเมื่อความสูง 10 เซนติเมตร ประมาณค่า 170.39 เซนติเมตร

ทั้งนี้การนำเอามาตรฐานการออกแบบที่แนะนำมาจากต่างประเทศมาใช้ เช่น กรณีการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำ ที่ก็อาจมีความไม่เหมาะสมในเรื่องของการใช้งาน และขนาดสัดส่วนร่างกายของบุคคลในแต่ละเชื้อชาติที่มีความแตกต่างกันอยู่

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบห้องน้ำและขั้นตอนวัดตำแหน่งจากการจำลองสถานีงานปรับค่าได้ (Adjustable work station: workstation)



รูปที่ 2.7: แสดงตัวอย่างห้องน้ำจำลอง

โตโต้ (2561) ได้จัดสร้างห้องน้ำจำลองที่ผู้ใช้งานสามารถทดลองปรับระยะตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพึงพอใจของผู้ใช้งานได้แสดงดังรูปที่ 2.7 เช่น ราวจับพยุงตัว เป็นต้น ขั้นตอนการเลือกตำแหน่งของอุปกรณ์ มีดังนี้

วิธีการเลือกตำแหน่งของอุปกรณ์ห้องน้ำในห้องจำลอง โดยให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกติดตั้งตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ตามความพอใจ โดยนำอุปกรณ์ต่างๆ แขนงไว้ที่ช่องรูของตะแกรงแม่เหล็กจากนั้นวัดความสูงพร้อมอ่านค่าของตารางสเกลที่กำหนด เพื่อนำไปออกแบบตำแหน่งอุปกรณ์ในห้องน้ำที่เหมาะสมกับตัวผู้ใช้งาน ซึ่งการจัดสร้างห้องจำลองนั้นใช้เหล็กยึดที่มีความแข็งแรง ละเอียด และแม่นยำ ดังนั้นการจัดทำห้องดังกล่าวจึงมีราคาค่อนข้างสูง เหมาะสำหรับคนเฉพาะกลุ่มเท่านั้น และข้อดีของวิธีนี้ คือคำนึงถึงพฤติกรรมและปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งาน และได้ค่าระยะตำแหน่งของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ต้องการของตัวผู้ใช้งานจริง

2.6 การออกแบบเชิงประยุกต์จากค่าสัดส่วนร่างกาย (Anthropometry Design)

การออกแบบเชิงประยุกต์จากค่าสัดส่วนร่างกายมีอยู่ 3 ประเภท ซึ่งสามารถนำข้อมูลสัดส่วนร่างกายไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อกลุ่มประชากรเฉพาะแห่ง (Tayyari and smith, 1997)

2.6.1 การออกแบบสำหรับกลุ่มคน (Design for adjustable range)

ใช้ในการออกแบบของกลุ่มคน โดยปกตินิยมใช้เคาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 มาเป็นมาตรฐานในการออกแบบ ซึ่งหลักการในการออกแบบเครื่องใช้เหล่านี้ จะตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของกลุ่มบุคคล

2.6.2 การออกแบบสำหรับค่าเฉลี่ย (Design for average individual)

ใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางในการออกแบบเครื่องใช้ต่างๆ โดยการออกแบบวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด เนื่องจากสะดวกและง่ายต่อการออกแบบ ช่วยลดความซับซ้อนทางเทคนิคโดยแค่ นำค่าเฉลี่ยมาใช้ในการออกแบบ เช่นการออกแบบความสูงของตำแหน่งฝักบัว ความสูงของราวจับ เป็นต้น ข้อเสียของวิธีนี้อาจจะไม่พึงพอใจในการใช้งานของแต่ละบุคคลมากนัก



2.6.3 การออกแบบเพื่อค่าต่ำสุดสูงสุด (Design for extreme value)

เป็นการใช้ข้อมูลที่มีค่าสูงสุด คือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 หรือใช้ข้อมูลที่มีค่าต่ำที่สุด คือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ใช้สำหรับการออกแบบอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ หรือผลิตภัณฑ์เพื่อคนส่วนใหญ่ใช้งานได้ เช่น ความต้องการระยะเอื้อมถึง (Reach requirement) ต้องใช้ข้อมูลที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ต่ำๆ มาใช้ในการออกแบบเช่น ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของผู้หญิงซึ่งควรคำนึงถึงขนาดและน้ำหนักของประชากรผู้หญิงตัวเล็กเป็นหลักในการออกแบบ ตัวอย่างเช่นการออกแบบความสูงของฝักบัว ความสูงของราวแขวนผ้า เป็นต้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนร่างกาย

สุตววรรณ (2554) ได้ศึกษาการหาขนาดสัดส่วนร่างกายของเด็กนักเรียนชายและนักเรียนหญิงระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 360 คน จากโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในทำนองและทำยื่นจำนวน 20 สัดส่วน โดยใช้เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายสำหรับสัดส่วนร่างกายที่เป็นพื้นฐานได้แก่ ส่วนสูงและน้ำหนัก โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลพื้นฐานด้านความสูงและน้ำหนักในรูปแบบสมการความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นและสมการความสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณทำนายสัดส่วนต่างๆ เช่น ความสูงตาขณะยืน ความสูงหัวไหล่ขณะยืน เป็นต้น การทำนายสัดส่วนร่างกายทั้งหมด 18 ตำแหน่ง โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของส่วนสูงและน้ำหนักพบว่า ไม่เหมาะสำหรับการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อทำนายขนาดสัดส่วนของ ความหนาหน้าอก ความสูงหัวไหล่ถึงข้อศอก ความสูงที่พับศอก ขณะนั่ง ความสูงข้อพับเข่าขณะนั่ง ความหนาของต้นขา ระยะจากก้นกบถึงสันเท้า ความกว้างระหว่างข้อศอก ความกว้างสะโพก เนื่องจากให้ค่า R^2 น้อยกว่า 70 % ส่วนขนาดสัดส่วนร่างกายที่เหมาะสมสำหรับนำไปสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นได้แก่ ระยะเอื้อมแขนขึ้นเหนือศีรษะ ความสูงระดับสายตาขณะยืน ความสูงระดับหัวไหล่ ความสูงระดับศอก ความสูงระดับนิ้วมือ ความสูงขณะนั่ง ความสูงระดับสายตาขณะนั่ง ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง ความยาวก้นกบถึงหัวเข่าด้านหน้า และระยะไหล่ถึงปลายนิ้วขณะยึดแขน เนื่องจากสัดส่วนที่เป็นร้อยละของร่างกายมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับความสูงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ค่า R^2 สูงขึ้น



ณัฐชา (2554) ได้ศึกษาหาขนาดสัดส่วนร่างกายและวัดกำลังสถิติของกล้ามเนื้อของนักเรียนมัธยมศึกษาของโรงเรียนสตรีอ่างทอง ระหว่างอายุ 13 – 18 ปี จำนวน 420 คน แบ่งเป็นเพศชาย 210 คนและเพศหญิง 210 คน ทำนั่งและทำยืนจำนวน 20 สัดส่วน โดยใช้เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายสำหรับสัดส่วนร่างกายที่เป็นพื้นฐานได้แก่ ส่วนสูงและน้ำหนัก โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลพื้นฐานด้านความสูงและน้ำหนักในรูปแบบสมการความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นและสมการความสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณทำนายสัดส่วนต่างๆ เช่น ความสูงตาขณะยืน ความสูงหัวไหล่ขณะยืน เป็นต้น การทำนายสัดส่วนร่างกายทั้งหมด 18 ตำแหน่ง โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของส่วนสูงและน้ำหนักพบว่า ไม่เหมาะสำหรับการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อทำนายขนาดสัดส่วนของ ความหนาหน้าอก ความสูงหัวไหล่ถึงข้อศอก ความสูงที่พับศอกขณะนั่ง ความสูงข้อพับเข่าขณะนั่ง ความหนาของต้นขา และความกว้างระหว่างข้อศอก เนื่องจากให้ค่า R^2 น้อยกว่า 70 % ส่วนขนาดสัดส่วนร่างกายที่เหมาะสมสำหรับนำไปสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นได้แก่ ระยะเอื่อมแขนขึ้นเหนือศีรษะ ความสูงระดับสายตาขณะยืน ความสูงระดับหัวไหล่ ความสูงระดับศอก ความสูงระดับนิ้วมือ ความสูงขณะนั่ง ความสูงระดับสายตาระหว่างนั่ง ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง ความยาวก้นกบถึงหัวเข่าด้านหน้า และระยะไหล่ถึงปลายนิ้วขณะยึดแขน ระยะจากก้นกบถึงส้นเท้า และความกว้างสะโพก เนื่องจากสัดส่วนที่เป็นร้อยละของร่างกายมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับความสูงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ค่า R^2 สูงขึ้น

2.8 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

ในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างว่าควรที่จะมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่าใด นั้นผู้วิจัยควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ หลายอย่างมาประกอบการพิจารณา (ธีรวุฒิ, 2549)

1. ความเหมือนกัน ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีความแตกต่างกันมาศึกษาจะทำให้กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวไม่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด
2. ความแม่นยำชัดเจน หากต้องการความแม่นยำในการศึกษาค้นคว้าจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือยิ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างใหญ่มากเท่าใด ผลการศึกษาจึงมีความแม่นยำเท่านั้น
3. ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง สามารถยอมรับให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ 1% หรือ 5% (สัดส่วน 0.01 หรือ 0.05) ขึ้นอยู่กับความสำคัญของเรื่องที่ต้องการจะศึกษา

สูตรในการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างของทาโร ยามาเน่

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



2612726043

CD :Thesis 6070228021 thesis / revv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

เมื่อ n แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทนขนาดของกลุ่มประชากร

e แทนระดับความคลาดเคลื่อน (0.05 หรือ 0.01)

2.9 ทฤษฎีทางสถิติ (Statistics analysis)

2.9.1 การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีทางสถิติอย่างหนึ่งที่ใช้ตรวจสอบลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยแบ่งเป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) และตัวแปรตามหรือตัวแปรตอบสนอง (Dependent variable) ผลของการศึกษาจะทำให้ทราบถึง ขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม และแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (กัลยา, 2554)

ในการวิเคราะห์การถดถอยมักเรียกตัวแปรอิสระว่า ตัวแปรทำนาย (Predictor) หรือตัวแปรกระตุ้น (Sitimulus variable) ส่วนตัวแปรตามเรียกว่าตัวแปรตอบสนอง (Response variable) หรือตัวแปรเกณฑ์ (Criterion variable) ชนิดของการวิเคราะห์การถดถอยนั้นมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะตัวแปรตาม รูปแบบความสัมพันธ์ และการกำหนดตัวแปรอิสระ ทั่วไปจะแบ่งการวิเคราะห์การถดถอยเป็น 2 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear regression analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น เป็นการวิเคราะห์การถดถอยที่ตัวแปรอิสระส่วนใหญ่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ส่วนตัวแปรตามจะต้องเป็นปริมาณเท่านั้น รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม สามารถแทนได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเชิงเส้น (linear model)

2. การวิเคราะห์การถดถอยไม่เชิงเส้น (Non linear regression)

การวิเคราะห์การถดถอยไม่เชิงเส้นเป็นการวิเคราะห์การถดถอยที่อยู่ในรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามสามารถแทนได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non linear model)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นมี 2 แบบ คือ

1. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระเพียง 1 ตัว ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสอง และสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการพยากรณ์ค่าของตัวแปร



2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ (Multiple linear regression) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป การวิเคราะห์เป็นการหาขนาดของความสัมพันธ์ และสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม โดยใช้ตัวแปรอิสระในการศึกษา เช่น การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุ เพศ ปัญหาในการทำงาน ความขัดแย้งในครอบครัว เป็นต้น

2.9.2 การเลือกตัดเลือกตัวแปรอิสระ (Selection of Variables)

ในการสร้างสมการถดถอย มักพบว่า มีตัวแปรอิสระมากมายที่สำคัญควรใส่ไว้ในรูปแบบการถดถอย โดยตัวแปรอิสระที่กำหนดขึ้นมานั้น อาจมีบางตัวที่ไม่สำคัญกับตัวแบบ หรือตัวแปรอิสระบางตัวมีความสัมพันธ์กันเองทำให้เกิดปัญหา Multicollinearity ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวิธีการเลือกกลุ่มตัวแปรที่ดีที่สุดเข้าสู่สมการถดถอย โดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระที่นิยมใช้มี 4 วิธีดังนี้ (กัลยา, 2554)

1. Forward selection คือการเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปร
2. Backward elimination คือการเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร
3. Stepwise regression คือการเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน
4. Enter regression คือการเลือกตัวแปรโดยวิธีนำตัวแปรเข้าทั้งหมด

2.9.3 การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Factor Analysis

Factor Analysis คือการวิเคราะห์หลายตัวแปรเทคนิคหนึ่งเพื่อการสรุปรายละเอียดของตัวแปรหลายตัว หรือเรียกว่าเป็นเทคนิคที่ใช้ในการลดจำนวนตัวแปรเทคนิคหนึ่งโดยการศึกษาถึงโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปร และสร้างตัวแปรใหม่เรียกว่า องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่สร้างขึ้นจะเป็นการนำเอาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความร่วมกันสูงมารวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ส่วนตัวแปรที่อยู่คนละองค์ประกอบมีความร่วมกันน้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย (กัลยา, 2551)

ประโยชน์ของเทคนิค Factor Analysis ดังนี้

1. ช่วยลดจำนวนตัวแปรโดยการรวมตัวแปรหลาย ตัวให้อยู่ในองค์ประกอบเดียวกัน องค์ประกอบที่ได้ถือเป็นตัวแปรใหม่ ที่สามารถหาค่าข้อมูลขององค์ประกอบที่สร้างขึ้นได้ เรียกว่า Factor Score จึงสามารถนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์ (Regression and Correlation Analysis) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การทดสอบสมมุติฐาน T – test Z – test และการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) เป็นต้น



2612726043

CU Thesisis 6070228021 thesisis / revv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

2. ใช้ในการแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากการที่ตัวแปรอิสระของเทคนิคการวิเคราะห์สมการความถดถอยมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) ซึ่งวิธีการอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหานี้ คือ การรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ไว้ด้วยกัน โดยการสร้างเป็นตัวแปรใหม่หรือเรียกว่า องค์ประกอบ โดยใช้เทคนิค Factor Analysis แล้วนำองค์ประกอบดังกล่าวไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ความถดถอยต่อไป

3. ทำให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา เนื่องจากเทคนิค Factor Analysis จะหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทีละคู่ แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในองค์ประกอบเดียวกัน จึงสามารถวิเคราะห์โครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบเดียวกันได้ ทำให้สามารถอธิบายความหมายของแต่ละองค์ประกอบได้ ตามความหมายของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในองค์ประกอบนั้น ทำให้สามารถนำไปใช้ในด้านการวางแผนได้



2612726043

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น วิธีการกำหนดระยะเวลาการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ เป็นเพียงวิธีพื้นฐานสำหรับนักออกแบบเท่านั้น และต้องอาศัยประสบการณ์ในการปรับระยะของ อุปกรณ์ด้วยตนเอง นักออกแบบยังคาดหวังถึงความพอใจในการใช้งานที่เหมาะสมต่อผู้ใช้งานสำหรับ กลุ่มวัยสูงอายุ ดังนั้นการศึกษาด้วยวิธีการจำลองสถานี เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือสูง และเป็น แนวทางให้สำหรับนักออกแบบ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาร่วมกันระหว่างตำแหน่งความสูงของ อุปกรณ์ห้องน้ำของผู้สูงอายุกับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกาย โดยรายละเอียดขั้นตอนมีดังนี้

3.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์และคุณสมบัติในงานวิจัยของผู้เข้าร่วมการทดลอง ดังนี้

- อาสาสมัครเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 60 - 75 ปี จำนวน 100 คน
- มีสภาพร่างกายแข็งแรง สามารถช่วยเหลือตัวเองได้
- ยินยอมเข้าร่วมการทดลอง

3.2 สถานที่ใช้ในการทดลอง

ห้องปฏิบัติการยศาสตร์ ชั้น 8 อาคารเจริญวิศวกรรมตึก 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1: ห้องปฏิบัติการยศาสตร์ ชั้น 8

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1 เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย (ภาคผนวก ก)

3.3.2 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลผู้เข้าทดสอบ (ภาคผนวก ก)

3.3.3 เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน (Martin Type Anthropometer)

เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน แสดงดังรูปที่ 2.3

3.3.4 เก้าอี้ปรับระดับสำหรับการวัดสัดส่วนในท่าทางการนั่ง

เก้าอี้สำหรับการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของท่านั่ง ที่สามารถปรับระดับความสูงของที่นั่ง และระดับความสูงของที่พักศอกได้ โดยปรับเก้าอี้ไปยังตำแหน่งความสูงข้อพับเข่าขณะนั่ง (Popliteal height)



รูปที่ 3.2: เก้าอี้ปรับระดับสำหรับวัดสัดส่วนร่างกายในท่าทางการนั่ง

3.3.5 เครื่องชั่งน้ำหนักก่อนาล็อค



รูปที่ 3.3: เครื่องชั่งน้ำหนักก่อนาล็อค



3.3.6 อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้จำลองภายในห้องน้ำ

อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้จำลองภายในห้องน้ำ (ยี่ห้อ Cotto) แสดงดังรูปที่ 3.4

(ก) วาล์วน้ำฝักบัว (Faucet: FC)

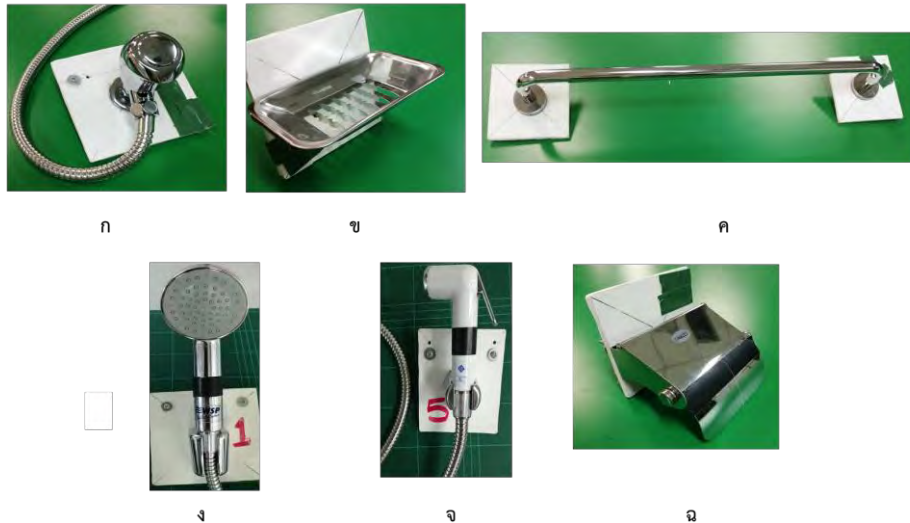
(ข) ที่วางสบู่ (Soap dish: SOD)

(ค) ราวแขวนผ้า (Towel rack: TR)

(ง) ฝักบัว (Shower: SW)

(จ) สายฉีดชำระ (Bidet spray hose: BSH)

(ฉ) ที่แขวนกระดาษชำระ (Toilet paper holder: TPH)



รูปที่ 3.4: อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในห้องน้ำ



รูปที่ 3.5: การเจาะยึดแผ่นไม้ของอุปกรณ์ห้องน้ำ

ขั้นตอนการจัดสร้างอุปกรณ์ดังกล่าวผู้วิจัยนำอุปกรณ์ต่างๆ มาเจาะรูยึดติดกับแผ่นรองไม้ แสดงดังรูปที่ 3.5 เพื่อทำที่แขวนอุปกรณ์เข้ากับตะแกรงลวดพลาสติก และรายละเอียดในการใช้งานอุปกรณ์ที่ได้คัดเลือกนำมาวิจัยนั้น เนื่องจากเป็นอุปกรณ์พื้นฐานของห้องน้ำทั่วไปควรมี และในด้านการนำมาทดลองกับผู้สูงอายุคือ ตัวอุปกรณ์มีน้ำหนักเบาสามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งได้ง่าย รวดเร็วและปลอดภัย

จุดอ้างอิงของอุปกรณ์ห้องน้ำในการวัดค่าแต่ละประเภท ดังนี้

1. จุดอ้างอิงวาล์วน้ำฝักบัว คือ อ้างอิงจากจุดศูนย์กลางตัวจับวาล์ว
2. จุดอ้างอิงที่วางสบู่ คือ อ้างอิงตรงกลางถาดที่วางสบู่
3. จุดอ้างอิงราวแขวนผ้า คือ อ้างอิงที่จับตรงกลางของราวแขวนผ้า
4. จุดอ้างอิงฝักบัว คือ อ้างอิงจากระยะก้ำมีวัดจากขอบสติกเกอร์ด้านบน
5. จุดอ้างอิงสายฉีดชำระ คือ อ้างอิงจากระยะก้ำมีวัดจากขอบสติกเกอร์ด้านบน
6. จุดอ้างอิงที่แขวนกระดาษชำระ คือ อ้างอิงจากแกนกลางของที่แขวนกระดาษชำระ

3.3.7 ตะแกรงสำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในห้องน้ำ

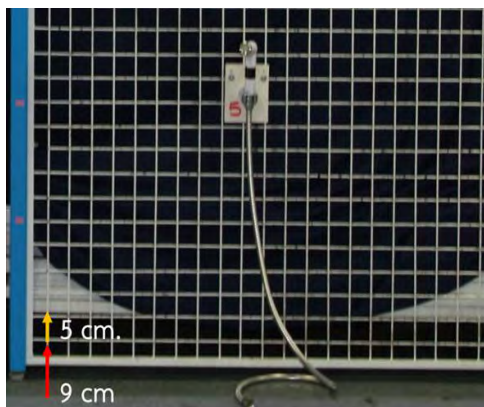
ขั้นตอนการสร้างจัดสร้างจำลองผนังห้องอาบน้ำ และห้องสุขาโดยใช้ตะแกรงลวดพลาสติก ที่มีความแข็งแรงและปลอดภัย โดยความกว้างของช่องตะแกรงแต่ละช่องมีขนาด 5 x 5 ตารางเซนติเมตร เพื่อวัดตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำของผู้เข้าทดลอง แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6: ผนังตะแกรงห้องน้ำจำลองสำหรับติดตั้งอุปกรณ์เพื่อวัดตำแหน่งความพอใจ



2612726043



รูปที่ 3.7: วิธีการวัดความสูงของช่องตะแกรง

จากรูปที่ 3.7 แสดงวิธีวัดระยะความสูงของช่องตะแกรงโดยกำหนดให้วัดความสูงจากพื้นจนถึงลูกศรสีแดงของช่องตะแกรงแรกมีค่าเท่ากับ 9 เซนติเมตร และตะแกรงในช่องถัดไปทุกช่องมีความสูง เท่ากับ 5 เซนติเมตร

3.3.8 กล้องถ่ายรูปดิจิทัล ยี่ห้อ Nikon

กล้องถ่ายรูปใช้สำหรับถ่ายผู้เข้าทดลองในขณะที่เลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ภายในห้องน้ำเสิร์ฟเรียบร้อย และบันทึกไฟล์ภาพด้วยนามสกุล JPEG แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8: กล้องถ่ายรูปดิจิทัล

3.4 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวของผู้เข้าทดลองก่อนทำการวิจัย

- ผู้เข้าร่วมทดลองอ่านหนังสือเข้าร่วมการวิจัยพร้อมเซ็นยินยอม
- ผู้วิจัยอธิบายการทดลองในแต่ละสถานีนงาน
- กำหนดให้ผู้เข้าการทดลองแต่งกายเรียบง่าย เสื้อยืด กางเกงรัดรูป และไม่สวมรองเท้า ในขณะที่ทดลอง

3.4.2 สถานีที่ 1 ขั้นตอนการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

วัดสัดส่วนร่างกายจำนวน 16 ตำแหน่ง แบ่งออกเป็นท่ายืน 8 มิติ และท่านั่ง 7 มิติ โดยเครื่องมือวัดโดยตรง (Anthropometer) และชั่งน้ำหนัก พร้อมบันทึกค่าสัดส่วนที่วัดทุกครั้งของผู้เข้าทดลองทั้งหมด โดยมีขั้นตอนการวัดดังนี้

3.4.2.1 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (ท่ายืน)

ตำแหน่งการวัดตำแหน่งขนาดสัดส่วนร่างกายแสดงดังตารางที่ 3.1 และวิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแต่ละตำแหน่งแสดงดังภาคผนวก ข.

ตารางที่ 3.1: ตำแหน่งขนาดสัดส่วนร่างกาย (ท่ายืน)

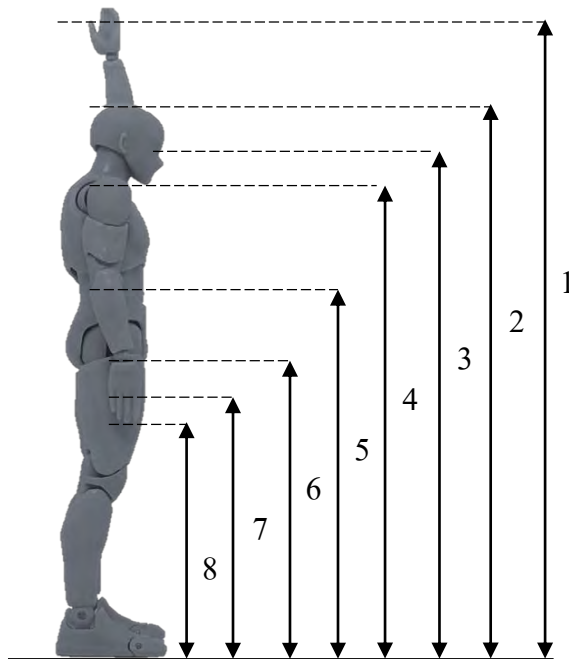
ลำดับ	ตัวย่อ	สัดส่วนร่างกาย (ท่ายืน)
1	VR	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดขณะยืน (Vertical grip reach)
2	H	ความสูงขณะยืน (Height)
3	EY	ความสูงระดับสายตาขณะยืน (Eye height)
4	SD	ความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืน (Shoulder height)
5	EL	ความสูงระดับข้อศอกขณะยืน (Elbow height)
6	HP	ความสูงระดับสะโพกขณะยืน (Hip height)
7	KK	ความสูงระดับปลายกำมือขณะยืน (Knuckle height)
8	FG	ความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืน (Fingertip height)



2612726043



รูปที่ 3.9: วิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยเครื่องมือวัดโดยตรง (Anthropometer) (ทำยีน)



รูปที่ 3.10: ตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย (ทำยีน)

จากรูปที่ 3.9 แสดงวิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยเครื่องมือวัดโดยตรง (Anthropometer) (ทำยีน) และรูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย (ทำยีน)

3.4.2.2 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (ท่านั่ง)

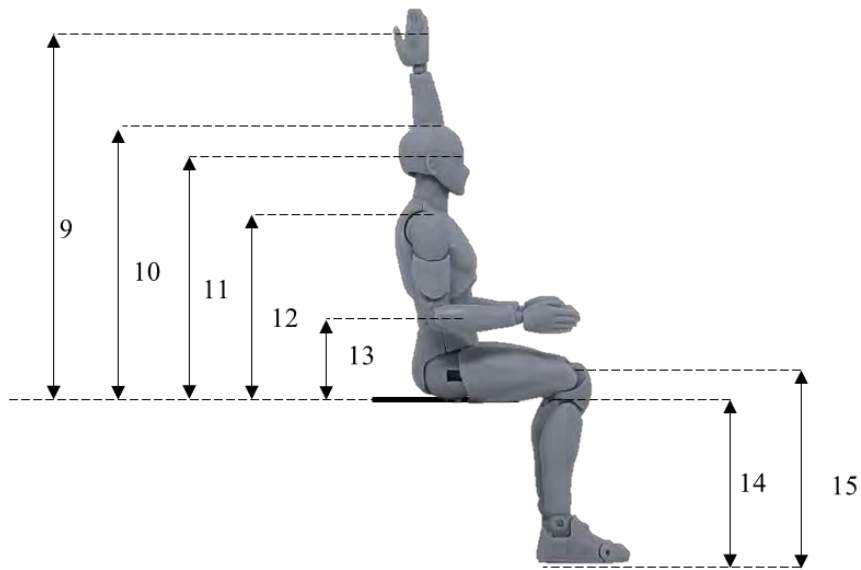
สำหรับเก้าอี้ในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของท่านั่ง จัดท่าทางของผู้เข้าทดลองโดยให้ขาท่อนบนและท่อนล่างข้างตั้งฉากกับที่นั่ง ระยะเวลาด้วยสายตาของผู้วัด และปรับระดับความสูงเก้าอี้ให้เท่ากับเส้นเอ็นข้อพับเข่าด้านในหรือระดับความสูงข้อพับเข่าด้านในขณะนั่ง (Popliteal height) จากนั้นวัดความสูงของขนาดสัดส่วนร่างกายแสดงดังตารางที่ 3.2 พร้อมบันทึกค่า โดยวิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแต่ละตำแหน่งแสดงดังภาพผนวก ข.

