

การสร้างแบบจำลองสัดส่วนร่างกายและขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ



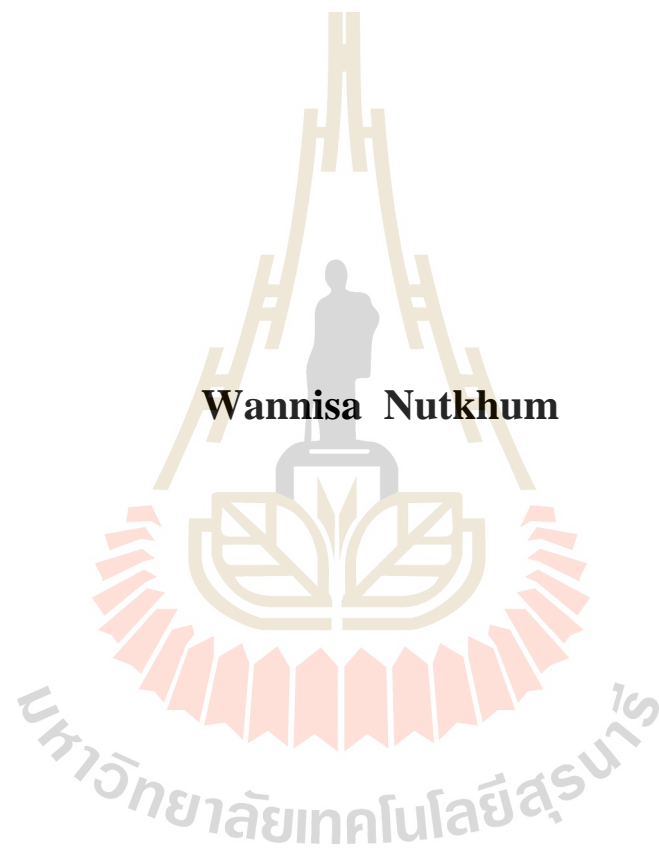
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2560

**ANTHROPOMETRIC MODELING AND
REACH ENVELOPE OF THE ELDERLY**



Wannisa Nutkhum

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Degree of Doctor of Philosophy in Industrial Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2017

การสร้างแบบจำลองสัดส่วนร่างกายและขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุณวุฒิบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(อ. ดร.นรา สมัดตภาพงศ์)

ประธานกรรมการ



(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(รศ. ดร.นิวิท เจริญใจ)

กรรมการ



(ผศ. ดร.ปภากร พิทยชาวล)

กรรมการ



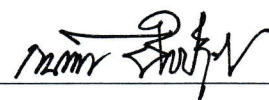
(ผศ. ดร.ปวีร์ ศิริรักษ์)

กรรมการ



(ศ. ดร.สันติ แม่นศิริ)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล



(รศ. ร.อ. ดร.กนต์จร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

วรรณนิศา นุชคุ้ม : การสร้างแบบจำลองสัดส่วนร่างกายและขอบเขตการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุ (ANTHROPOMETRIC MODELING AND REACH ENVELOPE OF THE ELDERLY) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกต, 138 หน้า.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ (1) เพื่อศึกษาขอบเขตระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุ (2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื้อมถึงกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และ (3) เพื่อศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุ การศึกษานี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพ การวัดสัดส่วนร่างกายในท่ายืน และการวัดระยะเอื้อมถึงและการกวาดแขนใน 3 มิติของผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและหญิงในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 400 คน กลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 60 - 88 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 180 คน เพศหญิง 220 คน มีอายุเฉลี่ย 68.9 ปี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.241 ปี ผู้สูงอายุเพศชายมีความสูงเฉลี่ยจากพื้นถึงศีรษะเท่ากับ 161.06 เซนติเมตร และเพศหญิง เท่ากับ 149.77 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุเพศหญิงมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยคิดเป็นร้อยละ 64 - 71 ของความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุเพศชาย

ผลการศึกษาระยะเอื้อมถึง พบว่าผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงสามารถเอื้อมและกวาดแขนได้ในบางเงื่อนไขในการทดลอง ผู้สูงอายุทุกคนสามารถเอื้อมและกวาดแขนที่ระดับความสูงจากพื้น 120 เซนติเมตร โดยผู้สูงอายุเพศชายสามารถเอื้อมและกวาดแขนอยู่ในระยะ 58.5 - 73.6 เซนติเมตร และผู้สูงอายุเพศหญิงมีค่าอยู่ระหว่าง 52.6 - 70.5 เซนติเมตร ในขณะที่ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่สามารถกวาดแขนได้เมื่อระนาบการกวาดแขนอยู่สูงกว่าระนาบหัวไหล่

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื้อมถึงกับสัดส่วนร่างกายด้วยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุมี 2 แนวทางในการพิจารณา ดังนี้ 1) การเลือกตัวแปรโดยวิธีนำตัวแปรเข้าทั้งหมด และ 2) การเลือกตัวแปร โดยวิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอน จากการคัดเลือกทุกตัวแปรที่เป็นไปได้ พบว่าความสูงระดับสะโพกและความยาวแขนมีผลต่อระยะเอื้อม ส่วนผลการศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ พบว่าความสามารถในการออกแรงของไหล่และเพศมีความสัมพันธ์กับระยะเอื้อมด้านหน้า

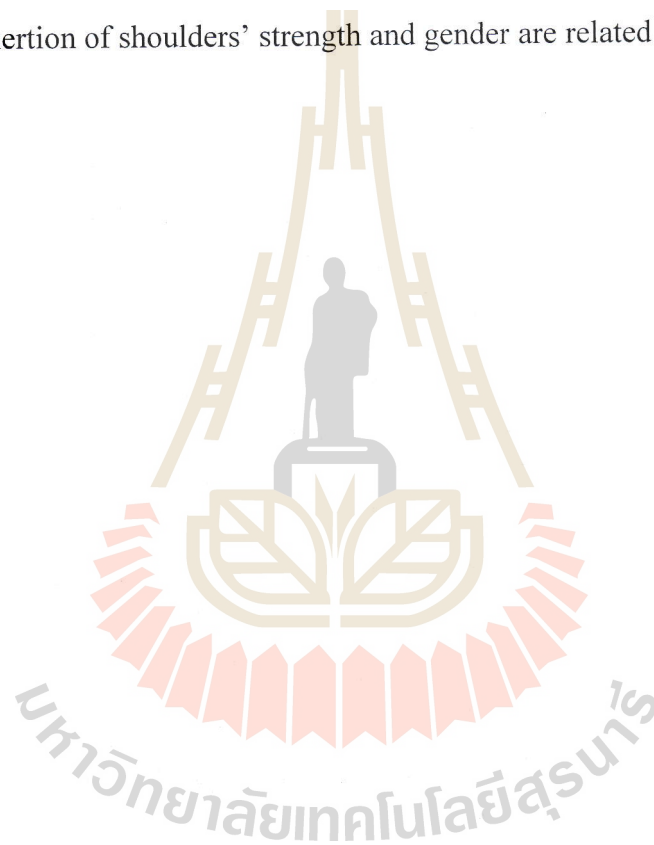
WANNISA NUTKHUM : ANTHROPOMETRIC MODELING AND
REACH ENVELOPE OF THE ELDERLY. THESIS ADVISOR :
ASSOC. PROF. PORNSIRI JONGKOL, Ph.D., 138 PP.

REACH ENVELOPE/ANTHROPOMETRIC/ELDERLY

The objectives of this research are as follow: (1) To study scope of reaching distance of the elderly (2) To study relations between reaching distance and body figure of the elderly by using multiple regression analysis and (3) To study effect of exertion of strength towards reaching distance in the elderly. This study has collected physical information by measuring shape of the body in standing position and measurement of reaching distance and arms swing in 3 dimensions of the elderly who are 60 years old or more both male and female in Nakhon Ratchasima Province totally 400 persons. Sample with 60 - 88 years old is divided into 180 males and 220 females respectively, the average age is 68.9 years old and standard deviation is 6.241 years, elder males have average height from the ground to the head is equal to 161.06 cm. while elder females have average height equally to 149.77 cm. Moreover, it is found that exertion of strength of elder females is less than males which is calculated equally to 64 - 71 percent of exertion strength of elder males.

The study of reaching distance indicates that both elder males and females can reach and swing their arms in some conditions of the experiment, all of the elderly can reach and swing their arms in the level which is 1.20 cm. higher than the ground as elder males can reach and swing their arms in the range of 58.5 - 73.6 cm. while elder females can reach and swing their arms in the range of 52.6 - 70.5 cm. and most of the elderly cannot swing their arms in horizontal level which is higher their shoulders.

The study of relations between reaching distance and body figure by creating multiple linear regression equation by using 2 approaches of consideration as follow:
1) Enter regression analysis and 2) Stepwise regression analysis. In consideration of selecting suitability of possible variables, it is found that follow hip height level and arm length are related to reaching distance. In studying effect of exertion of strength towards reaching distance of the elderly by using multiple linear regression analysis, it is found that exertion of shoulders' strength and gender are related to the front reach.



School of Industrial Engineering

Academic Year 2017

Student's Signature Nannisa

Advisor's Signature Prasert Janya

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถให้คำชี้แนะและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล ซึ่งท่านเมตตาให้โอกาสทางการศึกษาและคำแนะนำในเรื่องต่าง ๆ ทั้งด้านวิชาการและการดำเนินชีวิต รวมทั้งยังช่วยตรวจทานและแก้ไขเพิ่มเติมจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.นรา สมัตถภาพงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภากร พิทยชวาล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีร์ ศิริรักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และรองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่อบรมสั่งสอนให้มีความรู้และศีลธรรมจรรยา ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินชีวิตได้ในทางที่ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณ คุณจ้านงค์ ผายสระน้อย ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำอุปกรณ์การทดลอง ผู้สูงอายุทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมการทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้ และน้องนักศึกษาทุกคนที่ช่วยเก็บข้อมูลการทดลองอย่างขยันและตั้งใจจนเสร็จสิ้น

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนการศึกษาตลอดหลักสูตรนี้

ท้ายนี้ ด้วยพระคุณของบิดามารดาที่ให้ชีวิต ความรัก การอุปการะเลี้ยงดู การอบรมสั่งสอน ปลูกฝังให้รักในการศึกษา คอยเป็นกำลังใจและแรงผลักดันจนทำให้ผู้วิจัยประสบผลสำเร็จนี้

วรรณนิศา นุชคุ้ม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	5
1.3 ข้อยกเว้นเบื้องต้น	5
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	6
1.5 วิธีดำเนินการศึกษา	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
2 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โครงสร้างประชากรไทย	7
2.2 กระบวนการชราภาพของผู้สูงอายุ.....	8
2.3 การหกล้มในผู้สูงอายุ	9
2.4 การเฝ้ามองในผู้สูงอายุ	10
2.5 การกำหนดระนาบและจุดอ้างอิง	11
3 วิธีการศึกษา	
3.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของผู้สูงอายุ	13
3.2 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผล.....	14
3.3 การทดสอบความสามารถในการออกแรง	17
3.4 การวัดสัดส่วนร่างกาย	20
3.5 การวัดระยะเฝ้ามอง	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 การสร้างแบบจำลองขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ	25
3.7 การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึง	27
4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล	
4.1 ข้อมูลคุณลักษณะของผู้สูงอายุ.....	28
4.2 ข้อมูลสภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุ	30
4.3 การประเมินสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ	34
4.3.1 การประเมินลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุ	34
4.3.2 การประเมินสัดส่วนรูปร่างของผู้สูงอายุ	36
4.3.3 การทดสอบคุณลักษณะทางกายของผู้สูงอายุ	37
4.3.3.1 ความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้า	37
4.3.3.2 ความสามารถในการทรงตัว	39
4.3.3.3 ความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ	40
4.4 การวัดข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุและระยะเอื่อม	40
4.4.1 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ	40
4.4.2 ข้อมูลระยะเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ	43
4.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกาย.....	46
4.6 การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึง	48
5 สรุปผลการศึกษา	50
รายการอ้างอิง	53
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ฟอรั่มแบบสอบถามเก็บข้อมูล	57
ภาคผนวก ข. ผลการประเมินความอ่อนตัว	62
ภาคผนวก ค. ผลการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกายด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ.....	68
ภาคผนวก ง. ผลการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติหาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ. ข้อมูลขอบเขตระยะเอื่อมถึงของผู้สูงอายุเพศหญิงที่วัดได้จากกล้อง	86
ภาคผนวก ฉ. ข้อมูลขอบเขตระยะเอื่อมถึงของผู้สูงอายุเพศชายที่วัดได้จากกล้อง	110
ประวัติผู้เขียน	138



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	เกณฑ์การประเมินสัดส่วนรูปร่าง 14
3.2	ตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย 21
4.1	ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 35
4.2	ผลการประเมินรูปร่างของผู้สูงอายุ 36
4.3	ผลการทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุ 38
4.4	ผลการประเมินการทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุ 38
4.5	ผลการวัดความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ 39
4.6	ผลการวัดความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ 40
4.7	ค่าสถิติสัดส่วนร่างกาย 28 รายการของผู้สูงอายุเพศชาย 41
4.8	ค่าสถิติสัดส่วนร่างกาย 28 รายการของผู้สูงอายุเพศหญิง 42
4.9	ช่วงชั้นความสูงของผู้สูงอายุเพศชายแบ่งตามเปอร์เซ็นต์ไทล์ 43
4.10	ช่วงชั้นความสูงของผู้สูงอายุเพศหญิงแบ่งตามเปอร์เซ็นต์ไทล์ 43
4.11	ระยะเอื่อมเมื่อตำแหน่งของแขนอยู่ในระนาบข้าง (Sagittal plane) 44
ข.1	ผลการประเมินความอ่อนตัวของผู้สูงอายุเพศชาย 64
ข.2	ผลการประเมินความอ่อนตัวของผู้สูงอายุเพศหญิง 66
จ.1	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 1 89
จ.2	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 2 92
จ.3	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 3 95
จ.4	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 4 99
จ.5	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 5 103
จ.6	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 6 106
ฉ.1	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 1 113
ฉ.2	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 2 116
ฉ.3	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3 119
ฉ.4	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 4 128
ฉ.5	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 5 131
ฉ.6	ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 6 135

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	การประมาณการจำนวนประชากรไทยวัยต่าง ๆ ในปี ค.ศ. 2005 - 2035	2
1.2	ร้อยละของประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปต่อประชากรทั้งประเทศ ปี ค.ศ. 1960 - 2030	3
2.1	โครงสร้างของอายุและเพศของประชากรไทย ปี ค.ศ. 1960 2010 และ 2020	7
2.2	การกำหนดครณะบบนร่างกายเพื่อใช้ในการวัดสัดส่วน	11
3.1	การวัดความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้ถูกทดสอบ	15
3.2	การทดสอบการลุกนั่งบนเก้าอี้	16
3.3	การทดสอบการขึ้นต่อปลายเท้าและหลังขา	16
3.4	เครื่องวัดความสามารถในการออกแรงสถิติ	17
3.5	เครื่องวัดความสามารถในการออกแรงบีบมือ	17
3.6	การทดสอบการออกแรงยกจากก้ามเนื้อหัวไหล่	18
3.7	การทดสอบการออกแรงยกจากก้ามเนื้อหลัง	19
3.8	การทดสอบการออกแรงบีบมือ	19
3.9	เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน	20
3.10	เครื่องมือวัดคาลิปเปอร์	20
3.11	เครื่องมือสายวัด	20
3.12	เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล	20
3.13	ตำแหน่งการวัดด้วยเครื่องมือแอนโทโรมิเตอร์	22
3.14	ตำแหน่งการวัดด้วยเครื่องมือบีมคาลิปเปอร์	22
3.15	ตำแหน่งการติดมาร์คเกอร์บนผิวของร่างกาย	23
3.16	การติดมาร์คเกอร์ของผู้ถูกทดสอบเพศหญิงและเพศชาย	24
3.17	การกวาดแขนของผู้ถูกทดสอบในการวัดระยะเอื้อมถึงมากที่สุด	24
4.1	สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกเป็นเพศหญิงและเพศชาย	28
4.2	จำนวนเพศชายและเพศหญิงของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ	29
4.3	การประกอบอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง	30
4.4	สภาวะสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ	31

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5	โรคประจำตัวของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 31
4.6	ประวัติการหกล้มของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 32
4.7	สาเหตุการหกล้มของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 33
4.8	การกลั้วหกล้มของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 33
4.9	ลักษณะความผิดปกติทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 34
4.10	การประเมินลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ 35
4.11	ผลการประเมินรูปร่างของผู้สูงอายุ..... 36
4.12	การวัดความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุเพศหญิงและเพศชาย 37
4.13	การทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าที่ของผู้สูงอายุ 39
4.14	ขอบเขตการเอื้อมถึงของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 3 แบบ 3 มิติ ในระนาบ xyz 45
4.15	ขอบเขตการเอื้อมถึงของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 3 แบบ 2 มิติ ในระนาบ xy 45
4.16	การตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นเกี่ยวกับค่าคลาดเคลื่อนของสมการถดถอย 47
4.17	กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ 48
4.18	กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนคงที่..... 49
4.19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแบบสมการถดถอย..... 49
จ.1-1	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 1 ในระนาบ xyz 88
จ.1-2	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 1 ในระนาบ xy 88
จ.2-1	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 2 ในระนาบ xyz 91
จ.2-2	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 2 ในระนาบ xy 91
จ.3-1	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 3 ในระนาบ xyz 94
จ.3-2	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 3 ในระนาบ xy 94
จ.4-1	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 4 ในระนาบ xyz 98
จ.4-2	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 4 ในระนาบ xy 98
จ.5-1	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 5 ในระนาบ xyz 102
จ.5-2	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 5 ในระนาบ xy 102
จ.6-1	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 6 ในระนาบ xyz 105
จ.6-2	ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 6 ในระนาบ xy 105

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ฉ.1-1 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 1 ในระนาบ xyz	112
ฉ.1-2 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 1 ในระนาบ xy	112
ฉ.2-1 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 2 ในระนาบ xyz	115
ฉ.2-2 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 2 ในระนาบ xy	115
ฉ.3-1 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 3 ในระนาบ xyz	118
ฉ.3-2 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 3 ในระนาบ xy	118
ฉ.4-1 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 4 ในระนาบ xyz	127
ฉ.4-2 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 4 ในระนาบ xy	127
ฉ.5-1 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 5 ในระนาบ xyz	130
ฉ.5-2 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 5 ในระนาบ xy	130
ฉ.6-1 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 6 ในระนาบ xyz	134
ฉ.6-2 ขอบเขตการเอื่อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 6 ในระนาบ xy	134

บทที่ 1

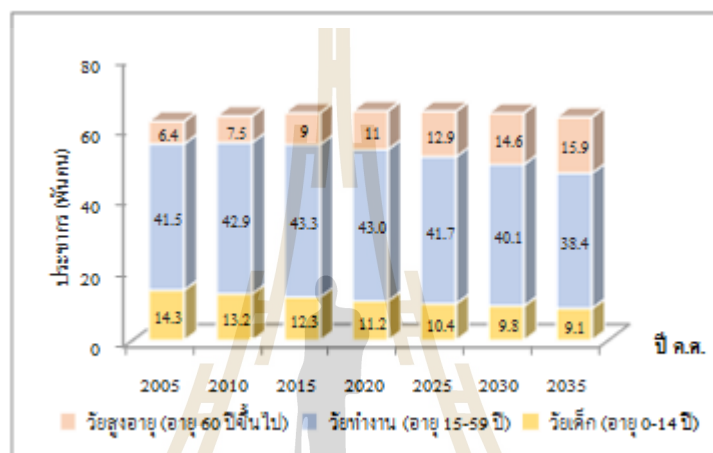
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

แนวโน้มและทิศทางการเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคตมีผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงขับเคลื่อนต่าง ๆ เช่น ความรู้ของมนุษย์ ความหลากหลายทางวัฒนธรรม วัฏจักรการลงทุน กระแสโลกาภิวัตน์ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และโครงสร้างประชากร เป็นต้น แรงขับเคลื่อนเหล่านี้ส่งผลต่อภาวะเศรษฐกิจและสังคมของประเทศต่าง ๆ ในโลก รวมถึงจำนวนประชากรด้วย (Global Dynamic Insights, 2012) จากการประมาณการจำนวนประชากรโลกพบว่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากจำนวน 7.2 พันล้านคนในช่วงกลางปี ค.ศ.2013 เพิ่มขึ้นเป็น 8.1 พันล้านคน ในปี ค.ศ.2025 และเพิ่มขึ้นอีกเป็น 9.6 พันล้านคนในปี ค.ศ.2050 ซึ่งผลการประมาณดังกล่าวคาดการณ์ได้ว่าในอนาคตโลกต้องเผชิญกับวิกฤตการณ์ประชากรสูงวัย กล่าวคือสัดส่วนประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 11.7 ในช่วงกลางปี ค.ศ.2013 เป็นร้อยละ 21.2 ในปี ค.ศ.2050 ในขณะที่ประชากรวัยเด็กมีสัดส่วนลดลงจากร้อยละ 26.2 ในกลางปี ค.ศ.2013 เหลือร้อยละ 21.3 ในปี ค.ศ.2050 แนวโน้มดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างประชากรโลกมีการเปลี่ยนแปลงจากประชากรวัยเด็กเป็นวัยสูงอายุ ทำให้โลกก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Ageing Society) อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย (Population Reference Bureau, 2012; 2013)