ตารางที่ 3.2: การวัดตำแหน่งขนาดสัดส่วนร่างกาย (ท่านั่ง)

ลำดับ	ตัวย่อ	สัดส่วนร่างกาย (ท่านั่ง)
9	VRS	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดถึงพื้นที่นั่ง (Vertical grip reach (Sitting))
10	SI	ความสูงขณะนั่ง (Sitting height)
11	EYS	ความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่ง (Eye height (Sitting))
12	SDS	ความสูงระดับหัวไหล่ถึงพื้นที่นั่ง (Shoulder height (Sitting))
13	ELS	ความสูงระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่ง (Elbow height (Sitting))
14	PH	ความสูงข้อพับขาขณะนั่ง (Popliteal height)
15	KH	ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง (Knee height)
16	W	น้ำหนัก (Body weight)



รูปที่ 3.11: วิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยเครื่องมือวัดโดยตรง (Anthropometer) (ท่านั่ง)



รูปที่ 3.12: แสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย (ท่านั่ง)

จากรูปที่ 3.11 แสดงวิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยเครื่องมือวัดโดยตรง (Anthropometer) (ท่านั่ง) และรูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย (ท่านั่ง)

3.4.3 สถานีที่ 2 ผู้เข้าร่วมการทดลองเลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ

3.4.3.1 ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเลือกปรับตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจนกว่าจะได้ตำแหน่งที่ชอบ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13: วิธีการเลือกระดับความสูงของตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำ

3.4.3.2 เมื่อผู้ทดลองเลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำครบทุกตำแหน่งผู้วิจัยถ่ายภาพเพื่อไปวิเคราะห์ตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำต่อไป



รูปที่ 3.14: แสดงขั้นตอนขณะถ่ายภาพผู้เข้าทดลองเลือกตำแหน่งอุปกรณ์ครบทุกตำแหน่ง

3.4.3.3 การนับระยะอุปกรณ์ในห้องน้ำ



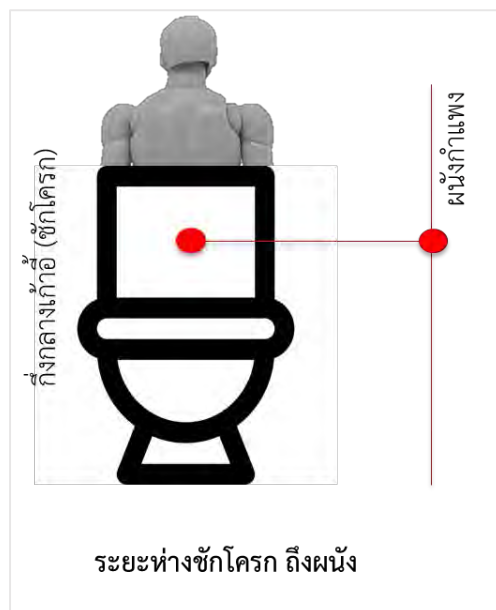
รูปที่ 3.15: แสดงการนับระยะอุปกรณ์ในห้องน้ำ



2612726043

จากรูปที่ 3.15 แสดงการนับระยะอุปกรณ์ในห้องน้ำ โดยกำหนดค่าจากพื้นถึงตะแกรงช่อง แรก (ลูกศรสีเหลือง) เท่ากับ 9 ซม. แต่ละช่องมีค่าความสูง 5 ซม. เพื่อต่อการวัดจะติดสติ๊กเกอร์ ทุกๆ 25 ซม.

3.4.4 วัดระยะห่างเก้าอี้ (ชักโครก) จนถึงผนังกำแพง



รูปที่ 3.16: ระยะห่างชักโครกจากพื้นถึงผนัง

จากรูปที่ 3.16 แสดงการวัดระยะห่างจากจุดกึ่งกลางของเก้าอี้จนถึงระยะห่างผนังห้องน้ำ

3.5 ขั้นตอนวิเคราะห์ผลข้อมูล

เมื่อเก็บบันทึกข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกาย และค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำครบ จำนวน 100 คน จากนั้นนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยนำเสนอในรูปแบบของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 25 50 75 และ 95 และสร้างสมการ ความสัมพันธ์ของตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกาย ด้วยวิธีวิเคราะห์ถดถอย เชิงเส้นแบบพหุคูณ โดยกำหนดตัวแปรตาม คือความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ 6 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำ ฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ตัวแปรอิสระที่พิจารณา คือ ขนาดสัดส่วนร่างกายในมิติความสูง จำนวน 16 มิติ แบ่งออกเป็นสัดส่วนท่ายืน 8 มิติ สัดส่วนท่ายืน นั่ง 7 มิติ และน้ำหนัก รูปแบบการนำเสนอผลทางสถิติที่ได้จากงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

3.5.1 รูปแบบการนำเสนอข้อมูลค่าทางสถิติของขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ

ตารางที่ 3.3: ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้จากงานวิจัย

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	เปอร์เซ็นต์ไทล์				
						5	25	50	75	95
1	ความสูงขมูกกำขึ้นสุดขณะยืน									
2	ความสูงขณะยืน									
3	ความสูงระดับสายตาขณะยืน									
.	...									
.	...									
16	น้ำหนัก									

3.5.2 รูปแบบการนำเสนอข้อมูลค่าทางสถิติของตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำ

ตารางที่ 3.4: ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลค่าทางสถิติของตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำ

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
1	วาล์วน้ำฝักบัว (FC)				
2	ที่วางสบู่ (SOD)				
3	ราวแขวนผ้า (TR)				
4	ฝักบัว (SW)				
5	สายฉีดชำระ (BSH)				
6	ที่แขวนกระดาษชำระ (TPH)				

3.5.3 การนำเสนอในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์

ในการนำเสนอรูปแบบสมการถดถอยของงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธี Multiple linear regression ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำทั้ง 6 ประเภท กับขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ทั้งทำยืนและทำนั่ง แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5: ตัวอย่างการนำเสนอรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ

ลำดับ	อุปกรณ์ห้องน้ำ	สมการถดถอย	R ²	MSE	Sig.
		สัดส่วนร่างกาย			
1	วาล์วน้ำฝักบัว	FC =			
2	ที่วางสบู่	SOD =			
3	ราวแขวนผ้า	TR =			
4	ฝักบัว	SW =			
5	สายฉีดชำระ	BSH =			
6	ที่แขวนกระดาษชำระ	TPH =			

บทที่ 4

ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายและตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำถูกเก็บจากผู้เข้าร่วมการทดลองอายุระหว่าง 60 – 75 ปี จำนวน 100 คน โดยผู้เข้าร่วมทดลองแต่ละคนได้ถูกวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 16 มิติ แบ่งเป็นสัดส่วนท่ายืน 8 มิติ และสัดส่วนท่านั่ง 7 มิติ และทดลองใช้อุปกรณ์ของห้องน้ำ 6 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และราวแขวนกระดาษชำระ ในสถานีนางจำลอง โดยผู้เข้าร่วมทดลองสามารถทดสอบการใช้งานและปรับระดับตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจนกว่าได้ตำแหน่งที่พอใจ จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

- 1) ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ
- 2) ข้อมูลผลการทดลองแสดงค่าขนาดสัดส่วนร่างกายและระยะความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ
- 3) การหาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกายรายบุคคล
- 4) เปรียบเทียบผลลัพธ์ค่าอนุมาณตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ

4.1 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ

กำหนดเกณฑ์ผู้เข้าร่วมการวิจัย อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ประกอบด้วยเพศชายและเพศหญิงจำนวน 100 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random) ผู้เข้าทดลองมีสุขภาพร่างกายแข็งแรง สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ผ่านเกณฑ์การคัดกรองที่กำหนดไว้เบื้องต้นและยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยตามข้อตกลง

ตารางที่ 4.1: จำนวนผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการวิจัยแยกตามเพศและอายุ

ช่วงอายุ	จำนวนผู้สูงอายุ		รวม
	ชาย	หญิง	
60-65	21	25	46
66-70	16	18	34
71-77	8	12	20
รวม	45	55	100



2612726043

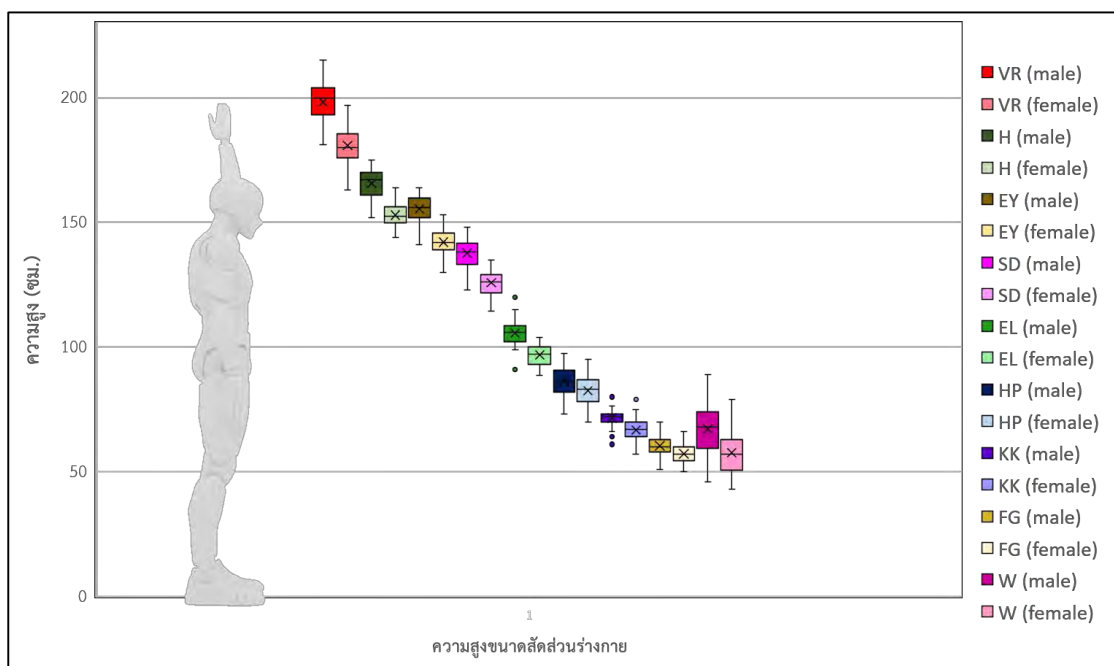
CU_Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

จากตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการวิจัยแบ่งตามเพศและอายุ จำนวน 100 คน ประกอบด้วยเพศชาย 45 คน และเพศหญิง 55 คน โดยใช้ผลการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายดั่งนั้นเชื่อได้ว่าผู้สูงอายุที่ได้เก็บข้อมูลมานั้นสามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้ เนื่องจากการเลือกตัวอย่างแต่ละครั้งเป็นการเลือกที่ให้แต่ละหน่วยในประชากรมีโอกาสถูกเลือกเท่าๆ กัน

4.2 ข้อมูลผลการทดลองแสดงค่าขนาดสัดส่วนร่างกายและระยะความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ

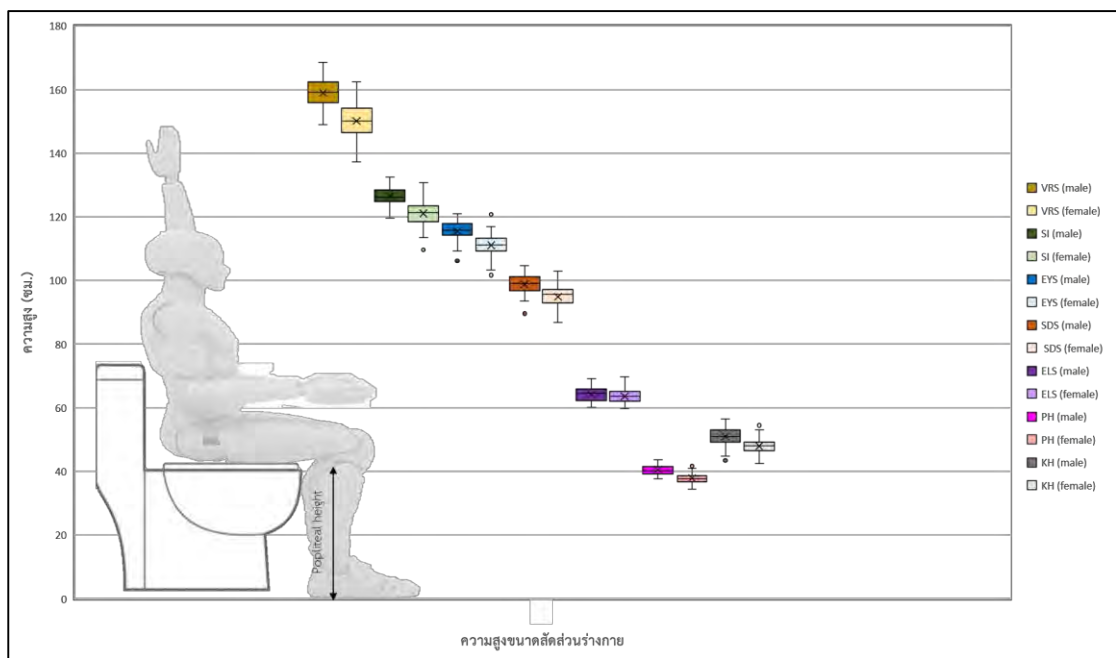
4.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนร่างกาย

เก็บข้อมูลความสูงของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ทั้งหมด 16 มิติ ประกอบด้วยสัดส่วนท่ายืน 8 มิติ สัดส่วนท่านั่ง 7 มิติ และน้ำหนัก แสดงดังรูปที่ 4.1 และการวิเคราะห์ผลของข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายจะนำเสนอในรูปแบบค่าทางสถิติ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 25 50 75 และ 95 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.1: แสดงค่า Box-plot ของตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายของท่ายืน

จากรูปที่ 4.1 แสดงค่า Box-plot ของข้อมูลตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนจำนวน 8 ตำแหน่ง และน้ำหนักของผู้เข้าทดลองเพศชายและเพศหญิงจำนวน 100 คน จากการทดสอบค่าเฉลี่ยของขนาดสัดส่วนร่างกายระหว่างเพศชายและเพศหญิง ด้วยสถิติทดสอบ t-test แสดงใน ภาคผนวก ง พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนในเพศชายแตกต่างกับเพศหญิง กล่าวคือ ความสูงของขนาดสัดส่วนร่างกายเพศชายในทุกๆ สัดส่วนมีแนวโน้มสูงกว่าเพศหญิง



รูปที่ 4.2: แสดงค่า Box-plot ของตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีน

จากรูปที่ 4.2 แสดงค่า Box-plot ของข้อมูลตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนจำนวน 7 ตำแหน่ง จากการทดสอบค่าเฉลี่ยของขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนระหว่างเพศชายและเพศหญิง ด้วยสถิติทดสอบ t-test แสดงใน ภาคผนวก ง พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของขนาดสัดส่วนร่างกายในเพศชายแตกต่างกับเพศหญิง กล่าวคือ ความสูงของขนาดสัดส่วนร่างกายเพศชายในทุกๆ สัดส่วนมีแนวโน้มสูงกว่าเพศหญิง ยกเว้นความสูงระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่งที่มีค่าใกล้เคียงกันในเพศชายและเพศหญิง

ตารางที่ 4.2: แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนและทำนังของผู้สูงอายุเพศชาย

ลำดับ	ตัวย่อ	สัดส่วนร่างกาย	เพศชาย								
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่า สูงสุด	ค่า ต่ำสุด	เปอร์เซ็นต์ไทล์				
							5	25	50	75	95
1	VR	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุด ขณะยืน	198.2	7.6	215.0	181.0	182	193	200	204	210
2	H	ความสูงขณะยืน	165.7	6.1	175.0	152.0	152	161	167	170	175
3	EY	ความสูงระดับสายตา ขณะยืน	155.3	5.7	164.0	141.0	144	152	156	160	163
4	SD	ความสูงระดับหัวไหล่ ขณะยืน	137.7	5.8	148.0	123.0	127	133	138	142	147
5	EL	ความสูงระดับข้อศอก ขณะยืน	105.6	5.5	120.0	91.0	94	102	106	109	115
6	HP	ความสูงระดับสะโพก ขณะยืน	86.8	5.7	97.5	73.0	76	82	86	91	95
7	KK	ความสูงระดับปลาย กำมือขณะยืน	71.5	4.0	81.0	61.0	63	70	72	73	80
8	FG	ความสูงระดับปลาย นิ้วมือขณะยืน	60.4	3.8	70.0	51.0	53	58	60	63	67
9	VRS	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุด ถึงพื้นที่นั่ง	119.8	4.7	129.3	109.8	111	117	120	123	128
10	SI	ความสูงขณะนั่ง	87.3	3.0	93.3	80.5	82	86	87	89	93
11	EYS	ความสูงระดับสายตา ถึงพื้นที่นั่ง	76.3	3.2	81.8	67.0	70	75	77	79	81
12	SDS	ความสูงระดับหัวไหล่ ถึงพื้นที่นั่ง	59.6	3.2	65.5	50.4	55	58	60	62	65
13	ELS	ความสูงระยะพักศอก ถึงพื้นที่นั่ง	25.0	2.4	30.0	21.0	21	23	25	27	29
14	PH	ความสูงข้อพับเข่า ขณะนั่ง	40.5	1.7	43.7	37.6	38	39	40	42	44
15	KH	ความสูงระดับหัวเข่า ขณะนั่ง	51.0	2.8	56.5	43.4	45	49	51	53	55
16	W	น้ำหนัก	67.1	9.5	89.0	46.0	52	60	68	74	86



2612726043

ตารางที่ 4.3: แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนและทำนังของผู้สูงอายุเพศหญิง

ลำดับ	ตัวย่อ	สัดส่วนร่างกาย	เพศหญิง								
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่า สูงสุด	ค่า ต่ำสุด	เปอร์เซ็นต์ไทล์				
							5	25	50	75	95
1	VR	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุด ขณะยืน	183.6	9.7	208.0	163.0	168	177	182	190	204
2	H	ความสูงขณะยืน	155.2	6.9	174.0	144.0	145	150	155	158	169
3	EY	ความสูงระดับสายตา ขณะยืน	144.2	7.1	162.0	129.9	133	139	144	149	159
4	SD	ความสูงระดับหัวไหล่ ขณะยืน	128.0	7.1	149.0	114.5	118	123	127	132	144
5	EL	ความสูงระดับข้อศอก ขณะยืน	99.1	7.1	120.0	88.6	90	95	98	103	117
6	HP	ความสูงระดับสะโพก ขณะยืน	83.4	5.8	95.0	70.0	72	80	84	88	93
7	KK	ความสูงระดับปลาย กำมือขณะยืน	67.4	4.8	79.0	57.0	58	65	68	70	75
8	FG	ความสูงระดับปลาย นิ้วมือขณะยืน	58.0	4.1	66.0	50.0	50	55	58	61	65
9	VRS	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุด ถึงพื้นที่นั่ง	110.9	5.6	123.2	98.0	101	107	111	115	122
10	SI	ความสูงขณะนั่ง	81.9	4.0	91.5	70.5	73	79	82	84	88
11	EYS	ความสูงระดับสายตา ถึงพื้นที่นั่ง	71.9	3.6	81.5	62.5	65	70	72	74	78
12	SDS	ความสูงระดับหัวไหล่ ถึงพื้นที่นั่ง	55.6	3.3	63.8	47.7	48	54	57	58	60
13	ELS	ความสูงระยะพักศอก ถึงพื้นที่นั่ง	24.4	2.0	30.5	20.5	21	23	24	26	28
14	PH	ความสูงข้อพับเข่า ขณะนั่ง	37.9	1.8	42.5	34.5	35	37	38	39	42
15	KH	ความสูงระดับหัวเข่า ขณะนั่ง	47.9	2.7	54.8	42.5	43	47	48	49	53
16	W	น้ำหนัก	59.2	9.3	79.0	43.0	44	52	58	65	77



2612726043

ตารางที่ 4.4: แสดงขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนและทำนังของผู้สูงอายุรวมเพศชายและหญิง

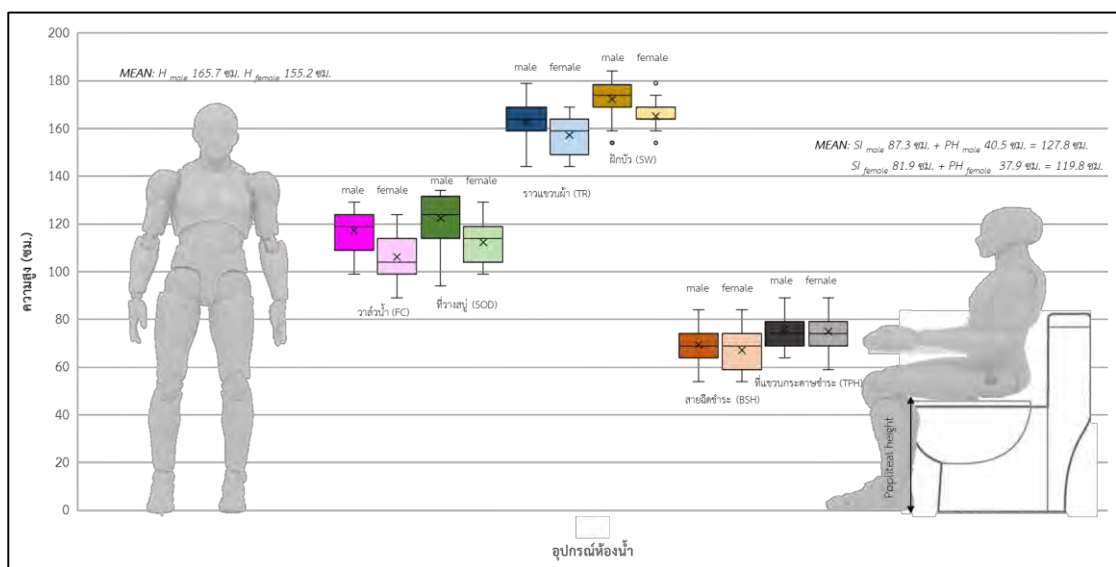
ลำดับ	ตัวย่อ	สัดส่วนร่างกาย	เพศชายและเพศหญิง								
			ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่า สูงสุด	ค่า ต่ำสุด	เปอร์เซ็นต์ไทล์				
							5	25	50	75	95
1	VR	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุด ขณะยืน	190.2	11.4	215.0	163.0	171	181	190	200	206
2	H	ความสูงขณะยืน	159.9	8.4	175.0	144.0	146	153	161	167	174
3	EY	ความสูงระดับสายตา ขณะยืน	149.2	8.5	164.0	129.9	135	142	149	157	162
4	SD	ความสูงระดับหัวไหล่ ขณะยืน	132.4	8.1	149.0	114.5	120	126	132	139	146
5	EL	ความสูงระดับข้อศอก ขณะยืน	102.0	7.2	120.0	88.6	90	97	102	107	115
6	HP	ความสูงระดับสะโพก ขณะยืน	84.9	5.9	97.5	70.0	75	80	85	89	95
7	KK	ความสูงระดับปลาย กำมือขณะยืน	69.3	4.9	81.0	57.0	60	66	70	72	76
8	FG	ความสูงระดับปลาย นิ้วมือขณะยืน	59.1	4.1	70.0	50.0	52	57	60	62	66
9	VRS	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุด ถึงพื้นที่นั่ง	114.9	6.8	129.3	98.0	104	111	115	120	125
10	SI	ความสูงขณะนั่ง	84.3	4.4	93.3	70.5	78	82	85	87	91
11	EYS	ความสูงระดับสายตา ถึงพื้นที่นั่ง	73.9	4.1	81.8	62.5	66	71	74	77	80
12	SDS	ความสูงระดับหัวไหล่ ถึงพื้นที่นั่ง	57.4	3.8	65.5	47.7	50	55	58	60	64
13	ELS	ความสูงระยะพักศอก ถึงพื้นที่นั่ง	24.6	2.2	30.5	20.5	21	23	25	26	29
14	PH	ความสูงข้อพับเข่า ขณะนั่ง	39.1	2.2	43.7	34.5	36	37	39	41	43
15	KH	ความสูงระดับหัวเข่า ขณะนั่ง	49.3	3.1	56.5	42.5	43	47	49	51	55
16	W	น้ำหนัก	62.8	10.1	89.0	43.0	46	55	62	70	79



2612726043

4.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ

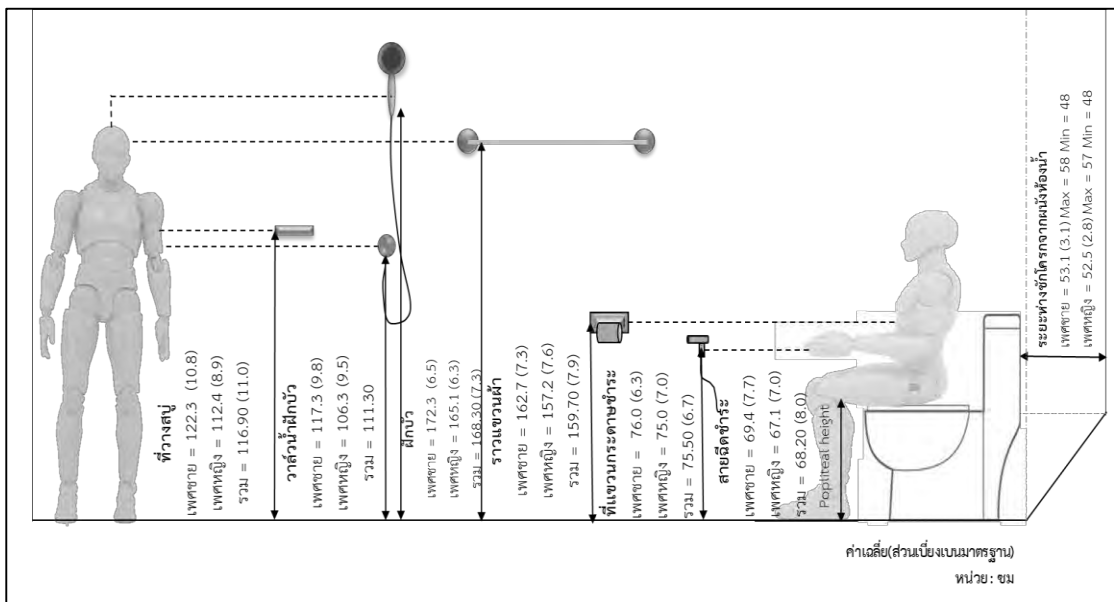
เก็บข้อมูลตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ของห้องน้ำจากผู้เข้าทดลองจำนวน 100 คน ทั้งหมด 6 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ โดยการนำเสนอการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยนี้ ได้แก่ ตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ผู้ทดลองได้เลือกทั้งหมดในรูปแบบ Box-plot ค่าทางสถิติ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) ค่าสูงสุด (Maximum) และค่าต่ำสุด (Minimum) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4.3: แสดงค่า Box-plot ของตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ ทั้ง 6 ประเภท

จากรูปที่ 4.3 แสดงค่า Box-plot ของข้อมูลตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำทั้ง 6 ประเภทของทำยีนและทำนัง ในการทดสอบความแตกต่างของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างเพศชายและเพศหญิง ด้วยสถิติทดสอบ Mann - Whitney test แสดงดังภาคผนวก ง สามารถสรุปได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ของผู้เข้าทดลองพบว่าแนวโน้มความสูงวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว ของผู้สูงอายุเพศชายสูงกว่าเพศหญิง เนื่องจากสรีระทางด้านร่างกายของเพศชายและหญิงที่แตกต่างกัน ในขณะที่ค่ากลางของความสูงสายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ระหว่างเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกันหรือมีตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน

จะเห็นได้ว่าการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ จะถูกวางอยู่ในระดับที่สามารถหยิบใช้งาน ได้สะดวก ยกตัวอย่างเช่น ตำแหน่งฝักบัวส่วนใหญ่ผู้เข้าทดลองเลือกตำแหน่งความสูงอยู่ในช่วงระดับ ความสูงระดับสายตาขณะยืนจนถึงระดับสายตาขณะยืน เนื่องจากเป็นระดับที่ผู้ใช้งานมองเห็นและใน การออกแรงยกของหัวไหล่และแรงข้อมือในการหยิบใช้งานน้อยที่สุด ส่วนตำแหน่งของวาล์วน้ำและ ที่วางสบู่จะอยู่ในช่วงระดับความสูงในระดับช่วงไหล่ลงมาจนถึงระดับข้อศอกขณะยืน เนื่องจากการ ติดตั้งในตำแหน่งดังกล่าวจะช่วยลดแรงบิดหรือแรงหยิบของข้อมือ และในส่วนของตำแหน่งสายฉีด ขำระ จะอยู่ในตำแหน่งช่วงความสูงข้อศอกขณะนั่ง ข้อดีของการติดในตำแหน่งดังกล่าวไม่ต้องใช้ แรงยกของหัวไหล่ และใช้แรงหักของข้อมือเพื่อหยิบด้ามสายอย่างน้อยที่สุด เป็นต้น



รูปที่ 4.4: ระยะความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของทำนั้งและยืน

จากรูปที่ 4.4 แสดงระยะความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำโดยนำเสนอค่าเฉลี่ยและค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าค่าเฉลี่ยของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำเพศชายมีค่าสูงกว่าเพศหญิงในทุก อุปกรณ์ ดังนั้นสามารถสรุปภาพรวมได้ว่าการเลือกวางตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของเพศ ชายและเพศหญิงนั้นส่วนใหญ่แตกต่างกัน และในส่วนของค่าเฉลี่ยระยะห่างชักโครกจนถึงผนัง ตะแกรงห้องน้ำเพศชายค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 53.1 ซม. (3.1) และเพศหญิงอยู่ที่ 52.5 ซม. (2.8) ซึ่งมีค่า ใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5: ระยะเวลาสูงอุปกรณ์ห้องน้ำของเพศชาย เพศหญิงและรวม (หน่วย: ชม.)