เมื่อพิจารณาลักษณะ โครงสร้างประชากรไทยพบว่ามีผลกระทบคล้ายคลึงกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากรโลก ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมาจำนวนประชากรของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกันจากจำนวน 26.2 ล้านคน ในปี ค.ศ.1960 เพิ่มขึ้นเป็น 65.5 ล้านคนในปี ค.ศ. 2010 ทำให้ประเทศไทยมีจำนวนประชากรมากเป็นลำดับ 4 ของประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเป็นอันดับที่ 20 ของโลก (National Statistical Office, 2011) จากการประมาณการจำนวนประชากรไทยวัยต่าง ๆ ในอนาคต (รูปที่ 1.1) แสดงให้เห็นถึงประชากรวัยเด็กมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อประชากรวัยเด็กเติบโตเข้าสู่วัยทำงานจึงทำให้ประชากรวัยทำงานลดลงตามไปด้วย ในขณะที่ประชากรวัยสูงอายุมิแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างดังกล่าวเป็นผลมาจากอัตราการเกิดอยู่ในระดับต่ำกว่าอัตราทดแทน ซึ่งสาเหตุที่อัตราการเกิดลดลงเนื่องจากโครงสร้างสังคมไทยเปลี่ยนจากครอบครัวขยายมาเป็นครอบครัวเดี่ยว อีกทั้ง

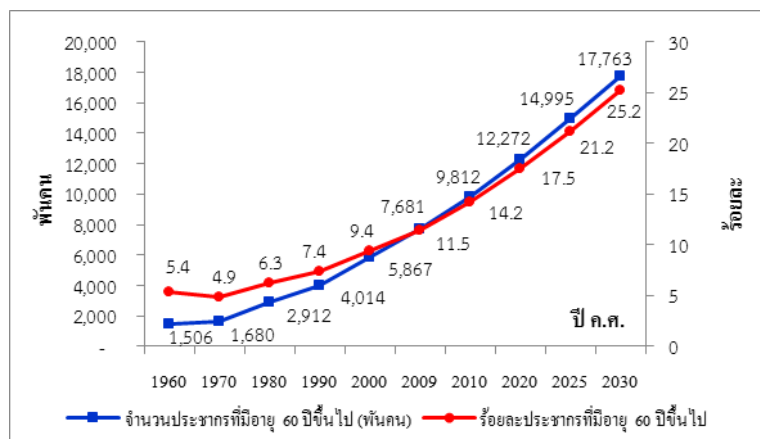
ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตเพิ่มสูงขึ้น ประชาชนจึงนิยมมีลูกคนเดียว ประกอบกับนโยบายในการวางแผนครอบครัวของรัฐบาลจึงส่งผลให้ประชากรวัยเด็กลดลง ส่วนสาเหตุที่ประชากรวัยสูงอายุเพิ่มขึ้นนั้นเนื่องจากระบบการแพทย์และสาธารณสุขที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นประชากรมีความรู้เกี่ยวกับภาวะโภชนาการ ตลอดจนมีการดูแลสุขภาพและออกกำลังกายทำให้ประชากรมีอายุยืน ด้วยเหตุผลนี้ทำให้อัตราการตายลดลงส่งผลให้จำนวนประชากรวัยสูงอายุของไทยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 1.1 การประมาณการจำนวนประชากรไทยวัยต่าง ๆ ในปี ค.ศ. 2005 - 2035

(Prasartkul and Vapattanawong, 2006)

องค์การสหประชาชาติ (United Nations, UN) ได้ให้นิยามไว้ว่า ประเทศใดมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 10 หรือมีประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 7 ของประชากรทั้งประเทศถือว่าประเทศนั้นได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ และเมื่อสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20 หรือประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปเพิ่มเป็นร้อยละ 14 ของประชากรทั้งประเทศ จะกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society) จากการพิจารณาสัดส่วนร้อยละของประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปต่อประชากรทั้งประเทศ (รูปที่ 1.2) พบว่าประเทศไทยเริ่มก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในปี ค.ศ.2009 หรือคิดเป็นร้อยละ 11.5 ทั้งนี้ได้มีการคาดการณ์ไว้ว่าในอีก 10 ปีข้างหน้าโครงสร้างประชากรของประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ในปี ค.ศ.2025 หรือคิดเป็นร้อยละ 21.2 (Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute, 2012)



รูปที่ 1.2 ร้อยละของประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปต่อประชากรทั้งประเทศ ปี ค.ศ.1960-2030

(Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute, 2012)

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดังกล่าวย่อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศตลอดจนชีวิตและความเป็นอยู่ของประชากร เช่น ความเป็นอยู่ของสมาชิกในครอบครัวโดยเฉพาะกลุ่มวัยสูงอายุ กล่าวคือ การขาดคนดูแลสำหรับผู้สูงอายุที่ต้องพึ่งพา เนื่องจากการอาศัยอยู่ในครัวเรือนเดียวกันกับบุตรหลานของผู้สูงอายุนั้นแนวโน้มลดลง สมาชิกในครอบครัวส่วนใหญ่ที่อยู่ในวัยทำงานต้องออกไปประกอบอาชีพในพื้นที่อื่น ๆ ผู้สูงอายุจึงถูกทอดทิ้งให้อาศัยอยู่ตามลำพัง อีกทั้งแนวโน้มของผู้สูงอายุที่ไม่มีบุตรมีจำนวนเพิ่มขึ้นทำให้ผู้สูงอายุไม่มีคนดูแล ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรวัยสูงอายุจึงเป็นภาระของสังคม ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นหน้าที่ของภาครัฐและภาคประชาชนต้องตระหนักและให้ความสำคัญกับปัญหาของผู้สูงอายุโดยเร่งด่วนเพื่อเตรียมความพร้อมรับการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในอนาคต พร้อมทั้งสร้างสังคมผู้สูงอายุที่มีคุณภาพและเป็นกำลังทรัพยากรบุคคลที่สำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป

ความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน (Activity of Daily Living: ADL) เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้สูงอายุ (Paskulin, Vianna, and Molzahn., 2009) กิจกรรมขั้นพื้นฐานที่ผู้สูงอายุสามารถปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่นตามดัชนีบาร์เทล (The Barthel Index) ประกอบด้วย 10 กิจกรรมดังนี้ การรับประทานอาหาร การล้างหน้า การลุกนั่งจากที่นอน การใช้ห้องสุขา การเคลื่อนไหว การสวมใส่เสื้อผ้า การขึ้นลงบันได การอาบน้ำ การควบคุมการถ่ายอุจจาระ และการควบคุมการขับปัสสาวะ (Mohoney and Barthel, 1965) จากการสำรวจความสามารถในการช่วยเหลือตนเองของผู้สูงอายุของสถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ.2551 พบว่าผู้สูงอายุมากกว่าร้อยละ 90 สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยไม่มี

ผู้คอยช่วยเหลือ ในขณะที่ผู้สูงอายุเกือบร้อยละ 10 พบปัญหาเกี่ยวกับการขึ้นลงบันไดและการเคลื่อนที่ภายในบ้านซึ่งทำให้เกิดการพลัดตกหรือหกล้ม ไม่สามารถปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองต้องมีผู้คอยช่วยเหลือ (คณะกรรมการผู้สูงอายุแห่งชาติ กองทุนผู้สูงอายุ, 2552) ถึงแม้ว่าปัญหาสุขภาพหรือความเสื่อมสภาพของร่างกายอันเนื่องมาจากกระบวนการชราภาพทำให้เกิดข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน แต่หากผู้สูงอายุสามารถปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวได้อย่างปลอดภัยและหลีกเลี่ยงอันตรายอันเกิดจากอุบัติเหตุได้ถือว่าผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดี

วิมลวรรณ เขียงแก้วและคณะ (2556) ได้สำรวจภาวะบกพร่องทางกายของผู้สูงอายุไทยในภาคกลาง พบว่าผู้สูงอายุไทยในชุมชนเมืองและชนบทเสี่ยงต่อการล้มเมื่อยืนขาเดียวเป็นอันดับหนึ่งคิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือเสี่ยงต่อการล้มเมื่อยืนตรงโดยเท้าสองข้างต่อกัน คิดเป็นร้อยละ 50 และเสี่ยงต่อการล้มเมื่อยกขาแตะเก้าอี้เตี้ยสลับกัน การกลับหลังหัน และยืนตรงยื่นมือไปข้างหน้าคิดเป็นร้อยละ 40 และจากการศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวท่าทางเสี่ยงต่อการล้มดังกล่าว พบว่าท่าเสี่ยงต่อการล้มเมื่อยืนขาเดียว ยืนตรงโดยเท้าสองข้างต่อกัน การยกขาแตะเก้าอี้สลับกัน เป็นการเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงกับท่าทางที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น ช่วงแกว่งขาของการเดิน การขึ้นบันได การก้าวขึ้นพื้นต่างระดับ สาเหตุก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการล้มของท่านี้ คือ การมีฐานรองรับ (Base of Support) แคบกว่าปกติ เนื่องจากการลดลงของขนาดฐานรองรับมีผลทำให้จุดศูนย์กลางของร่างกาย (Center of Gravity) เคลื่อนออกจากฐานรองรับได้ง่าย (เกษแก้ว โสภณวรกิจ และคณะ, 2553) ประกอบกับความเสื่อมถอยของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลทำให้การทรงตัวของผู้สูงอายุลดลง สำหรับการกลับหลังหันเป็นท่าทางที่เกิดขึ้นได้ในกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เช่น การเดินเข้าออกคู่อื่นหรือโถปัสสาวะ การกลับหลังหันหรือหมุนตัวต้องมีการยืนขาเดียวจึงมีความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ ส่วนการยืนตรงยื่นมือไปข้างหน้าเป็นท่าที่ใช้ในการเอื้อมหยิบสิ่งของ เป็นท่าเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุเนื่องจากการลดลงของช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังระดับเอว (McGrill, Yingling, and Peach., 1999) ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนไหวจากจุดศูนย์กลางมวลร่างกาย (Center of Mass) ได้ไกล เนื่องจากการสูงขึ้นและอยู่ใกล้ขอบฐานรองรับของจุดศูนย์กลางมวลร่างกายขณะเอื้อมหยิบทำให้ความมั่นคงในการทรงตัวลดน้อยลง ประกอบกับผู้สูงอายุยังมีความบกพร่องทางกายเกี่ยวกับข้อเข่า เท้า นิ้วเท้าข้อไหล่ มือ และนิ้วมือ ซึ่งล้วนเป็นข้อต่อที่จำเป็นในการเอื้อม (Reach) การเอื้อมหยิบสิ่งของที่อยู่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปนั้นสามารถทำให้ผู้สูงอายุสูญเสียการทรงตัวได้เช่นกัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวการจัดสิ่งของให้อยู่ในระยะหยิบได้โดยไม่โน้มตัวหรือโน้มตัวน้อยที่สุด สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุได้ การหกล้มเป็นอุบัติเหตุที่สามารถป้องกันหรือหลีกเลี่ยงได้ แนวทางหนึ่งในการแก้ไขหรือป้องกันการหกล้ม คือการเพิ่มประสิทธิภาพในการทรงตัวให้กับผู้สูงอายุ

การศึกษาเรื่องพื้นที่เอื่อมถึงของผู้สูงอายุ จึงเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยเพื่อป้องกันหรือลดอุบัติเหตุการหกล้มในผู้สูงอายุ (Daffodils and Teresita, 2010) ปัจจุบันการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกหรือสิ่งของเครื่องใช้สำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทยยังมีข้อจำกัดในเรื่องข้อมูลขนาดร่างกายของผู้สูงอายุที่ต้องใช้ในการออกแบบ เนื่องจากงานวิจัยเกี่ยวกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุยังมีจำนวนน้อยและไม่ครบถ้วน (ไตรรัตน์ จารุทัศน์และคณะ, 2548) และข้อมูลเกี่ยวกับระยะที่ผู้สูงอายุสามารถเอื่อมถึงได้ยังมีอยู่อย่างจำกัดเช่นกัน ประกอบกับผู้สูงอายุคนไทยมีสัดส่วนร่างกายแตกต่างจากผู้สูงอายุในต่างประเทศ จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลระยะการเอื่อมของงานวิจัยในต่างประเทศเพื่อออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุคนไทย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องศึกษาขอบเขตของระยะการเอื่อมถึงและสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวก เครื่องใช้และอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับผู้สูงอายุไทยในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อศึกษาขอบเขตของระยะการเอื่อมถึงของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple Linear Regression)
3. เพื่อศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ขอบเขตการเอื่อมถึง (Reach Envelope) ของงานวิจัยนี้เกิดขึ้นจากการกวาดแขนขารอบลำตัวในขณะกำมือ
2. งานวิจัยนี้ไม่ทำการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวจุดเชื่อมต่อของคอและศีรษะ (Head and Neck Link) เนื่องจากการสร้างขอบเขตการเอื่อมถึงของแต่ละคนใช้การกวาดแขนรอบลำตัว ซึ่งใช้จุดเชื่อมต่อของแขน (Arm Link) เป็นหลัก

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้ทำการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุที่เกี่ยวข้องกับระยะเอื่อมมากที่สุดในการทำยื่น ผู้ถูกทดสอบยื่นเท้าชิดปลายเท้าเสมอกัน โดยเก็บข้อมูลผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและหญิงในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 400 คน

1.5 วิธีดำเนินการศึกษา

การดำเนินการศึกษาการสร้างแบบจำลองสัดส่วนร่างกายและขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 7 ส่วน คือ

1. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของผู้สูงอายุ
2. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผล
3. การทดสอบความสามารถในการออกแรง
4. การวัดสัดส่วนร่างกาย
5. การวัดระยะเอื่อมถึง
6. การสร้างแบบจำลองขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ
7. การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

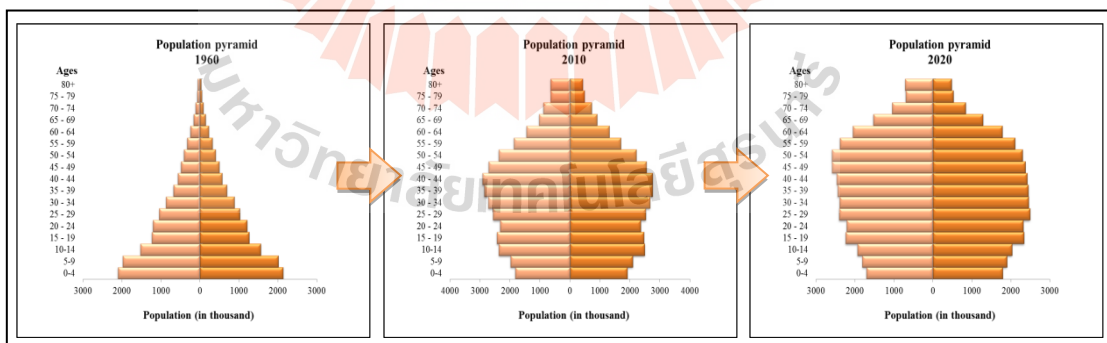
1. ได้ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพและความแข็งแรงของผู้สูงอายุ ซึ่งหน่วยงานภาครัฐสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวก สภาพแวดล้อม อุปกรณ์เครื่องใช้ และที่พักอาศัยให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ
2. ประชาชนทั่วไปสามารถนำผลการวิจัยและข้อเสนอแนะไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบที่พักอาศัยให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ เช่น ความสูงของโต๊ะ ความสูงของเคาน์เตอร์เตรียมอาหาร ความสูงและความลึกของตู้เก็บของ

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างประชากรไทย

การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างของประชากรไทยตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน และอนาคต แสดงดังรูปที่ 2.1 แผนภาพพีระมิดประชากร (Population Pyramid) เมื่อพิจารณาลักษณะโครงสร้างพบว่าในปี ค.ศ.1960 พีระมิดประชากรมีลักษณะฐานกว้างแสดงถึงประชากรวัยเด็กมีจำนวนมาก ขณะที่ส่วนบนของพีระมิดมีขนาดแคบซึ่งแสดงถึงประชากรวัยผู้สูงอายุมีจำนวนน้อย ต่อมาลักษณะรูปร่างของพีระมิดเริ่มเปลี่ยนไปซึ่งเห็นได้จากในปี ค.ศ. 2010 ฐานพีระมิดประชากรมีขนาดแคบลง แต่ส่วนบนของพีระมิดมีขนาดกว้างขึ้น โดยแสดงถึงโครงสร้างประชากรเริ่มเปลี่ยนมาเป็นผู้สูงอายุในเวลาเดียวกันจำนวนประชากรวัยเด็กลดลง จนในปี ค.ศ. 2020 โครงสร้างประชากรมีลักษณะเป็นแบบผู้สูงอายุมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการประมาณการจำนวนประชากรไทยวัยต่าง ๆ ในอนาคตของ Prasartkul and Vapattanawong (2006) กล่าวคือประชากรวัยเด็กมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อประชากรวัยเด็กเติบโตเข้าสู่วัยทำงานจึงทำให้ประชากรวัยทำงานลดลงตามไปด้วย ในขณะที่ประชากรวัยผู้สูงอายุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของอายุและเพศของประชากรไทย ปี ค.ศ. 1960 2010 และ 2020

(Institute for Population and Social Research, 2006; National Statistical Office, 2013)

2.2 กระบวนการชราภาพของผู้สูงอายุ

เมื่อมนุษย์ก้าวเข้าสู่วัยสูงอายุมีผลทำให้สภาพร่างกาย จิตใจ สังคม อารมณ์ และจิตวิญญาณเปลี่ยนแปลงไปจากวัยอื่น ๆ อันเนื่องมาจากกระบวนการชราภาพ (Aging Process) ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ กระบวนการชราภาพของผู้สูงอายุมีความซับซ้อนและแตกต่างกันในแต่ละบุคคลโดยเกี่ยวข้องกับการเสื่อมลงตามธรรมชาติของเซลล์ เนื้อเยื่อ จนถึงอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย (Harman, 1981) การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุนั้นได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายในเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุกรรม และปัจจัยภายนอก ได้แก่ สิ่งแวดล้อม การปรับตัว และวิถีการดำเนินชีวิต เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการชราภาพของผู้สูงอายุแบ่งเป็น 2 ด้านหลัก ๆ คือ 1) การเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย และ 2) การเปลี่ยนแปลงทางจิตสังคม หรือที่เรียกว่าพฤติกรรม การปรับตัวของบุคคลในวัยสูงอายุ (นารีรัตน์ จิตรมนตรี, 2554)

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายตามกระบวนการชราภาพของผู้สูงอายุนั้น ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพและโรคเรื้อรังต่าง ๆ ที่มีผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของร่างกาย ได้แก่ โรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติทางระบบประสาท เช่น โรคสมองหรือความจำสติปัญญาเสื่อมถอย โรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติของอวัยวะรับสัมผัส เช่น ความสามารถในการมองเห็นและการได้ยินต่ำลง ความไวต่อความรู้สึกในการตอบสนองต่อปฏิกิริยาต่าง ๆ ลดลง การเคลื่อนไหวและความคิดช้าลง ทำให้การทรงตัวไม่ดีและเกิดอุบัติเหตุหรือหกล้มได้ง่าย รวมถึงโรคที่มีผลต่อโครงสร้างทางร่างกายของผู้สูงอายุ โรคที่เกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูก เช่น กล้ามเนื้ออักเสบ โรคข้อและกระดูกเสื่อมทำให้ความยาวของกระดูกสันหลังลดลง เนื่องจากฮอร์โมนกระดูกบางลงจำนวนและขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อลดลง และมีเนื้อเยื่อพังผืดเกิดขึ้น (วิไลวรรณ ทองเจริญ, 2554) การเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการชราภาพนี้ส่งผลทำให้ขนาดสัดส่วนร่างกายเสื่อมลงเมื่อเทียบกับวัยทำงานของผู้สูงอายุ กล่าวคือหลัง โกงงอ หัวเข่าและสะโพกงอเล็กน้อย ไหล่แคบลง ทรวงอกและช่องท้องมีความลึกเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการออกแรง ความสูง และน้ำหนักลดลง ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างมากและรวดเร็ว ทำให้ผู้สูงอายุเกิดความเครียดในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลง จึงมีพฤติกรรมหรืออาการที่เปลี่ยนไปจากปกติ เช่น อาการซึมเศร้า วิตกกังวล รู้สึกสิ้นหวัง เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพกายและการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ บางครั้งอาจรุนแรงถึงขั้นเจ็บป่วยหรือเสียชีวิตได้ (บรรลุ ศิริพานิช, 2548) การเปลี่ยนแปลงทางสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตสังคมดังกล่าวเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นอาจส่งผลให้ผู้สูงอายุมีภาวะสมรรถภาพถดถอย ไม่มีแรงหรือไร้สมรรถภาพ (Disability) ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้อย่างสะดวกด้วยตนเอง จำเป็นต้องได้รับการดูแลช่วยเหลือจากบุคคลอื่น