เพศ	ตัว ย่อ	อุปกรณ์ ห้องน้ำ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	เปอร์เซ็นต์ไทล์				
							5	25	50	75	95
ชาย	FC	วาล์วน้ำฝักบัว	117.3	9.8	129	99	99	109	119	124	129
	SOD	ที่วางสบู่	122.3	10.8	134	94	101	114	124	132	134
	TR	ราวแขวนผ้า	162.7	7.3	179	144	146	159	164	169	174
	SW	ฝักบัว	172.3	6.5	184	154	161	169	174	179	184
	BSH	สายฉีดชำระ	69.40	7.7	84	54	54	64	69	74	84
	TPH	ที่แขวน กระดาษชำระ	76.00	6.3	89	64	66	69	74	79	88
หญิง	FC	วาล์วน้ำฝักบัว	106.3	9.5	124	89	89	99	104	114	124
	SOD	ที่วางสบู่	112.4	8.9	129	99	99	104	114	119	129
	TR	ราวแขวนผ้า	157.2	7.6	169	144	144	149	159	164	169
	SW	ฝักบัว	165.1	6.3	179	154	154	164	164	169	179
	BSH	สายฉีดชำระ	67.1	8.2	84	54	54	59	69	74	79
	TPH	ที่แขวน กระดาษชำระ	75.00	7.0	89	59	64	69	74	79	85
รวม	FC	วาล์วน้ำฝักบัว	111.30	11.1	129	89	90	104	112	119	129
	SOD	ที่วางสบู่	116.90	11.0	134	94	99	109	119	124	134
	TR	ราวแขวนผ้า	159.70	7.9	179	144	144	154	159	164	169
	SW	ฝักบัว	168.30	7.3	184	154	154	164	169	174	179
	BSH	สายฉีดชำระ	68.20	8.0	84	54	54	64	69	74	79
	TPH	ที่แขวน กระดาษชำระ	75.50	6.7	89	59	64	69	74	79	84

จากตารางที่ 4.5 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นในภาพรวมของตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำทั้ง 6 ประเภท ตามความพอใจของกลุ่มตัวอย่าง นำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย และรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ ซึ่งรายละเอียดการนำไปใช้งานเหมาะสำหรับการออกแบบห้องน้ำสาธารณะต่างๆ เช่น บ้านพักคนชรา โรงพยาบาล สถานที่ราชการ สถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น

4.2.2.1 คำแนะนำในการออกแบบห้องน้ำสาธารณะสำหรับการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ

ในการออกแบบห้องน้ำสาธารณะสำหรับการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ จากการเก็บข้อมูลการเลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำทั้ง 6 ประเภทได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ตามความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำนวน 100 คน ให้อยู่ในรูปแบบตารางสถิติ ซึ่งคำแนะนำสำหรับการออกแบบห้องน้ำสาธารณะเหล่านี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานที่ต่างๆ อาทิเช่น บ้านพักคนชรา โรงพยาบาล สถานที่ราชการ สถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น โดยจะแสดงดังตารางที่ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.6: คำแนะนำการออกแบบห้องน้ำสาธารณะสำหรับการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ

อุปกรณ์	ห้องน้ำสาธารณะ			อ้างอิง
	ชาย	หญิง	รวม	
วาล์วน้ำฝักบัว	119	104	112	Percentile 50
ที่วางสบู่	124	114	119	Percentile 50
ราวแขวนผ้า	146	144	144	Percentile 5
ฝักบัว	161	154	154	Percentile 5
สายฉีดชำระ	69	69	69	Percentile 50
ที่แขวนกระดาษชำระ	74	74	74	Percentile 50

จากตารางที่ 4.6 แสดงคำแนะนำการออกแบบห้องน้ำสาธารณะสำหรับการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ ซึ่งจะอธิบายดังต่อไปนี้

1. วาล์วน้ำฝักบัว แบบแยกเพศชายแนะนำความสูงอยู่ที่ 119 ซม. เพศหญิงความสูงอยู่ที่ 104 ซม. และรวมเพศความสูงอยู่ที่ 112 ซม. โดยอ้างอิง 50 เปอร์เซ็นไทล์ เมื่อเทียบกับขนาดสัดส่วนร่างกายจะอยู่ในช่วงความสูงระดับข้อศอกขณะยืน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ไม่สูงและไม่เตี้ยจนเกินไป และไม่ต้องใช้แรงบิดและแรงยกของหัวไหล่มากเกินไป



2612726043

2. ที่วางสบู์ แบบแยกเพศชายแนะนำความสูงอยู่ที่ 124 ซม. เพศหญิงความสูงอยู่ที่ 114 ซม. และรวมเพศความสูงอยู่ที่ 119 ซม. โดยอ้างอิง 50 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับขนาดสัดส่วนร่างกายจะอยู่ในช่วงความสูงระดับข้อศอกขณะยืน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ไม่สูงและไม่เตี้ยจนเกินไป และไม่ต้องใช้แรงบิดและแรงยกของหัวไหล่มากเกินไป

3. ราวแขวนผ้า แบบแยกเพศชายแนะนำความสูงอยู่ที่ 146 ซม. เพศหญิงความสูงอยู่ที่ 144 ซม. และรวมเพศความสูงอยู่ที่ 144 ซม. โดยอ้างอิง 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระเื่อที่ผู้ใช้งานตัวสูงและตัวเตี้ยสามารถเอื้อมหยิบใช้งานได้ถึง

4. ฝักบัว แบบแยกเพศชายแนะนำความสูงอยู่ที่ 161 ซม. เพศหญิงความสูงอยู่ที่ 154 ซม. และรวมเพศความสูงอยู่ที่ 154 ซม. โดยอ้างอิง 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่ผู้ใช้งานมองเห็น และการหยิบใช้งานไม่ต้องใช้แรงในการหยิบมากเกินไป คือใช้แรงในการยกหัวไหล่ และแรงข้อมือในการดึงด้ามฝักบัวมาใช้งานน้อยกว่าตำแหน่งอื่น อีกทั้งเป็นระยะเื่อที่ผู้ใช้งานตัวสูงและตัวเตี้ยสามารถเอื้อมหยิบใช้งานได้ถึง

5. สายฉีดชำระ คำแนะนำสำหรับเพศชายและเพศหญิงใช้ร่วมกันได้ คือติดตั้งในระดับความสูงที่ 69 ซม. โดยอ้างอิง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออ้างอิงกับขนาดสัดส่วนร่างกายนั้นอยู่ในช่วงตำแหน่งความสูงระดับข้อศอกขณะนั่ง และเป็นตำแหน่งที่ใช้แรงกล้ามเนื้อน้อยที่สุด และในการหยิบด้ามสายยางใช้การหักข้อมือเพียงเล็กน้อย และผู้ชายและผู้หญิงสามารถใช้ในตำแหน่งเดียวกันได้

6. ที่แขวนกระดาษชำระ คำแนะนำสำหรับเพศชายและเพศหญิงใช้ร่วมกันได้ คือติดตั้งในระดับความสูงที่ 74 ซม. โดยอ้างอิง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออ้างอิงกับขนาดสัดส่วนร่างกายนั้นอยู่ในช่วงตำแหน่งความสูงระดับข้อศอกขณะนั่ง และเป็นตำแหน่งที่ใช้แรงกล้ามเนื้อน้อยที่สุด และในการหยิบด้ามสายยางใช้การหักข้อมือเพียงเล็กน้อย และผู้ชายและผู้หญิงสามารถใช้ในตำแหน่งเดียวกันได้



2612726043

4.2.2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่าง การอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการเลือกตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ ตามความพอใจ

หัวข้อนี้เป็นการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ ด้วยวิธีการอ้างอิงความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงการเลือกตำแหน่ง ความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ด้วยสถิติ ทดสอบคือ Pair-Sample T-test โดยวิธีการอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายจะอ้างอิงตามหลักการย ศาสตร์ของงานวิจัยอื่นๆ คือ ความสูงของวาล์วน้ำฝักบัวและที่วางสบู่ จุดอ้างอิงคือความสูงระดับ ข้อศอกขณะยืน (Panero J, 2552) ความสูงราวแขวนผ้า จุดอ้างอิงคือความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืน (กิติ, 2555) ความสูงฝักบัว จุดอ้างอิงคือความสูงขณะยืน (Rashid S, 2551) และ (Zawish S, 2558) ความสูงสายฉีดชำระและที่แขวนกระดาษชำระ จุดอ้างอิงคือความสูงระดับที่พับข้อศอกขณะนั่งกับความ สูงระดับข้อพับเข่า (ไตรรัตน์, 2548) และ (Rashid S, 2558) ส่วนของการอ้างอิงการเลือกตำแหน่ง ความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจจะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองปรับระยะความสูงของอุปกรณ์ จนกว่าจะได้ตำแหน่งความสูงที่พึงพอใจ โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.7 ดังนี้

สมมติฐานการทดสอบ:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

หรือ

H_0 : ค่าเฉลี่ยตำแหน่งความสูง i ระหว่างวิธีการอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับ การอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยตำแหน่งความสูง i ระหว่างวิธีการอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับ การอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจแตกต่างกัน

เมื่อกำหนดให้:

- i คือ
1. วาล์วน้ำฝักบัว
 2. ที่วางสบู่
 3. ราวแขวนผ้า
 4. ฝักบัว
 5. สายฉีดชำระ
 6. ที่แขวนกระดาษชำระ



ตารางที่ 4.7: เปรียบเทียบความต่างของค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างวิธีอ้างอิง อุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ

ลำดับ	อุปกรณ์ห้องน้ำ	Mean	SD	t	sig	Ratio %
1	วาล์วน้ำฝักบัว	8.284	14.125	5.865	0.000*	8.687
2	ที่วางสบู่	11.894	14.036	8.474	0.000*	12.099
3	ราวแขวนผ้า	27.279	10.301	26.481	0.000*	20.933
4	ฝักบัว	8.14	7.217	11.279	0.000*	5.241
5	สายฉีดชำระ	4.883	8.726	10.115	0.000*	7.768
6	ที่แขวนกระดาษชำระ	11.333	7.445	15.22	0.000*	17.982

สถิติทดสอบ: T-test ตารางที่ 4.7

จากตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบความต่างของค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างวิธีอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ พบว่าค่า Sig ของอุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ มีค่าน้อยกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยตำแหน่งความสูงของวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ระหว่างวิธีการอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจแตกต่างกัน

สูตรในการคำนวณอัตราส่วนระหว่างวิธีการอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ ดังนี้

$$Ratio_j = \frac{Y_{ij} - X_{ij}}{X_{ij}} \quad i; 1, 2, 3, \dots, 100 \quad j; 1, 2, \dots, 6 \quad (4.1)$$

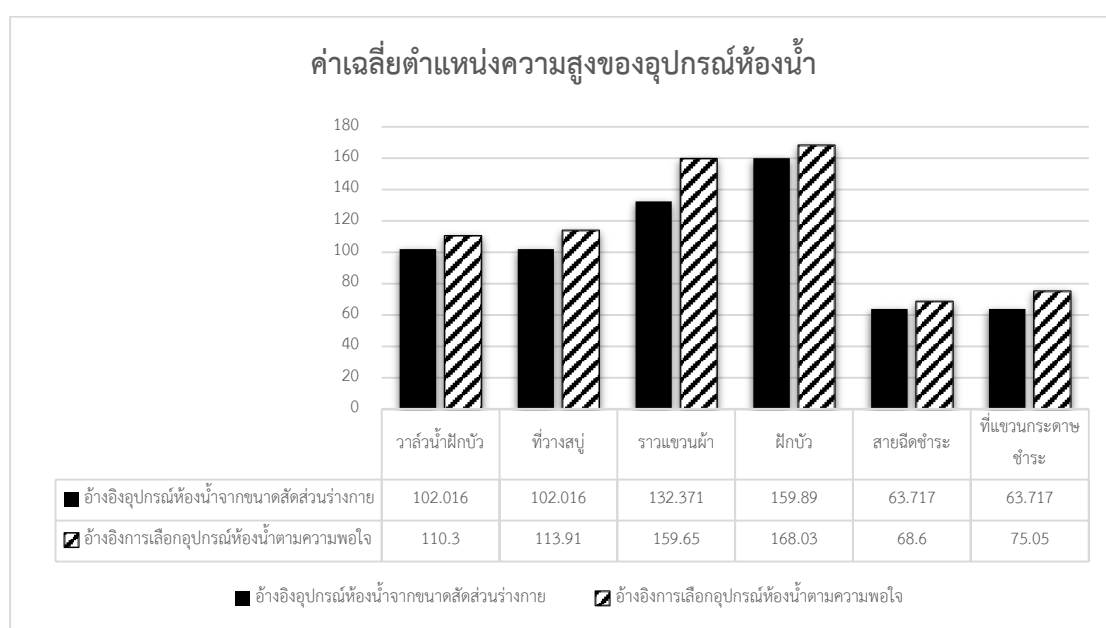
X คือ วิธีการอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกาย

Y คือ การอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ

i คือ ค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจากผู้เข้าร่วมการทดลอง จำนวน 100 คน

j คือ อุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ 1 วาล์วน้ำฝักบัว 2 ที่วางสบู่ 3 ราวแขวนผ้า 4 ฝักบัว 5 สายฉีดชำระ และ 6 ที่แขวนกระดาษชำระ

จะเห็นว่าการเลือกตำแหน่งการติดตั้งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างวิธีการอ้างอิง อุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจค่อนข้างแตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อความแตกต่างของปัญหาดังกล่าวนั้น อาจเกิดจากความถนัดของตัวบุคคลในการใช้งานของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ไม่เหมือนกัน และจากค่า Ratio ของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ระหว่าง 2 วิธี มีค่าเท่ากับ 8.687 % 12.099 % 20.099 % 5.241 % 7.768 % และ 17.982 % ตามลำดับ



รูปที่ 4.5: ค่าเฉลี่ยตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างวิธีอ้างอิงอุปกรณ์ห้องน้ำจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับอ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ

จากรูปที่ 4.5 พบว่าค่าเฉลี่ยตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่อ้างอิงการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ ให้ค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำสูงกว่าวิธีอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกาย ในทุกๆ อุปกรณ์ห้องน้ำ นั้นหมายความว่าโดยปกติแล้วผู้ใช้งานที่เป็นผู้สูงอายุส่วนใหญ่ชอบการติดตั้งตำแหน่งความสูงกว่าตำแหน่งที่อ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกาย ยกตัวอย่างเช่นความสูงราวแขวนผ้าเมื่อจุดอ้างอิงคือความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืน (กิติ, 2555) ในขณะที่ค่าที่ได้จากการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ พบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองส่วนใหญ่จะเลือกสูงกว่าจุดที่อ้างอิงไว้ คือเลือกช่วงความสูงอยู่ในระดับสายตาขณะยืน ซึ่งสาเหตุที่เลือกในตำแหน่งดังกล่าว เพราะว่าเป็นตำแหน่งที่สายตามองเห็นพอดี และหากติดตั้งอยู่ในระดับที่ต่ำเกินไปอาจจะทำให้สิ่งของที่แขวนอยู่เปียกได้ และต้องใช้ส่วนลำตัวในการก้มหยิบสิ่งของส่งผลให้หยิบของค่อนข้างลำบาก

4.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกายรายบุคคล

ปัญหาการออกแบบห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ คือไม่สามารถระบุตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่เหมาะสมได้ เนื่องจากมาตรฐานความสูงที่ใช้ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุหรือเชื้อชาติที่แตกต่างกันหรือเป็นฐานข้อมูลที่ล้าสมัย โดยการกำหนดความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำมาจากการอนุมานเทียบกับขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการออกแบบให้กลุ่มบุคคลทั่วไปหรือห้องน้ำสาธารณะ เนื่องจากผู้สูงอายุมีข้อจำกัดด้านสภาพร่างกายที่เสื่อมถอยจากวัยปกติทั่วไป ดังนั้นการออกแบบห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุควรใช้หลักการออกแบบเฉพาะรายบุคคล ซึ่งมีวิธีการหาตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำได้หลายวิธีได้แก่ การวัดโดยตรงจากการจำลองสถานการณ์งานหรือการอนุมานค่าจากสมการถดถอยแบบพหุคูณ ซึ่งวิธีดังกล่าวจะช่วยลดต้นทุนการออกแบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงพิจารณาสร้างสมการถดถอยเพื่ออนุมานหาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกาย ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ และใช้การคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธี Stepwise regression เพื่อให้ได้สมการที่ดีที่สุด โดยขั้นตอนการวิเคราะห์แสดงดังนี้

ส่วนที่ 1 กำหนดกลุ่มตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

ส่วนที่ 2 ตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นของสมการถดถอยแบบพหุคูณ แสดงดังภาคผนวก ฉ

ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อสร้างสมการถดถอยในการอนุมานตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกาย

4.3.1 กำหนดกลุ่มตัวแปร (Variables)

กำหนดกลุ่มตัวแปรตามและตัวแปรอิสระเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มตัวแปรตามทำยื่น ได้แก่

FC	คือ วาล์วน้ำฝักบัว
SOD	คือ ที่วางสบู่
TR	คือ ราวแขวนผ้า
SW	คือ ฝักบัว

กลุ่มตัวแปรตามทำนึ่ง ได้แก่

BSH	คือ สายฉีดชำระ
TPH	คือ ที่แขวนกระดาษชำระ

กลุ่มตัวแปรอิสระทำยื่น ได้แก่

VR	คือความสูงชู่มือกำขึ้นสุดขณะยื่น
H	คือความสูงขณะยื่น
EY	คือความสูงระดับสายตาขณะยื่น
SD	คือความสูงระดับหัวไหล่ขณะยื่น
EL	คือความสูงระดับข้อศอกขณะยื่น
HP	คือความสูงระดับสะโพกขณะยื่น
KK	คือความสูงระดับปลายกำมือขณะยื่น
FG	คือความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยื่น
W	คือน้ำหนัก

กลุ่มตัวแปรอิสระทำนั่ง ได้แก่

VRS	คือความสูงชู่มือกำขึ้นสุดถึงพื้นที่นั่ง
SI	คือความสูงขณะนั่ง
EYS	คือความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่ง
SDS	คือความสูงระดับหัวไหล่ถึงพื้นที่นั่ง
ELS	คือความสูงระดับข้อศอกถึงพื้นที่นั่ง
PH	คือความสูงข้อพับขาขณะนั่ง
KH	คือความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง
FD	คือระยะห่างชักโครก (Flushing distance) (หน่วย: ซม.)

4.3.2 ตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นของสมการถดถอยแบบพหุคูณ

ข้อสมมติเบื้องต้นมี 4 ข้อดังนี้ แสดงดังภาคผนวก ฉ

1. ตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X) มีความสัมพันธ์กัน
2. ส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติ (Normality)
3. ส่วนเหลือมีความแปรปรวนคงที่ (Homoscedasticity)
4. ตัวแปรอิสระแต่ละตัวเป็นอิสระกัน (X_1, X_2, \dots, X_k) หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity)



2612726043

4.3.2.1 ข้อมูลกลุ่มตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 1

จากการตรวจสอบข้อสมมติทั้ง 4 ข้อ ของตัวแปรอิสระของทำยีน พบว่ามีหนึ่งข้อไม่เป็นไปตามเงื่อนไข คือตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง แสดงในภาคผนวก ฉ ทำให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบพหุ (Multicollinearity) ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้เลือก 2 เทคนิคในการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณ ดังนี้

เทคนิคที่ 1 ตัดตัวแปรอิสระบางตัวที่มีความสัมพันธ์กัน โดยใช้การถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression)

เทคนิคที่ 2 จำแนกตัวแปรองค์ประกอบ (Factor Analysis)

4.3.2.2 ข้อมูลกลุ่มตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในกลุ่มที่ 2

จากการตรวจสอบข้อสมมติทั้ง 4 ข้อ ของตัวแปรอิสระของทำยีน มีสองข้อไม่เป็นไปตามเงื่อนไข คือ 1. ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระของทำยีนไม่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง ($r < 0.2$) 2. ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเองเกิดปัญหา Multicollinearity แสดงในภาคผนวก ฉ จะเห็นว่าข้อมูลความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำได้แก่ สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนร่างกายต่างๆ ของทำยีนในตำแหน่งใดเลย จึงสรุปได้ว่าข้อมูลความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของทำยีนดังกล่าวไม่สามารถนำไปวิเคราะห์สมการถดถอยได้

หลังจากตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นเรียบร้อยแล้ว งานวิจัยนี้จะพิจารณาการสร้างสมการถดถอยเฉพาะอุปกรณ์ห้องน้ำของทำยีน 4 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว เพื่อหาตัวแบบที่อนุมาณตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ดีที่สุด และอุปกรณ์ห้องน้ำอีก 2 ประเภท ได้แก่ สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ จะแนะนำตำแหน่งการติดตั้งระยะความสูงในรูปแบบเปอร์เซ็นต์



4.3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของทำยีนกับขนาดสัดส่วนร่างกาย

4.3.3.1 ตัดตัวแปรอิสระบางตัวที่มีความสัมพันธ์กัน โดยใช้การถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของทำยีนกับขนาดสัดส่วนร่างกายทำยีนทั้ง 8 มิติ และน้ำหนัก ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ เนื่องจากตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นพบว่าไม่เป็นไปตามสมมติดังกล่าว คือเกิดปัญหา Multicollinearity ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์แบบการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) คัดเลือกตัวแปรอิสระที่ดีที่สุดเข้าสู่สมการ โดยตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ กลุ่มตัวแปรอิสระในทำยีนผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8: สมการถดถอยเชิงเส้นของตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร

อุปกรณ์ห้องน้ำ	สมการถดถอย สัดส่วนร่างกาย	R ²	R ² _{adj}	MSE	Sig.	ขอบเขตสมการ
วาล์วน้ำ ฝักบัว	FC = - 51.537 + 1.015H	61%	60%	48.28	0.000	
	FC _{male} = - 62.105 + 1.081H	52%	50%	51.69	0.000	89 ≤ FC ≤ 129
	FC _{female} = - 36.715 + 0.918H	48%	47%	46.63	0.000	
ที่วางสบู่	SOD = - 27.956 + 0.903H	50%	48%	62.23	0.000	
	SOD _{male} = - 64.965 + 1.129H	41	40	69.6	0.000	94 ≤ SOD ≤ 134
	SOD _{female} = 0.926 + 0.716H	32	31	55.16	0.000	
ราวแขวนผ้า	TR = 96.774 + 0.394H	21%	20%	48.86	0.000	
	TR _{male} = 96.949 + 0.395H	15%	14%	43.05	0.008	144 ≤ TR ≤ 174
	TR _{female} = 105.520 + 0.336H	10%	8%	53.57	0.025	
ฝักบัว	SW = 70.924 + 0.609H	53%	51%	24.71	0.000	
	SW _{male} = 77.120 + 0.573H	31%	30%	27.57	0.000	154 ≤ SW ≤ 184
	SW _{female} = 71.684 + 0.604H	45%	43%	23.25	0.000	

**หมายเหตุ ตัวหนา คือสมการที่ควรเลือกใช้

จากตารางที่ 4.8 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้นในการอนุมานหาตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ 4 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว จากตัวแปรอิสระ 9 ตัว ได้แก่ VR H EY SD EL HP KK FG และ W พบว่าค่า Sig ในทุกสมการน้อยกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) จึงปฏิเสธ H_0 หมายความว่าข้อมูลดังกล่าวมีตัวแปรอิสระของทำยีนอย่างน้อย 1 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสูงของอุปกรณ์ 4 ประเภทดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นว่าตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำมากที่สุดได้แก่ ความสูงขณะยืน (H) จะเห็นได้ว่าค่า R^2 ของวาล์วน้ำฝักบัว มีค่าเท่ากับ 61 % และที่วางสบู่ มีค่า R^2 เท่ากับ 50 % จากการทดลองผู้เข้าร่วมการทดลองส่วนใหญ่เลือกตำแหน่งความสูงของวาล์วน้ำฝักบัวและที่วางสบู่ในช่วงระดับใกล้เคียงกันหรืออยู่ในระดับตำแหน่งความสูงข้อศอกขณะยืน (กึ่งกลางลำตัว) ส่วนของความสูงราวแขวนผ้า ให้ค่า R^2 อยู่ที่ 21 % ซึ่งให้ค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากค่าที่ได้จากการทดลองเป็นค่าความพึงพอใจของแต่ละบุคคลและเป็นระยะที่ต้องใช้การเอื้อมหยิบใช้งาน ซึ่งลักษณะการติดตั้งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในการใช้งานของแต่ละบุคคลแตกต่างกันไป อาทิเช่น ผู้ใช้งานต้องการติดตั้งความสูงราวแขวนผ้าในระดับราวนมหรือระดับข้อศอกขณะยืนเนื่องจากเป็นที่หยิบง่ายไม่ต้องใช้แรงกล้ามเนื้อในการเอื้อมหยิบสิ่งของ ในขณะที่ผู้ใช้งานต้องการติดตั้งความสูงของราวแขวนผ้าในระดับสายตาหรือระดับความสูงขณะยืน เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ขณะแขวนสิ่งของบนราวนั้นไม่เปียกน้ำจากพื้นซึ่งการหยิบสิ่งของอาจจะต้องใช้แรงในการเอื้อมหยิบ จะเห็นได้ว่าแต่ละคนมีความพึงพอใจที่แตกต่างกันไป ดังนั้นตำแหน่งความสูงของราวแขวนผ้าอาจไม่เหมาะสมในการใช้อุณมานจากสมการถดถอยงานวิจัยนี้จึงแนะนำค่าความสูงราวแขวนผ้าจากค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ในการออกแบบห้องน้ำ ในส่วนของความสูงฝักบัว ให้ค่า R^2 อยู่ที่ 53 % จากการทดลองของผู้เข้าร่วมการทดลองส่วนใหญ่เลือกตำแหน่งความสูงฝักบัวอยู่ในช่วงระดับความสูงที่ใกล้เคียงกันหรืออยู่ในระดับสายตาหรือตำแหน่งความสูงขณะยืน เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่สายตามองเห็น และใช้แรงในการหยิบใช้งานน้อยกว่าตำแหน่งอื่นๆ ทั้งนี้ผู้ที่นำสมการไปอนุมานระยะตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจะต้องคำนึงถึงข้อมูลพื้นฐานที่ตนเองมีอยู่และค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้เพื่อเลือกตำแหน่งติดตั้งที่มีความเหมาะสมกับห้องน้ำของผู้ใช้งาน



2612726043

CT :Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

4.3.3.2 วิเคราะห์โดยจำแนกตัวแปรองค์ประกอบ (Factor Analysis)

เทคนิคที่ 2 จะใช้การวิเคราะห์จำแนกตัวแปร (Factor Analysis) เพื่อสร้างตัวแปรปัจจัยใหม่ที่ประกอบด้วยตัวแปรเดิม โดยจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอยู่ในปัจจัยเดียวกัน เทคนิคนี้มีประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหาตัวแปรอิสระต้องมีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity) รวมถึงหลีกเลี่ยงการตัดตัวแปรอิสระตัวใดตัวหนึ่งออกจากสมการ กล่าวคือสามารถสร้างตัวแปรใหม่แต่มีองค์ประกอบของตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันสูงไว้ในกลุ่มเดียวกันได้ (กัลยา, 2560) และสามารถทราบองค์ประกอบในแต่ละปัจจัยว่าการกำหนดตำแหน่งติดตั้งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำต้องอาศัยช่วงสัดส่วนใดบ้างมารวมกันทำนาย โดยผลการวิเคราะห์จะเลือกการสกัดปัจจัยโดยวิธี Principle Component Analysis และการหมุนแกนแบบ Varimax ในการจัดกลุ่มตัวแปร เพื่อสรุปปัจจัยที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมการการถดถอยพหุคูณ ขั้นตอนมีดังนี้

4.3.3.2.1 ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลเพื่อใช้เทคนิค Factor Analysis

ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลด้วยค่าสถิติ KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) และ Bartlett's Test ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9: KMO and Bartlett's Test (ตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีน)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.902
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1170.087
	df	36
	Sig.	0.000

จากตารางที่ 4.9 แสดงสถิติทดสอบ KMO and Bartlett's Test ของตัวแปรอิสระของกลุ่มทำยีน พบว่าสถิติทดสอบ Kaiser-Meyer-Olkin มีค่าเท่ากับ 0.902 ซึ่งมากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลของขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนเหมาะสมที่จะใช้เทคนิค Factor analysis และจากสถิติทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ พบว่าค่าประมาณ Chi-Square เท่ากับ 1170.08 และ Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สามารถสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระของกลุ่มทำยีนมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นควรเลือกใช้เทคนิค Factor Analysis



2612726043

4.3.3.2.2 ค่า Factor loading เมื่อหมุนแกนปัจจัยโดยวิธี Varimax

ในหัวข้อนี้เป็นการหาค่า factor loading หรือค่าสัมประสิทธิ์ จากตารางที่ 4.10 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนทั้ง 4 factor หลังจากหมุนแกนปัจจัยแล้ว ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.10: แสดงน้ำหนักปัจจัยของตัวแปรองค์ประกอบเมื่อทำการหมุนแกน Rotated Component Matrix (ตัวแปรอิสระของกลุ่มทำยีน)

ขนาดสัดส่วน ร่างกาย	Component			
	1	2	3	4
VR	0.893			
H	0.883			
EY	0.885			
SD	0.825			
EL		0.642		
HP				0.893
KK		0.850		
FG		0.882		
W			0.923	

จากตารางที่ 4.10 แสดงค่า Factor loading เมื่อมีการหมุนปัจจัยโดยวิธี Varimax สามารถสรุปผลการจัดกลุ่มตัวแปรอิสระของกลุ่มทำยีนทั้ง 9 ตัวแปร ได้ทั้งหมด 4 ปัจจัย ได้แก่