2.3 การหกล้มในผู้สูงอายุ

ปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ นอกเหนือจากโรคต่าง ๆ อันเกิดจากการเสื่อมสภาพของร่างกายและจิตใจแล้ว ยังมีภาวะการณ์อื่นอีกที่มีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ เช่น ภาวะไขมันในเส้นเลือดสูง ปัญหาการเวียนศีรษะ อาการปวดหลัง อาการปวดคอ ภาวะการกลืนปัสสาวะไม่อยู่ การหกล้ม อาการหูตึง การไช้ยา เป็นต้น (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2551) นอกจากนี้การหกล้มซึ่งเป็นหนึ่งในปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในกลุ่มผู้สูงอายุ โดยพบเพิ่มขึ้นตามอายุของผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากภาวะความเสื่อมของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะการเสื่อมของตาและความอ่อนล้าของกล้ามเนื้อ Gibson et.al. (1987) ได้นิยามคำว่า การหกล้ม หมายถึงการเปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายลงมาบนพื้นหรือระดับที่ต่ำกว่าโดยไม่ได้ตั้งใจ รวมถึงเหตุการณ์อันเป็นผลมาจากถูกลมพัดรุนแรง การหมดสติ การเป็นอัมพาตล้มปลิ้นหรือโรคลมชัก จากผลการสำรวจของสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2551 พบว่าการบาดเจ็บของผู้สูงอายุมีสาเหตุมาจากการหกล้มเป็นอันดับหนึ่ง คิดเป็นร้อยละ 40.4 ผู้สูงอายุหญิงมีปัญหาการหกล้มมากกว่าชาย (Jitapunkul et al., 1998; Chu, Chi, and Chiu., 2005) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาจำนวนครั้งในการหกล้มย้อนหลังไปเป็นเวลา 6 เดือนของผู้สูงอายุไทยในเขตเมือง พบว่าร้อยละ 24.1 เกิดในเพศหญิง และร้อยละ 12.1 เกิดในเพศชาย (Assantachai et al., 2003) ผู้สูงอายุที่มีอายุ 70-79 ปี เกิดการหกล้มสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาเป็นผู้สูงอายุที่มีอายุ 60-69 ปี คิดเป็นร้อยละ 33.1 และผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 80 ปี เกิดการหกล้มต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 26.9 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเดินน้อย นอกจากนี้ผู้สูงอายุที่เคยหกล้มมีแนวโน้มสูงที่จะไม่เดิน เนื่องจากกลัวการหกล้มซ้ำเดิม ผู้สูงอายุที่หกล้มประมาณร้อยละ 50 มีอันตรายถึงขั้นเสียชีวิต หรืออาจเกิดภาวะความพิการ และมีชีวิตอยู่ได้ในระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี (คณะกรรมการผู้สูงอายุแห่งชาติ กองทุนผู้สูงอายุ, 2552)

ผลกระทบของการหกล้มนำไปสู่ความพิการทางด้านร่างกายและยังส่งผลเสียทางด้านจิตใจของผู้สูงอายุ แม้การหกล้มส่วนใหญ่ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บเพียงเล็กน้อย แต่อาจส่งผลแรกเริ่มของโรคร้ายแรงบางชนิดได้ ผลร้ายแรงของการหกล้มในผู้สูงอายุ อาทิเช่น กระดูกหัก โดยเฉพาะกระดูกสะโพก กระดูกสันหลัง และกระดูกข้อมือ (Krulich and Anemaet, 2008) การเกิดความพิการทำให้ไม่สามารถเดินได้ด้วยตนเอง (Meiner and Lueckenotte, 2006) และเกิดความสูญเสียความมั่นใจในการเดินและช่วยเหลือตนเอง (Tideiksaar, 1998) เป็นต้น ส่วนสาเหตุการหกล้มที่พบบ่อยได้แก่ การสูญเสียการทรงตัว กล้ามเนื้อขาอ่อนแรง การไช้ยากระบบประสาท การมีโรคของระบบประสาท การมีปัญหายาเสพติด การมีปัญหของเท้า การมีภาวะซึมเศร้า การขาดผู้ดูแล และการอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมไม่ปลอดภัย (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2551) การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการหกล้มนั้นพบว่าสิ่งแวดล้อมและ

สุขภาพของผู้สูงอายุมีผลต่อการทรงตัวและการเดิน (Timetti, 1986) สาเหตุที่ทำให้หกล้มส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียการทรงตัว (แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์และคณะ, 2548; วิชัย เอกพลากร, 2553; Lin and Woollacott, 2005) การศึกษาลักษณะการล้มของผู้สูงอายุในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาพบว่าผู้สูงอายุร้อยละ 55 มีลักษณะการล้มแบบสะอึก รองลงมาร้อยละ 28.7 เป็นการล้มแบบล้มไถลและร้อยละ 16.3 เป็นการล้มเพราะหน้ามืด (อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์, 2556)

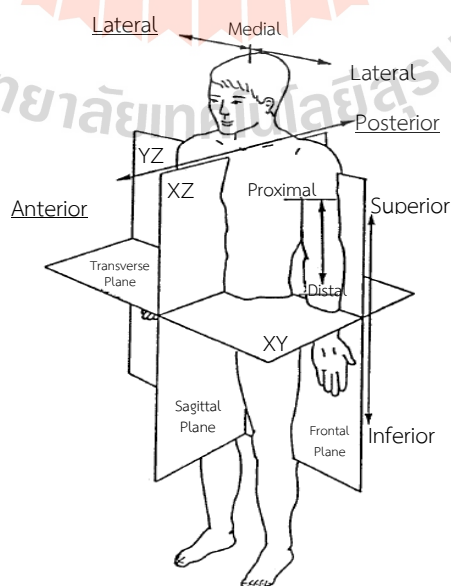
2.4 การเอื้อมในผู้สูงอายุ

ระยะการเอื้อมนั้นแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ระยะเอื้อมปกติ (Normal Reach) ระยะเอื้อมมากที่สุด (Maximum Reach) และระยะเอื้อมไกลที่สุด (Extreme Reach) (Sengupta, 1995) ลักษณะการเอื้อมแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันทางด้านส่วนของร่างกายที่ใช้ในการเอื้อม ระยะเอื้อมปกติใช้การเคลื่อนไหวของแขนส่วนล่าง โดยแขนอยู่ในลักษณะงอและไม่มีการเคลื่อนที่ของลำตัว ระยะเอื้อมมากที่สุดใช้การเคลื่อนไหวของแขน โดยแขนอยู่ในลักษณะเหยียดตรงในขณะที่ระยะเอื้อมไกลที่สุดใช้การเคลื่อนไหวของแขนและหลัง ขนาดของระยะเอื้อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความยาวของแขน มุมของแขนเมื่อเทียบกับหัวไหล่ การอยู่นิ่งกับที่หรือการเคลื่อนไหวของข้อศอก เมื่อพิจารณาจากปัจจัยดังกล่าวนี้ระยะเอื้อมของคนในวัยทำงานจึงแตกต่างจากระยะเอื้อมของคนในวัยผู้สูงอายุ ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวและขนาดร่างกายที่เปลี่ยนไป อันเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพลงของร่างกาย เช่น ขนาดความสูงของผู้สูงอายุลดลงเนื่องจากหมอนรองกระดูกบางลง ทำให้ความยาวของกระดูกสันหลังลดลง เป็นต้น การศึกษาการเอื้อมถึงของคนไทยยังไม่ปรากฏในการสำรวจวรรณกรรม แต่ในต่างประเทศได้มีนักวิจัยทำการศึกษาด้วยวิธีที่ต่างกันได้ Farley (1955) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับระยะเอื้อมปกติและระยะเอื้อมมากที่สุด ในการวัดระยะเอื้อมปกตินั้น ผู้ถูกวัดขอข้อศอกแล้วกวาดแขนท่อนล่างโดยมีข้อศอกเป็นจุดหมุน ส่วนการวัดระยะการเอื้อมมากที่สุดนั้นผู้ถูกวัดกวาดแขนที่เหยียดออกโดยมีไหล่อยู่กับที่เป็นจุดหมุน ระยะการเอื้อมที่ได้เป็นรูปทรงกลมและมีรัศมีเท่ากับความยาวแขน ต่อมา Squire (1956) ได้แย้งว่าในขณะที่แขนท่อนล่างกวาดออกไปด้านข้างลำตัวนั้น ข้อศอกไม่ได้อยู่นิ่งกับที่ แต่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับแขนท่อนล่าง ดังนั้นระยะเอื้อมปกติของ Squire จึงไม่ได้เป็นรูปครึ่งวงกลม Sengupta and Das (2000) ใช้แนวคิดของรูปทรงกลมและหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการทำนายค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 50 และ 95 ของระยะเอื้อมของเพศชายและหญิงทั้งในท่ายืนและท่านั่ง นอกจากนี้ The Eastman Kodak Company (2004) ได้ศึกษาระยะการเอื้อมไปข้างหน้าของหญิงรูปร่างเล็กในลักษณะท่านั่ง และ Niebel and Freivalds (2004) ได้ศึกษาระยะเอื้อมปกติและระยะเอื้อมมากที่สุดทั้งในแนวระนาบและแนวตั้งของเพศหญิงและชาย จากงานวิจัยเกี่ยวกับระยะเอื้อมของคนวัยทำงานในต่างประเทศ พบว่าคนในวัยทำงานกับวัยสูงอายุย่อมมีขนาดร่างกายที่ต่างกัน รายงานการวิจัย

ด้านสัดส่วนร่างกายที่เกี่ยวข้องกับความสูงแสดงให้เห็นว่าความสูงขณะนั่งลดลงตามอายุ (Borkan et al., 1983) ในขณะที่สัดส่วนร่างกายบางรายการไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปตามอายุ เช่น ความยาวจากไหล่ถึงศอก และความยาวจากไหล่ถึงปลายนิ้วกลาง ส่วนระยะเอื้อมในการทำงาน (Functional Reach) ลดลงอย่างเห็นได้ชัด (Stoudt, 1981) ดังนั้นระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาใช้ในการออกแบบพื้นที่ใช้สอยและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้สูงอายุเกิดความปลอดภัยในการใช้ชีวิตประจำวัน

2.5 การกำหนดระนาบและจุดอ้างอิง

การวัดสัดส่วนร่างกายในขณะร่างกายอยู่กึ่งที่ สามารถอาศัยหลักการทางกายวิภาคในการกำหนดระนาบต่าง ๆ บนร่างกาย โดยที่แกน X คือแกนที่ลากผ่านจากด้านหน้าไปด้านหลังของลำตัว แกน Y คือแกนที่ลากผ่านจากด้านลำตัวด้านขวาไปด้านซ้าย และแกน Z คือแกนที่ลากผ่านจากศีรษะไปยังเท้า ความสัมพันธ์ของทั้งสามแกนที่กำหนดขึ้นสามารถแบ่งร่างกายออกเป็นระนาบต่าง ๆ ได้ดังนี้ 1) ระนาบข้าง (Sagittal Plane หรือ Midsagittal Plane) เป็นระนาบในแนวตั้งแบ่งร่างกายออกเป็นสองข้าง คือ ข้างซ้าย (Left Side, +Y) และข้างขวา (Right Side, -Y) 2) ระนาบหน้าหลัง (Coronal Plane หรือ Frontal Plane) เป็นระนาบในแนวตั้งแบ่งร่างกายออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่อยู่ด้านหน้า (Anterior, +X) และส่วนที่อยู่ด้านหลัง (Posterior, -X) และ 3) ระนาบตัดขวาง (Transverse Plane หรือ Horizontal Plane) เป็นระนาบในแนวราบตั้งฉากกับทั้งสองระนาบข้างต้น แบ่งร่างกายออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนด้านบน (Superior, +Z) และส่วนด้านล่าง (Inferior, -Z) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การกำหนดระนาบบนร่างกายเพื่อใช้ในการวัดสัดส่วน (นริศ เจริญพร, 2553)

นอกจากการกำหนดขนาดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการอ้างอิงแล้วยังจำเป็นต้องกำหนดจุดอ้างอิงบนร่างกายโดยอาศัยระบบโครงสร้างของกระดูกเพื่อใช้ในการวัดค่าสัดส่วนร่างกาย จุดอ้างอิงที่กำหนดขึ้นต้องเป็นตำแหน่งของกระดูกส่วนที่สามารถมองเห็นและสังเกตได้ง่าย จุดอ้างอิงสามารถใช้อ้างอิงสำหรับการวัดหาขนาดในลักษณะอื่นๆ ได้แก่ 1) ความสูง (Height) เช่น ความสูงระดับสายตา หัวไหล่ ข้อศอก 2) ความยาว (Length) เช่น ความยาวของมือ แขน ขา 3) ส่วนโค้ง (Arc) ของร่างกายแสดงให้เห็นลักษณะความยาวและรูปร่างบนพื้นผิวของร่างกาย 4) เส้นรอบวง (Circumference) ของร่างกาย แสดงให้เห็นขนาดและพื้นที่หน้าตัดส่วนต่างๆ ในของร่างกาย และ 5) ระยะเอื้อม (Reach) เป็นสัดส่วนร่างกายที่ถูกกำหนดให้วัดในท่าทางเฉพาะ เช่น การวัดระยะเอื้อมมือไปข้างหน้าด้วยมุมของแขนแตกต่างกัน (นริศ เจริญพร, 2553)



บทที่ 3

วิธีการศึกษา

บทนี้แสดงถึงวิธีการดำเนินการศึกษาการสร้างแบบจำลองสัดส่วนร่างกายและขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้

- 3.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของผู้สูงอายุ
- 3.2 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล
- 3.3 การทดสอบความสามารถในการออกแรง
- 3.4 การวัดสัดส่วนร่างกาย
- 3.5 การวัดระยะเอื่อมถึง
- 3.6 การสร้างแบบจำลองขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ
- 3.7 การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึง

3.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของผู้สูงอายุ

กลุ่มตัวอย่างงานวิจัยนี้ คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิงในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นอาสาสมัครที่ได้จากการประชาสัมพันธ์เชิญชวนตามหมู่บ้าน ตำบล หรืออำเภอในเขตจังหวัดนครราชสีมา โดยกำหนดคุณสมบัติดังนี้ 1) ผู้ถูกทดสอบสามารถเข้าใจและสื่อสารด้วยภาษาไทย 2) ผู้ถูกทดสอบยินยอมให้ข้อมูลในงานวิจัย 3) ผู้ถูกทดสอบสามารถปฏิบัติตามกิจกรรมประจำวันขั้นพื้นฐานได้ด้วยตนเอง 4) ผู้ถูกทดสอบสามารถเหยียดแขนและออกแรงในท่ายืนได้ และ 5) ผู้ถูกทดสอบมีสุขภาพแข็งแรงสามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้

การคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างอาศัยหลักสถิติของ Yamane (1973) ซึ่ง Yamane ได้เสนอตารางสำเร็จรูปของขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรสมการหาขนาดตัวอย่าง ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (3.1)$$

โดยที่ n คือ จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

จากการสำรวจจำนวนประชากรผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปในจังหวัดนครราชสีมาจำนวนทั้งสิ้น 308,608 คน (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2553) เมื่อกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับร้อยละ 5 จากนั้นหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุตามวิธีของ Yamane ผลลัพธ์ที่ได้คือจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 400 คน

3.2 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

ก่อนการเก็บข้อมูลงานวิจัยได้มีการอธิบายชี้แจงรายละเอียดและขั้นตอนตามหลักข้อปฏิบัติการทำวิจัยในมนุษย์ โดยใช้แบบสอบถามกรอกประวัติและข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ถูกทดสอบ (ภาคผนวก ก.) จำนวน 11 ข้อ ประกอบด้วย อายุ เพศ สถานภาพ การศึกษา อาชีพ การพักผ่อน อาศัย โรคประจำตัว การออกกำลังกาย ความถนัดมือ การหกล้ม และการก้นการหกล้ม จากนั้นทำการประเมินคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ โดยการเก็บข้อมูลดังนี้

3.2.1 ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ

3.2.1.1 การประเมินลักษณะการเคลื่อนไหวและร่างกาย

การประเมินลักษณะการเคลื่อนไหวและร่างกายของผู้ถูกทดสอบโดยการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการเดิน ลักษณะของมือและเท้า การเหยียดแขน และการยืดหลังตรงของผู้ถูกทดสอบเพื่อประเมินว่ามีความผิดปกติไปจากลักษณะทั่วไปของกลุ่มผู้สูงอายุหรือไม่

3.2.1.2 การประเมินสัดส่วนรูปร่าง

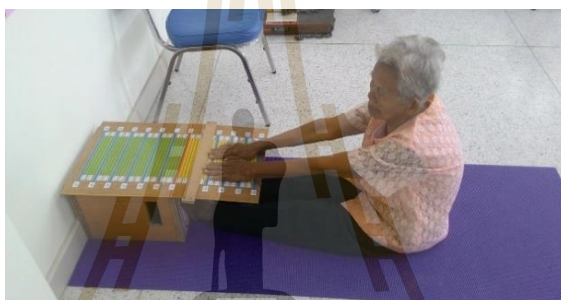
การประเมินสัดส่วนรูปร่างโดยการเทียบสัดส่วนความยาวเส้นรอบวงเอวต่อส่วนสูง (Waist-to-Height Ratio; WHtR) ตามเกณฑ์การประเมินภาวะอ้วนลงพุงในหลากหลายเชื้อชาติ ที่ WHtR 0.4, 0.5, 0.6 ของ Ashwell (2011) แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การประเมินสัดส่วนรูปร่าง (Mookdadilok, 2012)

ค่าความยาวเส้นรอบวงเอวต่อส่วนสูง	การประเมินผล
น้อยกว่า 0.39	รูปร่างค่อนข้างผอม
0.40 - 0.49	รูปร่างพอเหมาะ
0.50 - 0.59	รูปร่างอวบลงพุง
มากกว่า 0.60	รูปร่างอ้วนลงพุงชัดเจน

3.2.1.3 การประเมินความสามารถการงอตัวไปข้างหน้า

การวัดค่าความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้า ทำโดยให้ผู้ถูกทดสอบนั่งเหยียดขาตรงโดยสอดปลายเท้าเข้าไปใต้เครื่องมือวัด ให้ส้นเท้าตั้งฉากกับพื้นและชิดกัน ฝ่าเท้าจรดแนบกับที่ยันเท้า วางฝ่ามือลงบนเครื่องมือวัด จากนั้นเหยียดแขนตรงขนานกับพื้นแล้วค่อย ๆ ก้มตัวไปข้างหน้าจนไม่สามารถก้มตัวได้อีก โดยให้ปลายมือเสมอกันและรักษาระยะไว้เป็นเวลา 2 วินาที ดังรูปที่ 3.1 จากนั้นบันทึกค่าระยะจากจุด “0” ถึงปลายนิ้วมือ โดยทำการทดสอบ 3 ครั้ง แต่แต่ละครั้งมีระยะเวลาพัก 2 นาที จากนั้นประเมินผลจากเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุ 60 - 89 ปี ของ สุพิตร สมาหิโต และคณะ (2556) แสดงไว้ในภาคผนวก ข.