ค่า F_1 แทนตัวแปรขนาดสัดส่วนลำตัวส่วนบนของร่างกาย ประกอบไปด้วยตัวแปร VR H EY และ SD ซึ่งสามารถออกแบบตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ในช่วงหยีบของสูงระดับหัวไหล่จนถึงระดับความสูงเหนือหัว

ค่า F_2 แทนตัวแปรขนาดสัดส่วนแขน ประกอบไปด้วยตัวแปร EL KK และ FG ซึ่ง สามารถออกแบบตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ช่วงหยีบของในระดับข้อศอก

ค่า F_3 แทนตัวแปรน้ำหนัก ประกอบไปด้วยตัวแปร W

ค่า F_4 แทนตัวแปรความสูงสะโพก ประกอบไปด้วยตัวแปร HP



2612726043

โดยกลุ่มตัวแปรทั้ง 4 ปัจจัย หรือ Factor scores ของตัวแปรค่ามาตรฐานความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนสามารถเขียนอยู่ในรูปแบบของสมการดังนี้

$$- F_1 = 0.893Z_{VR} + 0.883Z_H + 0.885Z_{EY} + 0.825Z_{SD} \quad (4.2)$$

$$- F_2 = 0.642Z_{EL} + 0.850Z_{KK} + 0.882Z_{FG} \quad (4.3)$$

$$- F_3 = 0.923Z_W \quad (4.4)$$

$$- F_4 = 0.893Z_{HP} \quad (4.5)$$

สูตรคำนวณค่าคะแนนมาตรฐาน (Standard score: Z-score)

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{SD} \quad (4.6)$$

เมื่อ X คือ ค่าตัวแปรอิสระ

\bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย

SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีนทั้ง 9 ตัวแปร เมื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์กัน แสดงได้ดังตารางที่ 4.11 ดังนั้นสามารถนำปัจจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณในลำดับถัดไป

ตารางที่ 4.11: เมตริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กลุ่มปัจจัยของตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกาย (ทำยีน)

ปัจจัย	F1	F2	F3	F4
F1	1	0.000	0.000	0.000
F2		1	0.000	0.000
F3			1	0.000
F4				1.000

4.3.3.2.3 ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โดยจำแนกตัวแปรองค์ประกอบ (Factor Analysis)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกาย ด้วยเทคนิควิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น กำหนดให้ความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำเป็น ตัวแปรตาม ในขณะที่ใช้ตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้จำแนกตัวแปรต่างๆ ออกเป็น 4 ปัจจัยในทำนองนี้ ดังสมการที่ 4.1 – 4.4 เป็นตัวแปรอิสระ และใช้วิธี Stepwise regression คัดเลือกตัวแปรทั้ง 4 ปัจจัยเข้าสู่สมการถดถอยเพื่อให้ได้สมการที่ดีที่สุด ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12: สมการถดถอยเชิงเส้นของตัวแปรปัจจัย 4 กลุ่ม

อุปกรณ์ห้องน้ำ	สมการถดถอย		R ²	R ² _{adj}	MSE	Sig.
	ขนาดสัดส่วนร่างกาย					
วาล์วน้ำฝักบัว (FC)	FC	= 110.684 + 7.389F ₁ + 2.265F ₂ + 2.860F ₄	56%	55%	54.90	0.000
ที่วางสบู่ (SOD)	SOD	= 116.368 + 6.293F ₁ + 2.447F ₂	38%	37%	75.61	0.000
ราวแขวนผ้า (TR)	TR	= 159.684 + 2.812F ₁ + 1.580F ₄	18%	16%	50.00	0.000
ฝักบัว (SW)	SW	= 168.253 + 4.798F ₁ + 1.145F ₂	48%	47%	27.00	0.000

จากตารางที่ 4.12 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้นของตัวแปรปัจจัย 4 กลุ่ม เพื่อหาดำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของทำนองนี้ ผลลัพธ์ที่ตัวแปรอิสระของขนาดสัดส่วนร่างกายทำนองนี้ที่จำแนกกลุ่มออกเป็น 4 ปัจจัย ได้แก่ F₁, F₂, F₃ และ F₄ พบว่าค่า Sig ในทุกสมการน้อยกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) จึงปฏิเสธ H₀ กล่าวคือมีกลุ่มตัวแปรปัจจัยของทำนองนี้อย่างน้อย 1 ตัวแปรมีอิทธิพลต่อความสูงวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัวอย่างมีนัยสำคัญ

4.4 สรุปผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบทั้ง 2 วิธีด้วยค่า R²_{adj} และ MSE

ในหัวข้อนี้จะเปรียบเทียบความความแม่นยำของตัวแบบที่ใช้ข้อมูลความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว ของทั้ง 2 วิธี ด้วยค่า R² และค่า MSE เพื่อเลือกสมการที่ดีที่สุด ผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13: แสดงค่า R^2 R^2_{adj} และ ค่า MSE ของตัวแบบการอนุมานตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำทั้ง 2 วิธี

อุปกรณ์ห้องน้ำ	วิธี					
	สมการถดถอยเชิงเส้นอนุมานโดยความสูงขณะยืนแบบรวมเพศ			สมการถดถอยเชิงเส้นอนุมานโดยตัวแปรกลุ่ม 4 ปัจจัย (Factor analysis) แบบรวมเพศ		
	R^2	R^2_{adj}	MSE	R^2	R^2_{adj}	MSE
วาล์วน้ำฝักบัว (FC)	61%	60%	48.28	56%	55%	54.9
ที่วางสบู่ (SOD)	50%	48%	62.23	38%	37%	75.61
ราวแขวนผ้า (TR)	21%	20%	48.86	18%	16%	50.00
ฝักบัว (SW)	53%	51%	24.71	48%	47%	27.00

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างค่า R^2_{adj} และค่า MSE ของผลลัพธ์ค่าความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ ที่ได้จากการอนุมานของทั้ง 2 วิธี พบว่าวิธีของสมการถดถอยเชิงเส้นอนุมานโดยความสูงขณะยืนแบบรวมเพศ ให้ค่า R^2_{adj} สูงกว่า และ MSE น้อยกว่าวิธีของสมการถดถอยเชิงเส้นอนุมานโดยตัวแปรกลุ่ม 4 ปัจจัย (Factor analysis) แบบรวมเพศ ดังนั้นสมการที่แนะนำในการเลือกใช้งานเพื่อนำไปอนุมานตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำนุ คือของสมการถดถอยเชิงเส้นอนุมานโดยความสูงขณะยืน

จากการสรุปสมการของทั้ง 2 วิธีคือ 1. สมการถดถอยเชิงเส้นอนุมานโดยความสูงขณะยืนแบบรวมเพศ และ 2. สมการถดถอยเชิงเส้นอนุมานโดยตัวแปรกลุ่ม 4 ปัจจัย (Factor analysis) แบบรวมเพศ ซึ่งสมการที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้กำหนดระยะตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำนุได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว สำหรับผู้สูงอายุแบบรายบุคคลได้ และด้านการนำสมการไปใช้งานนั้นมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป จะเห็นว่าข้อดีของวิธีที่หนึ่งสามารถอนุมานตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำทั้งหมด โดยใช้เพียงข้อมูลความสูงขณะยืน ซึ่งในส่วนของการใช้จริงง่าย และรวดเร็ว ในส่วนของวิธีที่สองการคำนวณจะค่อนข้างซับซ้อนและการอนุมานต้องใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายหลายตำแหน่ง และให้ความเชื่อมั่นน้อยกว่าวิธีแรก แต่ข้อดีของวิธีดังกล่าว คือสามารถทราบว่าการอนุมานตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจะต้องอาศัยช่วงสัดส่วนใดบ้างที่เกี่ยวข้องเข้ามาร่วมทำนาย และควรติดตั้งความสูงในช่วงสัดส่วนใดบ้าง ข้อจำกัดในการนำสมการแต่ละวิธีไปใช้ออนุมานตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ คือต้อง

เป็นผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 – 75 ปี และส่วนสูงอยู่ในช่วง 144 – 175 เซนติเมตร และขอบเขตในการใช้อनुมาณความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำอธิบายในตารางที่ 4.7 หากเกินกว่าข้อจำกัดนี้ค่าที่ได้จากการอนุมาณดังกล่าวอาจเกิดความคลาดเคลื่อนและไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานได้

4.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ค่าอนุมาณตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีน

หัวข้อนี้จะเปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าอนุมาณตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีน 4 ประเภทได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นโดยใช้ข้อมูลความสูงขณะยืนในการอนุมาณความสูง กับค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากการเลือกตำแหน่งความพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลอง 5 คน ซึ่งข้อมูลของผู้เข้าร่วมทดลองแสดงดังตารางที่ 4.14 และขั้นตอนการวิเคราะห์แสดงดังนี้

ตารางที่ 4.14: ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายและตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำของผู้เข้าทดลอง 5 คน (หน่วย: ซม.)

คนที่		1	2	3	4	5
อายุ		67	64	71	66	65
เพศ		ชาย	ชาย	หญิง	หญิง	หญิง
ความสูงขณะยืน (H)		170	171	156	158	158
ความสูงวาล์วน้ำฝักบัว (FC)	ค่าพึงพอใจ	129	129	114	119	119
	ค่าจากสมการถดถอย	121.01	122.03	106.8	108.83	108.83
ความสูงที่วางสบู่ (SOD)	ค่าพึงพอใจ	134	134	119	119	124
	ค่าจากสมการถดถอย	125.55	126.46	112.91	114.72	114.72
ความสูงราวแขวนผ้า (TR)	ค่าพึงพอใจ	164	179	154	149	149
	ค่าจากสมการถดถอย	163.75	164.15	158.24	159.03	159.03
ความสูงฝักบัว (SW)	ค่าพึงพอใจ	184	179	164	164	159
	ค่าจากสมการถดถอย	174.45	175.06	165.93	167.15	167.15

ตารางที่ 4.15: ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean absolute percentage error: MAPE) ของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างค่าที่ได้จากความพอใจกับสมการถดถอยเชิงเส้น

อุปกรณ์ห้องน้ำ	SE	MAPE (%)
วาล์วน้ำฝักบัว	8.62	7.00
ที่วางสบู่	7.35	5.26
ราวแขวนผ้า	9.38	4.93
ฝักบัว	6.11	3.12

จากตารางที่ 4.14 และ 4.15 แสดงผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ค่าตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำของผู้เข้าทดลอง 5 คน ระหว่างค่าที่ได้จากการเลือกความสูงตามความพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลองกับค่าที่ได้จากการอนุมานด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้ข้อมูลความสูงขณะยืน โดยตัวชี้วัดในการเปรียบเทียบคือค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean absolute percentage error) จะเห็นว่า MAPE ของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำนองทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าสมการถดถอยเชิงเส้นสามารถอนุมานตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำคลาดเคลื่อน (MAPE) ไปจากค่าจริงที่ได้ประมาณ 7.00% 5.26% 4.93% และ 3.12% ตามลำดับ ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวที่เกิดขึ้นมาจากห้องจำลองสถานประกอบการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำเนื่องจากงานวิจัยนี้ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเลือกตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำต่างๆ แบบอิสระ และไม่กำหนดระยะห่างจากตัวถึงผนังในการแขวนอุปกรณ์ เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาพฤติกรรมระหว่างผู้ใช้งานต่อตัวอุปกรณ์ต่างๆ ตามความพอใจของแต่ละบุคคล ซึ่งในด้านรายละเอียดของการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำนั้นผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งตามความเหมาะสมของห้องน้ำแต่ละบุคคลได้ ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของตัวผู้ใช้งานและยอมรับค่าความคลาดเคลื่อนได้มากน้อยเพียงใด



2612726043

4.6 ตัวอย่างการใช้งานของสมการถดถอยเชิงเส้นและค่าที่อ้างอิงเปอร์เซ็นต์ไทล์มาใช้ออกแบบ ห้องน้ำรายบุคคลและสาธารณะ

ในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างในการนำค่าตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ที่ได้จากสมการถดถอยเชิงเส้น โดยใช้ข้อมูลความสูงขณะยืนเพื่ออนุมาน งานวิจัยนี้ นำความสูงขณะยืนเฉลี่ยของผู้สูงอายุเพศหญิงมา อนุมาน และค่าที่อ้างอิงเปอร์เซ็นต์ไทล์มาใช้ออกแบบห้องน้ำรายบุคคลและสาธารณะ โดยผลการ ทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลลัพธ์ของตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากสมการถดถอยกับค่าเปอร์เซ็นต์ ไทล์

อุปกรณ์ ห้องน้ำ	สมการถดถอย	ห้องน้ำรายบุคคล		ตำแหน่งอ้างอิง	ห้องน้ำสาธารณะ คำแนะนำ
		ผลลัพธ์สมการถดถอยเชิงเส้น			
วาล์วน้ำ ฝักบัว	FC = - 51.537 + 1.015H	105.79 ซม.		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนผู้หญิง	104 ซม.
ที่วางสบู่	SOD = - 27.956 + 0.903H	112.01 ซม.		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนผู้หญิง	114 ซม.
ราวแขวนผ้า	TR = 96.774 + 0.394H	153.90 ซม.		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิง	144 ซม.
ฝักบัว	SW = 70.924 + 0.609H	159.23 ซม.		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิง	154 ซม.
สายฉีดชำระ	-	-		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนผู้หญิง	69 ซม.
ที่แขวน กระดาษชำระ	-	-		เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนผู้หญิง	74 ซม.

*หมายเหตุ ความสูงเฉลี่ยเพศหญิงของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 คือ 155 เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 คือ 145 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.16 ผลลัพธ์ของตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากสมการถดถอยกับ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างค่าที่ได้จากสมการถดถอยเชิงเส้นกับค่าที่ได้ จากคำแนะนำของค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่าใกล้เคียงกัน สามารถอธิบายความแตกต่างได้ดังนี้ อัตราส่วน (Ratio: %) ความแตกต่างของผลลัพธ์ความสูงวาล์วน้ำฝักบัวระหว่างค่าที่ได้จากสมการถดถอยกับค่าที่ ได้จากคำแนะนำของค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์อยู่ที่ 1.15 % ความสูงที่วางสบู่อยู่ที่ -1.61 % ความสูงราวแขวน ผ้าอยู่ที่ 6.43 % และฝักบัวอยู่ที่ 3.28 % ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าสมการถดถอยเชิงเส้นสามารถ อนุมานได้อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับคำแนะนำของการออกแบบห้องน้ำสาธารณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน ในการพิจารณาการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการออกแบบห้องน้ำต่อไป

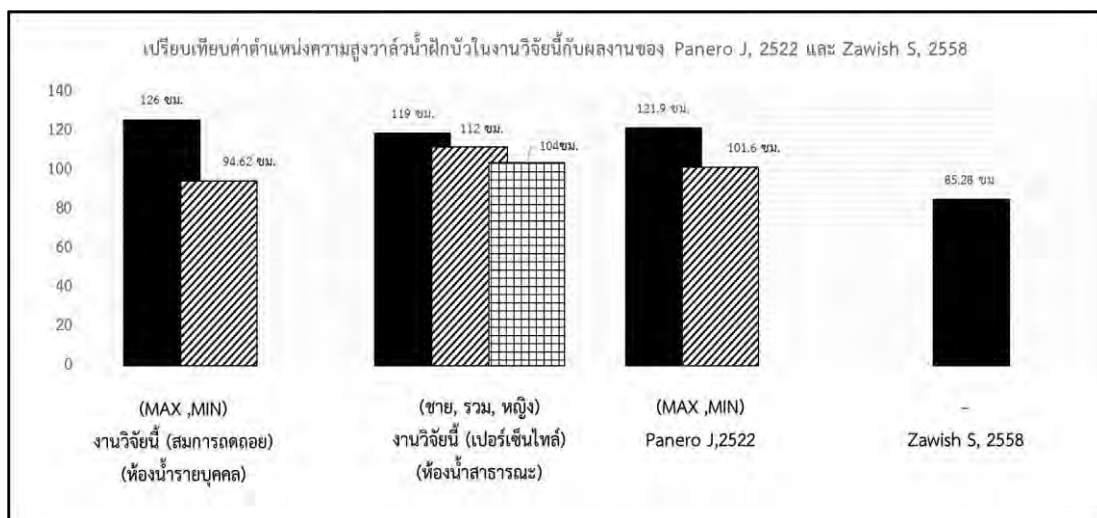
บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากข้อมูลความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีน 6 ประเภทได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสุ่ม ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยอื่นๆ ได้ผลดังต่อไปนี้

5.1 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ Panero J,2522 และ Zawish S, 2558

Panero J, 2522 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำสำหรับวัยผู้สูงอายุว่า ความสูงวาล์วน้ำฝักบัวควรติดตั้งสูงจากพื้นอยู่ในช่วงระหว่าง 101.6 - 121.9 เซนติเมตร อ้างอิงตำแหน่งความสูงจากพื้นถึงระดับข้อศอกขณะยืน และ Zawish S, 2558 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ ความสูงวาล์วน้ำฝักบัวควรติดตั้งสูงจากพื้นอยู่ที่ 85.28 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิงในตำแหน่งความสูงจากพื้นถึงระดับข้อศอกขณะยืน และจากผลลัพธ์ที่ได้จากสมการถดถอยของงานวิจัยนี้คือ วาล์วน้ำฝักบัวตำแหน่งความสูงที่ได้จากการอนุมานอยู่ในช่วง 94.62 - 126 เซนติเมตร (SD. \pm 8.55) และจากผลลัพธ์ตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากการออกแบบห้องน้ำสาธารณะหรือค่าเปอร์เซ็นต์ของงานวิจัยนี้คือ ความสูงวาล์วน้ำฝักบัวตำแหน่งความสูงที่แนะนำ คือเพศชายอยู่ที่ 119 เพศหญิงอยู่ที่ 104 เซนติเมตร รวมเพศอยู่ที่ 112 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ที่ 50 เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ความสูงวาล์วน้ำฝักบัว ของผลงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัย Panero J, 2522 และ Zawish S, 2558 เพื่อมาเปรียบเทียบความแตกต่างของงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ 5.1



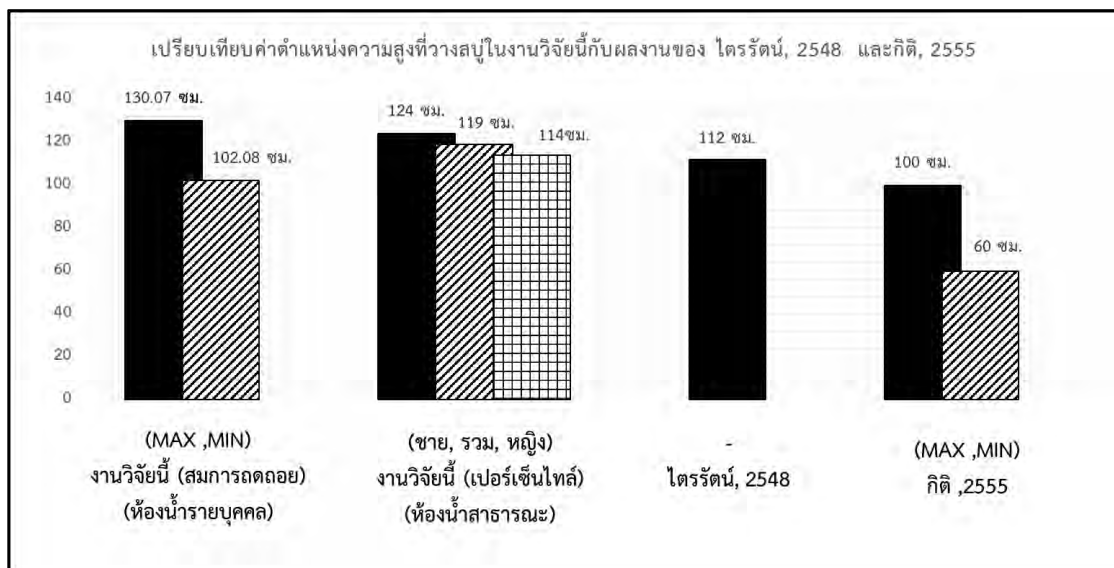
รูปที่ 5.1: เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ Panero J, 2522 และ Zawish S, 2558

จากรูปที่ 5.1 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ Panero J, 2522 และ Zawish S, 2558 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยพบว่าค่าตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวของงานวิจัย Panero J, 2522 อยู่ในช่วงขอบเขตของสมการถดถอยในขณะที่ผลงานวิจัยของ Zawish S, 2558 ไม่อยู่ในช่วงขอบเขตของสมการถดถอย (ห้องน้ำรายบุคคล) ของงานวิจัยนี้ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลอง พบว่าผลงานวิจัย Panero J, 2522 มีค่าตำแหน่งความสูงอยู่ในช่วงเดียวกับคำแนะนำการออกแบบห้องน้ำสาธารณะ ในขณะที่ผลงานวิจัยของ Zawish S, 2558 ค่าตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวน้อยกว่าคำแนะนำของการออกแบบห้องน้ำสาธารณะ นั้นหมายความว่ามาตรฐานของการติดตั้งตำแหน่งความสูงของวาล์วน้ำฝักบัวสำหรับผู้สูงอายุที่เป็นของคนไทยแตกต่างจากมาตรฐานของชาวต่างชาติกันไม่มาก อีกทั้งความพึงพอใจในการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำแต่ละบุคคลมีแนวโน้มจะเลือกในตำแหน่งที่สูงกว่าการอ้างอิงตามขนาดสัดส่วนร่างกาย

5.2 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงที่วางสบูของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ ไตรรัตน์, 2548 และกิติ, 2555

ไตรรัตน์, 2548 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ความสูงที่วางสบู่ควรติดตั้งจากพื้นไม่น้อยกว่า 112 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของสัดส่วนผู้หญิงในตำแหน่งความสูงจากพื้นถึงแนวรักแร้หลังขณะยืน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 404 คน ที่ได้จากภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศประกอบไปด้วย กทม. ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้ และผลงานวิจัยกิติ, 2555 ได้แนะนำค่าที่วางสบู่ควรติดตั้งจากพื้นอยู่ระหว่างช่วง 60 - 100 เซนติเมตร อ้างอิงจากท่าทางการยืนในช่วงระดับบราวนมถึงสะโพก และจากผลลัพธ์ที่ได้จากสมการถดถอยของงานวิจัยนี้คือ ที่วางสบู่ตำแหน่งที่ได้จากการอนุมานอยู่ในช่วง 102.08 - 130.07 เซนติเมตร (SD. \pm 7.61) และผลลัพธ์ตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากการออกแบบห้องน้ำสาธารณะหรือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของงานวิจัยนี้คือ ความสูงที่วางสบู่ตำแหน่งที่แนะนำคือ เพศชายอยู่ที่ 124 เซนติเมตร เพศหญิงอยู่ที่ 114 เซนติเมตร รวมเพศอยู่ที่ 119 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ความสูงที่วางสบู่ ของผลงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยไตรรัตน์ ,2548 และกิติ, 2555 เพื่อมาเปรียบเทียบความแตกต่างของงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ 5.2



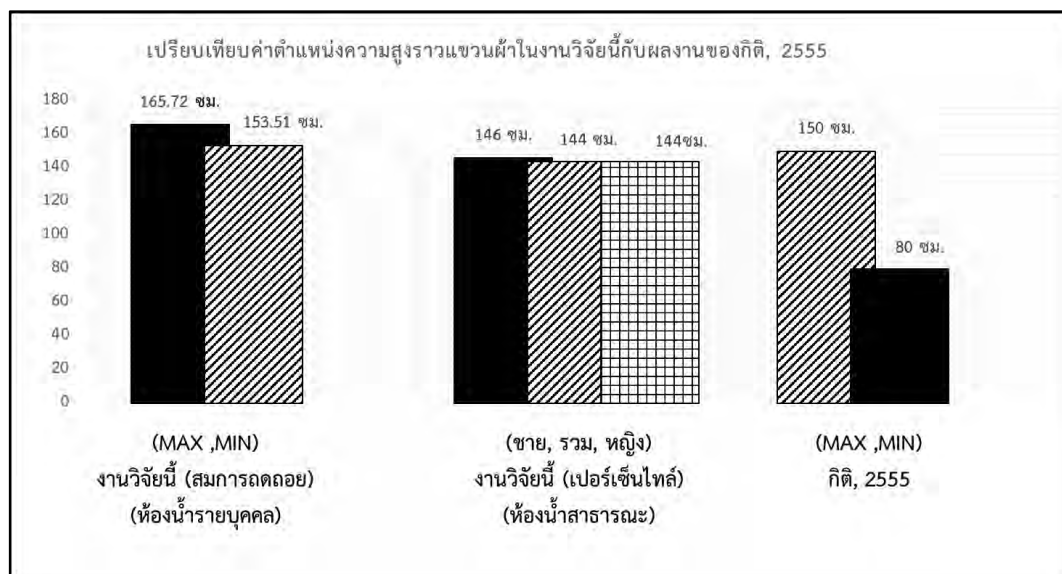
รูปที่ 5.2: เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าตำแหน่งความสูงที่วางสบู่ในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ ไตรรัตน์, 2548 และกิติ, 2555

จากรูปที่ 5.2 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าตำแหน่งความสูงที่วางสปูในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 และกิติ, 2555 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยพบว่าค่าตำแหน่งความสูงที่วางสปูของงานวิจัยไตรรัตน์, 2548 และกิติ, 2555 อยู่ในช่วงขอบเขตของสมการถดถอย (ห้องน้ำรายบุคคล) ของงานวิจัยนี้ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 50 ของการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลอง พบว่าผลงานวิจัยไตรรัตน์และกิติมีค่าตำแหน่งความสูงที่วางสปูน้อยกว่าคำแนะนำการออกแบบห้องน้ำสาธารณะของงานวิจัยนี้ หมายความว่าตำแหน่งความพึงพอใจในการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำแต่ละบุคคลมีแนวโน้มจะเลือกในตำแหน่งที่สูงกว่าการอ้างอิงตามขนาดสัดส่วนร่างกาย

5.3 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงราวแขวนผ้าของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ กิติ, 2555

กิติ, 2555 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้องน้ำสำหรับมาตรฐานความสูงของวัยปกติทั่วไป ราวแขวนผ้าควรติดตั้งสูงจากพื้นอยู่ระหว่างช่วง 80 – 150 เซนติเมตร อ้างอิงจากท่าทางการยืนในช่วงระดับความสูงหัวไหล่จนถึงตำแหน่งเอว และจากผลลัพธ์ที่ได้จากสมการถดถอยของงานวิจัยนี้คือ ที่ราวแขวนผ้าตำแหน่งความสูงที่ได้จากการอนุมานอยู่ในช่วง 153.51 - 165.72 เซนติเมตร (SD. \pm 3.32) และจากผลลัพธ์ตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากการออกแบบห้องน้ำสาธารณะหรือค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ของงานวิจัยนี้คือ ความสูงราวแขวนผ้าตำแหน่งที่แนะนำคือ เพศชาย 146 เซนติเมตร เพศหญิง 144 เซนติเมตร รวมเพศ 144 เซนติเมตร เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ความสูงราวแขวนผ้า ของผลงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยกิติ, 2555 เพื่อมาเปรียบเทียบความแตกต่างของงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3: เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าตำแหน่งความสูงราวแขวนผ้าในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของกิติ, 2555

จากรูปที่ 5.3 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าตำแหน่งความสูงราวแขวนผ้าในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของกิติ, 2555 สามารถอธิบายได้ดังนี้

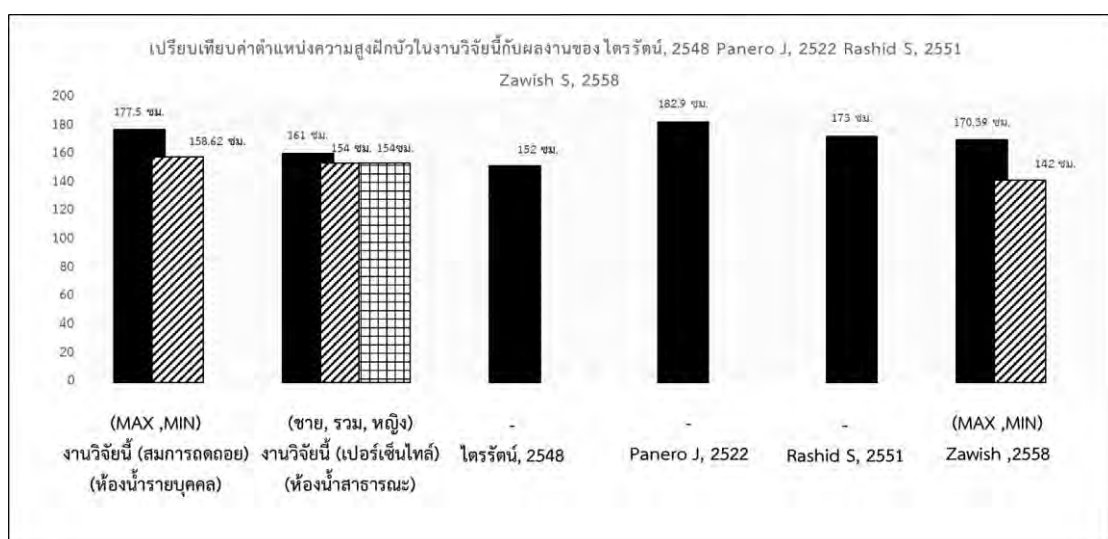
เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยพบว่าค่าตำแหน่งความสูงราวแขวนผ้าของงานวิจัยกิติ, 2555 ไม่อยู่ในช่วงขอบเขตของสมการถดถอย (ห้องน้ำรายบุคคล) ของงานวิจัยนี้ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 สัดส่วนผู้หญิง โดยอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลอง พบว่าผลงานวิจัยกิติ, 2555 มีค่าตำแหน่งความสูงราวแขวนผ้าที่อยู่ในช่วงคำแนะนำของการออกแบบห้องน้ำสาธารณะของงานวิจัยนี้ คืออยู่ในช่วง 80-150 เซนติเมตร นั้นหมายความว่าหากเทียบกับผลลัพธ์ค่าตำแหน่งความสูงราวแขวนผ้าในสมการถดถอยของวิจัยนี้กับผลงานวิจัยกิติ, 2555 ความพึงพอใจในการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำแต่ละบุคคลมีแนวโน้มจะเลือกในตำแหน่งที่สูงกว่าการอ้างอิงตามขนาดสัดส่วนร่างกาย ซึ่งส่วนใหญ่ที่เลือกตำแหน่งการติดตั้งความสูงราวแขวนผ้าที่สูงระดับหัวไหล่ขึ้นไปจนถึงระดับที่สายตาเพื่อป้องกันสิ่งของที่แขวนอยู่เปียก และลดการก้มตัวเพื่อหยิบสิ่งของของผู้ใช้งานได้



2612726043

5.4 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงฝักบัวของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558

ไตรรัตน์, 2548 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ความสูงฝักบัวควรติดตั้งจากพื้นไม่น้อยกว่า 152 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิงในตำแหน่งความสูงขณะเอื้อมชูขึ้นด้านบน จากผู้สูงอายุชาวไทย Panero J, 2522 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ความสูงฝักบัวควรติดตั้งจากพื้นอยู่ที่ 182.9 เซนติเมตร ซึ่งเป็นผู้สูงอายุชาวอเมริกัน Rashid S, 2551 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ความสูงฝักบัวควรติดตั้งจากพื้นอยู่ที่ 173 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของสัดส่วนผู้ชายในตำแหน่งความสูงขณะยืน Zawish S, 2558 ได้แนะนำค่าตำแหน่งความสูงฝักบัวเมื่อออกแบบให้ผู้หญิงใช้งานควรติดตั้งจากพื้นอยู่ที่ 142 อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้หญิงในตำแหน่งความสูงขณะยืน และเมื่อออกแบบให้ผู้ชายใช้งานควรติดตั้งจากพื้นอยู่ที่ 170.39 อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของสัดส่วนผู้ชาย ที่ได้จากคนชวมาเลเซีย และจากผลลัพธ์ที่ได้จากสมการถดถอยของงานวิจัยนี้คือ ความสูงฝักบัวตำแหน่งความสูงที่ได้จากการอนุมานอยู่ในช่วง 158.62 - 177.50 เซนติเมตร (SD. \pm 5.13) และผลลัพธ์ตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากการออกแบบห้องน้ำสาธารณะหรือค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของงานวิจัยนี้คือ ความสูงฝักบัวตำแหน่งที่แนะนำคือเพศชาย 161 เซนติเมตร เพศหญิง 154 เซนติเมตร รวมเพศ 144 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ความสูงราวแขวนผ้า ของผลงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558 เพื่อมาเปรียบเทียบความแตกต่างของงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4: เปรียบเทียบค่าตำแหน่งความสูงฝักบัวในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548

Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558

จากรูปที่ 5.4 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าตำแหน่งความสูงฝักบัวในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของ ไตรรัตน์, 2548 Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยพบว่าค่าตำแหน่งความสูงฝักบัวของผลงานวิจัยไตรรัตน์, 2548 และ Panero J, 2522 ไม่อยู่ในช่วงขอบเขตของสมการถดถอย กล่าวคือ งานวิจัยนี้ให้ค่าผลลัพธ์ความสูงฝักบัวที่น้อยกว่าผลงานวิจัย ไตรรัตน์ และงานวิจัยนี้ให้ค่าผลลัพธ์ความสูงฝักบัวที่สูงกว่าผลงานวิจัย Panero J, 2522 ในขณะที่ผลงานวิจัย Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558 อยู่ในช่วงขอบเขตของสมการถดถอย (ห้องน้ำรายบุคคล) ของงานวิจัยนี้ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 5 ของการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลอง พบว่าทุกๆ ผลงานวิจัยได้แก่ Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558 มีค่าตำแหน่งความสูงฝักบัว สูงกว่ากับคำแนะนำการออกแบบห้องน้ำสาธารณะของงานวิจัยนี้ ยกเว้นผลงานวิจัยของไตรรัตน์ที่มีค่าตำแหน่งความสูงฝักบัวเดียวกันหรือใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้

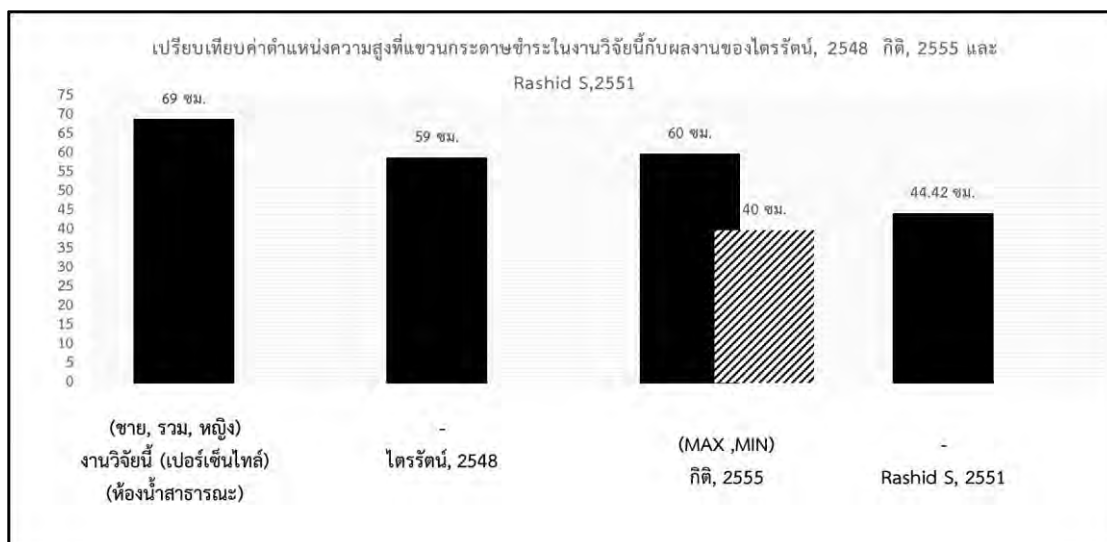
5.5 การเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงที่แขวนกระดาดชำระของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้กับ ผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 และRashid S, 2551

ไตรรัตน์, 2548 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ความสูงที่แขวนกระดาดชำระควรติดตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 59 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 50 ของสัดส่วนผู้หญิงในตำแหน่งความสูงระยะพักข้อศอกจนถึงพื้นที่นั่งกับความสูงระดับข้อพับเข่า กิติ, 2555 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ความสูงที่แขวนกระดาดชำระควรติดตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 40 – 60 เซนติเมตร Rashid S, 2551 ได้แนะนำค่าตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ความสูงที่แขวนกระดาดชำระควรติดตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 44.42 เซนติเมตร และจากผลลัพธ์ตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากการออกแบบห้องน้ำสาธารณะหรือค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ของงานวิจัยนี้คือ ความสูงที่แขวนกระดาดชำระ ตำแหน่งที่แนะนำคือ ทั้งเพศชายและเพศหญิงอยู่ที่ 74 เซนติเมตร อ้างอิงจากเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 50 เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกอุปกรณ์ความสูงที่แขวนกระดาดชำระ ของผลงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 และRashid S, 2551 เพื่อมาเปรียบเทียบความแตกต่างของงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ 5.5



2612726043

CD :Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52



รูปที่ 5.5: เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าตำแหน่งความสูงที่แขวนกระดาดชำระในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 และRashid S, 2551

จากรูปที่ 5.5 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าตำแหน่งความสูงที่แขวนกระดาดชำระในงานวิจัยนี้กับผลงานวิจัยของไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 และRashid S, 2551 สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ที่ 50 ของการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ตำแหน่งความสูงที่แขวนกระดาดชำระตามความพอใจของผู้เข้าร่วมการทดลองของงานวิจัยนี้ พบว่าค่าตำแหน่งความสูงที่แขวนกระดาดชำระของผลงานวิจัยทุกๆ งานวิจัย ได้แก่ไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 และRashid S, 2551 ให้มีค่าตำแหน่งความสูงต่ำกว่ากับคำแนะนำการออกแบบห้องน้ำสาธารณะของงานวิจัยนี้ ซึ่งทั้งหมดนี้อาจขึ้นอยู่กับข้อมูลที่แตกต่างกันไป เช่น ข้อมูลที่ล้ำสมัย ข้อมูลของชาวต่างชาติ รวมไปถึงข้อมูลที่อยู่ในคนละช่วงอายุ

5.6 สรุปการวิจารณ์ผลการทดลองของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยในอดีต

จากผลการเปรียบเทียบงานวิจัยนี้แบบสมการถดถอย (ห้องน้ำแบบรายบุคคล) กับงานวิจัยอื่นๆ ได้แก่ ไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558 ของค่าเฉลี่ยตำแหน่งอุปกรณ์ห้องน้ำ 4 ประเภทได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว พบว่า

1. ความสูงวาล์วน้ำฝักบัวของผลงานวิจัย Panero J อยู่ในช่วงขอบเขตสมการถดถอยในงานวิจัยนี้ ขณะที่ผลงานวิจัยของ Zawish S ไม่อยู่ในช่วงขอบเขตสมการถดถอย (ห้องน้ำรายบุคคล) ของงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสูงวาล์วน้ำฝักบัวของงานวิจัยนี้มากกว่าผลงานวิจัยของ Panero S คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 5 เซนติเมตร และมีค่ามากกว่าผลงานวิจัยของ Zawish S คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 30 เซนติเมตร ซึ่งทั้ง 3 งานวิจัยเป็นการเปรียบเทียบตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวของคนในแต่ละประเทศ เนื่องด้วยวัฒนธรรมในเรื่องของรูปแบบการใช้งานของแต่ละประเทศทำให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด

2. ความสูงที่วางสบู่ของผลงานวิจัยไตรรัตน์ และผลงานวิจัยกิติอยู่ในช่วงขอบเขตสมการถดถอย (ห้องน้ำรายบุคคล) ของงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสูงที่วางสบู่ของงานวิจัยนี้น้อยกว่าผลงานวิจัยของไตรรัตน์คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 4 เซนติเมตร และกิติคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 12 เซนติเมตร ซึ่งทั้ง 3 งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยของชาวไทย แต่ผลงานวิจัยของไตรรัตน์นั้นใช้ข้อมูลที่เก็บมานานเกิน 10 ปี เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเป็นคำแนะนำการออกแบบปัจจุบันอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาซึ่งเมื่อเทียบกับงานวิจัยนี้จะเห็นว่าค่าความสูงของตำแหน่งที่วางสบู่แตกต่างกันไม่มาก ในขณะที่ผลงานวิจัยของกิติ ใช้ข้อมูลคนละกลุ่มช่วงอายุจะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้ค่อนข้างแตกต่างกันแต่ไม่เกินขอบเขตของสมการที่กำหนดไว้ของงานวิจัยนี้ แต่ในหลักการนำไปใช้งานหากนำข้อมูลที่เป็นมาตรฐานคนละช่วงอายุมาออกแบบให้ผู้สูงอายุอาจเกิดความไม่เหมาะสมในเรื่องของรูปแบบการใช้งาน เนื่องจากผู้สูงอายุนั้นมีข้อจำกัดในเรื่องของร่างกายที่แตกต่างไปจากวัยปกติทั่วไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความพอใจในการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ และความถนัดในการใช้งานของแต่ละตัวบุคคล



2612726043

CT :Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

3. ความสูงราวแขวนผ้าของผลงานวิจัยกิติ อยู่ในช่วงขอบเขตสมการถดถอยในงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบความต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสูงราวแขวนผ้าของงานวิจัยนี้มากกว่าผลงานวิจัยของ กิตติคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 10 เซนติเมตร ซึ่งสาเหตุถึงความต่างขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่าง เช่นความถนัดในการใช้งานของแต่ละตัวบุคคลรวมไปถึงความพึงพอใจในการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำแต่ละบุคคลมีแนวโน้มจะเลือกในตำแหน่งที่สูงกว่าการอ้างอิงตามขนาดสัดส่วนร่างกาย ซึ่งส่วนใหญ่ที่เลือกตำแหน่งการติดตั้งความสูงราวแขวนผ้าที่สูงระดับหัวไหล่ขึ้นไปจนถึงระดับที่สายตาเพื่อป้องกันสิ่งของที่แขวนอยู่เปียก และลดการก้มตัวเพื่อหยิบสิ่งของของผู้ใช้งานได้

4. ความสูงฝักบัวของผลงานวิจัยไตรรัตน์ ผลงานวิจัย Rashid S และ Zawish S อยู่ในช่วงขอบเขตสมการถดถอยในงานวิจัยนี้ ขณะที่ผลงานวิจัยของ Panero J ไม่อยู่ในช่วงขอบเขตสมการถดถอยของงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบความต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสูงฝักบัวของงานวิจัยนี้มากกว่าผลงานวิจัยของไตรรัตน์คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 16 เซนติเมตร และมีค่าน้อยกว่าผลงานวิจัยของ Rashid S คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 5 เซนติเมตร ผลงานวิจัยของ Zawish S คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 2 เซนติเมตร ผลงานวิจัยของ Panero J คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 15 เซนติเมตร ซึ่งทั้งหมดนี้อาจขึ้นอยู่กับข้อมูลที่แตกต่างกันไป เช่น ข้อมูลที่ล้ำสมัย ข้อมูลของชาวต่างชาติ รวมไปถึงข้อมูลที่อยู่ในคนละช่วงอายุ

จากผลการเปรียบเทียบงานวิจัยนี้แบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ (ห้องน้ำแบบสาธารณะ) กับงานวิจัยอื่นๆ ได้แก่ ไตรรัตน์, 2548 กิติ, 2555 Panero J, 2522 Rashid S, 2551 และ Zawish S, 2558 ของค่าเฉลี่ยตำแหน่งอุปกรณ์ห้องน้ำ 5 ประเภทได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว และที่แขวนกระดาษชำระ พบว่า

1. ความสูงวาล์วน้ำฝักบัวของผลงานวิจัย Panero J อยู่ในช่วงคำแนะนำค่าของงานวิจัยนี้ ขณะที่ผลงานวิจัยของ Zawish S ไม่อยู่ในช่วงคำแนะนำค่าของงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบความต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสูงวาล์วน้ำฝักบัวของงานวิจัยนี้น้อยกว่าผลงานวิจัยของ Panero S คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 8 เซนติเมตร และมีค่ามากกว่าผลงานวิจัยของ Zawish S คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 27 เซนติเมตร ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบงานวิจัยของคนละประเทศ เนื่องด้วยวัฒนธรรมในเรื่องของรูปแบบการใช้งานของแต่ละประเทศทำให้เห็นถึงความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด



2612726043

CU Thesisis 6070228021 thesisis / revv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

2. ความสูงที่วางสบู์ของผลงานวิจัยไตรรัตน์และผลงานวิจัยกิติ ไม่อยู่ในช่วงคำแนะนำค่าของงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบความต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสูงที่วางสบู์ของงานวิจัยนี้มากกว่าผลงานวิจัยของไตรรัตน์คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 7 เซนติเมตร และมีค่ามากกว่าผลงานวิจัยของกิติคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 19 เซนติเมตร

3. ความสูงราวแขวนผ้าของผลงานวิจัยกิติ ไม่อยู่ในช่วงคำแนะนำค่าของงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบความต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสูงราวแขวนผ้าของงานวิจัยนี้น้อยกว่าผลงานวิจัยของกิติคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 6 เซนติเมตร

4. ความสูงฝักบัวของผลงานวิจัยไตรรัตน์ ไม่อยู่ในช่วงคำแนะนำค่าของงานวิจัยนี้ ขณะที่ผลงานวิจัยของ Panero J ผลงานวิจัย Rashid S และ ผลงานวิจัย Zawish S อยู่ในช่วงคำแนะนำค่าของงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบความต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความสูงฝักบัวของงานวิจัยนี้น้อยกว่าผลงานวิจัยของไตรรัตน์คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 2 เซนติเมตร และมีค่ามากกว่าผลงานวิจัยของ Rashid S คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 19 เซนติเมตร ผลงานวิจัยของ Zawish S คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 13 เซนติเมตร ผลงานวิจัยของ Panero J คลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ± 30 เซนติเมตร ซึ่งทั้งหมดนี้อาจขึ้นอยู่กับข้อมูลที่แตกต่างกันไป เช่น ข้อมูลที่ล้ำสมัย ข้อมูลของชาวต่างชาติ รวมไปถึงข้อมูลที่อยู่ในคนละช่วงอายุ



2612726043

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ สามารถหาจากการอนุมานค่าความสูงของตำแหน่งอุปกรณ์ห้องน้ำที่สัมพันธ์กับข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกาย ซึ่งเทคนิคเหล่านี้จะช่วยกำหนดตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำแก่ผู้สูงอายุแบบเฉพาะรายบุคคลได้

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการเก็บรวบรวมของข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายและข้อมูลตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ จากผู้เข้าร่วมการทดลอง 100 คน ประกอบด้วยเพศชาย 45 คน และเพศหญิง 55 คน โดยผู้เข้าร่วมทดลองแต่ละคนได้ถูกวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 16 มิติ แบ่งเป็นสัดส่วนท่ายืน 8 มิติ และสัดส่วนท่านั่ง 7 มิติ และทดลองใช้อุปกรณ์ของห้องน้ำ 6 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และราวแขวนกระดาษชำระ ในสถานีนางจำลอง โดยผู้เข้าร่วมทดลองสามารถทดสอบการใช้งานและปรับระดับตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจนกว่าได้ตำแหน่งที่พอใจ ผลการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์สามารถสรุปดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุเพศชายสูงกว่าเพศหญิงในทุกๆ สัดส่วน

2. ค่าเฉลี่ยตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในท่ายืน 4 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว จากสถิติทดสอบ t-test พบว่าผู้สูงอายุเพศชายเลือกตำแหน่งอุปกรณ์ห้องน้ำสูงกว่าเพศหญิง ในขณะที่จุดอ้างอิงกับตำแหน่งขนาดสัดส่วนร่างกายอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจะเห็นได้ว่าตำแหน่งการติดตั้งวาล์วน้ำฝักบัวของเพศชายและเพศหญิงอยู่ในช่วงระดับข้อศอกขณะยืน ตำแหน่งการติดตั้งที่วางสบู่ของเพศชายและเพศหญิงอยู่ในช่วงความสูงระดับข้อศอกขณะยืนไปจนถึงความสูงระดับหัวไหล่ (ความสูงระดับบราวนม) ราวแขวนผ้าของเพศชายและเพศหญิงอยู่ในช่วงระดับความสูงขณะยืนไปจนถึงระดับความสูงสายตา ตำแหน่งการติดตั้งฝักบัวของเพศชายและเพศหญิงอยู่ในช่วงระดับความสูงขณะยืนไปจนเหนือหัวประมาณ ± 10 เซนติเมตร



2612726043

CD iThesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

3. ค่าเฉลี่ยของตำแหน่งอุปกรณ์ห้องน้ำในท่านั่ง 2 ประเภท ได้แก่ สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระจากสถิติทดสอบ t-test พบว่าผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงเลือกตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ในท่านั่งใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วงระดับความสูงระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่งไปจนถึงความสูงระดับหัวเข่า (วัดจากพื้นจนถึงที่นั่ง)

ปัญหาการออกแบบห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ คือไม่สามารถระบุตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่เหมาะสมได้ เนื่องจากมาตรฐานความสูงที่ใช้ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุหรือเชื้อชาติที่แตกต่างกันหรือเป็นฐานข้อมูลที่ล้าสมัย โดยการกำหนดความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำมาจากการอนุมานเทียบกับขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการออกแบบให้กลุ่มบุคคลทั่วไปหรือห้องน้ำสาธารณะ โดยงานวิจัยนี้แนะนำตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ 6 ประเภท ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ในการออกแบบห้องน้ำสาธารณะต่างๆ เช่น บ้านพักคนชรา โรงพยาบาล สถานที่ราชการ สถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น โดยใช้ค่าความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำที่ได้จากผู้เข้าร่วมการทดลองเลือกปรับระยะความสูงตามความพอใจ จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บมาวิเคราะห์ทางสถิติให้อยู่ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไคล์ คำแนะนำสามารถอธิบายได้ดังนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งอยู่ช่วงบนของร่างกาย ได้แก่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว แนะนำตำแหน่งความสูงที่ควรติดตั้งอยู่ที่เปอร์เซ็นต์ไคล์ที่ 5 ซึ่งเป็นระยะเพื่อให้ผู้ใช้งานตัวสูงหรือผู้ใช้งานที่มีลักษณะรูปร่างเล็กใช้งานร่วมกันได้ อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งอยู่ช่วงกึ่งกลางลำตัว ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว และที่วางสบู่ แนะนำตำแหน่งความสูงที่ควรติดตั้งอยู่ที่เปอร์เซ็นต์ไคล์ที่ 50 ซึ่งเป็นช่วงความสูงระหว่างหัวไหล่ไปจนถึงระดับข้อศอกขณะยืน ซึ่งตำแหน่งดังกล่าวไม่สูงและไม่เตี้ยจนเกินไป ในการเปิดปิดวาล์วน้ำหรือการหยิบสบู่ นั้นจะใช้แรงบิดหรือแรงของหัวไหล่เพื่อหยิบสิ่งของน้อยกว่าตำแหน่งอื่นๆ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งในท่านั่ง ได้แก่ สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ แนะนำตำแหน่งความสูงที่ควรติดตั้งอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ไคล์ซึ่งเป็นช่วงความสูงระหว่างหัวไหล่จนถึงระดับระยะพักศอกขณะนั่ง ซึ่งในตำแหน่งดังกล่าวเป็นตำแหน่งที่ ใช้แรงกล้ามเนื้อของการหักข้อมือน้อยที่สุดเพื่อในการหยิบตามสายยางหรือดึงกระดาษชำระมาใช้งาน หากติดตั้งต่ำกว่าตำแหน่งที่แนะนำ อาจจะส่งผลกับการหยิบใช้งานของอุปกรณ์ลำบาก จากที่กล่าวไปทั้งหมดสรุปได้ว่าในกำหนดระยะติดตั้งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำผู้ใช้งานสามารถปรับระยะสูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามความพอใจ โดยอยู่ในขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้ หากเกินกว่านี้อาจจะส่งผลกระทบต่อเรื่องของรูปแบบการใช้งานไม่เหมาะสมได้



2612726043

CD :Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

จากผลการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัยทดลองปรับระยะเวลาการติดตั้งตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำทั้ง 6 ประเภทได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ตามความพอใจของผู้ใช้งาน เมื่อนำค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำมาเปรียบเทียบกับระหว่งการอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงการเลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจากความพอใจของผู้ใช้งาน เมื่อทำการทดสอบด้วยสถิติทดสอบ T-test พบว่าการอ้างอิงของทั้งสองวิธีดังกล่าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือผู้ใช้งานสูงอายุส่วนใหญ่พึงพอใจกับตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ที่สูงกว่าคำแนะนำที่อ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกาย

ในการออกแบบห้องน้ำเพื่อกำหนดตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุควรใช้หลักการออกแบบเฉพาะรายบุคคล เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านสภาพร่างกายที่เสื่อมถอยไปจากวัยปกติ งานวิจัยนี้นำเสนอสมการถดถอยเชิงเส้นในการอนุมานตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำแบบรายบุคคล ซึ่งวิธีการดังกล่าวเหมาะสำหรับการออกแบบห้องน้ำเฉพาะรายบุคคล เช่น ห้องน้ำตามบ้านเรือนที่ให้ความสำคัญกับผู้สูงอายุ โดยผลลัพธ์ของสมการถดถอยที่แนะนำไปใช้ออกแบบตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์สามารถสรุปได้ดังนี้

1. อุปกรณ์ห้องน้ำในทำยื่น ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ และฝักบัว จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ สมการที่ควรเลือกใช้ในการอุปกรณ์ตำแหน่งความสูงของวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว ได้แก่ สมการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้ข้อมูลความสูงขณะยืนในการทำนาย แต่อย่างไรก็ตามความสูงราวแขวนผ้าอาจจะไม่เหมาะสมที่จะใช้สมการถดถอยเชิงเส้นในการอนุมานตำแหน่งความสูงเนื่องจากให้ค่า R^2 อยู่ที่ 20 % อาจจะทำให้ค่าอนุมานได้จากสมการถดถอยคลาดเคลื่อนไปมาก ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากงานวิจัยนี้ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเลือกตำแหน่งความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำต่างๆ แบบอิสระ และไม่กำหนดระยะห่างจากตัวถึงผนังในการแขวนอุปกรณ์ เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาพฤติกรรมระหว่างผู้ใช้งานต่อตัวอุปกรณ์ต่างๆ ตามความพอใจของแต่ละบุคคล ดังนั้นงานวิจัยนี้จะแนะนำการหาค่าตำแหน่งความสูงราวแขวนผ้าจากตารางค่าสถิติในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ ซึ่งคำแนะนำดังกล่าวสามารถนำไปใช้ออกแบบห้องน้ำสาธารณะได้



2. อุปกรณ์ห้องน้ำในท่านั่ง ได้แก่ สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ เนื่องจากการตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นพบว่าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขคือ เกิดปัญหา Multicollinearity และระหว่างตัวแปรความสูงสายฉีดชำระและที่แขวนกระดาษชำระ กับความสูงของขนาดสัดส่วนร่างกายในท่านั่งไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ($r < 0.3$) ดังนั้นอุปกรณ์ห้องน้ำในท่านั่งดังกล่าวไม่สามารถอนุมานจากสมการถดถอยได้ จึงเลือกแนะนำการหาค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำจากตารางค่าสถิติในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ ซึ่งคำแนะนำดังกล่าวสามารถนำไปใช้ออกแบบห้องน้ำสาธารณะได้

6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบในการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีปัญหาที่สามารถสรุปได้ดังนี้

6.2.1 ท่าทางในการวัดสัดส่วนบางท่าของผู้สูงอายุไม่สามารถทำได้ท่าทางได้ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดไว้ จึงอาจทำให้ค่าสัดส่วนที่วัดออกมาเกิดความคลาดเคลื่อน

6.2.2 ช่องตะแกรงที่ใช้ในการทดลองติดตั้งตำแหน่งอุปกรณ์ห้องน้ำค่าที่ได้อาจจะได้ค่าไม่ละเอียดพอทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน

6.2.3 ตำแหน่งความสูงของสายฉีดชำระและที่แขวนกระดาษชำระอาจจะไม่สอดคล้องกับขนาดสัดส่วนร่างกายเนื่องจากการทดลองไม่ได้มีการกำหนดระดับเก้าอี้ของทุกคนให้อยู่ในระดับเดียวกัน ทำให้ค่าตำแหน่งที่ได้เกิดการผันแปรค่อนข้างมาก

6.2.4 ไม่มีการควบคุมระยะห่างจากตัวผู้ใช้งานกับผนังจำลองทำให้ตำแหน่งความสูงของวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว ควบคุมได้ยากและมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อย

6.2.5 การจัดสรรหาผู้เข้าทดลองที่เป็นผู้สูงอายุจะต้องมีสุขภาพร่างกายแข็งแรงและไม่มีปัญหาในเรื่องการเดินทาง ค่อนข้างหายากและอาจจะต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลยาวนานมากขึ้น

6.2.6 พึงระวังการสัมผัสร่างกายของผู้เข้าร่วมการวิจัยเพราะอาจจะเกิดความไม่เหมาะสม



2612726043

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 วัดขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งอื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อใช้ข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์ห้องน้ำอื่นๆ หรือออกแบบเครื่องเรือนชนิดอื่นๆ

6.3.2 การเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ให้มีค่าสูงขึ้น ควรหาความสัมพันธ์จากสมการในรูปแบบอื่นๆ หรือพิจารณาจากปัจจัยอื่นๆ มีค่าความสัมพันธ์กันเพิ่มเติม



2612726043

CU Thesisis 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

บรรณานุกรม

- Bevington C., (1992) One size doesn't fit all.
- Campbell A, C., P.E. and Rodgers W.L. (1976). The Quality of American Life. (New York).
- Halander M., (1995) A guide to the ergonomics of manufacturing UK.: Taylor & francis.
- Panero Julius and Zelink Martin. (1979). Human dimension & interior spaces. (New York: Whitney library of design)
- Pierre R., (2015) Heuristics in design: A literature review. 2015
- SNSA Rashid, M.R. Hussain and R.M. Yusuff. (2008). Designing homes for the elderly based on the anthropometry of older Malaysians, Asian J. Gerontol. Geriatr. 75–83.
- Smith, J.L. and Tayyari, F. (1997). Occupational Ergonomics: Principles and application. (London: chapman & Hall).
- Zawiah S., (2015). Determination of the significant anthropometry dimensions for user - friendly designs of domestic furniture and appliances - Experience from a study in Malaysia: Kuala Lumpur. (Malaysia).
- กรมการปกครองระบบสถิติการลงทะเบียนการปกครอง. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.dop.go.th/download/knowledge/knowledge_th_20160106135752_1.pdf [2561, ธันวาคม 31].
- กิตติ อินทรานนท์. (2548). การยศาสตร์Ergonomics. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิติ สันตุเสก. (2555) การออกแบบห้องน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จักรกฤษณ์ แสนพรหม. (2556) ความจำเป็นของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับนักท่องเที่ยวผู้สูงอายุและผู้สูงอายุในพื้นที่กรณีศึกษาสถานที่ท่องเที่ยวซึ่งเป็นพระราชานุสาวรีย์ของพระธาตุพนม. จังหวัดนครพนม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จันทนา รัตนพิริชัย. นิตยสารหมอชาวบ้าน [ออนไลน์] แหล่งที่มา:

<https://www.doctor.or.th/article/detail/4930> [2530 กันยายน].