รูปที่ 3.1 การวัดความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้ถูกทดสอบ

3.2.1.4 การประเมินความสามารถในการทรงตัว

การประเมินความสามารถในการทรงตัวโดยการทดสอบการลุกนั่ง การยืน และการเดิน ประกอบด้วยการทดสอบ 6 ลักษณะ ดังนี้ 1) การลุกขึ้นลงบนเก้าอี้ 2) การยืนต่อปลายเท้าขณะลืมตา 3) การยืนต่อปลายเท้าขณะหลับตา 4) การเดินต่อปลายเท้า 5) การเดินระยะทาง 3 เมตร และ 6) การเดินและหมุนตัว จากนั้นบันทึกผลการทดสอบและประเมินผลการทดสอบของผู้ถูกทดสอบว่าสามารถทำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งวิธีการทดสอบและเกณฑ์การประเมินผล มีดังนี้

1) การลุกขึ้นลงบนเก้าอี้ ผู้ถูกทดสอบนั่งบนเก้าอี้ จากนั้นลุกจากนั่งมาขึ้น และจากยืนมานั่ง นับ 1 ครั้ง ผู้ถูกทดสอบต้องทำได้ 5 ครั้ง ภายใน 10 วินาที (รูปที่ 3.2)

2) การยืนต่อปลายเท้าขณะลืมตา ผู้ถูกทดสอบต้องยืนนิ่งและลืมตา โดยปลายเท้าต่อกับส้นเท้าข้างใดข้างหนึ่ง โดยไม่ล้มหรือเซ เป็นเวลาอย่างน้อย 10 วินาที

3) การยืนต่อปลายเท้าขณะหลับตา ผู้ถูกทดสอบต้องยืนนิ่งและหลับตา โดยปลายเท้าต่อกับสันเท้าข้างใดข้างหนึ่งและลืมตา โดยไม่ล้มหรือเซ เป็นเวลาอย่างน้อย 10 วินาที (รูปที่ 3.3)

4) การเดินต่อปลายเท้า ผู้ถูกทดสอบต้องเดินต่อปลายเท้าอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ล้มหรือเซได้มากกว่า 8 ก้าวขึ้นไป

5) การเดินระยะทาง 3 เมตร ผู้ถูกทดสอบลุกจากเก้าอี้ แล้วเดินเป็นระยะทาง 3 เมตร โดยใช้เวลาน้อยกว่า 10 วินาที

6) การเดินและหมุนตัว จากการทดสอบข้อ 5 ผู้ถูกทดสอบหมุนตัวกลับและเดินมานั่งเก้าอี้เดิม



รูปที่ 3.2 การทดสอบการลุกนั่งบนเก้าอี้



รูปที่ 3.3 การทดสอบการยืนต่อปลายเท้าและหลับตา

3.3 การทดสอบความสามารถในการออกแรง

การทดสอบความสามารถในการออกแรงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. การออกแรงยก ทดสอบโดยใช้เครื่องวัดความสามารถในการออกแรงสถิต (JACKSON Static Strength Measuring System) (รูปที่ 3.4) และ 2. การออกแรงบีบมือ ทดสอบโดยใช้เครื่องวัดแรงบีบมือ (JAMAR Grip Strength Dynamometer) (รูปที่ 3.5) ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้



รูปที่ 3.4 เครื่องวัดความสามารถในการออกแรงสถิต



รูปที่ 3.5 เครื่องวัดความสามารถในการออกแรงบีบมือ

3.3.1 การออกแรงยก

3.3.1.1 แร้งยกจากกล้ามเนื้อหัวไหล่

การวัดความสามารถในการออกแรงยกจากกล้ามเนื้อหัวไหล่ ทำโดยให้ผู้ถูกทดสอบยืนหันข้างแล้วใส่อุปกรณ์ที่ใช้ในการยกไว้ตรงหัวไหล่ด้านขวา ปรับระดับการยกตามความสูงหัวไหล่ของผู้ถูกทดสอบ (รูปที่ 3.6) ตำแหน่งการยืนให้เท้าทั้งสองข้างของผู้ถูกทดสอบห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร และปลายเท้าอยู่ในระดับเดียวกัน เมื่อผู้ถูกทดสอบพร้อมแล้วจึงส่งสัญญาณให้แก่ผู้ถูกทดสอบโดยการนับ “1 2 3” เมื่อนับถึงสามแล้ว ให้ผู้ถูกทดสอบเริ่มออกแรงและเพิ่มแรงยกให้มากที่สุดในช่วง 2 วินาทีแรกโดยไม่เกิดการกระตุก (Jerk) และยังคงออกแรงมากที่สุดค้างไว้ต่อไปอีก 3 วินาที เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณดังขึ้น ผู้ถูกทดสอบหยุดออกแรงและนั่งพักเป็นเวลาอย่างน้อย 2 นาที ก่อนทำการทดสอบออกแรงครั้งต่อไป ซึ่งทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง บันทึกผล จากนั้นนำค่าการออกแรงเฉลี่ยที่วัดได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 3.6 การทดสอบการออกแรงยกจากกล้ามเนื้อหัวไหล่

3.3.1.2 แร้งยกจากกล้ามเนื้อหลัง

การวัดความสามารถในการออกแรงยกจากกล้ามเนื้อหลัง ทำโดยให้ผู้ถูกทดสอบใช้มือทั้งสองข้างกำด้ามจับเพื่อออกแรงยกที่ระดับความสูงหัวเข่าของผู้ถูกทดสอบแสดงดังรูปที่ 3.7 ตำแหน่งการยืนให้เท้าทั้งสองข้างของผู้ถูกทดสอบห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร และปลายเท้าอยู่ในระดับเดียวกัน เมื่อผู้ถูกทดสอบพร้อมแล้วจึงส่งสัญญาณให้แก่ผู้ถูกทดสอบ โดยนับ “1 2 3” เมื่อนับถึง 3 แล้ว ให้ผู้ถูกทดสอบเริ่มออกแรงและเพิ่มแรงยกให้มากที่สุดในช่วง 2 วินาทีแรกโดยไม่เกิดการกระตุก (Jerk) และยังคงออกแรงมากที่สุดค้างไว้ต่อไปอีก 3 วินาที เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณดังขึ้น ผู้ถูกทดสอบหยุดออกแรงและนั่งพักเป็นเวลาอย่างน้อย 2 นาที ก่อนทำการทดสอบการออกแรงครั้งต่อไป ซึ่งทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง บันทึกผล จากนั้นนำค่าการออกแรงเฉลี่ยที่วัดได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 3.7 การทดสอบการออกแรงยกจากกล้ามเนื้อหลัง

3.3.1.3 การออกแรงบีบมือ

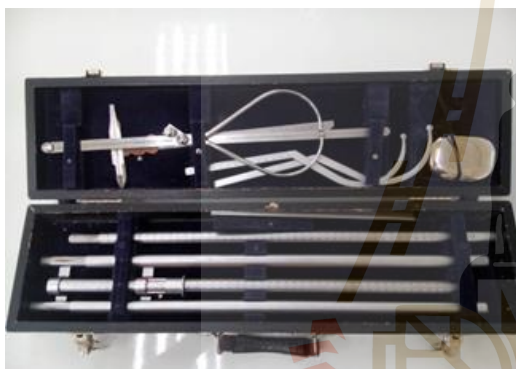
การวัดความสามารถในการออกแรงบีบมือ ทำโดยให้ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรงบนเก้าอี้ เท้าวางราบบนพื้น เขนซ้ายวางแนบข้างลำตัวและมือวางบนตัก ส่วนมือขวากำด้ามจับของเครื่องมือวัด และปรับระดับการกำมือตามขนาดมือของผู้ถูกทดสอบ ข้อศอกทำมุม 90 องศา เขนวางแนบลำตัว (รูปที่ 3.8) จากนั้นให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงบีบมืออย่างเต็มที่แล้วอ่านค่าที่ได้ โดยทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง พักรั้งละ 2 นาที บันทึกผล จากนั้นนำค่าการออกแรงเฉลี่ยที่วัดได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 3.8 การทดสอบการออกแรงบีบมือ

3.4 การวัดสัดส่วนร่างกาย

การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบด้วยเครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน (Martin-Type Anthropometer) ประกอบด้วย แอนโทโรมิเตอร์ (Anthropometer) บีมคาลิปเปอร์ (Beam Caliper) คาลิปเปอร์ (Caliper) สายวัด และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล แสดงดังรูปที่ 3.9 - 3.12 โดยทำการวัดสัดส่วนร่างกายในขณะยืน จำนวน 28 รายการ (ตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.13 - 3.14) ซึ่งขณะวัดสัดส่วนร่างกายให้ผู้ถูกทดสอบยืนตัวตรง สายตามองไปข้างหน้าในแนวระดับ แขนวางข้างลำตัว ฝ่ามือแบออกแนบต้นขา เท้าวางชิดกันและนิ้วเท้าชี้ไปข้างหน้า ซึ่งแต่ละสัดส่วนทำการวัด 3 ครั้ง ถ้าสัดส่วนใดมีสองข้างก็ทำการวัดทางด้านขวาของร่างกาย จากนั้นหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามากที่สุด ค่าน้อยสุด และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์



รูปที่ 3.9 เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน

รูปที่ 3.10 เครื่องมือวัดคาลิปเปอร์

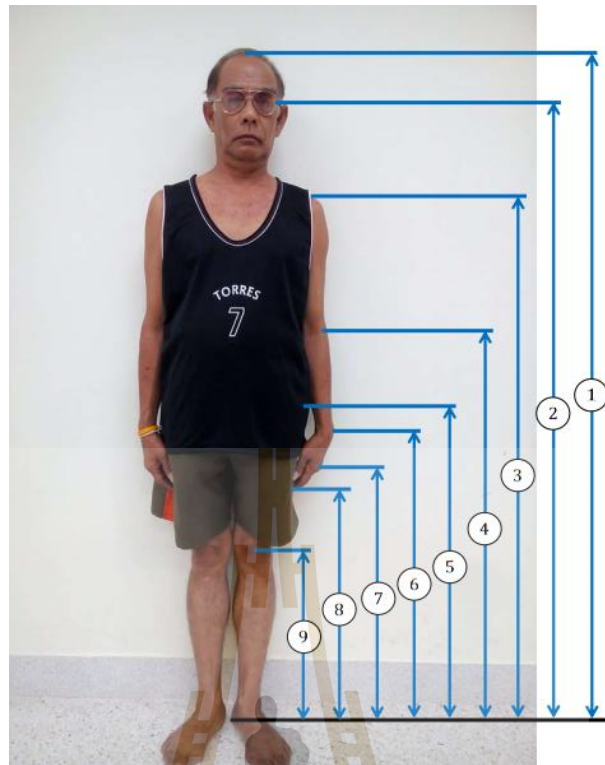


รูปที่ 3.11 เครื่องมือสายวัด

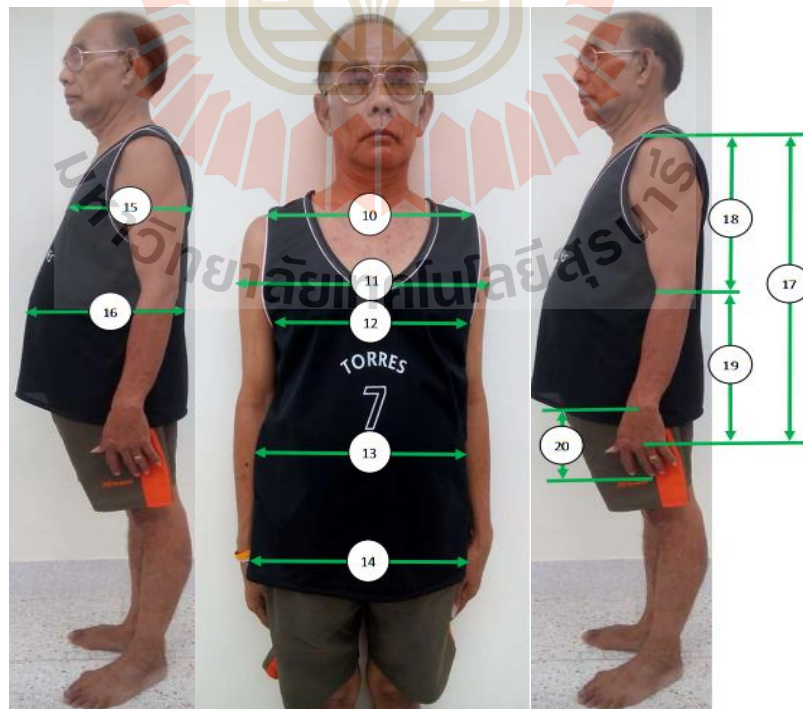
รูปที่ 3.12 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล

ตารางที่ 3.2 ตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย

ลำดับ	รายการ	หน่วยวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด
1	ความสูงจากพื้น – ศีรษะ	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
2	ความสูงจากพื้น – ระดับสายตา	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
3	ความสูงจากพื้น – ปุ่มปลายไหล่	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
4	ความสูงจากพื้น – ข้อศอก	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
5	ความสูงจากพื้น – สะโพก	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
6	ความสูงจากพื้น – ข้อมือ	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
7	ความสูงจากพื้น – ข้อนิ้วมือ (กำมือ)	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
8	ความสูงจากพื้น – ปลายนิ้วที่ยาวที่สุด	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
9	ความสูงจากพื้น – เข้าด้านหน้า	เซนติเมตร	แอนโทรโพมิเตอร์
10	ความกว้างระหว่างหัวไหล่	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
11	ความกว้างระหว่างต้นแขน	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
12	ความกว้างของลำตัวช่วงอก	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
13	ความกว้างของลำตัวช่วงท้อง	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
14	ความกว้างสะโพก	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
15	ความลึกช่วงอก	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
16	ความลึกช่วงท้อง	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
17	ความยาวแขน (ปุ่มไหล่ – ข้อนิ้วมือ)	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
18	ความยาวแขนท่อนบน (ปุ่มไหล่ – ข้อศอก)	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
19	ความยาวแขนท่อนล่าง (ข้อศอก – ข้อมือ)	เซนติเมตร	บีมคาลิปเปอร์
20	ความยาวมือ (ข้อมือ – ปลายนิ้ว)	เซนติเมตร	คาลิปเปอร์
21	รอบอก	เซนติเมตร	สายวัด
22	รอบเอว	เซนติเมตร	สายวัด
23	รอบสะโพก	เซนติเมตร	สายวัด
24	รอบแขนบน (ขวา)	เซนติเมตร	สายวัด
25	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอื่อมมือหียบหน้า (ขวา)	เซนติเมตร	สายวัด
26	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอื่อมมือหียบหน้า (หน้า)	เซนติเมตร	สายวัด
27	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอื่อมมือหียบหน้า (ซ้าย)	เซนติเมตร	สายวัด
28	น้ำหนัก	กิโลกรัม	เครื่องชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 3.13 ตำแหน่งการวัดด้วยเครื่องมือแอนโทโรมิเตอร์



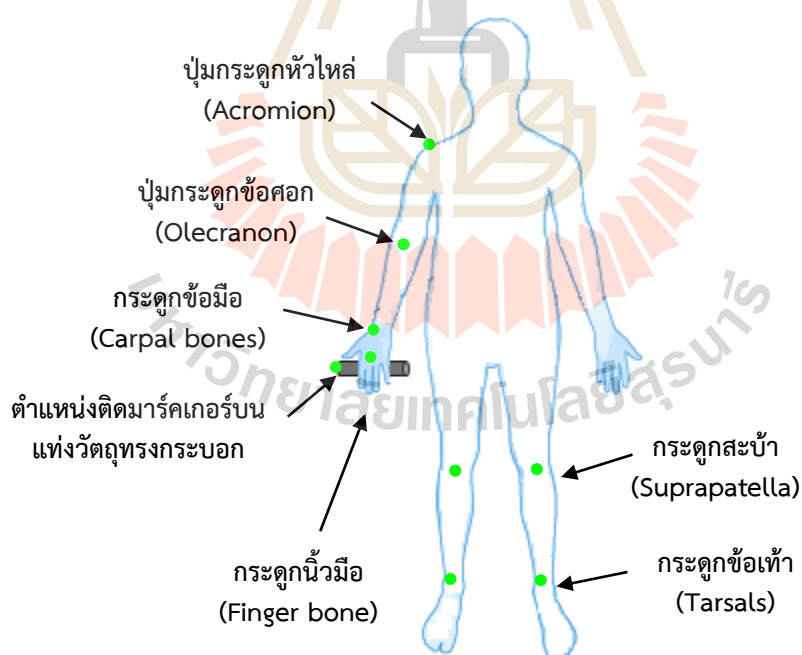
รูปที่ 3.14 ตำแหน่งการวัดด้วยเครื่องมือบีมคาลิปเปอร์

3.5 การวัดระยะเอื่อมถึง

การวัดระยะเอื่อมถึงด้วยชุดทดสอบและเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ประกอบด้วย 1) ชุดทดสอบระยะการเอื่อมถึง 2) กล้อง Qualisys Camera Oqus 400 จำนวน 3 ตัว 3) เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล 4) โปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว Qualisys Motion Capture System และ Visual 3D Basic และ 5) มาร์คเกอร์ทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร แบบสะท้อนแสงอินฟราเรด ข้อมูลระยะการเอื่อมที่วัดได้จะถูกนำไปสร้างแบบจำลองขอบเขตการเอื่อมถึงที่ระดับความสูงต่าง ๆ

3.5.1 การเตรียมผู้ถูกทดสอบ

ผู้ถูกทดสอบจะต้องติดมาร์คเกอร์ทรงกลมสะท้อนแสงลงบนผิวหนังของผู้ถูกทดสอบเพื่อบ่งชี้ตำแหน่งของร่างกาย จำนวน 6 ตำแหน่ง ดังนี้ 1) ข้อนิ้วมือขวา 2) ข้อมือขวา 3) ข้อศอกขวา 4) หัวไหล่ขวา 5) หัวเข่าขวาและซ้าย และ 6) ข้อเท้าขวาและซ้าย นอกจากนี้ยังติดมาร์คเกอร์บนปลายของแท่งวัตถุทรงกระบอก โดยผู้ถูกทดสอบต้องกำเอาไว้ขณะเอื่อมในระดัความสูงต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.15 และ 3.16



รูปที่ 3.15 ตำแหน่งการติดมาร์คเกอร์บนผิวหนังของร่างกาย



รูปที่ 3.16 การติดมาร์คเกอร์ของผู้ถูกทดสอบเพศหญิงและเพศชาย

3.5.2 วิธีการวัดระยะเอื้อมถึง

งานวิจัยนี้ศึกษาระยะเอื้อมถึงมากที่สุด (Maximum Reach) ของผู้ถูกทดสอบโดยการเคลื่อนไหวแขนและมือในท่ายื่นเท่าซิดกัน ผู้ถูกทดสอบยืนตัวตรงเท่าซิดกันโดยนิ้วเท้าอยู่ในแนวเดียวกัน แขนอยู่ในลักษณะเหยียด ลำตัวอยู่นิ่งขณะกวาดแขนขวาทำมุมเทียบกับระนาบหน้าหลังในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในระดับความสูงที่แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การกวาดแขนของผู้ถูกทดสอบในการวัดระยะเอื้อมถึงมากที่สุด

3.6 การสร้างแบบจำลองขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกายด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ในการศึกษานี้มีวิธีการคัดเลือกทุกตัวแบบที่เป็นไปได้ (All Possible Regression) กำหนดให้ตัวแปรตาม คือ ระยะเอื่อมถึง และตัวแปรอิสระ คือ สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ จำนวน 24 รายการ โดยมีวิธีการวิเคราะห์การคัดกรองตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเข้าสมการถดถอยพหุคูณ 2 แนวทาง คือ 1) การเลือกตัวแปรโดยวิธีนำตัวแปรเข้าทั้งหมด (Enter Regression) และ 2) การเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise Regression)

3.6.1 การเลือกตัวแปรโดยวิธีนำตัวแปรเข้าทั้งหมด (Enter Regression)

การสร้างสมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอื่อมกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุโดยใช้วิธีนำตัวแปรเข้าสมการทั้งหมด ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยโดยพิจารณาค่าสถิติ 3 ค่า คือ ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ค่าสถิติของมอลโลวส์ (Mallows's Cp) และค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (PRESS) จากนั้นทำการวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อให้ได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด การคัดเลือกทุกตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยใช้คำสั่ง Best Subset Selection โดยกำหนดให้ตัวแปรตาม คือ ระยะเอื่อมตัวแปรอิสระ คือ สัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุจำนวน 24 รายการ โดยพิจารณาค่าสถิติมอลโลวส์ต้องน้อยกว่าจำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย และค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดมากที่สุด ในขณะที่มีค่า PRESS น้อยที่สุด

3.6.2 การเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise Regression)

การสร้างสมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอื่อมกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุโดยใช้วิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอน วิธีการนี้เป็นการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการทีละตัวเช่นเดียวกับวิธีเพิ่มตัวแปร (Forward Selection) โดยพิจารณาจากตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดก่อนและทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ และทุกครั้งที่มีการนำตัวแปรอิสระใหม่เข้าสมการต้องทำการตรวจสอบย้อนกลับอีกครั้งด้วยวิธีการลดตัวแปร (Backward Elimination) เพื่อตรวจสอบตัวแปรอิสระทุกตัวที่อยู่ในสมการก่อนหน้าว่ายังควรอยู่ในสมการหรือไม่ ตัวแปรอิสระที่ไม่ควรอยู่ในสมการจะถูกคัดออกก่อน แล้วจึงคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่มีความสัมพันธ์อันดับถัดไปเข้าสู่สมการ และหยุดนำตัวแปรอิสระเข้าก็ต่อเมื่อตัวแปรนั้นมีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามน้อยหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อให้ได้ตัวแบบสมการถดถอยที่เหมาะสมที่สุด

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุมีตัวแปรอิสระจำนวน 24 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังนี้

ตัวแปรตาม คือ ระยะการเอื่อมถึง

ตัวแปรอิสระ จำนวน 24 ตัว ประกอบด้วย

1. ความสูงระดับศีรษะ
2. ความสูงระดับสายตา
3. ความสูงระดับไหล่
4. ความสูงระดับข้อศอก
5. ความสูงระดับสะโพก
6. ความสูงระดับข้อมือ
7. ความสูงระดับข้อนิ้วมือ
8. ความสูงระดับปลายนิ้ว
9. ความสูงระดับเข่า
10. ความกว้างไหล่
11. ความกว้างระหว่างต้นแขน
12. ความกว้างลำตัวช่วงอก
13. ความกว้างลำตัวช่วงท้อง
14. ความกว้างสะโพก
15. ความลึกช่วงอก
16. ความลึกช่วงท้อง
17. ความยาวแขน
18. ความยาวแขนท่อนบน
19. ความยาวแขนท่อนล่าง
20. ความยาวมือ
21. รอบอก
22. รอบเอว
23. รอบสะโพก
24. รอบแขนบน

3.7 การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื้อมถึง

การหาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ มีตัวแปรอิสระ จำนวน 3 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังนี้

ตัวแปรตาม คือ ระยะการเอื้อมถึง

ตัวแปรอิสระ จำนวน 3 ตัว ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการออกแรงยกของไหล่
2. ความสามารถในการออกแรงยกของหลัง
3. เพศ