เฉลิมพล แจ่มจันทร์. (2555). มโนทัศน์ใหม่ของ “นิยามผู้สูงอายุ” และ “อายุเกษียณ” : มุขนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย

ดวงใจ คำคง. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ ตำบลลำสินธุ์ อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://www.naibann.com/2017/05/04/bathroom-number-organization/> [2561 ธันวาคม]

ไตรรัตน์ จารุทัศน์, และคณะ. (2548). โครงการศึกษามาตรฐานขั้นต่ำสำหรับที่พักอาศัยและสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุ, 2548.

ธิดาเดียว มยุรีสุวรรณค์. (2544) สถิติสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บังอร ธรรมศิริ. (2549). ครอบคลุมกับการดูแลผู้สูงอายุ. วารสารการเวก ฉบับนิทรรศการวันเจ้าฟ้าวิชาการ. หน้า 47-56. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.

บริษัท โตโต้ ประเทศไทย จำกัด, 2561.

ปราโมทย์ ประสาทกุล. (2553). นิยามผู้สูงอายุด้วยช่วงชีวิตข้างหน้า. สำนักพิมพ์ประชากรและสังคม.

ภัทรนิษฐ์ จันทพล. (2556). แนวทางการออกแบบและปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุในพื้นที่วัด, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รภัทร เอกนิธิเศรษฐ์. (2561). การออกแบบสถานี.

วุฒิชัย ชนินทร์ประเสริฐ. (2549). การวัดสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศศิพัฒน์ ยอดเพชร. (2555). ลักษณะการดำเนินงานและกิจกรรมของชมรมผู้สูงอายุ พิมพ์ครั้งที่1 คณะสังคมสงเคราะห์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. รายงานการสำรวจ และวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทย
ระยะที่ 4 : พ.ศ. 2543-2544. กรุงเทพฯ : สำนักงาน, 2544.

สุทธิพงศ์ บุญผดุง. (2554). การพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุนี้เองถิ่นโดยใช้โรงเรียนเป็นรากฐานตามหลัก
เศรษฐกิจพอเพียง (ระยะที่1) ราชภัฏสวนสุนันทา.



2612726043

CU Thesais 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ภาคผนวก



2612726043

CU Thesais 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ภาคผนวก ก
แบบฟอร์มผู้เข้าทดสอบและหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย



2612726043

CU Theslis 6070228021 thesis / rcv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

แบบฟอร์มผู้เข้าทดสอบและแบบฟอร์มบันทึกผลการวัดสัดส่วนร่างกายและค่าความสูงของ
อุปกรณ์ภายในห้องน้ำ

แบบสอบถาม

มีนาคม 2561 - พฤษภาคม 2562

วัน/เดือน/ปี.....

*อธิบายขั้นตอนการทดลองกับผู้สูงอายุดังนี้

บอกถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ ทดลอง 2 สถานีนงาน

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน หน้าตัวเลือกที่ต้องการ และระบุข้อมูลในพื้นที่ว่าง

1. ชื่อผู้ให้ข้อมูล..... เพศ..... อายุ.....ปี

วัน/เดือน/ปี (พ.ศ.) เกิด..... สัญชาติ.....

ศาสนา.....สถานภาพ.....จำนวนบุตร.....คน

อาชีพก่อนเกษียณ.....ที่อยู่อาศัยในปัจจุบัน

.....
.....
.....

เบอร์โทรติดต่อ.....เบอร์โทรญาติ(ความสัมพันธ์).....

อีเมล Line ID:

ตอนที่ 2 บันทึกค่าขนาดสัดส่วนร่างกาย จำนวน 16 ตำแหน่ง รวมน้ำหนัก

สถานีที่ 1 วัดขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้เข้าทดลองพร้อมบันทึกค่าสัดส่วนร่างกายจำนวน 15 ตำแหน่ง

ตารางที่ 1 สัดส่วนร่างกาย จำนวน 15 ตำแหน่ง และน้ำหนัก

ลำดับ	ตัวย่อ	สัดส่วนร่างกาย	ค่าที่วัดได้ (ชม.)
1	VR	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดขณะยืน	
2	H	ความสูงขณะยืน	
3	EY	ความสูงระดับสายตาขณะยืน	
4	SD	ความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืน	
5	EL	ความสูงระดับข้อศอกขณะยืน	
6	HP	ความสูงระดับสะโพกขณะยืน	
7	KK	ความสูงระดับปลายกำมือขณะยืน	
8	FG	ความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืน	
9	VRS	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดถึงพื้นที่นั่ง	
10	SH	ความสูงขณะนั่ง	
11	EYS	ความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่ง	
12	SDS	ความสูงระดับหัวไหล่ถึงพื้นที่นั่ง	
13	ELS	ความสูงระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่ง	
14	KH	ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง	
15	PH	ความสูงข้อพับเข่าขณะนั่ง	
16	W	น้ำหนัก	(กก.)



2612726043

ตอนที่ 3 เลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ภายในห้องน้ำจำนวน 6 อุปกรณ์

สถานีที่ 2 เลือกตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ภายในห้องน้ำจำนวน 6 อุปกรณ์ตามที่พึงพอใจ พร้อมทั้งถ่ายรูปผู้เข้าทดสอบ

ตารางที่ 2 ค่าตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ที่ใช้ภายในห้องน้ำ

ลำดับ	ตัวย่อ	อุปกรณ์ห้องน้ำ	ค่าที่วัดได้ (ซม.)
1	FC	วาล์วน้ำฝักบัว	
2	SOD	ที่วางสบู่	
3	TR	ราวแขวนผ้า	
4	SW	ฝักบัว	
5	BSH	สายฉีดชำระ	
6	TPH	ที่แขวนกระดาษชำระ	

ลงชื่อผู้เก็บการทดลอง

.....

เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยในกระบวนการวัดสัดส่วนร่างกาย

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

สถานที่ทดลอง ห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันที่เดือนพ.ศ.

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยในการตอบแบบสอบถามและวัดสัดส่วนร่างกาย

ชื่อผู้วิจัย นางสาว นพมาศ เวียงเกตุ

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยงและประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย **จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว**

ข้าพเจ้าจึง**สมัครใจ**เข้าร่วมในงานวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมที่จะ (1) ให้ข้อมูลในการตอบแบบสอบถาม “การคัดกรองคุณสมบัติอาสาสมัคร” และ แบบสอบถาม “พฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน” ด้วยความสัตย์จริง

(2) เข้าร่วมการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายเพื่อการออกแบบที่พกอาศัย

(3) เข้าร่วมการติดตั้งตำแหน่งอุปกรณ์ภายในห้องน้ำ

ตามรายละเอียดที่ผู้วิจัยได้ชี้แจง

ข้าพเจ้ามีสิทธิ**ถอนตัว**ออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะ**เก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

ลงชื่อ

ลงชื่อ.....

.....

(.....)

(นพมาศ เวียงเกตุ..)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัย



2612726043

CD :Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ภาคผนวก ข
การวัดขนาดสัดส่วนสรีระร่างกายในตำแหน่งต่างๆ



2612726043

CU Theslis 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

การวัดขนาดสัดส่วนสรีระร่างกายในตำแหน่งต่างๆ

การวัดสัดส่วนสรีระร่างกายของผู้สูงอายุ ทั้งหมด 16 ตำแหน่งดังนี้

1. ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดขณะยืน (Vertical grip reach)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืนปลายเท้าชิดข้อมือขึ้นสุด

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นถึงส่วนที่มือยื่นกำสูงสุด

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงวัดระยะตามแนวตั้งจากพื้นถึงส่วนที่มือยื่นสูงสุดพร้อมอ่านค่าโดยดูจากส่วนบนสุดของปลายมือที่กำ



2. ความสูงจากพื้น – ศีรษะ (Height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นถึงส่วนที่อยู่สูงสุดของศีรษะ

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดที่อยู่สูงสุดของศีรษะพร้อมอ่านค่า



3. ความสูงตาขณะยืน (Eye height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นถึงระดับสายตา

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดทางตาพร้อมอ่านค่า



2612726043

CU Thesisis 6070228021 thesisis / revc: 31072562 11:32:51 / seq: 52

4. ความสูงหัวไหล่ขณะยืน (Shoulder height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นถึงปุ่มปลายไหล่

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดปุ่มปลายไหล่อ่านค่าที่ได้ตามแขน



5. ความสูงระดับข้อศอกขณะยืน (Elbow height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นถึงปุ่มข้อศอก

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดปุ่มข้อศอกพร้อมอ่านค่า



6. ความสูงระดับสะโพก (Hip height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นถึงสะโพก

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงปุ่มสะโพกพร้อมอ่านค่า



2612726043

7. ความสูงระดับปลายกำมือขณะยืน (Knuckle height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้น ถึงระดับปลายกำมือ

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดปลายกำที่อ่านค่า



8. ความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืน (Fingertip height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นถึงระดับปลายนิ้วที่ยาวที่สุด

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดปลายนิ้วที่ยาวที่สุดพร้อมอ่านค่า



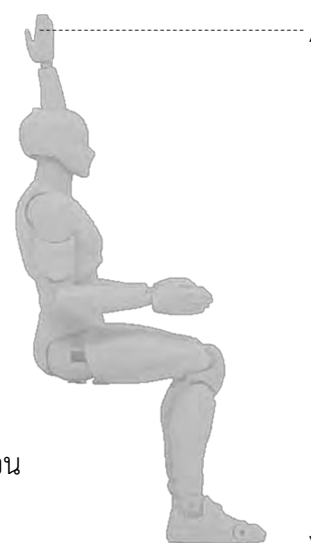
9. ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดขณะนั่ง (Vertical grip reach (Sitting))

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำนั่ง ขาต่อนบนขนานกับพื้นส่วนขาต่อนล่างตั้งฉากกับพื้นชูแขนขวาในขณะกำมือ

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง, แก้วปรับระดับ

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นที่นั่งถึงกึ่งกลางข้อมือปลายกำ

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดกึ่งกลางข้อมือปลายกำพร้อมอ่านค่า



2612726043

10. ความสูงขณะนั่ง (Sitting height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำนั่ง ขาที่นอนบนขนานกับพื้นส่วนขาที่นอน
ล่างตั้งฉากกับพื้น

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง, เก้าอี้ปรับระดับ

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นที่นั่งถึงส่วนที่อยู่สูงสุดของศีรษะ

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อน
มาไว้ตรงจุดบนสุดของศีรษะพร้อมอ่านค่า



11. ความสูงตาขณะนั่ง (Eye height (Sitting))

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำนั่ง ขาที่นอนบนขนานกับพื้นส่วนขาที่นอน
ล่างตั้งฉากกับพื้น

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง, เก้าอี้ปรับระดับ

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นที่นั่งถึงระดับสายตา

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อน
มาไว้ตรงจุดทางตาพร้อมอ่านค่า



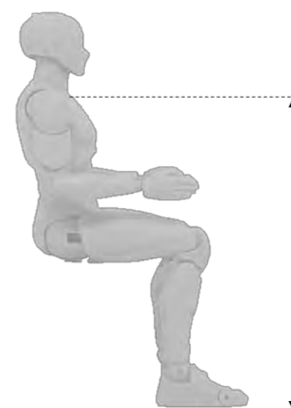
12. ความสูงระดับหัวไหล่ขณะนั่ง (Shoulder height (Sitting))

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำนั่ง ขาที่นอนบนขนานกับพื้นส่วนขาที่นอน
ล่างตั้งฉากกับพื้น

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง, เก้าอี้ปรับระดับ

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปุ่มปลายไหล่

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อน
มาไว้ตรงจุดปุ่มปลายไหล่พร้อมอ่านค่า



2612726043

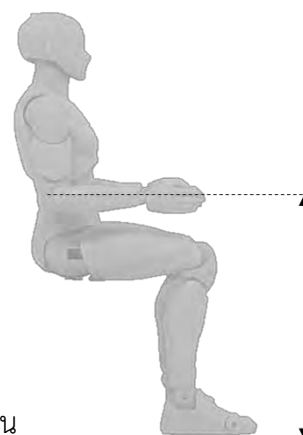
13. ความสูงระดับข้อศอกขณะนั่ง (Elbow height (Sitting))

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำนั่ง ขาท่อนบนขนานกับพื้นส่วนขาท่อนล่างตั้งฉากกับพื้นให้แขนขวาส่วนล่างและมือยื่นไปด้านหน้าลำตัว ในลักษณะขนานกับพื้น

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง, เก้าอี้ปรับระดับ

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นที่นั่ง ถึงปุ่มข้อศอกขณะอแขนตั้งฉาก

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดปุ่มข้อศอกพร้อมอ่านค่า



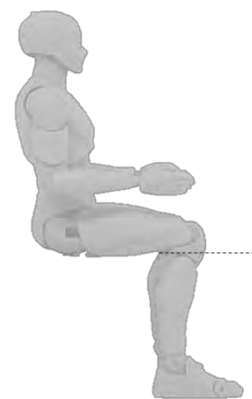
14. ความสูงระดับข้อพับเข่าขณะนั่ง (Popliteal height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำนั่งขาท่อนบนขนานกับพื้นส่วนขาท่อนล่างตั้งฉากกับพื้น

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง, เก้าอี้ปรับระดับ

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นที่นั่ง ถึงข้อพับเข่าด้านใน

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดข้อพับเข่าด้านในพร้อมอ่านค่า



15. ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง (Knee height)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำนั่ง ขาท่อนบนขนานกับพื้นส่วนขาท่อนล่างตั้งฉากกับพื้น

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องมือวัดความสูง, เก้าอี้ปรับระดับ

ตำแหน่งที่วัด: วัดความสูงจากพื้นที่นั่งถึงกระดูกหัวเข่า

วิธีดำเนินการ: ใช้เครื่องมือวัดความสูงโดยใช้แขนของเครื่องมือเลื่อนมาไว้ตรงจุดกระดูกหัวเข่าพร้อมอ่านค่า



2612726043

16. น้ำหนัก (Body weight)

ตำแหน่งของผู้ถูกวัด: ทำยืน

เครื่องมือที่ใช้วัด: เครื่องชั่งน้ำหนัก

ตำแหน่งที่วัด: ผู้ถูกวัดยืนบนเครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีดำเนินการ: ให้ผู้ถูกวัดยืนบนกึ่งกลางเครื่องชั่งน้ำหนักวัดตองศาพร้อมอ่านค่า



2612726043

CU Thesisis 6070228021 thesisis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ภาคผนวก ค

ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายและความสูงอุปกรณ์
ห้องน้ำของผู้เข้าร่วมการทดลอง

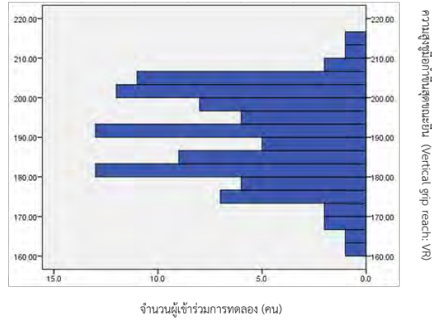


2612726043

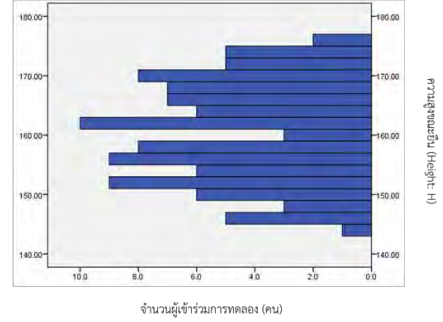
CU Theslis 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงข้อมือกำขึ้นสุดขณะยืน (Vertical grip reach: VR)

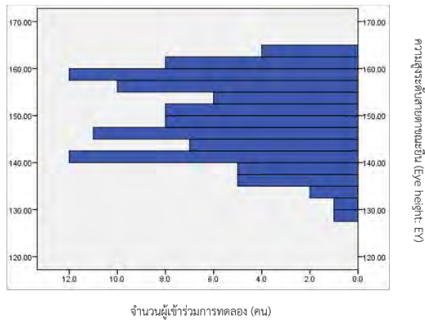


ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงขณะยืน (Height: H)

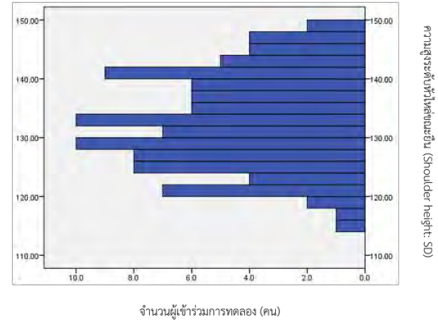


รูปที่ ค.1: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงข้อมือกำขึ้นสุดและความสูงขณะยืนของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับสายตาขณะยืน (Eye height: EY)



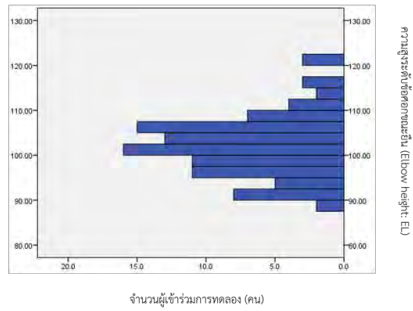
ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืน (Shoulder height: SD)



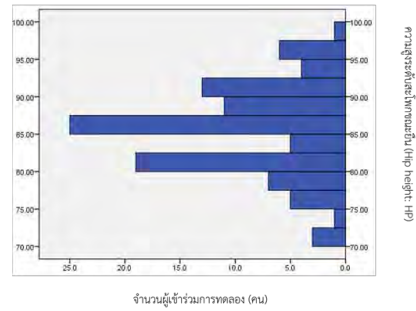
รูปที่ ค.2: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงระดับสายตาและความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืนของผู้เข้าร่วมการทดลอง



ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับข้อศอกขณะยืน (Elbow height: EL)

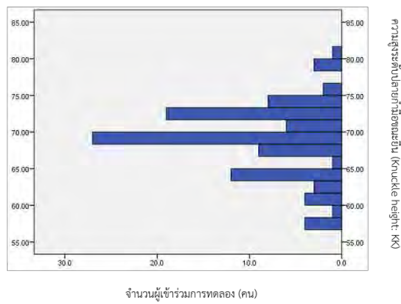


ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับสะโพกขณะยืน (Hip height: HP)

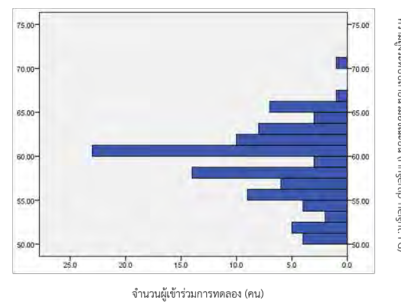


รูปที่ ค.3: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงระดับข้อศอกและความสูงระดับสะโพกขณะยืนของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับปลายฝ่ามือขณะยืน (Knuckle height: KK)

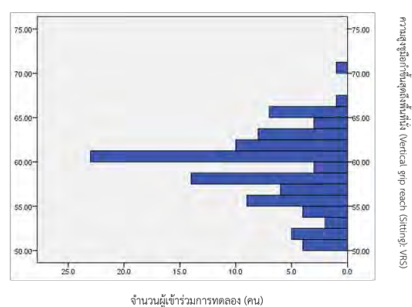


ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืน (Fingertip height: FG)

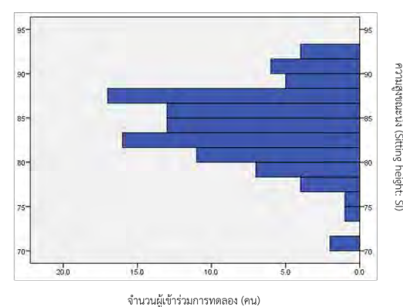


รูปที่ ค.4: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงระดับปลายฝ่ามือและความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืนของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงข้อมือกำขึ้นสุดถึงพื้นที่นั่ง (Vertical grip reach (Sitting): VRS)

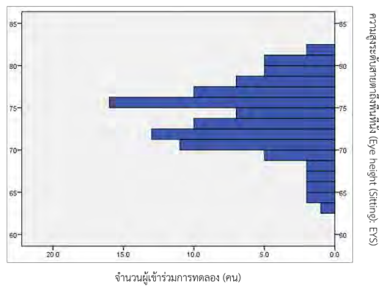


ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงขณะนั่ง (Sitting height: SI)

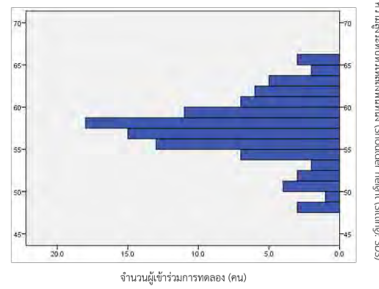


รูปที่ ค.5: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงข้อมือกำขึ้นสุดถึงพื้นที่นั่งและความสูงขณะนั่งของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่ง (Eye height (Sitting): EYS)

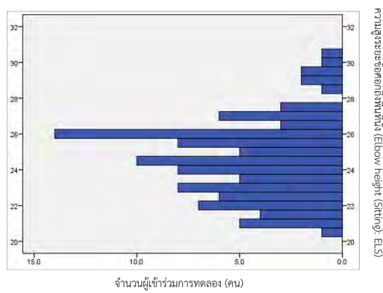


ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับหัวไหล่ถึงพื้นที่นั่ง (Shoulder height (Sitting): SDS)

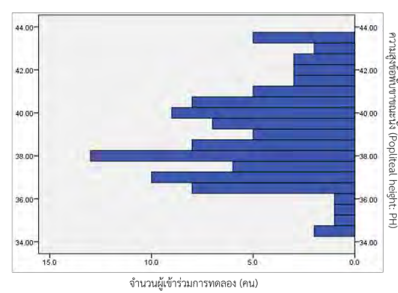


รูปที่ ค.6: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่งและความสูงระดับหัวไหล่ถึงพื้นที่นั่งของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระยะข้อศอกถึงพื้นที่นั่ง (Elbow height (Sitting): ELS)

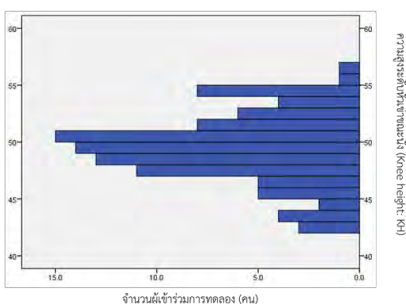


ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงข้อพับขาขณะนั่ง (Popliteal height: PH)

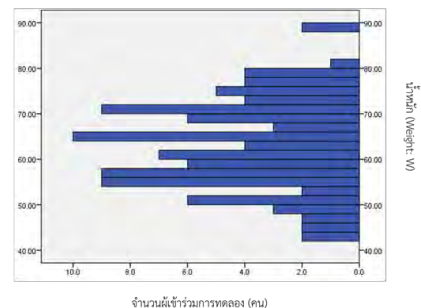


รูปที่ ค.7: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงระยะพักข้อศอกถึงพื้นที่นั่งและความสูงข้อพับขาขณะนั่งของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง (Knee height: KH)

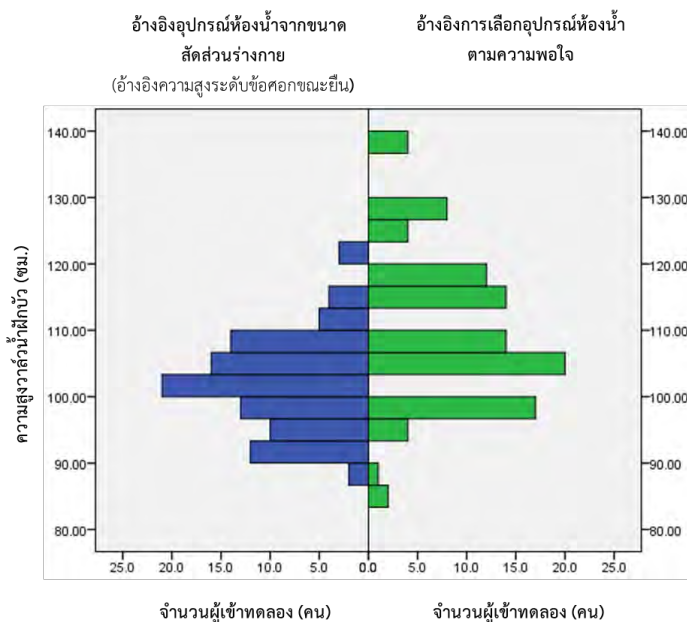


ข้อมูลความถี่ของผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 100 คน ในตำแหน่งน้ำหนัก (Weight: W)

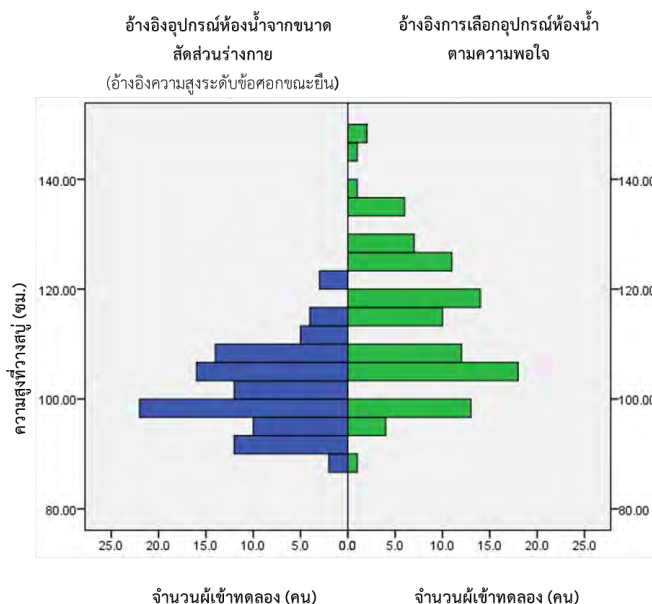


รูปที่ ค.8: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่งและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำของผู้เข้าร่วมการทดลอง

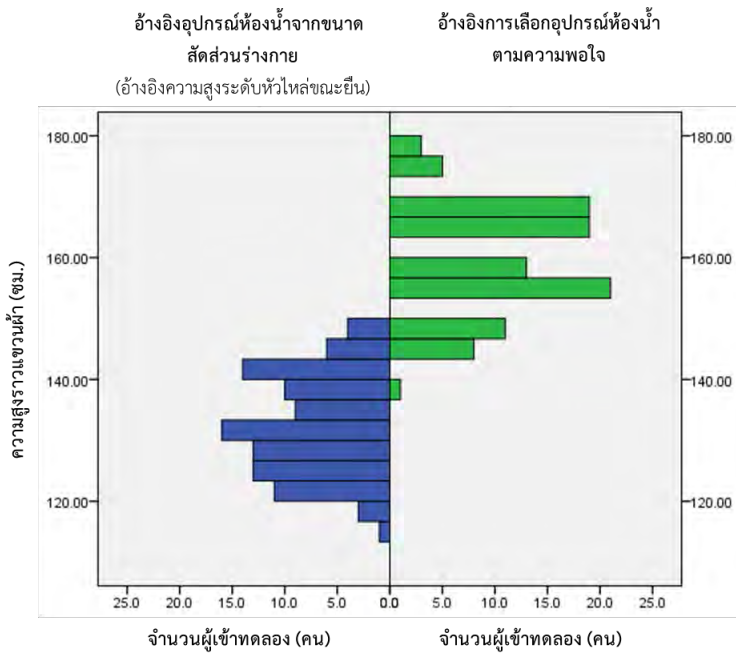


รูปที่ ค.9: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงวาล์วน้ำฝักบัวระหว่างวิธีการอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ

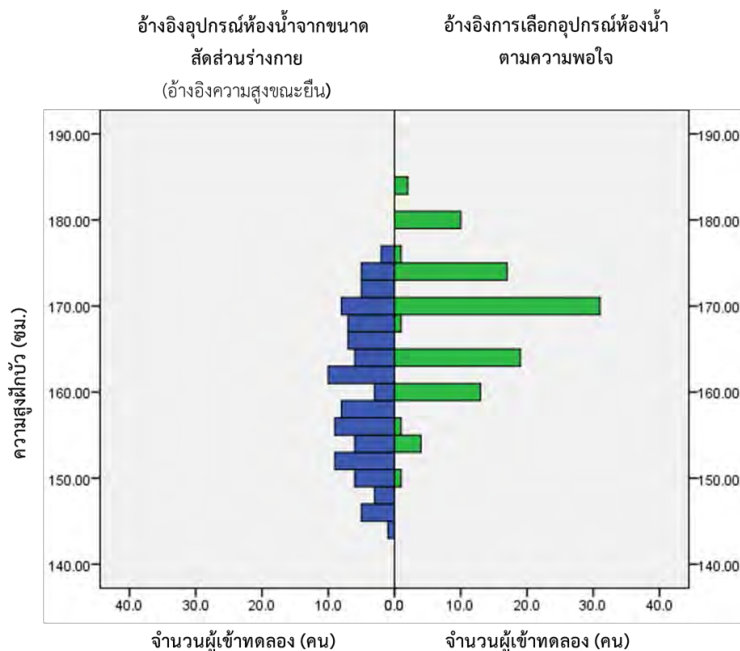


รูปที่ ค.10: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงที่วางสปูระหว่างวิธีการอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ

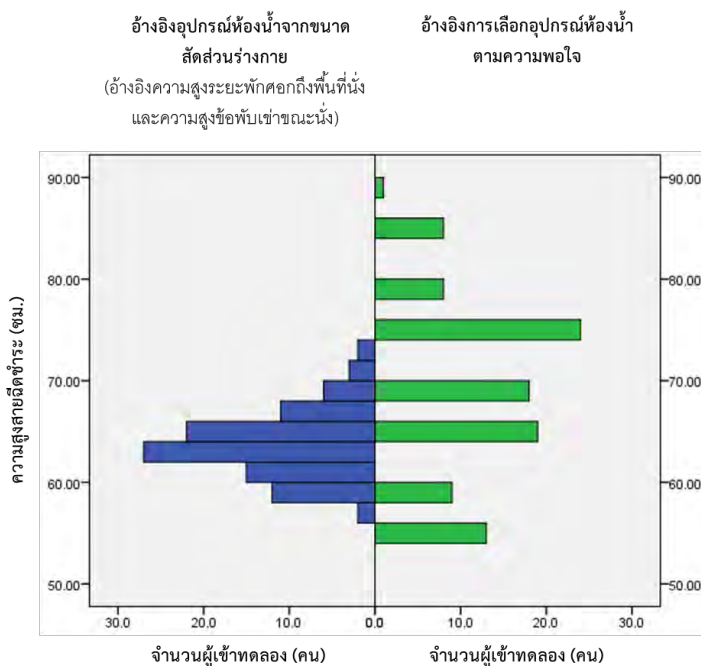




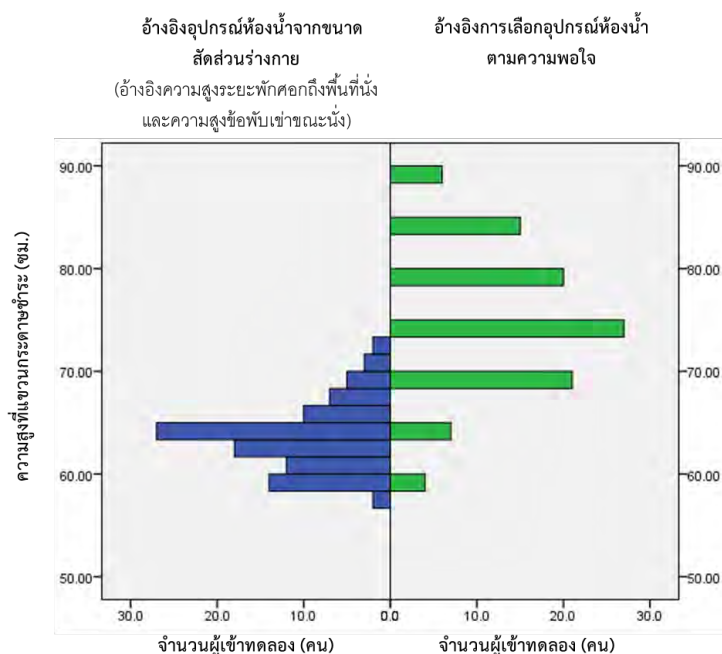
รูปที่ ค.11: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงร่าวแขนขวาระหว่างวิธีการอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ



รูปที่ ค.12: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงปีกบวาระหว่างวิธีการอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ



รูปที่ ค.13: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงสายฉีดชำระระหว่างวิธีการอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ



รูปที่ ค.14: ข้อมูลความถี่ของตำแหน่งความสูงที่แขวนกระดาดชำระระหว่างวิธีการอ้างอิงจากขนาดสัดส่วนร่างกายกับการอ้างอิงจากการเลือกอุปกรณ์ห้องน้ำตามความพอใจ



2612726043

CD :Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ภาคผนวก ง
สถิติทดสอบ T-test ของขนาดสัดส่วนร่างกายและความสูงของอุปกรณ์
ห้องน้ำ



2612726043

CU Theslis 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของขนาดสัดส่วนร่างกายระหว่างเพศชายและเพศหญิง
(สถิติทดสอบ t-test)

3. ทดสอบการกระจายตัวปกติของข้อมูล

ตารางที่ ง.1: สถิติการทดสอบ Shapiro-Wilk และ Kolmogorov-Smirnov ของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง

ลำดับ	ตัวย่อ	ขนาดสัดส่วนร่างกาย	เพศชาย(n=45)	เพศหญิง (n=55)
			Shapiro-Wilk	Kolmogorov-Smirnov Sig.
1	VR	ความสูงขณะยืน	0.061	0.200
2	H	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดขณะยืน	0.519	0.200
3	EY	ความสูงระดับสายตาขณะยืน	0.569	0.200
4	SD	ความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืน	0.021	0.063
5	EL	ความสูงระดับข้อศอกขณะยืน	0.000	0.008*
6	HP	ความสูงระดับสะโพกขณะยืน	0.758	0.200
7	KK	ความสูงระดับปลายกำมือขณะยืน	0.116	0.051
8	FG	ความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืน	0.355	0.200
9	VRS	ความสูงข้อพับเข่าขณะนั่ง	0.018	0.005*
10	SI	ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง	0.283	0.200
11	EYS	ความสูงขณะนั่ง	0.072	0.043*
12	SDS	ความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่ง	0.491	0.200
13	ELS	ความสูงระดับหัวไหล่ถึงพื้นที่นั่ง	0.015	0.017*
14	PH	ความสูงระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่ง	0.215	0.200
15	KH	ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดถึงพื้นที่นั่ง	0.874	0.200
16	W	น้ำหนัก	0.219	0.200

จากตารางที่ ง.1 แสดงสถิติการทดสอบ Shapiro-Wilk และ Kolmogorov-Smirnov พบว่าขนาดสัดส่วนร่างกายทั้ง 16 ตำแหน่ง ในเพศชายมีจำนวน n = 45 ดังนั้นจึงเลือกใช้สถิติการทดสอบ Shapiro-Wilk (n < 50) ค่า sig. ของขนาดสัดส่วนร่างกาย ได้แก่ ความสูงขณะยืน ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดขณะยืน ความสูงระดับสายตาขณะยืน ความสูงระดับสะโพกขณะยืน ความสูงระดับปลายกำมือขณะยืน ความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืน ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง ความสูงขณะนั่ง ความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่ง ความสูงระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่ง ความสูงข้อมือกำขึ้นสุดถึงพื้นที่นั่ง

และน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.061 0.519 0.569 0.758 0.116 0.355 0.283 0.072 0.491 0.215 0.874 และ 0.219 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 หรือข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายดังกล่าวในเพศชายมีการกระจายตัวแบบปกติ และที่เพศหญิงมีจำนวน $n = 54$ ดังนั้นจึงเลือกใช้สถิติการทดสอบ Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) ค่า sig. ของขนาดสัดส่วนร่างกาย ได้แก่ ความสูงขณะยืน ความสูงชูมือกำขึ้นสุดขณะยืน ความสูงระดับสายตาขณะยืน ความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืน ความสูงระดับสะโพกขณะยืน ความสูงระดับปลายกำมือขณะยืน ความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืน ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง ความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่ง ความสูงระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่ง ความสูงชูมือกำขึ้นสุดถึงพื้นที่นั่ง และน้ำหนัก มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 หรือข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายดังกล่าวในเพศหญิงมีการกระจายตัวแบบปกติ ในขณะที่ขนาดสัดส่วนร่างกายตำแหน่งอื่นๆ นั้นมีการกระจายตัวของข้อมูลแบบไม่ปกติ

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดสัดส่วนร่างกายเพศชายและเพศหญิง

เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุเพศชายและผู้สูงอายุเพศหญิง จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็นเพศหญิง 55 คน และเพศชาย 45 คน โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ทั้งเพศชายและเพศหญิงมาทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี 2 Sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงดังตารางที่ 1จ

สมมติฐานการทดสอบ:

$$H_0 : \mu_{ชาย} = \mu_{หญิง}$$

$$H_1 : \mu_{ชาย} \neq \mu_{หญิง}$$

เมื่อ: $\mu_{ชาย}$ และ $\mu_{หญิง}$ คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ

สถิติในการทดสอบ: T-test



2612726043

ตารางที่ ง.2: ผลการทดสอบความแตกต่างของขนาดสัดส่วนร่างกายของเพศชายและเพศหญิง
ด้วยสถิติทดสอบ t-test

ลำดับ	ตัวย่อ	ขนาดสัดส่วนร่างกาย	t-test for Equality of Means		
			t	df	Sig. (2-tailed)
1	VR	ความสูงขณะยืน	-8.237	98	0.000*
2	H	ความสูงขมูกถึงกำปั้นสุดขณะยืน	-7.98	98	0.000*
3	EY	ความสูงระดับสายตาขณะยืน	-8.563	98	0.000*
4	SD	ความสูงระดับหัวไหล่ขณะยืน	-7.403	98	0.000*
5	EL	ความสูงระดับข้อศอกขณะยืน	-4.994	98	0.000*
6	HP	ความสูงระดับสะโพกขณะยืน	-2.938	98	0.004*
7	KK	ความสูงระดับปลายกำมือขณะยืน	-4.535	98	0.000*
8	FG	ความสูงระดับปลายนิ้วมือขณะยืน	-2.946	98	0.004*
9	VRS	ความสูงข้อพับเข่าขณะนั่ง	-8.498	98	0.000*
10	SI	ความสูงระดับหัวเข่าขณะนั่ง	-7.526	98	0.000*
11	EYS	ความสูงขณะนั่ง	-6.544	98	0.000*
12	SDS	ความสูงระดับสายตาถึงพื้นที่นั่ง	-6.053	98	0.000*
13	ELS	ความสูงระดับหัวไหล่ถึงพื้นที่นั่ง	-1.352	98	0.180
14	PH	ความสูงระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่ง	-7.525	98	0.000*
15	KH	ความสูงขมูกถึงกำปั้นสุดถึงพื้นที่นั่ง	-5.659	98	0.000*
16	W	น้ำหนัก	-4.196	98	0.000*

สรุปผลการทดสอบ:

จากตารางที่ ง.2 แสดงสถิติการทดสอบ t-test พบว่าค่า Sig ของขนาดสัดส่วนความสูงของระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่ง (ELS) มีค่ามากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 กล่าวคือความสูงของระยะพักศอกถึงพื้นที่นั่ง (ELS) ระหว่างเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งอื่นๆ มีค่า Sig < 0.05 ($\alpha = 0.05$) จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ได้แก่ VR H EY SD EL HP KK FG VRS SI EYS SDS ELS PH KH และ W ระหว่างเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างเพศชายและเพศหญิง
(สถิติทดสอบ t-test)

5. ทดสอบการกระจายตัวปกติของข้อมูล

ตารางที่ ง.3: สถิติการทดสอบ Shapiro-Wilk และ Kolmogorov-Smirnov ของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำของผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง

ตัวย่อ	อุปกรณ์ห้องน้ำ	เพศชาย (n=45)	เพศหญิง (n=55)
		Shapiro-Wilk	Kolmogorov-Smirnov Sig.
FC	วาล์วน้ำฝักบัว	0.007	0.016
SOD	ที่วางสบู่	0.030	0.021
TR	ราวแขวนผ้า	0.038	0.000
SW	ฝักบัว	0.008	0.004
BSH	สายฉีดชำระ	0.066	0.002
TPH	ที่แขวนกระดาษชำระ	0.019	0.000

จากตารางที่ ง.3 แสดงสถิติการทดสอบ Shapiro-Wilk และ Kolmogorov-Smirnov พบว่าขนาดสัดส่วนร่างกายทั้ง 16 ตำแหน่ง ในเพศชายมีจำนวน $n = 45$ ดังนั้นจึงเลือกใช้สถิติการทดสอบ Shapiro-Wilk ($n < 50$) ค่า sig. ของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ ความสูงวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว และที่แขวนกระดาษชำระ มีค่าเท่ากับ 0.007 0.030 0.038 0.008 และ 0.019 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือความสูงวาล์วน้ำ ฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว และที่แขวนกระดาษชำระ ดังกล่าวในเพศชายไม่มีการกระจายตัวแบบปกติ ในขณะที่ความสูงสายฉีดชำระมีการกระจายตัวแบบปกติ

ส่วนเพศหญิงมีจำนวน $n = 54$ ดังนั้นจึงเลือกใช้สถิติการทดสอบ Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) ค่า sig. ของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ ความสูงวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ มีค่าเท่ากับ 0.016 0.021 0.000 0.004 0.002 และ 0.000 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือความสูงวาล์วน้ำ ฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ดังกล่าวในเพศหญิงไม่มีการกระจายตัวแบบปกติ

ตารางที่ ง.4: ผลการทดสอบความแตกต่างของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำระหว่างเพศชายและเพศหญิงด้วยสถิติทดสอบ Mann – Whitney test

ตัวย่อ	อุปกรณ์ห้องน้ำ	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Sig. (2-tailed)
FC	วาล์วน้ำฝักบัว	477.500	1855.500	-4.856	0.000
SOD	ที่วางสบู่	527.500	1905.500	-4.454	0.000
TR	ราวแขวนผ้า	727.500	2105.500	-2.977	0.003
SW	ฝักบัว	493.000	1871.000	-4.786	0.000
BSH	สายฉีดชำระ	954.000	2332.000	-1.246	0.213
TPH	ที่แขวนกระดาษชำระ	974.000	2352.000	-1.104	0.269

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดสัดส่วนร่างกายเพศชายและเพศหญิง

เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุเพศชายและผู้สูงอายุเพศหญิงจำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็นเพศหญิง 55 คน และเพศชาย 45 คน โดยนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ทั้งเพศชายและเพศหญิงมาทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี 2 Sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงดังตารางที่ ง.4

สมมติฐานการทดสอบ:

H_0 : ค่ากลางของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ i ระหว่างเพศชายและเพศหญิงไม่ต่างกัน

H_1 : ค่ากลางของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ i ระหว่างเพศชายและเพศหญิงต่างกัน

เมื่อ: i คือ ความสูงวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ

สถิติในการทดสอบ: Mann – Whitney test

สรุปผลการทดสอบ:

เนื่องจากผลการทดสอบข้อมูลความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำไม่มีการกระจายตัวปกติ จึงใช้สถิติทดสอบ Mann – Whitney test จากตารางที่ ง 4 พบว่าค่า Sig ของความสูงวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู ราวแขวนผ้า และฝักบัว มีค่าเท่ากับ 0.000 0.000 0.003 0.000 มีค่าน้อยกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หมายความว่าค่ากลางความสูงวาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู ราวแขวนผ้า และฝักบัว ระหว่างเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกัน ในขณะที่ค่า Sig ของความสูงสายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ค่ามากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 หมายความว่าค่ากลางของความสูงสายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาษชำระ ระหว่างเพศชายและเพศหญิงไม่ต่างกัน



2612726043

ภาคผนวก จ
ทดสอบอิทธิพลระหว่างความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับปัจจัยพื้นฐาน



2612726043

CU Theslis 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ทดสอบอิทธิพลระหว่างความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำกับปัจจัยพื้นฐาน

ทดสอบอิทธิพลของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำที่ส่งผลกระทบต่อปัจจัยพื้นฐานด้วยการวิเคราะห์ three way anova (F-test) มีสมมติฐานดังนี้

1. กำหนดกลุ่มปัจจัยพื้นฐาน

ตารางที่ จ.1: กำหนดกลุ่มปัจจัยพื้นฐาน

ปัจจัยพื้นฐาน	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3
เพศ	ชาย	หญิง	-
ช่วงอายุ (ปี)	60-65	66-70	71-75
ช่วงความสูง (ซม.)	145-165	166-180	-
ระยะห่างชักโครก (ซม.)	48-51	52-56	56-58

2. ทดสอบปัจจัยพื้นฐานที่ส่งอิทธิพลต่อความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในท่านั่งและทำยืน

สมมติฐานการทดสอบ:

H_0 : อุปกรณ์ห้องน้ำ (วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสปู ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาดชำระ) มีอิทธิพลต่อปัจจัยพื้นฐาน

H_1 : อุปกรณ์ห้องน้ำ (วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสปู ราวแขวนผ้า ฝักบัว สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาดชำระ) ไม่มีอิทธิพลต่อปัจจัยพื้นฐาน

สถิติในการทดสอบ: F-test

ตาราง จ.2: สถิติการทดสอบ three way anova (F-test) ของอุปกรณ์ห้องน้ำในท่าฮีน

ปัจจัยพื้นฐาน	อุปกรณ์ห้องน้ำ	F	Sig.
เพศ	วาล์วน้ำฝักบัว	0.059	0.810
	ที่วางสบู่	0.008	0.930
	ราวแขวนผ้า	0.085	0.772
	ฝักบัว	0.342	0.562
	สายฉีดชำระ	0.024	0.878
	ที่แขวนกระดาษชำระ	2.736	0.107
ช่วงอายุ	วาล์วน้ำฝักบัว	0.404	0.670
	ที่วางสบู่	0.434	0.651
	ราวแขวนผ้า	1.112	0.340
	ฝักบัว	0.233	0.794
	สายฉีดชำระ	0.286	0.753
	ที่แขวนกระดาษชำระ	0.556	0.578
ช่วงความสูง	วาล์วน้ำฝักบัว	17.887	0.000
	ที่วางสบู่	15.660	0.000
	ราวแขวนผ้า	16.510	0.000
	ฝักบัว	9.971	0.000
	สายฉีดชำระ	0.092	0.912
	ที่แขวนกระดาษชำระ	0.124	0.884
ระยางค์	วาล์วน้ำฝักบัว	2.760	0.076
	ที่วางสบู่	0.152	0.860
	ราวแขวนผ้า	-	-
	ฝักบัว	-	-
	สายฉีดชำระ	-	-
	ที่แขวนกระดาษชำระ	-	-
เพศ*ช่วงอายุ	วาล์วน้ำฝักบัว	0.067	0.935
	ที่วางสบู่	1.165	0.323
	ราวแขวนผ้า	0.630	0.538
	ฝักบัว	0.551	0.581
	สายฉีดชำระ	0.007	0.993
	ที่แขวนกระดาษชำระ	0.160	0.852
เพศ*ช่วงความสูง	วาล์วน้ำฝักบัว	0.719	0.402
	ที่วางสบู่	1.836	0.184
	ราวแขวนผ้า	3.198	0.082
	ฝักบัว	0.138	0.713
	สายฉีดชำระ	1.258	0.269
	ที่แขวนกระดาษชำระ	2.933	0.095

เพศ*	วาล์วน้ำฝักบัว	3.651	0.064
ระยะทางชักโครก	ที่วางสบู่อ	9.702	0.004
โครก	ราวแขวนผ้า	-	-
	ฝักบัว	-	-
	สายฉีดชำระ	-	-
	ที่แขวนกระดาษชำระ	-	-
ช่วงอายุ*	วาล์วน้ำฝักบัว	0.629	0.601
ช่วงความสูง	ที่วางสบู่อ	1.186	0.328
	ราวแขวนผ้า	1.814	0.162
	ฝักบัว	0.242	0.867
	สายฉีดชำระ	0.422	0.738
	ที่แขวนกระดาษชำระ	0.763	0.522
ช่วงอายุ*	วาล์วน้ำฝักบัว	0.494	0.688
ระยะทางชักโครก	ที่วางสบู่อ	0.339	0.797
โครก	ราวแขวนผ้า	0.565	0.641
	ฝักบัว	0.599	0.620
	สายฉีดชำระ	0.267	0.848
	ที่แขวนกระดาษชำระ	0.645	0.591
ช่วงความสูง*	วาล์วน้ำฝักบัว	1.036	0.365
ระยะทางชักโครก	ที่วางสบู่อ	3.649	0.036
โครก	ราวแขวนผ้า	1.095	0.345
	ฝักบัว	0.571	0.570
	สายฉีดชำระ	0.566	0.573
	ที่แขวนกระดาษชำระ	1.288	0.288
	ช่วงอายุ*	วาล์วน้ำฝักบัว	4.114
ช่วงความสูง*	ที่วางสบู่อ	0.606	0.441
ระยะทางชักโครก	ราวแขวนผ้า	0.053	0.819
โครก	ฝักบัว	0.053	0.819
	สายฉีดชำระ	3.838	0.058
	ที่แขวนกระดาษชำระ	0.086	0.772

สรุปผลการทดสอบ:

จากตารางที่ จ1 แสดงสถิติทดสอบ three way anova ปัจจัยช่วงความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่อ ราวแขวนผ้า และฝักบัว มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือตำแหน่งความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำมีอิทธิพลต่อปัจจัยช่วงความสูงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ปัจจัยอื่นๆ ที่เหลือไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำ

ภาคผนวก ฉ

การตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ



2612726043

CU Theslis 6070228021 thesis / recv: 31072562 11:32:51 / seq: 52

ตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ

1. ข้อมูลอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีน

1.1 ตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X) มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ ๑.1: สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีน

อุปกรณ์ ห้องน้ำ	Correlations	ขนาดสัดส่วนร่างกาย								
		VR	H	EY	SD	EL	HP	KK	FG	W
วาล์วน้ำ ฝักบัว (FC)	Pearson Correlation (r)	0.722	0.792	0.745	0.725	0.602	0.547	0.487	0.450	0.379
	Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ที่วางสบู่ (SOD)	Pearson Correlation (r)	0.687	0.737	0.685	0.682	0.569	0.463	0.485	0.432	0.469
	Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ราวแขวนผ้า (TR)	Pearson Correlation (r)	0.429	0.449	0.423	0.455	0.484	0.372	0.305	0.305	0.287
	Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.004
ฝักบัว SW	Pearson Correlation (r)	0.694	0.727	0.713	0.703	0.625	0.402	0.456	0.407	0.432
	Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

สมมติฐานการทดสอบ:

$$H_0 : \rho_{ij} = 0$$

$$H_1 : \rho_{ij} \neq 0$$

เมื่อ i คือ FC, SOD, TR และ SW

j คือ VR, H, EY, SD, EL, HP, KK, FG และ W

สถิติทดสอบ: Pearson Correlation

สรุปผลการทดสอบ:

จากตารางที่ ๑.1 ตัวแปรระหว่างความสูงท้องน้ำได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว (FC) ที่วางสบู (SOD) ราวแขวนผ้า (TR) และฝักบัว (SW) กับขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีน จำนวน 9 ตำแหน่ง พบว่ามี ค่า Sig. 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือ ตัวแปรระหว่างอุปกรณ์ท้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกายของทำยีน มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก

1.2 ส่วนเหลือมีการกระจายตัวแบบปกติ

สมมติฐานการทดสอบ:

H_0 = Residual มีการกระจายแบบปกติ

H_1 = Residual ไม่มีการกระจายแบบปกติ

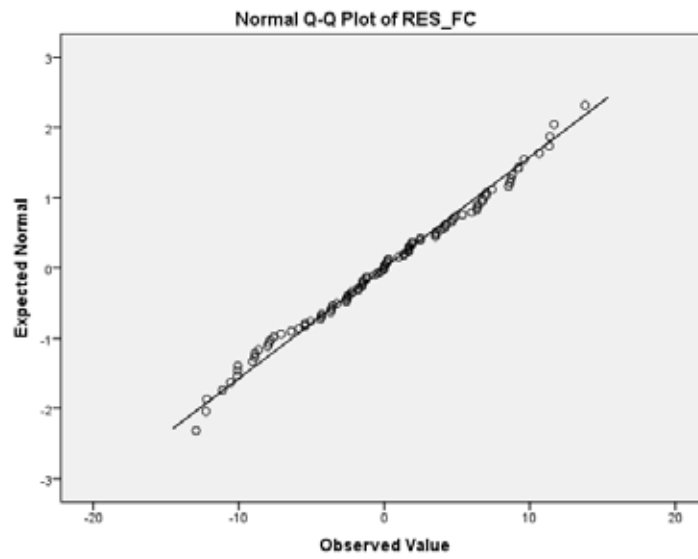
สถิติในการทดสอบ: Kolmogorov – Smirnov ($n > 50$)

ตารางที่ ๑.2: ทดสอบการแจกแจงปกติของค่าส่วนเหลือ (Residual) ความสูงอุปกรณ์ท้องน้ำ (ทำยีน)

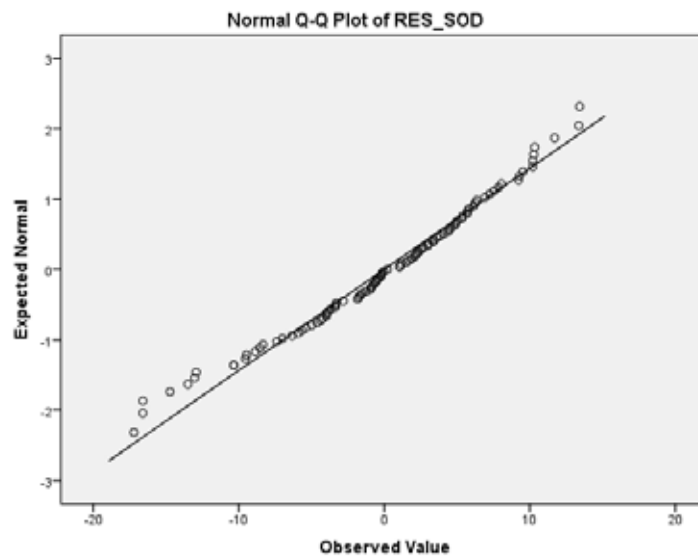
ค่าส่วนเหลืออุปกรณ์ท้องน้ำ	Kolmogorov-Smirnov
	Sig.
Unstandardized Residual (FC)	0.200*
Unstandardized Residual (SOD)	0.200*
Unstandardized Residual (TR)	0.200*
Unstandardized Residual (SW)	0.200*

สรุปผลการทดสอบ:

จากตารางที่ ๑.2 แสดงสถิติการทดสอบ Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) ค่า sig. ของส่วนเหลือความสูงอุปกรณ์ท้องน้ำ ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู ราวแขวนผ้า ฝักบัว เท่ากับ 0.200 0.074 0.200 และ 0.200 ซึ่งมากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 หรือค่าส่วนเหลือของข้อมูลความสูงอุปกรณ์ท้องน้ำในทำยีนมีการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลความสูงอุปกรณ์ท้องน้ำในทำยีนเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์



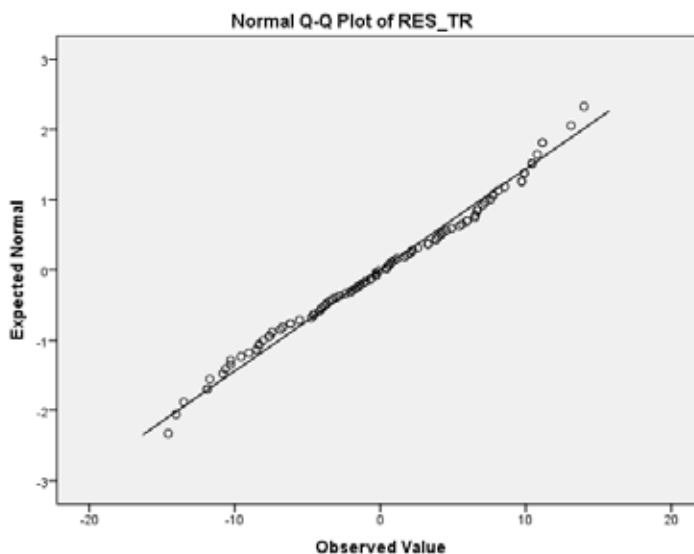
รูปที่ ๑.1: การกระจายตัวของข้อมูลค่าส่วนเหลือของความสูงวาล์วน้ำฝักบัว



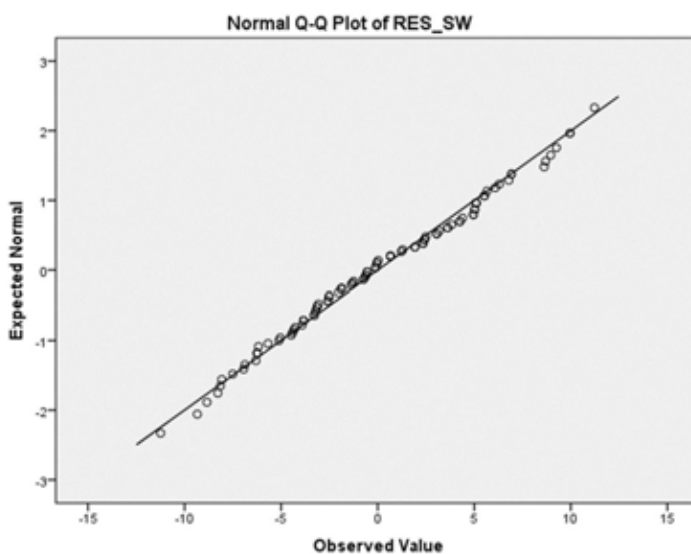
รูปที่ ๑.2: การกระจายตัวของข้อมูลค่าส่วนเหลือของความสูงที่วางสบู