บทที่ 4

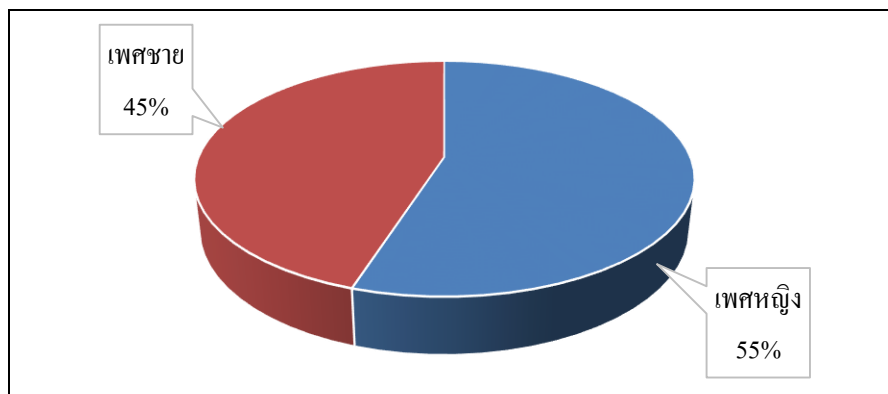
ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

ในบทนี้เป็นการแสดงถึงผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้สูงอายุในจังหวัดนครราชสีมาตามขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้กล่าวไว้ในบทก่อนหน้า เพื่อศึกษาขนาดสัดส่วนร่างกายและขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ จากนั้นนำมาสร้างแบบจำลองการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ รวมถึงศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis) โดยแบ่งหัวข้อผลการศึกษาดังนี้

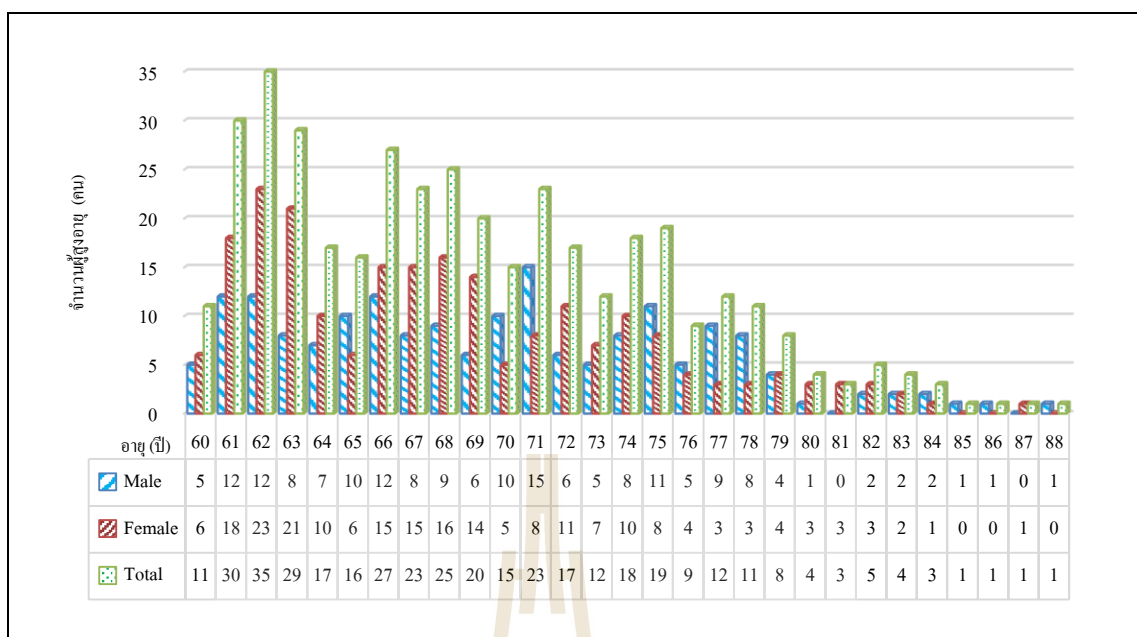
- 4.1 ข้อมูลคุณลักษณะของผู้สูงอายุ
- 4.2 ข้อมูลสภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุ
- 4.3 การประเมินสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ
- 4.4 การวัดข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุและระยะเอื่อมถึง
- 4.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกาย
- 4.6 การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึง

4.1 ข้อมูลคุณลักษณะของผู้สูงอายุ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปเข้าร่วมการทดสอบจำนวน 400 คน อายุระหว่าง 60 – 88 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 180 คน (ร้อยละ 45) เพศหญิง 220 คน (ร้อยละ 55) มีอายุเฉลี่ย 68.9 ปี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.24 ปี แสดงดังรูปที่ 4.1 และ 4.2

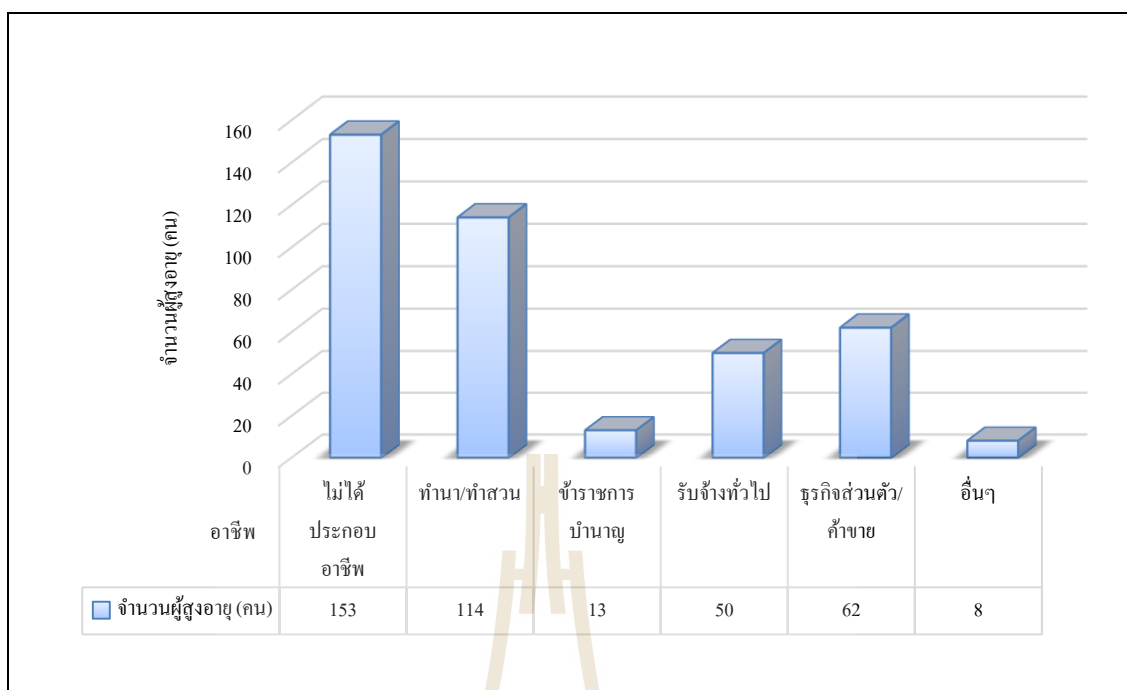


รูปที่ 4.1 สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกเป็นเพศหญิงและเพศชาย



รูปที่ 4.2 จำนวนเพศชายและเพศหญิงของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

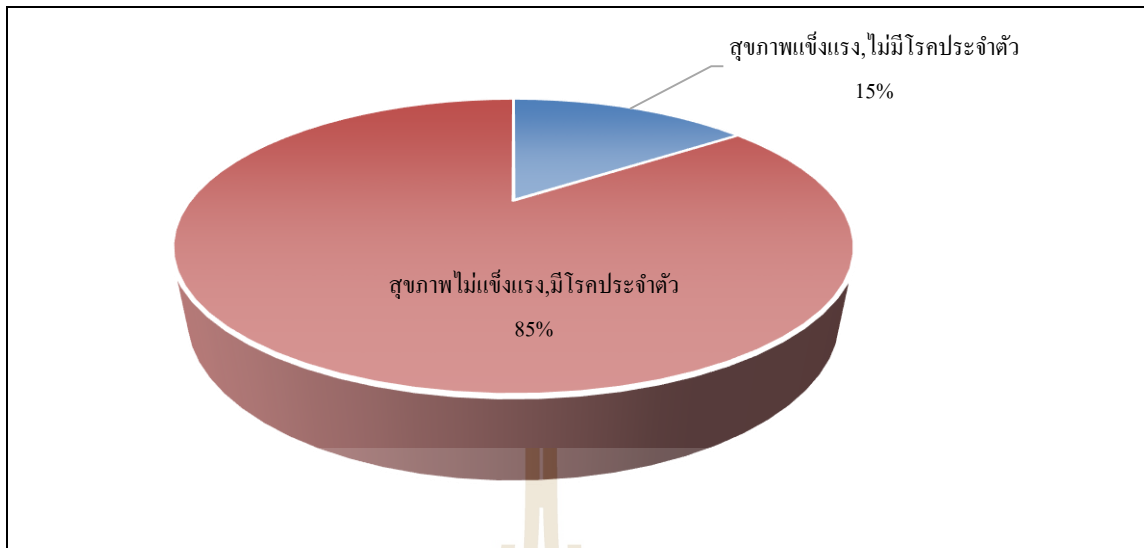
ข้อมูลคุณลักษณะด้านสถานภาพ การพักอาศัย การศึกษา และการประกอบอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำนวน 400 คน มีสถานภาพแต่งงาน 269 คน (ร้อยละ 67.25) สถานภาพโสด 25 คน (ร้อยละ 6.25) และสถานภาพหม้าย หย่าร้าง หรือแยกกันอยู่จำนวน 106 คน (ร้อยละ 26.5) ด้านการพักอาศัย ผู้สูงอายุอาศัยอยู่เพียงลำพัง 26 คน (ร้อยละ 6.5) พักอาศัยอยู่กับครอบครัวหรือลูกหลาน 366 คน (ร้อยละ 91.5) พักอาศัยกับญาติพี่น้องจำนวน 7 คน (ร้อยละ 1.75) และพักอาศัยกับบุคคลอื่นจำนวน 1 คน (ร้อยละ 0.25) ด้านการศึกษาพบว่าผู้สูงอายุได้เรียนหนังสือ 378 คน (ร้อยละ 94.5) และไม่ได้เรียนหนังสือจำนวน 22 คน (ร้อยละ 5.5) ซึ่งผู้สูงอายุส่วนใหญ่ที่เรียนหนังสือจบชั้นประถมศึกษา (ป.4) จำนวน 331 คน คิดเป็นร้อยละ 87.57 ของจำนวนผู้เรียนหนังสือทั้งหมด รองลงมาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 23 คน (ร้อยละ 6.08) ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 15 คน (ร้อยละ 3.97) และระดับปริญญาตรีจำนวน 9 คน (ร้อยละ 2.38) ในด้านข้อมูลการประกอบอาชีพปัจจุบันของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่ยังคงประกอบอาชีพอยู่มีจำนวน 247 คน คิดเป็นร้อยละ 61.75 แบ่งออกเป็นการประกอบอาชีพเกษตรกรรม 114 คน อาชีพค้าขาย 62 คน อาชีพรับจ้างทั่วไป 50 คน และข้าราชการบำนาญ 13 คน ส่วนผู้สูงอายุอีกจำนวน 153 คนนั้นไม่ได้ประกอบอาชีพ คิดเป็นร้อยละ 38.25 แสดงดังรูปที่ 4.3



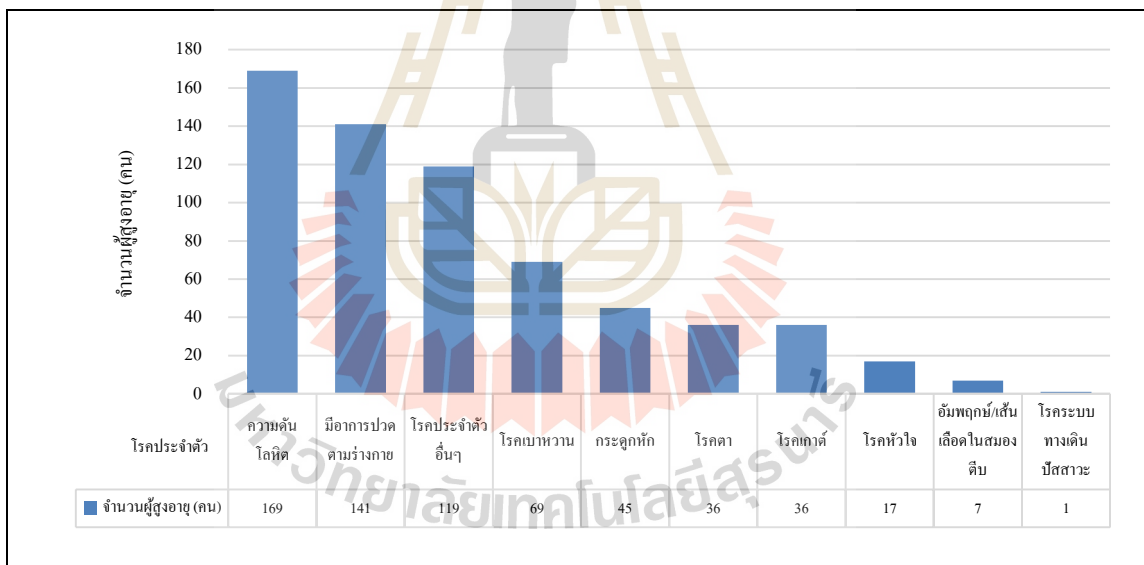
รูปที่ 4.3 การประกอบอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ข้อมูลสถานะสุขภาพของผู้สูงอายุ

จากการสำรวจสถานะสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 400 คน โดยใช้แบบสอบถามพบว่า ผู้สูงอายุจำนวน 61 คน (ร้อยละ 15.3) มีสุขภาพแข็งแรง ผู้สูงอายุจำนวน 339 คน คิดเป็นร้อยละ 84.8 นั้นสุขภาพไม่แข็งแรง มีโรคประจำตัว (รูปที่ 4.4) ซึ่งโรคประจำตัวที่พบมากสุดในกลุ่มตัวอย่างนี้คือโรคความดันโลหิต เมื่อผู้สูงอายุเกิดอาการความดันโลหิตไม่ปกติ อาจส่งผลให้มีอาการปวดศีรษะ หน้ามืด สายตาพร่ามัว เป็นต้น โรคประจำตัวที่พบบรองลงมาคืออาการปวดตามร่างกาย เช่น ปวดหลัง ปวดหัวเข่า หรือปวดแขน จำนวน 141 คน โรคประจำตัวอื่นๆ เช่น โรคไต โรคกระเพาะ โรคระบบทางเดินหายใจ และโรคผิวหนัง จำนวน 119 คน โรคเบาหวาน 69 คน ผู้สูงอายุเคยกระดูกหักจำนวน 45 คน เป็นโรคตา ตาเป็นต้อ มองไม่ชัดเจน จำนวน 36 คน โรคเกาต์มีอาการปวดตามข้อ จำนวน 36 คน นอกจากนี้ยังมีผู้สูงอายุจำนวน 17 คน เป็นโรคหัวใจ ผู้สูงอายุจำนวน 7 คน มีอาการเส้นเลือดในสมองตีบ เคยมีอาการอัมพฤกษ์แต่ปัจจุบันอาการดีขึ้นแล้ว สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเอง และมีผู้สูงอายุจำนวน 1 คน เป็นโรคระบบทางเดินปัสสาวะ แสดงข้อมูลดังรูปที่ 4.5

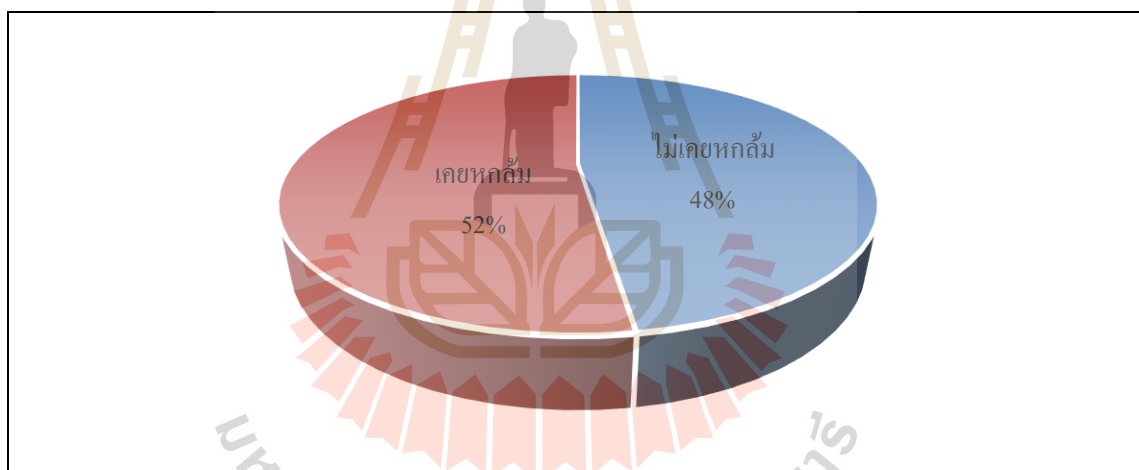


รูปที่ 4.4 สภาวะสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ

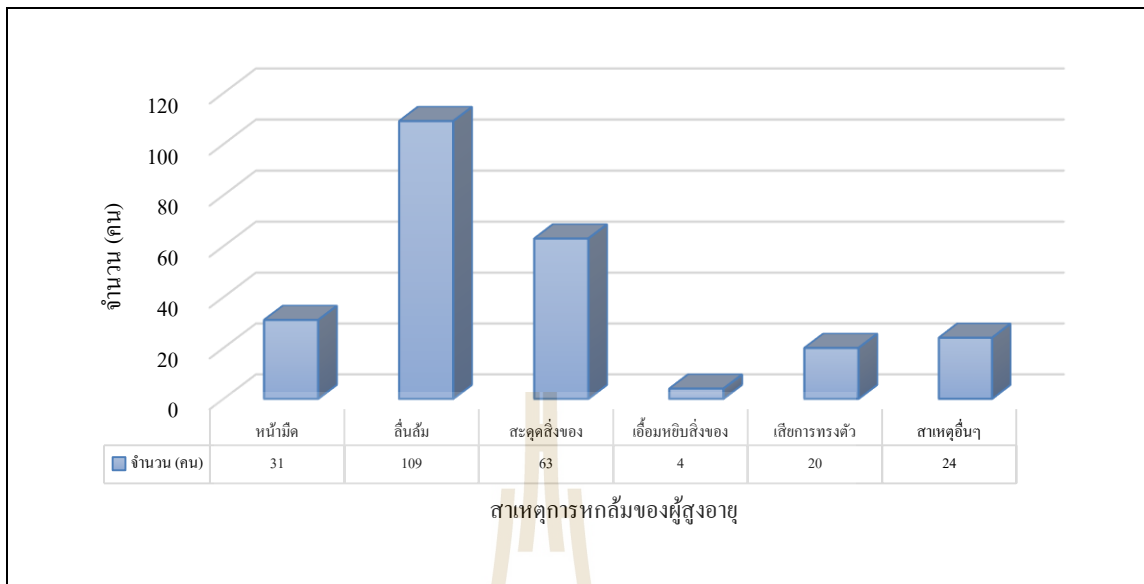


รูปที่ 4.5 โรคประจำตัวของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ

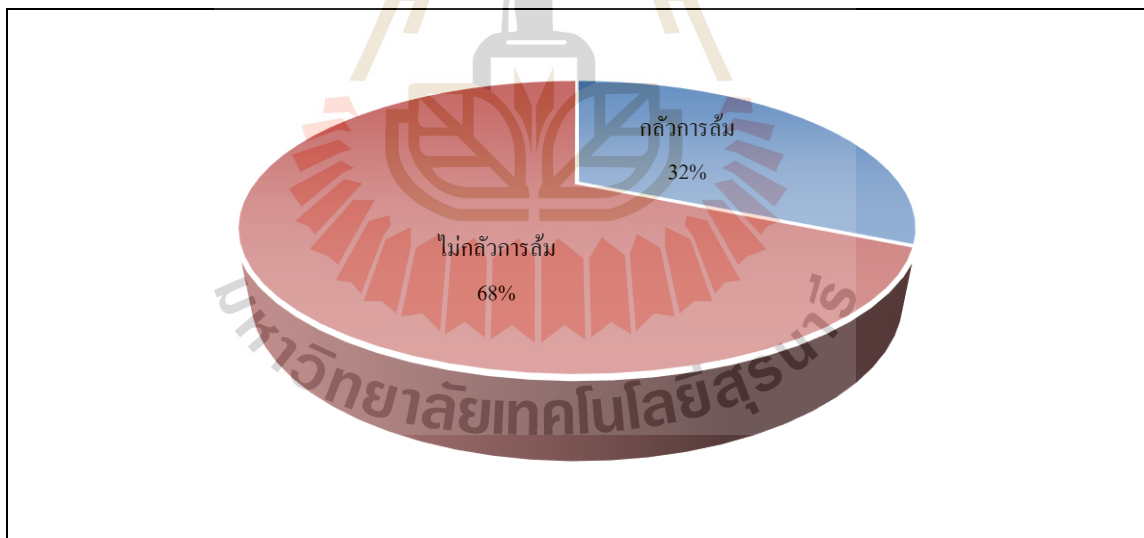
ด้านพฤติกรรมการออกกำลังกาย พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่ออกกำลังกายเป็นประจำในช่วงเวลาเช้าและเย็นคิดเป็นร้อยละ 89.3 (357 คน) และมีผู้สูงอายุจำนวน 43 คน (ร้อยละ 10.7) ไม่ออกกำลังกาย ซึ่งผู้สูงอายุออกกำลังกายโดยการเดิน การออกกำลังกายบริหารแบบแอโรบิก การเล่นกีฬา และการทำงานบ้าน เป็นต้น เมื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการหกล้ม พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 209 คน (ร้อยละ 52) เคยหกล้มมาก่อน และมีผู้สูงอายุจำนวน 191 คน (ร้อยละ 48) ไม่เคยหกล้ม (รูปที่ 4.6) ส่วนสาเหตุของการหกล้มจากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าในจำนวนผู้สูงอายุที่เคยหกล้มมาก่อนจำนวน 209 คน มีสาเหตุมาจากการลื่นล้ม การสะดุดสิ่งของ อาการหน้ามืด การเสียการทรงตัว การเอื้อมหยิบสิ่งของ และสาเหตุอื่น ๆ เช่น แขนขาอ่อนแรง สุนัขวิ่งชน เมาสุรา เหยียบพื้นต่างระดับ เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 4.7 และเมื่อสอบถามถึงความกลัวในการล้ม พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่ร้อยละ 68.3 (273 คน) มีความกลัวในการหกล้ม จึงส่งผลให้มีความระมัดระวังในการเคลื่อนไหวและทำกิจกรรมต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.6 ประวัติการหกล้มของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ



รูปที่ 4.7 สาเหตุการหกล้มของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ



รูปที่ 4.8 การก๊วการล้มของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ

4.3 การประเมินสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ

การประเมินสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ ประกอบด้วย การประเมินลักษณะทางกายภาพ การประเมินสัดส่วนรูปร่าง และการทดสอบความสามารถทางกายภาพ ซึ่งมีผลการประเมินและทดสอบทางกายภาพของผู้สูงอายุดังต่อไปนี้

4.3.1 การประเมินลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุ

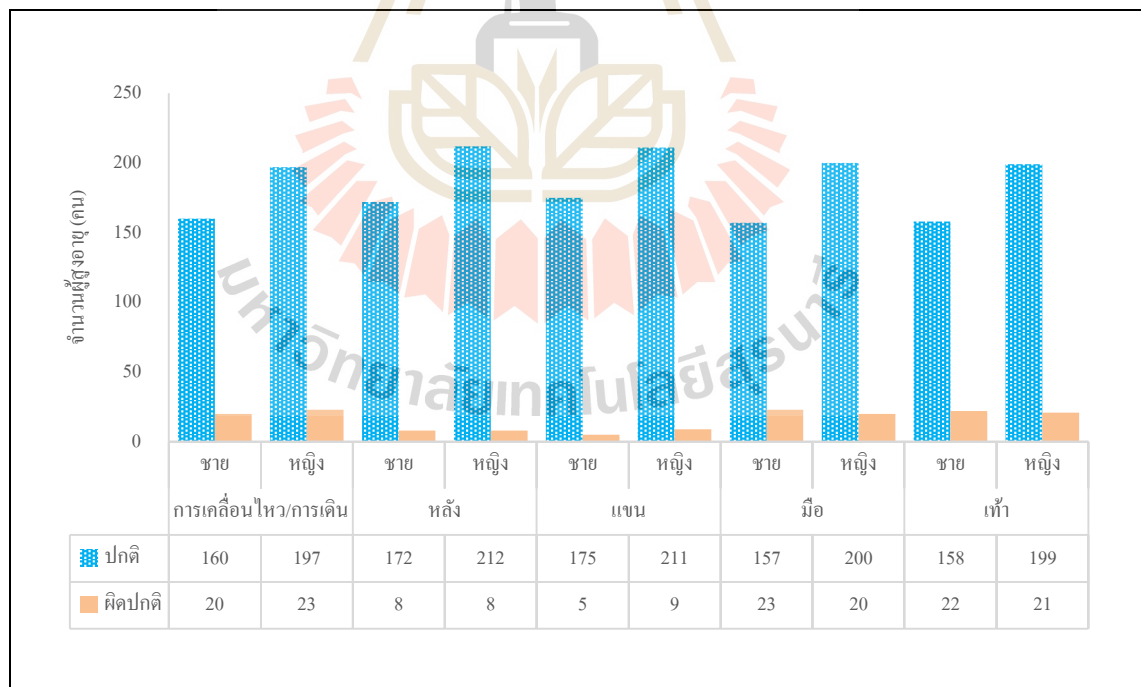
การประเมินลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำนวน 400 คน พบว่าผู้สูงอายุ 43 คน (ร้อยละ 10.75) มีลักษณะการเคลื่อนไหวและการเดินที่ผิดปกติ ขาและเท้ามีลักษณะบิดผิดรูปและโก่งงอ มือมีลักษณะรูปร่างบิดผิดรูป นิ้วมือไม่ครบ และไม่สามารถกำมือได้ แน่นสนิท ตัวอย่างลักษณะที่ผิดปกติแสดงดังภาพที่ 4.9 นอกจากนี้ยังมีผู้สูงอายุจำนวน 16 คน (ร้อยละ 10.75) มีลักษณะอาการหลังโก่งงอ หลังค่อม และผู้สูงอายุจำนวน 14 คน ไม่สามารถเหยียดแขนตรงได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.10 โดยสาเหตุของความผิดปกตินั้น มาจากการได้รับอุบัติเหตุจากการใช้ชีวิตประจำวันหรือการทำงาน และเป็นมาตั้งแต่กำเนิด



รูปที่ 4.9 ลักษณะความผิดปกติทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ

ลักษณะทางกายภาพ	การประเมิน	จำนวนผู้สูงอายุ			
		เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)	รวม (คน)	คิดเป็นร้อยละ
การเคลื่อนไหว/ การเดิน	ปกติ	160	197	357	89.25
	ผิดปกติ	20	23	43	10.75
หลัง	ปกติ	172	212	384	96.0
	ผิดปกติ	8	8	16	4.0
แขน	ปกติ	175	211	386	96.5
	ผิดปกติ	5	9	14	3.5
มือ	ปกติ	157	200	357	89.25
	ผิดปกติ	23	20	43	10.75
เท้า	ปกติ	158	199	357	89.25
	ผิดปกติ	22	21	43	10.75



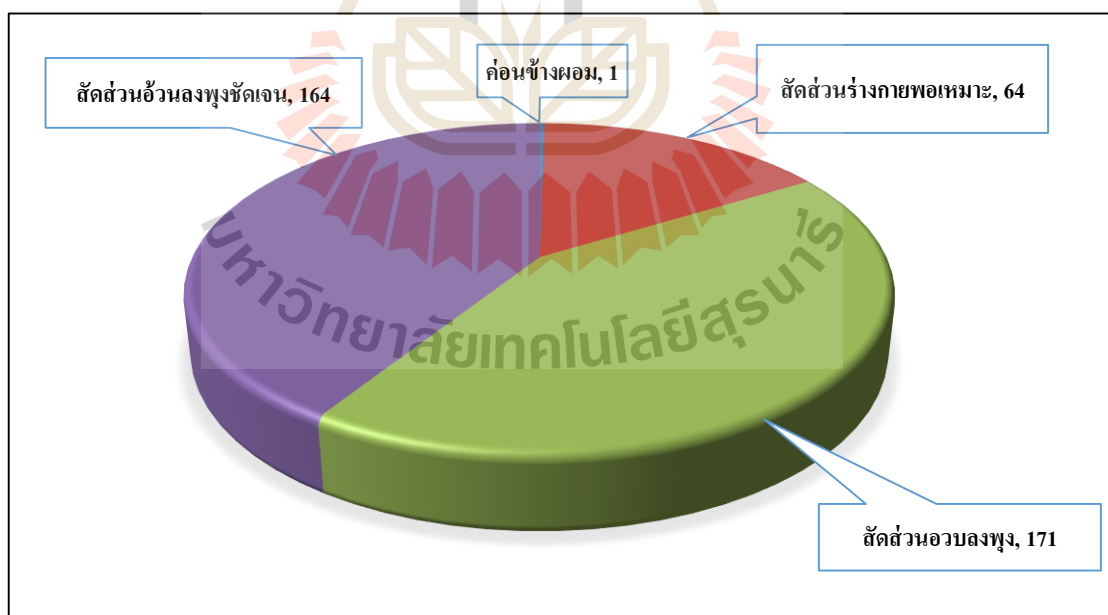
รูปที่ 4.10 การประเมินลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ

4.3.2 การประเมินสัดส่วนรูปร่างของผู้สูงอายุ

การประเมินลักษณะรูปร่างของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำนวน 400 คน โดยใช้การประเมินจากสัดส่วนเส้นรอบเอวต่อส่วนสูง (Waist to Height Ratio: WHtR) พบว่าผู้สูงอายุจำนวน 400 คน มีรูปร่างสัดส่วนอวบลงพุงจำนวน 171 คน (ร้อยละ 42.75) รูปร่างสัดส่วนอ้วนลงพุงชัดเจนจำนวน 164 คน (ร้อยละ 41) มีรูปร่างสัดส่วนร่างกายพอเหมาะ จำนวน 64 คน (ร้อยละ 16) และมีผู้สูงอายุเพียง 1 คน ที่มีรูปร่างค่อนข้างผอม แสดงดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินรูปร่างของผู้สูงอายุ

การประเมิน	จำนวนผู้สูงอายุ			
	เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)	รวม (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ค่อนข้างผอม	1	0	1	0.25
สัดส่วนร่างกายพอเหมาะ	43	21	64	16
สัดส่วนอวบลงพุง	96	75	171	42.75
สัดส่วนอ้วนลงพุงชัดเจน	40	124	164	41



รูปที่ 4.11 ผลการประเมินรูปร่างของผู้สูงอายุ

4.3.3 การทดสอบคุณลักษณะทางกายของผู้สูงอายุ

การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. การทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้า 2. การทดสอบความสามารถในการทรงตัว และ 3. การทดสอบความสามารถในการออกแรง โดยผลการทดสอบแสดงดังต่อไปนี้

4.3.3.1 ความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้า

การทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าพิจารณาจากความสามารถโน้มตัวไปข้างหน้าโดยระยะห่างวัดจากระหว่างปลายเท้าถึงปลายนิ้วของผู้ถูกทดสอบ ในขณะที่นั่ง (รูปที่ 4.12) จากการทดสอบผู้สูงอายุจำนวน 400 คน มีผู้สูงอายุสามารถนั่งยื่นมือและโน้มตัวไปข้างหน้าได้จำนวน 393 คน แบ่งเป็นผู้สูงอายุชาย 175 คน ผู้สูงอายุหญิง 218 คน และผู้สูงอายุจำนวน 7 คน ไม่สามารถนั่งและโน้มตัวไปข้างหน้าได้ โดยผู้สูงอายุเพศชายมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าวัดได้ 1.38 เซนติเมตร ค่ามากที่สุดเท่ากับ 23 เซนติเมตร ค่าน้อยสุดเท่ากับ -24 เซนติเมตร ในขณะที่ผู้สูงอายุเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าวัดได้ 8.38 เซนติเมตร ค่ามากที่สุดเท่ากับ 26 เซนติเมตร ค่าน้อยสุดเท่ากับ -15 เซนติเมตร ซึ่งสรุปได้ว่าผู้สูงอายุเพศหญิงมีความสามารถในการโน้มตัวไปข้างหน้าได้มากกว่าผู้สูงอายุเพศชาย แสดงผลดังตารางที่ 4.3 ทั้งนี้จากการสังเกต พบว่าผู้สูงอายุเพศชายส่วนใหญ่มีหน้าท้องใหญ่ จึงเป็นอุปสรรคต่อการงอตัวไปข้างหน้า



รูปที่ 4.12 การวัดความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุเพศหญิงและเพศชาย

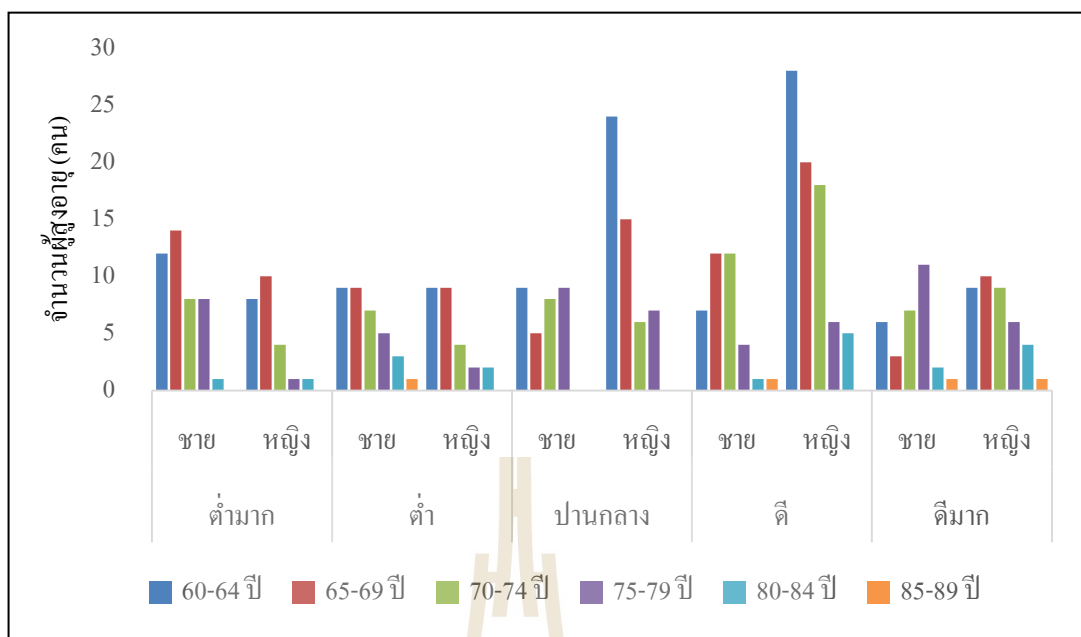
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุที่ทดสอบ		การทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้า (เซนติเมตร)			
		ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่ามากที่สุด	ค่าน้อยสุด
เพศชาย (คน)	175	1.38	9.60	23	-24
เพศหญิง (คน)	218	8.38	7.75	26	-15

จากผลการทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุจำนวน 393 คน เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุ 60 - 89 ปี ของสุพิตร สมาหิโต และคณะ (2556) (แสดงเกณฑ์ในภาคผนวก ข.) ผลการเทียบตามเกณฑ์มาตรฐานปรากฏว่า จากผู้สูงอายุเพศหญิงจำนวน 218 คน ผู้ที่มีความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าอยู่ในเกณฑ์ดี โดยงอตัวไปข้างหน้าได้ระยะ 7 ถึง 16 เซนติเมตรวัดจากปลายเท้า จำนวน 77 คน ในขณะที่ผู้สูงอายุเพศชายจำนวน 175 คน ผู้ที่มีความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก ซึ่งไม่สามารถงอตัวไปข้างหน้าโดยปลายนิ้วมือเลยฝ่าเท้าได้ วัดระยะที่ปลายนิ้วมืออยู่ห่างน้อยสุดจากปลายเท้าได้ 5 เซนติเมตร จำนวน 43 คน รองลงมาอยู่ในเกณฑ์ดี กล่าวคือสามารถงอตัวไปข้างหน้าได้ระยะ 5 ถึง 13 เซนติเมตร โดยวัดจากระยะฝ่าเท้าถึงปลายนิ้วมือ จำนวน 37 คน แสดงผลในตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินการทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุ

ช่วงอายุ (ปี)	เกณฑ์การประเมินการทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้า									
	เพศชาย (คน)					เพศหญิง (คน)				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
60-64	12	9	9	7	6	8	9	24	28	9
65-69	14	9	5	12	3	10	9	15	20	10
70-74	8	7	8	12	7	4	4	6	18	9
75-79	8	5	9	4	11	1	2	7	6	6
80-84	1	3	0	1	2	1	2	0	5	4
85-89	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
รวม	43	34	31	37	30	24	26	52	77	39



รูปที่ 4.13 การทดสอบความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้าของผู้สูงอายุ

4.3.3.2 ความสามารถในการทรงตัว

การทดสอบความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ มีการทดสอบ 3 ลักษณะ คือ 1. การทดสอบการทรงตัวในขณะที่ลุกนั่งจากเก้าอี้ 2. การทดสอบการทรงตัวในขณะที่ยืนและเดิน และ 3. การทดสอบการทรงตัวในขณะที่เดินและหมุนตัว โดยผลการทดสอบพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความสามารถในการทรงตัวได้ดี ตามเกณฑ์การทดสอบ แสดงผลตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวัดความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ

การทดสอบการทรงตัว		ผู้สูงอายุทำได้ (คน)	ผู้สูงอายุทำไม่ได้ (คน)
1. ลุกขึ้นลงบนเก้าอี้ (5 ครั้ง/10 วินาที)	ไม่ใช้มือช่วยพยุงตัว	373 (ร้อยละ 93.25)	4 (ร้อยละ 1)
	ใช้มือช่วยพยุงตัว	23 (ร้อยละ 5.75)	
2. ยืนต่อปลายเท้า (ยืนนิ่งไว้ 10 วินาที)		374 (ร้อยละ 93.5)	26 (ร้อยละ 6.5)
3. ยืนต่อปลายเท้า (หลับตานิ่งไว้ 10 วินาที)		259 (ร้อยละ 64.75)	141 (ร้อยละ 35.25)
4. เดินต่อปลายเท้า (มากกว่า 8 ก้าวขึ้นไป)		345 (ร้อยละ 86.25)	55 (ร้อยละ 13.75)
5. เดินระยะทาง 3 เมตร (10 วินาที)		181 (ร้อยละ 45.25)	219 (ร้อยละ 54.75)
6. เดินและหมุนตัว	หมุนตัวเร็ว (3 ก้าว)	298 (ร้อยละ 74.5)	-
	หมุนตัวช้าเร็ว (มากกว่า 4 ก้าว)	102 (ร้อยละ 25.5)	-

4.3.3.3 ความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ

การวัดความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. การทดสอบความสามารถในการออกแรงยกจากก้นมือหัวไหล่ 2. การทดสอบความสามารถในการออกแรงยกจากก้นมือหลัง และ 3. การทดสอบความสามารถในการออกแรงบีบมือ โดยผลการทดสอบพบว่าความสามารถในการออกแรงของเพศหญิงมีค่าน้อยกว่าของเพศชาย ค่าความสามารถในการออกแรงยกจากก้นมือหัวไหล่ด้านขวาของผู้สูงอายุเพศชายเท่ากับ 12.64 ± 5.03 kg-f เพศหญิงเท่ากับ 8.47 ± 4.42 kg-f ค่าความสามารถในการออกแรงยกจากก้นมือหลังของผู้สูงอายุเพศชายเท่ากับ 31.56 ± 10.78 kg-f เพศหญิงเท่ากับ 22.46 ± 9.57 kg-f และค่าความสามารถในการออกแรงบีบมือของผู้สูงอายุเพศชายเท่ากับ 24.96 ± 7.31 kg-f เพศหญิงเท่ากับ 16.01 ± 5.06 kg-f แสดงดังตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ พบว่าผู้สูงอายุเพศหญิงมีความสามารถในการออกแรงเป็นร้อยละ 64-67 ของความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุเพศชาย

ตารางที่ 4.6 ผลการวัดความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ

ความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		ความสามารถในการออกแรงของเพศหญิงเมื่อเทียบกับเพศชาย (ร้อยละ)
	เพศชาย (kg-f)	เพศหญิง (kg-f)	
แรงยกของหัวไหล่ (ขวา)	12.64 ± 5.03	8.47 ± 4.42	67
แรงยกของหลัง	31.56 ± 10.78	22.46 ± 9.57	71
แรงบีบมือ	24.96 ± 7.31	16.01 ± 5.06	64

4.4 การวัดข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุและระยะเอื่อม

4.4.1 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ

ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุจำนวน 28 รายการ (ตารางที่ 4.7) แสดงค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าน้อยสุด และค่ามากที่สุดของผู้สูงอายุเพศชาย (180 คน) และผู้สูงอายุเพศหญิง (220 คน) มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

ตารางที่ 4.7 ค่าสถิติสัดส่วนร่างกาย 28 รายการของผู้สูงอายุเพศชาย

ลำดับ	รายการวัดสัดส่วน	ค่าสถิติผู้สูงอายุเพศชาย (180 คน) (เซนติเมตร)								
		Average	S.D.	Min	Max	P5	P25	P50	P75	P95
1	ความสูงจากพื้น – ศีรษะ	161.06	6.03	145.10	178.07	151.59	157.05	160.65	165.05	171.74
2	ความสูงจากพื้น – ระดับสายตา	150.52	6.33	134.17	164.90	140.18	145.76	149.99	155.38	161.40
3	ความสูงจากพื้น – ปุ่มปลายไหล่	133.95	5.76	118.93	154.77	125.29	129.92	134.27	137.31	143.84
4	ความสูงจากพื้น – ข้อศอก	102.14	4.69	90.17	119.93	95.29	98.66	101.78	105.42	109.92
5	ความสูงจากพื้น – สะโพก	89.08	4.42	73.60	103.60	82.46	86.17	88.65	92.18	96.38
6	ความสูงจากพื้น – ข้อมือ	78.60	3.79	68.53	88.43	72.97	75.82	78.13	81.34	84.73
7	ความสูงจากพื้น – ข้อนิ้วมือ (กำมือ)	69.89	3.85	56.00	79.57	64.30	67.59	69.73	72.34	76.24
8	ความสูงจากพื้น – ปลายนิ้วที่ยาวที่สุด	59.14	3.71	44.87	68.43	53.63	56.85	58.95	61.47	65.12
9	ความสูงจากพื้น – เข่าด้านหน้า	46.08	2.31	40.47	53.77	42.52	44.39	46.07	47.60	49.78
10	ความกว้างระหว่างหัวไหล่	31.75	1.99	25.70	38.50	28.93	30.26	31.75	32.86	35.21
11	ความกว้างระหว่างต้นแขน	42.29	2.79	36.10	49.30	37.77	40.42	42.10	43.83	47.67
12	ความกว้างของลำตัวช่วงอก	28.31	2.23	23.83	35.50	24.83	26.86	28.17	29.78	32.23
13	ความกว้างของลำตัวช่วงท้อง	27.64	2.98	20.90	36.57	22.77	25.49	27.58	29.37	32.44
14	ความกว้างสะโพก	32.02	2.07	27.23	40.87	29.13	30.39	31.90	33.30	35.73
15	ความลึกช่วงอก	22.44	2.41	17.23	31.37	18.93	20.50	22.29	23.90	27.04
16	ความลึกช่วงท้อง	22.49	3.86	14.00	33.40	16.70	19.56	22.20	25.10	29.11
17	ความยาวแขน (ปุ่มไหล่ – ข้อนิ้วมือ)	63.91	2.92	55.87	72.00	58.96	61.78	63.89	65.98	68.41
18	ความยาวแขนท่อนบน (ปุ่มไหล่ – ข้อศอก)	31.65	1.61	27.47	35.87	28.97	30.53	31.60	32.63	34.37
19	ความยาวแขนท่อนล่าง (ข้อศอก – ข้อมือ)	22.82	1.42	17.97	27.30	20.73	21.90	22.85	23.70	25.17
20	ความยาวมือ (ข้อมือ – ปลายนิ้ว)	19.03	0.93	16.93	21.27	17.47	18.30	19.17	19.74	20.47
21	รอบอก	89.46	7.54	74.83	122.37	78.62	84.06	89.35	92.89	103.76
22	รอบเอว	86.97	12.45	61.40	166.53	70.25	78.53	86.14	94.21	104.64
23	รอบสะโพก	92.99	7.46	72.47	122.07	82.41	88.03	92.64	97.45	106.62
24	ระยะความยาวรอบแขน	27.56	3.55	19.13	37.10	21.89	25.38	27.38	30.31	32.95
25	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอ้อมือหุ้มหน้า (ขวา)	58.71	2.91	68.37	50.10	54.13	56.77	58.49	60.48	63.39
26	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอ้อมือหุ้มหน้า (หน้า)	60.93	2.96	69.77	53.53	56.12	58.82	60.93	62.64	65.70
27	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอ้อมือหุ้มหน้า (ซ้าย)	61.80	2.88	68.40	53.83	56.76	60.07	61.70	63.72	66.55
28	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	59.67	11.78	99.10	37.00	42.16	51.18	58.20	67.23	79.47

ตารางที่ 4.8 ค่าสถิติสัดส่วนร่างกาย 28 รายการของผู้สูงอายุเพศหญิง

ลำดับ	รายการวัดสัดส่วน	ค่าสถิติผู้สูงอายุเพศหญิง (n=220) (เซนติเมตร)								
		Average	S.D.	Min	Max	P5	P25	P50	P75	P95
1	ความสูงจากพื้น – ศีรษะ	149.77	5.89	128.77	166.20	140.04	146.33	150.02	153.31	158.51
2	ความสูงจากพื้น – ระดับสายตา	139.21	6.02	120.70	156.17	128.93	135.26	139.15	142.92	148.50
3	ความสูงจากพื้น – ปุ่มปลายไหล่	123.84	5.45	106.47	139.57	114.12	120.29	124.04	127.50	132.02
4	ความสูงจากพื้น – ข้อศอก	94.14	4.63	78.70	107.43	86.60	91.05	94.67	97.05	101.28
5	ความสูงจากพื้น – สะโพก	82.90	4.45	68.47	94.43	76.45	80.00	82.87	86.17	89.91
6	ความสูงจากพื้น – ข้อมือ	73.47	3.96	60.43	85.00	66.36	71.26	73.63	75.98	79.34
7	ความสูงจากพื้น – ข้อนิ้วมือ (กำมือ)	65.41	3.77	54.17	77.50	59.16	63.11	65.74	67.70	70.91
8	ความสูงจากพื้น – ปลายนิ้วที่ยาวที่สุด	55.35	3.62	44.40	65.30	48.81	53.10	55.77	57.53	60.94
9	ความสูงจากพื้น – เข่าด้านหน้า	42.83	2.23	36.10	49.60	39.19	41.33	42.93	44.56	46.08
10	ความกว้างระหว่างหัวไหล่	28.53	2.09	22.50	35.83	25.53	27.26	28.19	29.68	32.21
11	ความกว้างระหว่างต้นแขน	40.61	3.32	30.60	52.10	35.22	38.52	41.09	42.84	45.67
12	ความกว้างของลำตัวช่วงอก	27.94	2.50	21.80	37.70	24.15	26.10	27.89	29.41	32.23
13	ความกว้างของลำตัวช่วงท้อง	28.20	3.35	20.20	38.43	22.79	25.87	28.18	30.49	33.50
14	ความกว้างสะโพก	32.48	2.38	26.57	45.30	29.17	31.00	32.23	33.94	36.11
15	ความลึกช่วงอก	25.43	3.24	16.87	33.70	19.88	23.32	25.70	27.48	30.41
16	ความลึกช่วงท้อง	24.39	3.57	15.57	34.00	18.35	22.10	24.47	27.07	29.80
17	ความยาวแขน (ปุ่มไหล่ – ข้อนิ้วมือ)	58.33	3.32	47.87	67.47	52.93	56.10	58.67	60.32	64.00
18	ความยาวแขนท่อนบน (ปุ่มไหล่ – ข้อศอก)	29.53	1.84	25.23	37.33	26.87	28.32	29.42	30.60	32.30
19	ความยาวแขนท่อนล่าง (ข้อศอก – ข้อมือ)	20.23	1.57	15.30	27.33	18.17	19.26	19.99	21.07	23.24
20	ความยาวมือ (ข้อมือ – ปลายนิ้ว)	17.55	1.01	13.87	20.43	15.83	16.88	17.57	18.27	19.17
21	รอบอก	93.41	9.31	68.83	125.10	78.00	86.78	94.37	99.52	107.11
22	รอบเอว	90.17	10.93	63.60	120.43	71.57	83.12	90.80	98.37	106.12
23	รอบสะโพก	98.58	9.04	76.17	142.87	84.51	92.59	98.85	104.08	113.43
24	ระยะความยาวรอบแขน	28.36	3.73	18.43	39.87	21.39	26.26	28.70	30.45	35.08
25	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอ้อมือหือหน้า (ขวา)	54.85	2.84	47.47	63.43	50.37	53.09	54.65	56.51	59.48
26	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอ้อมือหือหน้า (หน้า)	56.73	2.78	48.97	65.23	52.00	55.07	56.69	58.51	61.08
27	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอ้อมือหือหน้า (ซ้าย)	57.30	2.89	47.80	64.77	52.40	55.61	57.29	59.15	62.11
28	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	57.12	10.32	32.00	96.90	40.66	49.38	57.60	63.63	73.40

4.4.2 ข้อมูลระยะเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ

การศึกษาครั้งนี้เริ่มทำการวัดระยะเอื่อมถึงในแนวตั้งตั้งแต่ 40.0 ถึง 220.0 เซนติเมตร แนวคิดนี้มาจากผลการศึกษาศักส่วนร่างกายของผู้สูงอายุจำนวน 400 คน ในจังหวัดนครราชสีมา ของพรศิริ จงกล (2556) งานวิจัยดังกล่าว พบว่าค่าน้อยที่สุดของระยะความสูงจากพื้นถึงเอื่อมมือ หยิบต่ำสุดของเพศหญิงเท่ากับ 48.2 เซนติเมตร และค่ามากที่สุดของระยะความสูงจากพื้นถึงเอื่อมมือ หยิบสูงสุดของเพศชายเท่ากับ 220.0 เซนติเมตร ผู้สูงอายุเพศหญิงและเพศชายที่มีความแตกต่างกันในระดับความสูงย่อมมีท่าทางการเอื่อมที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อระยะเอื่อมถึง (Chaffin et al., 2000) จากงานวิจัยของพรศิริ จงกล (2556) ได้ค่าเปอร์เซนไทล์ที่ 5-95 ของระดับความสูงจากพื้นถึงศีรษะของผู้สูงอายุเพศชายเท่ากับ 148.6 และ 168.0 เซนติเมตร ตามลำดับ และเพศหญิงเท่ากับ 139.5 และ 158.2 เซนติเมตร ตามลำดับ จากข้อมูลงานวิจัยดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้จึงแบ่งช่วงชั้นความสูงของผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงออกเป็น 6 ช่วง (ตารางที่ 4.9 และ 4.10)

ตารางที่ 4.9 ช่วงชั้นความสูงของผู้สูงอายุเพศชายแบ่งตามเปอร์เซนไทล์

ช่วงชั้น	ค่าเปอร์เซนไทล์	ค่าระดับความสูง (Stature) (หน่วย: ซม.)
1	น้อยกว่า 5 th	Stature < 148.6
2	5 th – 25 th	148.6 ≤ Stature < 155.2
3	25 th – 50 th	155.2 ≤ Stature < 159.6
4	50 th – 75 th	159.6 ≤ Stature < 163.00
5	75 th – 95 th	163.0 ≤ Stature < 168.0
6	มากกว่า 95 th	Stature > 168.0

ตารางที่ 4.10 ช่วงชั้นความสูงของผู้สูงอายุเพศหญิงแบ่งตามเปอร์เซนไทล์

ช่วงชั้น	ค่าเปอร์เซนไทล์	ค่าระดับความสูง (Stature) (หน่วย: ซม.)
1	น้อยกว่า 5 th	Stature < 139.5
2	5 th – 25 th	139.5 ≤ Stature < 146.7
3	25 th – 50 th	146.7 ≤ Stature < 150.5
4	50 th – 75 th	150.5 ≤ Stature < 154.0
5	75 th – 95 th	154.0 ≤ Stature < 158.2
6	มากกว่า 95 th	Stature > 158.2

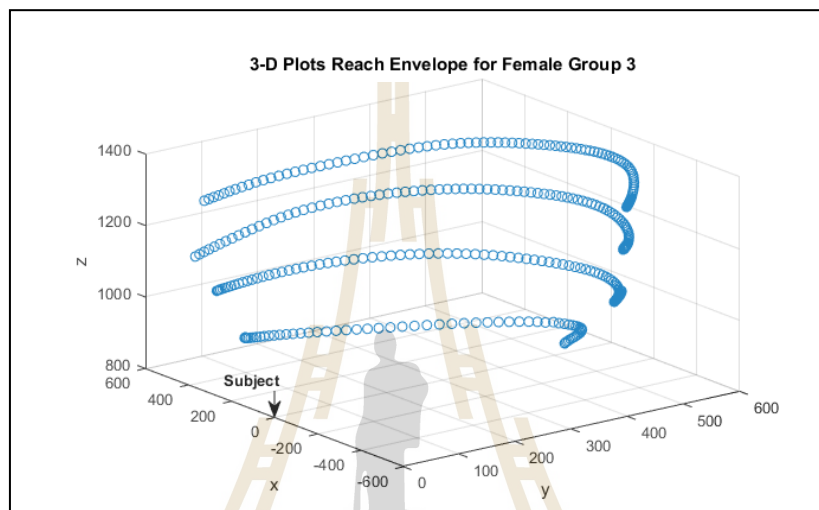
ผลจากการทดลอง พบว่า ผู้สูงอายุเพศชายจำนวนทั้ง 6 กลุ่ม และผู้สูงอายุเพศหญิงจำนวนทั้ง 6 กลุ่ม สามารถเอื้อมแขนได้ในบางเงื่อนงำของการทดลอง ยกตัวอย่างเช่น ในตารางที่ 4.11 แสดงผลของระยะเอื้อมเมื่อตำแหน่งของแขนอยู่ในระนาบข้าง (Sagittal plane) จำแนกตามเพศและความสูง โดยใช้ข้อมูลของผู้สูงอายุเพียงคนเดียวในแต่ละช่วงชั้นความสูง ซึ่งเป็นผู้สูงอายุที่มีค่าความสูงเท่ากับค่ามัธยฐาน (Median) ในแต่ละช่วงชั้นความสูงนั้น ๆ ผลปรากฏว่าความสูงจากพื้นระดับ 120 เซนติเมตร ผู้สูงอายุทุกคนสามารถเอื้อมและกวาดแขนไปตามระนาบที่กำหนดได้ สำหรับผู้สูงอายุเพศชายมีระยะเอื้อมและกวาดแขนอยู่ระหว่าง 58.5 - 73.6 เซนติเมตร และผู้สูงอายุเพศหญิงมีค่าอยู่ระหว่าง 52.6 - 70.5 เซนติเมตร ในขณะที่ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่สามารถเอื้อมและกวาดแขนเมื่อกำหนดให้ระนาบการกวาดแขนอยู่สูงกว่าระดับไหล่ (ข้อมูลขอบเขตระยะเอื้อมถึงแสดงในภาคผนวก จ และ ภาคผนวก ฉ) จากการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า หากนำข้อมูลระยะเอื้อมถึงไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบที่พักอาศัยและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุแล้ว ควรหลีกเลี่ยงให้ผู้สูงอายุต้องเอื้อมสูงเกินกว่าระดับหัวไหล่ ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบชั้นวางของให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุนั้น ระดับความสูงของชั้นวางของจะต้องไม่เกินระดับหัวไหล่ เพื่อให้ผู้สูงอายุทุกคนสามารถเอื้อมถึงชั้นวางของได้ หากความสูงของชั้นวางของอยู่เกินระดับหัวไหล่ จะทำให้ผู้สูงอายุบางคนไม่สามารถเอื้อมถึงชั้นวางของได้

ตารางที่ 4.11 ระยะเอื้อมเมื่อตำแหน่งของแขนอยู่ในระนาบข้าง (Sagittal plane)

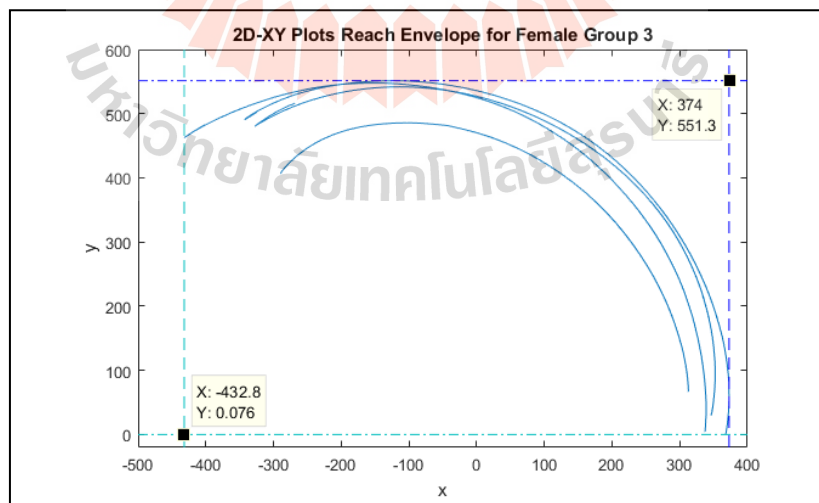
ผู้สูงอายุ	ช่วงชั้นความสูง	ค่าเฉลี่ยความสูงไหล่ (วัดระยะด้วยกล้อง)	ระยะเอื้อมและกวาดแขนที่ความสูงจากพื้นในระดับต่าง ๆ (เซนติเมตร)												
			80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	
ชาย	1	115.8	51.8		54.1		60.3	66.1							
	2	126.9		54.0		62.1	63.8		61.4						
	3	129.6		64.8	60.3		73.6		71.7		61.7	42.8			
	4	133.4			53.6		58.5		61.4	56.7		53.3			
	5	136.3		51.6		57.0	60.3		70.0		66.1	64.0			
	6	145.1	39.2	43.7		54.0	61.4		67.1			70.1	65.1	57.4	
หญิง	1	109.9	49.3		53.6		55.3		49.4						
	2	119.5	45.2		54.7		52.6		50.0						
	3	121.8		48.5	54.2		55.1		54.8						
	4	123.0		51.2	58.6		59.7			55.2					
	5	128.1		41.8	55.5		59.0		66.6	61.6	38.0				
	6	138.8		54.1			70.5		76.5		70.3		66.3		

หมายเหตุ ระดับข้อนิ้วมือของผู้สูงอายุทุกคนในการศึกษานี้ อยู่ที่เหนือกว่า 60 ซม. จากระดับพื้น

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์การเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุแสดงดังรูปที่ 4.14 ซึ่งเป็นข้อมูลของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 3 (ความสูงอยู่ระหว่าง 146.7 ถึง 150.4 เซนติเมตร) ในรูปดังกล่าวเป็นการแสดงระยะเอื้อมใน 3 มิติ ที่ระดับความสูงจากพื้น 4 ระดับ คือ ระดับ 90 100 120 และ 140 เซนติเมตร ซึ่งผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 3 สามารถกวาดแขนได้ระยะมากที่สุดที่ระดับ 120 เซนติเมตร ได้ระยะเท่ากับ 55.1 เซนติเมตร (รูปที่ 4.15)



รูปที่ 4.14 ขอบเขตการเอื้อมถึงของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 3 แบบ 3 มิติ ในระนาบ xyz



รูปที่ 4.15 ขอบเขตการเอื้อมถึงของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 3 แบบ 2 มิติ ในระนาบ xy

4.5 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกาย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกายด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิธีการคัดเลือกทุกตัวแบบที่เป็นไปได้กำหนดให้ตัวแปรตาม คือ ระยะเอื่อมถึง และตัวแปรอิสระ คือ สัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ จำนวน 24 รายการ โดยการวิเคราะห์การถดถอยตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเข้าสมการถดถอยพหุคูณ 2 แนวทาง ดังนี้

4.5.1 ผลการเลือกตัวแปรโดยวิธีนำตัวแปรเข้าทั้งหมด (Enter Regression)

ผลการวิเคราะห์ชุดตัวแบบที่เป็นไปได้ปรากฏว่ามีจำนวนเซตย่อยทั้งหมด 47 ชุด เมื่อพิจารณาเซตย่อยแต่ละชุดด้วยค่าสถิติดังนี้ ค่าสถิติมอดโลวส์ ต้องน้อยกว่าจำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย และมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดมากที่สุด ในขณะที่มีค่า PRESS น้อยที่สุด พบว่าเซตตัวแปรที่ดีที่สุดคือเซตที่มีตัวแปรอิสระ 10 ตัว ได้แก่ 1) ความสูงจากพื้นถึงศีรษะ 2) ความสูงจากพื้นถึงหัวไหล่ 3) ความสูงจากพื้นถึงสะโพก 4) ความสูงจากพื้นถึงปลายนิ้วมือ 5) ความสูงจากพื้นถึงเข่า 6) ความกว้างไหล่ 7) ความกว้างต้นแขน 8) ความยาวแขน 9) ความยาวรอบอก และ 10) ความยาวรอบเอว ซึ่งมีค่าสถิติของมอดโลวส์เท่ากับ 9.8 น้อยกว่าจำนวนตัวแปร 10 ตัว ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดเท่ากับ 79.7 และค่า PRESS เท่ากับ 1099.4 จากนั้นทดสอบเงื่อนไขเบื้องต้นทางสถิติเกี่ยวกับการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลตัวแปร และพิจารณาเงื่อนไขในการทดสอบสมการถดถอย คือความแปรปรวนของตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากันและตัวแปรอิสระไม่ควรมีความสัมพันธ์กันเองสูงโดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรอิสระ ทั้งนี้เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากตัวแบบ (ภาคผนวก ก) และผลลัพธ์ของสมการถดถอยที่ได้จากวิธีนำตัวแปรเข้าทั้งหมดนี้ คือ

$$\text{“ระยะเอื่อมด้านหน้า} = 10.04 + 0.1743 \cdot \text{ความสูงระดับสะโพก} + 0.5529 \cdot \text{ความยาวแขน”}$$