2612726043



รูปที่ ๓.3: การกระจายตัวของข้อมูลค่าส่วนเหลือของความสูงราวแขวนผ้า



รูปที่ ๓.4: การกระจายตัวของข้อมูลค่าส่วนเหลือของความสูงฝักบัว

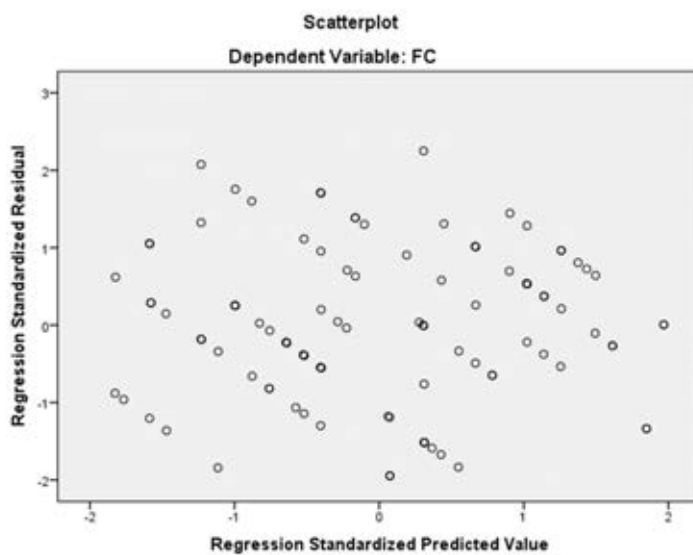
จากรูปที่ ๓.1 – ๓.4 แสดงกราฟ Normal Q-Q plot ของข้อมูลค่าส่วนเหลือของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีน พบว่าค่า ค่าส่วนเหลืออุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู ราวแขวนผ้า และฝักบัว (Observed Value) กับข้อมูลที่คาดไว้การแจกแจงปกติ (Expected Normal) จะเห็นว่า จุดของค่าต่างๆ อยู่บริเวณใกล้ๆ เส้นทแยง (ideal normal) จึงสรุปได้ว่ามูลค่าส่วนเหลือของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีนมีการกระจายตัวแบบปกติ



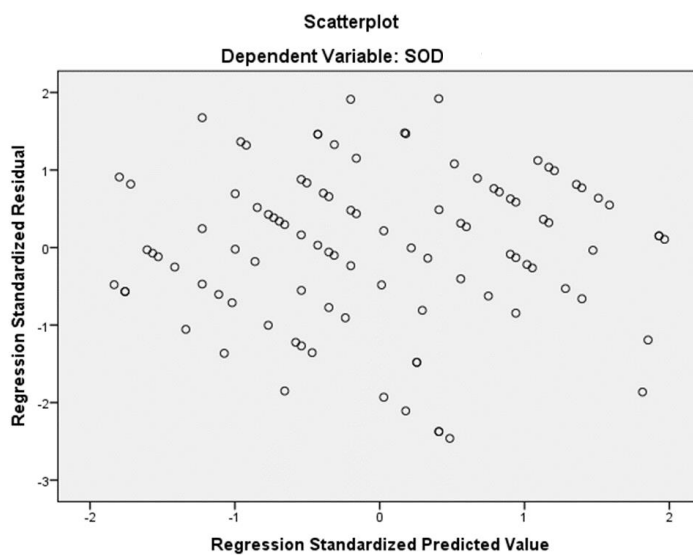
2612726043

1.3 ส่วนเหลือมีความแปรปรวนคงที่ (Homoscedasticity)

จากการตรวจสอบโดยการพล็อตกราฟระหว่าง Regression standardized residual vs Regression standardized predicted value ดังนี้



รูปที่ ๕.5: การกระจายตัวความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือความสูงวาล์วน้ำฝักบัว

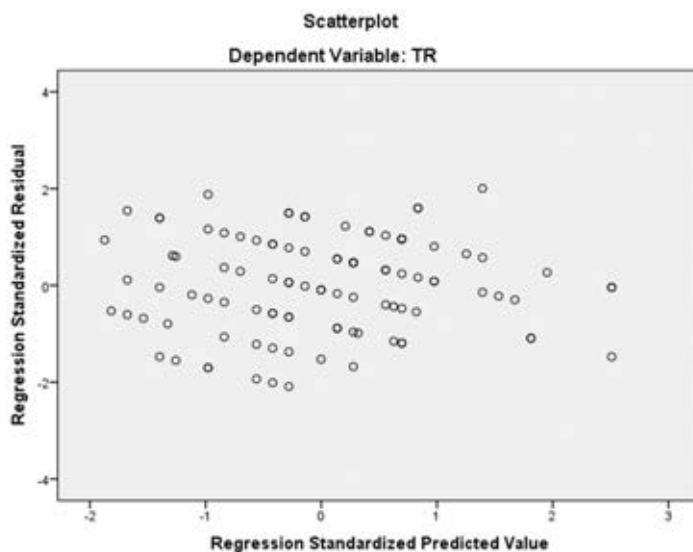


รูปที่ ๕.6: การกระจายตัวความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือความสูงที่วางสปู

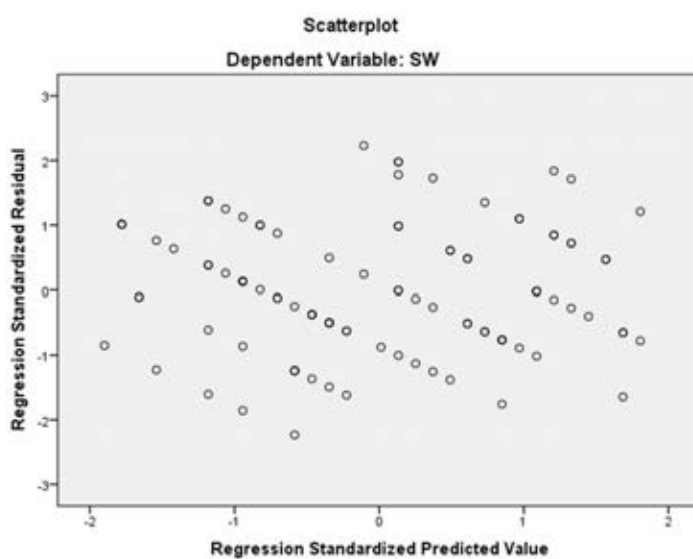


2612726043

CU_Thesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52



รูปที่ ๗.7: การกระจายตัวความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือความสูงราวแขวนผ้า



รูปที่ ๗.8: การกระจายตัวความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือความสูงฝักบัว

จากรูปที่ ๗.5 – รูปที่ ๗.8 พบว่าส่วนเหลือของข้อมูลความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีน ได้แก่ วาล์วน้ำฝักบัว ที่วางสบู่ ราวแขวนผ้า และฝักบัว พบว่ามีการกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีความสมมาตรรอบค่าศูนย์ สามารถสรุปได้ว่าความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีนมีความแปรปรวนคงที่



2612726043

1.4 ตัวแปรอิสระแต่ละตัวเป็นอิสระกัน (X_1, X_2, \dots, X_k) หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity)

ตรวจสอบรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรอิสระขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ ๓.3

ตารางที่ ๓.3: เมตริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกาย (ทำยีน)

	VR	H	EY	SD	EL	HP	KK	FG	W
VR	1.000	0.948	0.953	0.929	0.785	0.615	0.614	0.591	0.536
H		1.000	0.981	0.949	0.831	0.632	0.677	0.645	0.525
EY			1.000	0.943	0.819	0.608	0.694	0.650	0.521
SD				1.000	0.880	0.656	0.718	0.687	0.592
EL					1.000	0.585	0.696	0.704	0.546
HP						1.000	0.487	0.452	0.437
KK							1.000	0.868	0.493
FG								1.000	0.452
W									1.000

จากตารางที่ ๓.3 แสดงเมตริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation: r) ระหว่างตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกาย (ทำยีน) จะพบว่าตัวแปร VR, H, EY, SD, EL, KK และ FG มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดโดยมีค่า ($|r| > 0.80$) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าตัวแปรระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายมีความสัมพันธ์กันเองค่อนข้างสูงจึงเกิดปัญหา Multicollinearity ซึ่งตัวแปร VR, H, EY และ SD ควรอยู่ใน factor เดียวกัน และ KK และ FG ควรอยู่ใน factor เดียวกัน

2 ข้อมูลอุปกรณ์ห้องน้ำในท่านั่ง

2.1 ตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X) มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ ๑.4: สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกายของท่านั่ง

อุปกรณ์ห้องน้ำ	Correlations	ขนาดสัดส่วนร่างกาย						
		VRS	SI	EYS	SDS	ELS	KH	PH
สายฉีดชำระ (BSH)	Pearson Correlation (r)	0.083	0.050	0.045	0.068	0.001	0.048	0.136
	Sig.	0.414	0.621	0.654	0.502	0.990	0.639	0.178
ที่แขวนกระดาษชำระ (TPH)	Pearson Correlation (r)	0.127	0.012	0.036	0.047	-0.015	0.071	0.134
	Sig. (2-tailed)	0.207	0.902	0.721	0.645	0.884	0.483	0.183

สมมติฐานการทดสอบ:

$$H_0 : \rho_{ij} = 0$$

$$H_1 : \rho_{ij} \neq 0$$

เมื่อ i คือ BSH และ TPH

j คือ VRS, SI, EYS, SDS, ELS, KH และ PH

สถิติทดสอบ: Pearson Correlation

สรุปผลการทดสอบ:

จากตารางที่ ๑.4 ตัวแปรระหว่างความสูงห้องน้ำได้แก่สายฉีดชำระ (BSH) และ ที่แขวนกระดาษชำระ (TPH) กับขนาดสัดส่วนร่างกายของท่านั่ง จำนวน 7 ตำแหน่ง พบว่ามี ค่า Sig. 0.000 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือ ตัวแปรระหว่างอุปกรณ์ห้องน้ำกับขนาดสัดส่วนร่างกายของท่านั่ง ไม่มีความสัมพันธ์กันทุกตัวแปร

2.2 ส่วนเหลือมีการกระจายตัวแบบปกติ

สมมติฐานการทดสอบ:

H_0 = Residual มีการกระจายแบบปกติ

H_1 = Residual ไม่มีการกระจายแบบปกติ

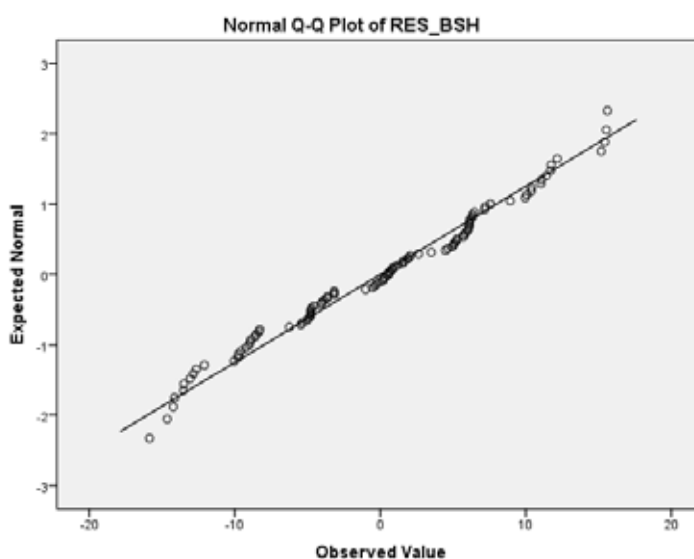
สถิติในการทดสอบ: Kolmogorov – Smirnov ($n > 50$)

ตารางที่ ๑.5: ทดสอบการแจกแจงปกติของค่าส่วนเหลือ (Residual) ความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ (ทำนัง)

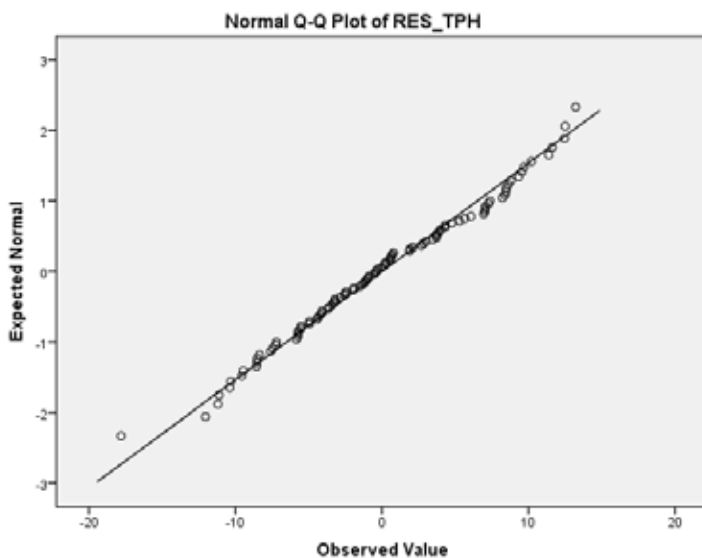
ค่าส่วนเหลืออุปกรณ์ห้องน้ำ	Kolmogorov-Smirnov
	Sig.
Unstandardized Residual (BSH)	0.090*
Unstandardized Residual (TPH)	0.200*

สรุปผลการทดสอบ:

จากตารางที่ ๑.5 แสดงสถิติการทดสอบ Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) ค่า sig. ของส่วนเหลือความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาดหิซซู เท่ากับ 0.090 และ 0.200 ซึ่งมากกว่า 0.05 ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 หรือข้อมูลความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำของท่านังมีการกระจายตัวแบบปกติ



รูปที่ ๑.9: การกระจายตัวของข้อมูลค่าส่วนเหลือของความสูงสายฉีดชำระ



รูปที่ ๑.10 : การกระจายตัวของข้อมูลค่าส่วนเหลือของความสูงที่แขวนกระดาศิซู่

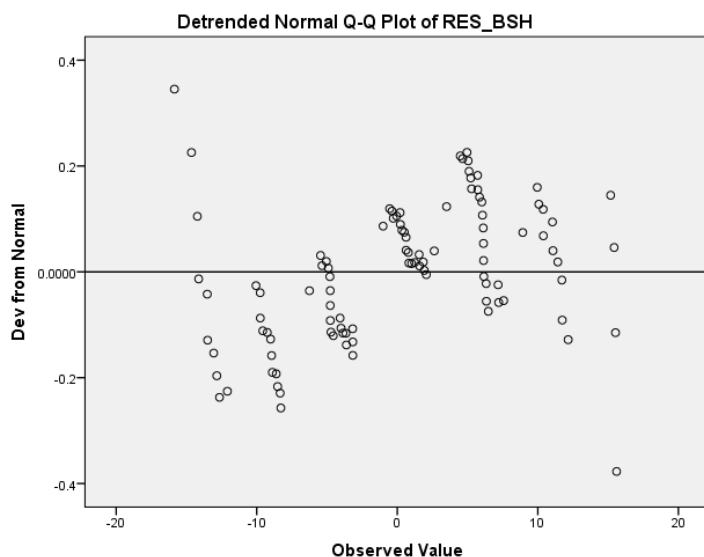
จากรูปที่ ๑.9 และรูปที่ ๑.10 แสดงกราฟ Normal Q-Q plot ของข้อมูลค่าส่วนเหลือของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำในท่านั่ง พบว่าค่า ค่าส่วนเหลืออุปกรณ์ห้องน้ำ ได้แก่ สายฉีดชำระ และที่แขวนกระดาศิซู่ (Observed Value) กับข้อมูลที่คาดไว้การแจกแจงปกติ (Expected Normal) จะเห็นว่าจุดของค่าต่างๆ อยู่บริเวณใกล้ๆ เส้นทแยง (ideal normal) จึงสรุปได้ว่ามูลค่าส่วนเหลือของความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำของท่านั่งมีการกระจายตัวแบบปกติ



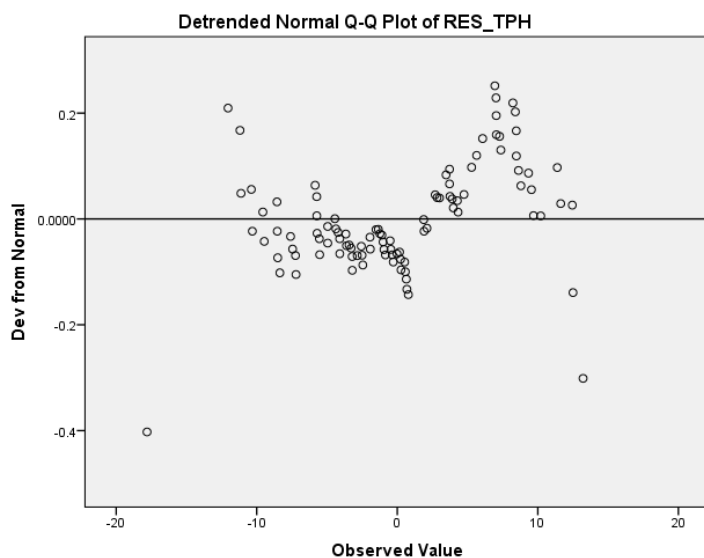
2612726043

2.3 ส่วนเหลือมีความแปรปรวนคงที่ (Homoscedasticity)

จากการตรวจสอบโดยการพล็อตกราฟระหว่าง Regression standardized residual vs Regression standardized predicted value ดังนี้



รูปที่ ฉ.11: การกระจายตัวความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือความสูงสายฉีตชำระ



รูปที่ ฉ.12: การกระจายตัวความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือความสูงที่แขวนกระดาศทิชชู

จากรูปที่ ฉ.11 – รูปที่ ฉ.12 พบว่าส่วนเหลือของข้อมูลความสูงอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีนได้แก่ สายฉีตชำระ และที่แขวนกระดาศทิชชู พบว่ามีการกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีความสมมาตรรอบค่าศูนย์ สามารถสรุปได้ว่าความสูงของอุปกรณ์ห้องน้ำในทำยีนมีความแปรปรวนคงที่



2612726043

CU Thesisis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52

2.4 ตัวแปรอิสระแต่ละตัวเป็นอิสระกัน (X_1, X_2, \dots, X_k) หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity)

ตรวจสอบรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรอิสระขนาดสัดส่วนร่างกายในตำแหน่งต่างๆ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ ๑.6

ตารางที่ ๑.6: เมตริกซ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกาย (ทำยีน)

	VRS	SI	EYS	SDS	ELS	KH	PH
VRS	1	0.808	0.770	0.745	0.337	0.617	0.637
SI		1	0.920	0.835	0.432	0.607	0.582
EYS			1	0.824	0.395	0.564	0.529
SDS				1	0.517	0.614	0.449
ELS					1	0.274	0.146
KH						1	0.714
PH							1

จากตารางที่ ๑.6 แสดงเมตริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation: r) ระหว่างตัวแปรขนาดสัดส่วนร่างกาย (ทำยีน) จะพบว่าตัวแปร VRS, SI, EY และ SDS มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดโดยมีค่า ($|r| > 0.80$) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าตัวแปรระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายมีความสัมพันธ์กันเองค่อนข้างสูงจึงเกิดปัญหา Multicollinearity ซึ่งตัวแปร VRS, SI, EY และ SDS ควรอยู่ใน factor เดียวกัน

ผลลัพธ์การสร้างสมการด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (อุปกรณ์ห้องน้ำในทำเยิน)

1. ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระของเทคนิคการใช้ตัวแปรอิสระที่สัมพันธ์กัน

ตาราง จ.7: การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) (ความสูงวาล์วน้ำฝักบัว)

ANOVA						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	6890.508	1	6890.508	142.720	0.000
	Residual	4490.018	93	48.280		
	Total	11380.526	94			

ตัวแปรตาม คือความสูงวาล์วน้ำฝักบัว

ตารางที่ จ.8: ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการถดถอย

Coefficients						
Model	Unstandardized		Standardized	t	Sig.	
	Coefficients		Coefficients			
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	-51.537	13.598		-3.790	0.000
	Height (H)	1.015	0.085	0.778	11.947	0.000

$R^2 = 0.61$ $R^2_{adj} = 0.60$ SE = 6.9

ตารางที่ ๑.9: ตัวแปรพยากรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย

Excluded Variables						
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
					Tolerance	
1	Weight (W)	-0.052	-0.680	0.498	-0.071	0.729
	Hip Height (HP)	0.074	0.879	0.382	0.091	0.604
	Knuckle height (KK)	-0.056	-0.635	0.527	-0.066	0.542

ตัวแปรตาม คือความสูงวาฬน้ำหนักบัว

ตารางที่ ๑.10: การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) (ความสูงที่วางสบู)

ANOVA						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1	Regression	5454.027	1	5454.027	87.633	0.000
	Residual	5788.078	93	62.237		
	Total	11242.105	94			

ตัวแปรตาม คือความสูงที่วางสบู

ตารางที่ ๑.11: ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการถดถอย

Coefficients						
Model		Unstandardized		Standardized	t	Sig.
		Coefficients		Coefficients		
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-27.956	15.439		-1.811	0.040
	Height (H)	0.903	0.097	0.697	9.361	0.000

$R^2 = 0.50$ $R^2_{adj} = 0.48$ SE = 7.8

ตารางที่ จ.12: ตัวแปรพยากรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย

Excluded Variables						
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
					Tolerance	
	Weight (W)	0.138	1.591	0.115	0.164	0.729
1	Hip Height (HP)	-0.035	-0.366	0.715	-0.038	0.604
	Knuckle height (KK)	0.047	0.459	0.647	0.048	0.542

ตัวแปรตาม คือความสูงที่วางสบู

ตารางที่ จ.13: การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) (ความสูงราวแขวนผ้า)

ANOVA						
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
	Regression	1036.283	1	1036.283	21.208	0.000
1	Residual	4544.243	93	48.863		
	Total	5580.526	94			

ตัวแปรตาม คือความสูงราวแขวนผ้า

ตารางที่ จ.14: ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการถดถอย

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
		1	(Constant)	96.774		
	Height (H)	0.394	0.086	0.431	4.605	0.000

$R^2 = 0.21$ $R^2_{adj} = 0.20$ SE = 6.99

ตารางที่ จ.15: ตัวแปรพยากรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย

Excluded Variables						
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
					Tolerance	
	Weight (W)	0.037	0.336	0.738	0.035	0.729
1	Hip Height (HP)	0.141	1.171	0.245	0.121	0.604
	Knuckle height (KK)	-0.023	-0.176	0.860	-0.018	0.542

ตัวแปรตาม คือความสูงรวมแขนขา

ตารางที่ จ.16: การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) (ความสูงฝ่าเท้า)

ANOVA					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	2480.352	1	2480.352	100.398	0.000
Residual	2297.585	93	24.705		
Total	4777.937	94			

ตัวแปรตาม คือความสูงฝ่าเท้า

ตารางที่ จ.17: ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการถดถอย

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	70.924	9.727		7.292	0.000
	Height (H)	0.609	0.061	0.721	10.020	0.000

$R^2 = 0.53$ $R^2_{adj} = 0.51$ SE = 4.9

ตารางที่ จ.18: ตัวแปรพยากรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย

Excluded Variables					
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics Tolerance
	Weight (W)	0.077	0.908	0.366	0.729
1	Hip Height (HP)	-0.104	-1.125	0.264	0.604
	Knuckle height (KK)	-0.070	-0.711	0.479	0.542

ตัวแปรตาม คือความสูงฝ่าเท้า

2. ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระของเทคนิคจำแนกตัวแปรองค์ประกอบ (Factor Analysis)

ตารางที่ จ.19: การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) (ความสูงวาล์วน้ำฝ่าเท้า)

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
	Regression	5131.835	1	5131.835	76.378	0.000
1	Residual	6248.692	93	67.190		
	Total	11380.526	94			
	Regression	5900.461	2	2950.231	49.529	0.000
2	Residual	5480.065	92	59.566		
	Total	11380.526	94			
	Regression	6382.886	3	2127.629	38.741	0.000
3	Residual	4997.640	91	54.919		
	Total	11380.526	94			

ตัวแปรตาม คือความสูงวาล์วน้ำฝ่าเท้า

ตารางที่ จ.20: ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการถดถอย

Coefficients ^a						
Model	Unstandardized		Standardized	t	Sig.	
	Coefficients		Coefficients			
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	110.684	0.841		131.612	0.000
	FAC1_1	7.389	0.845	0.672	8.739	0.000
2	(Constant)	110.684	0.792		139.781	0.000
	FAC1_1	7.389	0.796	0.672	9.282	0.000
	FAC4_1	2.860	0.796	0.260	3.592	0.001
3	(Constant)	110.684	0.760		145.575	0.000
	FAC1_1	7.389	0.764	0.672	9.667	0.000
	FAC4_1	2.860	0.764	0.260	3.741	0.000
	FAC2_1	2.265	0.764	0.206	2.964	0.004

Model 1: $R^2 = 0.45$ $R^2_{adj} = 0.45$ SE = 8.1

Model 2: $R^2 = 0.52$ $R^2_{adj} = 0.51$ SE = 7.7

Model 3: $R^2 = 0.56$ $R^2_{adj} = 0.55$ SE = 7.4

ตารางที่ จ.21: ตัวแปรพยากรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย

Excluded Variables						
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
					Tolerance	
1	FAC2_1	0.206	2.774	0.007	0.278	1.000
	FAC3_1	0.099	1.290	0.200	0.133	1.000
	FAC4_1	0.260	3.592	0.001	0.351	1.000
2	FAC2_1	0.206	2.964	0.004	0.297	1.000
	FAC3_1	0.099	1.372	0.173	0.142	1.000
3	FAC3_1	0.099	1.430	0.156	0.149	1.000

ตัวแปรตาม คือความสูงวาล์วน้ำฝักบัว

ตารางที่ จ.22: การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) (ความสูงที่วางสบู)

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3722.950	1	3722.950	46.047	0.000
	Residual	7519.155	93	80.851		
	Total	11242.105	94			
2	Regression	4285.742	2	2142.871	28.340	0.000
	Residual	6956.363	92	75.613		
	Total	11242.105	94			

ตัวแปรตาม คือความสูงที่วางสบู

ตารางที่ จ.23: ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการถดถอย

Coefficients						
Model	Unstandardized		Standardized	t	Sig.	
	Coefficients		Coefficients			
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	116.368	0.923	126.14	0.000	
	F1	6.293	0.927	0.575	6.786	0.000
2	(Constant)	116.368	0.892	130.437	0.000	
	F1	6.293	0.897	0.575	7.017	0.000
	F2	2.447	0.897	0.224	2.728	0.008

Model 1: $R^2 = 0.33$ $R^2_{adj} = 0.32$ SE = 9.0

Model 2: $R^2 = 0.38$ $R^2_{adj} = 0.37$ SE = 8.7

ตารางที่ จ.24: ตัวแปรพยากรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย

Excluded Variables ^a						
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
					Tolerance	
1	F2	0.224	2.728	0.008	0.274	1.000
	F3	0.250	3.075	0.003	0.305	1.000
	F4	0.136	1.622	0.108	0.167	1.000
2	F3	0.299	1.372	0.173	0.142	1.000
	F4	0.136	1.679	0.097	0.173	1.000

ตัวแปรตาม คือความสูงที่วางสบู

ตารางที่ จ.25: การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) (ความสูงราวแขวนผ้า)

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	743.145	1	743.145	14.287	0.000
	Residual	4837.382	93	52.015		
	Total	5580.526	94			
2	Regression	977.690	2	488.845	9.771	0.000
	Residual	4602.836	92	50.031		
	Total	5580.526	94			

ตัวแปรตาม คือความสูงราวแขวนผ้า

ตารางที่ จ.26: ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการถดถอย

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	159.684	0.740		215.804	0.000
	F1	2.812	0.744	0.365	3.780	0.000
2	(Constant)	159.684	0.726		220.042	0.000
	F1	2.812	0.730	0.365	3.854	0.000
	F4	1.580	0.730	0.205	2.165	0.033

Model 1: $R^2 = 0.13$ $R^2_{adj} = 0.13$ SE = 9.0

Model 2: $R^2 = 0.18$ $R^2_{adj} = 0.16$ SE = 8.7

ตารางที่ จ.27: ตัวแปรพยากรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย

Excluded Variables						
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
					Tolerance	
1	F2	.130 ^b	1.349	0.181	0.139	1.000
	F3	.103 ^b	1.064	0.290	0.110	1.000
	F4	.205 ^b	2.165	0.033	0.220	1.000
2	F2	.130 ^c	1.376	0.172	0.143	1.000
	F3	.103 ^c	1.086	0.281	0.113	1.000

ตัวแปรตาม คือความสูงรวมแขนขา

ตารางที่ จ.28: การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) (ความสูงฝึกบัว)

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2164.277	1	2164.277	77.010	.000
	Residual	2613.660	93	28.104		
	Total	4777.937	94			
2	Regression	2287.433	2	1143.716	42.249	.000
	Residual	2490.504	92	27.071		
	Total	4777.937	94			

ตัวแปรตาม คือความสูงฝึกบัว

ตารางที่ จ.26: ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการถดถอย

Coefficients						
Model		Unstandardized		Standardized	t	Sig.
		Coefficients		Coefficients		
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	168.253	0.544		309.343	0.000
	F1	4.798	0.547	0.673	8.776	0.000
2	(Constant)	168.253	0.534		315.191	0.000
	F1	4.798	0.537	0.673	8.941	0.000
	F2	1.145	0.537	0.161	2.133	0.036

Model 1: $R^2 = 0.45$ $R^2_{adj} = 0.45$ SE = 5.3

Model 2: $R^2 = 0.48$ $R^2_{adj} = 0.47$ SE = 5.2

ตารางที่ จ.27: ตัวแปรพยากรณ์ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย

Excluded Variables						
Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
					Tolerance	
1	F2	.161 ^b	2.133	0.036	0.217	1.000
	F3	.103 ^b	1.064	0.290	0.110	1.000
	F4	.091 ^b	1.187	0.238	0.123	1.000
2	F3	.103 ^c	1.086	0.281	0.113	1.000
	F4	.091 ^c	1.210	0.229	0.126	1.000

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นพมาศ เวียงเกตุ
วัน เดือน ปี เกิด	28 พฤศจิกายน 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่อยู่ปัจจุบัน	678/1-2 ซอยเวียงเกตุ 12 ถนนกรุงเทพนนท์ เขตบางซื่อ แขวงบางซื่อ จังหวัดกรุงเทพฯ 10800

2612726043

CD IThesis 6070228021 thesis / rev: 31072562 11:32:51 / seq: 52