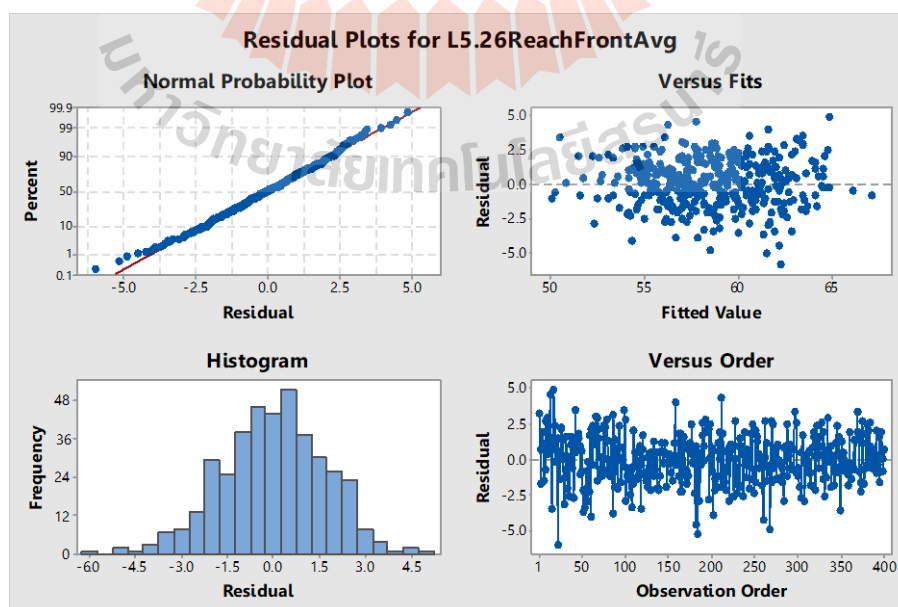
4.5.2 ผลการเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise Regression)

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยโดยใช้วิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่าเซตตัวแปรอิสระที่นำมาพิจารณาในสมการมี 7 ตัวแปร ได้แก่ 1) ความสูงระดับศีรษะ 2) ความสูงระดับหัวไหล่ 3) ความสูงระดับสะโพก 4) ความสูงระดับปลายนิ้วมือ 5) ความสูงระดับเข่า 6) ความยาวแขน และ 7) ความยาวมือ จากนั้นทำการทดสอบเงื่อนไขเบื้องต้นทางสถิติเกี่ยวกับการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลตัวแปร และพิจารณาเงื่อนไขในการทดสอบสมการถดถอย กล่าวคือ ความแปรปรวนของตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากันและตัวแปรอิสระไม่ควรมีความสัมพันธ์กันเองสูงโดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรอิสระ แสดง

ในภาคผนวก ค. ผลปรากฏว่า เมื่อพิจารณาค่า VIF พบว่าตัวแปรความสูงระดับศีรษะ มีค่า VIF เท่ากับ 11.63 หมายถึงตัวแปรความสูงระดับศีรษะมีสัมพันธกับตัวแปรอิสระอื่น ดังนั้นจึงไม่ควรนำตัวแปรนี้มาวิเคราะห์ในสมการ และผลลัพธ์ของสมการถดถอยที่ได้จากวิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอนคือ

$$\text{“ระยะเอื้อมด้านหน้า} = 10.04 + 0.1743 \cdot \text{ความสูงระดับสะโพก} + 0.5529 \cdot \text{ความยาวแขน”}$$

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอื้อมถึงกับสัดส่วนร่างกายด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ทั้งสองวิธีข้างต้นให้ผลลัพธ์สมการถดถอยที่เหมือนกัน คือ ระยะเอื้อมด้านหน้าเท่ากับ $10.04 + 0.1743$ (ความสูงระดับสะโพก) $+ 0.5529$ (ความยาวแขน) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R^2_{adj}) เท่ากับ 76.52 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการทดสอบข้อสมมติเกี่ยวกับค่าคลาดเคลื่อนของสมการถดถอย (รูปที่ 4.16) โดยพิจารณาจากกราฟความน่าจะเป็นของการแจกแจงปกติพบว่า มีลักษณะเป็นเส้นตรง แสดงได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดพลาดกับค่าเฉลี่ย (Fitted Value) พบว่าค่าผิดพลาดมีการกระจายตัวรอบแกนศูนย์อย่างสมดุลและไม่มีรูปแบบ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของค่าผิดพลาดเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนมีค่าคงที่ และจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดพลาดกับค่าลำดับการทดลอง (Observation Order) พบว่าค่าผิดพลาดมีการกระจายตัวอย่างสุ่มและไม่มีรูปแบบ แสดงถึงค่าผิดพลาดเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสมการถดถอยที่ได้จากการศึกษานี้ความถูกต้องตามข้อสมมติ



รูปที่ 4.16 การตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นเกี่ยวกับค่าคลาดเคลื่อนของสมการถดถอย

4.6 การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื้อมถึง

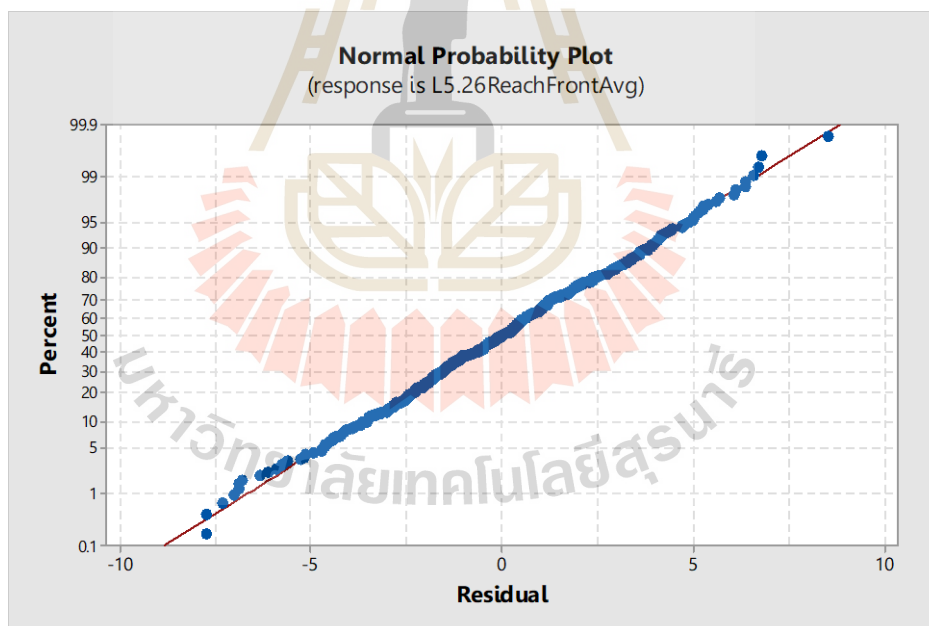
การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุ ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ พบว่าความสามารถในการออกแรงของไหล่และเพศมีความสัมพันธ์กับระยะเอื้อมด้านหน้า จากนั้นจึงทดสอบข้อสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ (ดังรูปที่ 4.17) และความแปรปรวนมีค่าคงที่ (ดังรูปที่ 4.18) พบว่าข้อสมมติฐานมีความถูกต้อง โดยผลของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแบบสมการถดถอย ดังรูปที่ 4.19 ซึ่งได้ผลดังนี้

กรณีผู้สูงอายุเพศชาย

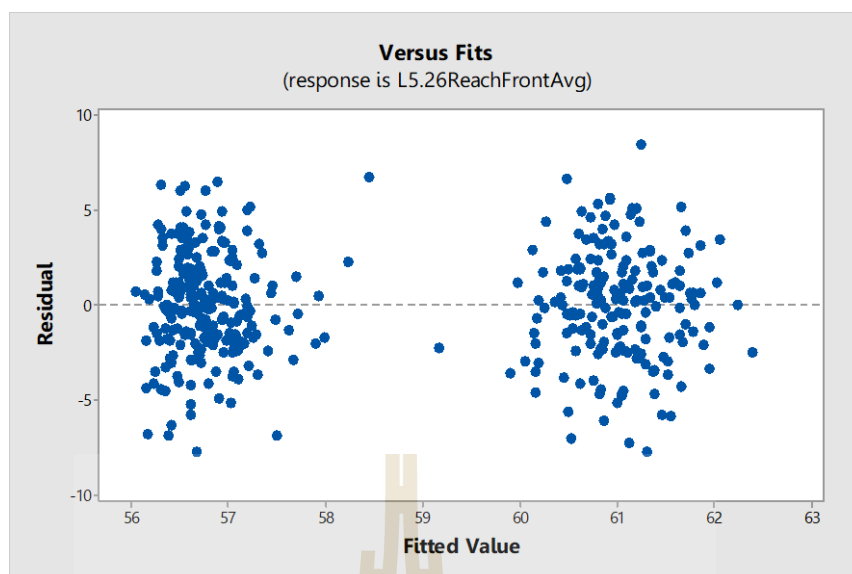
$$\text{ระยะเอื้อมด้านหน้า} = 59.809 + 0.0955 \text{ ความสามารถในการออกแรงของไหล่}$$

กรณีผู้สูงอายุเพศหญิง

$$\text{ระยะเอื้อมด้านหน้า} = 55.977 + 0.0955 \text{ ความสามารถในการออกแรงของไหล่}$$



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่มีความแปรปรวนคงที่

Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Regression	2	1851.63	925.82	112.85	0.000	
Shoulder Avg	1	80.27	80.27	9.78	0.002	
sex	1	1215.77	1215.77	148.19	0.000	
Error	397	3257.02	8.20			
Lack-of-Fit	324	2554.83	7.89	0.82	0.874	
Pure Error	73	702.19	9.62			
Total	399	5108.65				
Model Summary						
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)			
2.86428	36.25%	35.92%	35.27%			
Coefficients						
Term	Coef	SE	Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	59.809	0.441		135.62	0.000	
Shoulder Avg	0.0955	0.0305		3.13	0.002	1.20
sex						
2	-3.832	0.315		-12.17	0.000	1.20
Regression Equation						
sex						
1 L5.26ReachFrontAvg = 59.809 + 0.0955 Shoulder Avg						
2 L5.26ReachFrontAvg = 55.977 + 0.0955 Shoulder Avg						

รูปที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแบบสมการถดถอย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการสร้างแบบจำลองสัดส่วนร่างกายและขอบเขตการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาขอบเขตของระยะการเอื่อมถึงของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ (2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ และ (3) เพื่อศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิงในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 400 คน มีอายุระหว่าง 60 - 88 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 180 คน เพศหญิง 220 คน มีอายุเฉลี่ย 68.9 ปี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.241 ปี

การศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ ประกอบด้วย การประเมินลักษณะการเคลื่อนไหวและร่างกาย การประเมินสัดส่วนรูปร่าง ความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาระยะเอื่อมตัวของผู้สูงอายุใน 3 มิติ การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ และ ส่วนที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ และการศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ

ผลการศึกษาได้ข้อสรุปดังนี้

1. ผลการศึกษาคคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ พบว่าผู้สูงอายุร้อยละ 10 มีลักษณะการเคลื่อนไหวและการเดินผิดปกติ ขาและเท้ามีลักษณะบิดผิดปกติและโก่งงอ ซึ่งสาเหตุของความผิดปกติมาจากการได้รับอุบัติเหตุจากการใช้ชีวิตประจำวัน และเป็นมาตั้งแต่กำเนิด นอกจากนี้ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีสัดส่วนร่างกายแบบอวบลงพุง ผู้สูงอายุเพศหญิงมีความสามารถในการงอตัวไปข้างหน้ามากกว่าเพศชายโดยอยู่ในช่วงร้อยละ 64-71 ของเพศชาย นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความสามารถในการทรงตัวได้ดี
2. ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ พบว่าผู้ถูกทดสอบเพศชายมีความสูงจากพื้นถึงศีรษะเฉลี่ย 161.06 เซนติเมตร ความสูงจากพื้นถึงปุ่มปลายไหล่เฉลี่ย 133.95 เซนติเมตร ระยะปุ่มปลายไหล่ถึงเอื่อมมือหิบบ้านหน้าเฉลี่ย 60.93 เซนติเมตร ส่วนผู้ถูกทดสอบเพศหญิงมีความสูงจากพื้นถึงศีรษะเฉลี่ย 149.77 เซนติเมตร ความสูงจากพื้นถึงปุ่มปลายไหล่เฉลี่ย 123.84 เซนติเมตร และระยะปุ่มปลายไหล่ถึงเอื่อมมือหิบบ้านหน้าเฉลี่ย 56.73 เซนติเมตร

3. ผลการศึกษาระยะเอื่อมถึง พบว่าผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงสามารถเอื่อมและกวาดแขนได้ในบางเงื่อนไขในการทดลอง โดยผู้สูงอายุสามารถเอื่อมและกวาดแขนที่ระดับ 120 เซนติเมตรได้ แต่ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่สามารถกวาดแขนได้เมื่อระนาบการกวาดแขนอยู่สูงกว่าระนาบหัวไหล่
4. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอื่อมถึงกับสัดส่วนร่างกายผู้สูงอายุด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มีวิธีการคัดกรองตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเข้าสมการถดถอยพหุคูณ 2 แนวทาง คือ 1) การเลือกตัวแปรโดยวิธีนำตัวแปรเข้าทั้งหมด และ 2) การเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอน ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองแนวทางให้ผลลัพธ์สมการถดถอยที่เหมือนกัน คือ ระยะเอื่อมด้านหน้า เท่ากับ $10.04 + 0.1743$ (ความสูงระดับสะโพก) $+ 0.5529$ (ความยาวแขน) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R^2_{adj}) เท่ากับ 76.52 เปอร์เซ็นต์
5. การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ พบว่าความสามารถในการออกแรงของไหล่และเพศมีความสัมพันธ์กับระยะเอื่อมด้านหน้า ผลของการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุเป็นดังนี้

กรณีผู้สูงอายุเพศชาย

ระยะเอื่อมด้านหน้า = $59.809 + 0.0955$ ความสามารถในการออกแรงของไหล่

กรณีผู้สูงอายุเพศหญิง

ระยะเอื่อมด้านหน้า = $55.977 + 0.0955$ ความสามารถในการออกแรงของไหล่

รายการอ้างอิง

- เกศแก้ว โสภณวรกิจ ชาญต์ อากมานนท์ ปัทมา ศิริเวช และ ระวีวรรณ เล็กสกุลไช. (2553). การเปรียบเทียบความสามารถในการทรงตัวระหว่างผู้ป่วยจิตเภทกับผู้ที่มีสุขภาพดีวัยผู้ใหญ่ โดยใช้แบบทดสอบการทรงตัวทางคลินิกฉบับปรับปรุง. วารสารสถาบันจิตเวชศาสตร์ สมเด็จพระเจ้าพระยา. 4(1):10-19.
- คณะกรรมการผู้สูงอายุแห่งชาติ กองทุนผู้สูงอายุ. (2552). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ.2551. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท ทีคิวพี จำกัด
- แดนเนาวรัตน์ จามรจันทร์และคณะ. (2548). การทรงตัวและหกล้มในผู้สูงอายุไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และสำนักงานกองทุนสร้างเสริมสุขภาพ. กระทรวงสาธารณสุข.
- ไตรรัตน์ จารุทัศน์และคณะ. (2548). การศึกษามาตรฐานขั้นต่ำสำหรับที่พักอาศัยและสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ และมูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ.
- นารีรัตน์ จิตรมนตรี. (2554). ทฤษฎีความสูงอายุ. ใน วิไลวรรณ ทองเจริญ, บรรณาธิการ. ศาสตร์และศิลป์การพยาบาลผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 1. หน้า 43-54. กรุงเทพฯ: โครงการตำราคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นริศ เจริญพร. (2543). การยศาสตร์. เอกสารประกอบการสอนวิชาการยศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- บรรลุ ศิริพานิช. (2548). การเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุ. ใน วราภรณ์ ภูมิสวัสดิ์, บรรณาธิการ. คู่มือแนวทางการจัดตั้งและดำเนินการคลินิกผู้สูงอายุ. หน้า 87-94. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- พรศิริ จงกล. (2556). แนวทางการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์. ใน โครงการวิจัยศึกษาก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกมาตรฐานสำหรับผู้สูงอายุในสถานที่สาธารณะจังหวัดนครราชสีมา (ทุนอุดหนุนการวิจัย วช.). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2553). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2552. กรุงเทพฯ.

- วิชัย เอกพลากร, บรรณาธิการ. (2553). รายงานการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 4 พ.ศ.2551-2552. สำนักงานสำรวจสุขภาพประชาชนไทย สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. นนทบุรี.
- วิมลวรรณ เทียงแก้ว ภครตี ชัยวัฒน์ และ มั่นทนา วงศ์ศิรินวัฒน์. (2556). ภาวะความบกพร่องทางกายของผู้สูงอายุไทยในชุมชนภาคกลาง. วารสารระบบบริการปฐมภูมิและเวชศาสตร์ครอบครัว. 3(2):12-24.
- วิไลวรรณ ทองเจริญ. (2554). กายภาพและสรีรวิทยาในผู้สูงอายุ. ใน วิไลวรรณ ทองเจริญ, บรรณาธิการ. ศาสตร์และศิลป์การพยาบาลผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 1. หน้า 55-70. กรุงเทพฯ: โครงการตำราคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สถาบันเวชศาสตร์ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2551). คู่มือการดูแลฟื้นฟูสุขภาพผู้สูงอายุในชุมชนมุสลิม สำหรับผู้นำประจำมัสยิด. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุพิตร สมานิติ. และคณะ (2556). แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุ อายุ 60-89 ปี. สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- อรวรรณ ภูหา และนนทศักดิ์ ธรรมานวัฒน์. (2552). การศึกษาระบบการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุที่มีความเปราะบางด้านสุขภาพในชุมชน. สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: บริษัท ซีจีทูล จำกัด.
- อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์. (2556). สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุในวัดตามลำดับความสำคัญ. ใน โครงการวิจัยศึกษาก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกมาตรฐานสำหรับผู้สูงอายุในสถานที่สาธารณะจังหวัดนครราชสีมา (ทุนอุดหนุนการวิจัย วช.). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- Ashwell, M. (2011). Charts Based on Body Mass Index and Waist-to-Height Ratio to Assess the Health Risks of Obesity: A Review. *The Open Obesity Journal*. 311(1):78-84
- Assantachai, P., Praditsuwan, R., Chatthanawaree, W., Pisalsarakij, D., and Thamlikitkul, V. (2003). Risk Factors for Falls in the Thai Elderly in An urban Community. *Journal of the Medical Association of Thailand*. 86:124-130.
- Barnes, R.M. (1980). **Motion and Time Study: Design and Measurement of work**. (7th Ed). John Wiley and Sons, Inc.
- Borkan, G.A., Hulst, D.E., and Glynn, R.J. (1983). Role of Longitudinal Change and Secular Trend in Age Differences in Male Body Dimensions. *Human Biology*. 55:629-641.

- Chaffin, D.B., Faraway, J.J., Zhang, X., and Woolley, C. (2000). Stature, Age, and Gender Effects on Reach Motion Postures. **Human Factors**. 42(3): 408-420
- Chu, L.W., Chi, I., and Chiu, A.Y.Y. (2005). Incidence and Predictors of Falls in the Chinese Elderly. **Annals Academy of Medicine Singapore**. 34:60-72.
- Daffodils, G., and Teresita, J.P.E. (2010). The Incidence and Identification of Risk Factors for Falls among Filipino Elderly Persons in a Nursing Home Facility and at the Rehabilitation Medicine Out-Patient Department of the Philippine General Hospital. **Acta Medica Philippina**. 44(2):38-44
- Farley, R. R. (1955). Some principles of methods and motion study as used in development work. **General Motors Engineering Journal**. 2(6): 20–25.
- Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute. (2012). **Situation of the Thai Elderly 2010**. Bangkok: TQP Ltd.
- Gibson, M.J., Andres, R.O., Isaacs, B., Radebaugh, T., and Worm-Petersen, J. (1987). The Prevention of Falls in later life. A report of the Kellogg International Work Group on the prevention of falls by the elderly. **Danish Medical Bulletin**. 34 (Suppl 4): 1-24.
- Global Dynamic Insights. (2012). **Future Agenda** [E-Magazine]. Informatio (Issue 01). pp.25-26
- Institute for Population and Social Research. (2006). **Mahidol University population projection or Thailand, 2005 – 2025 March 2006 Revision**. Bangkok: Edison Press Products Co., Ltd
- Jitapunkul, S., Songkhla, M., Chayovan, N., Chirawatkul, A., Choprapawon, C., Kachondham, Y., and Buasai, S. (1998). Falls and Their Associated Factors: A National Survey of the Thai Elderly. **Journal of the Medical Association of Thailand**. 81(4):233-242
- Harman, D. (1981). The aging process. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. 78(11):7124-7128.
- Krulich, L.H., and Anemaet, W.K. (2008). Fall Risk Assessment & Prevention in Home Care. **Home Health Care Management & Practice**. 20(2):169-174.
- Lin, SI., and Woollacott, M. (2005) Association between Sensorimotor Function and Functional and Reactive Balance Control in the Elderly. **Age Ageing**. 34(4):358-363.
- Mahoney, F.I., and Barthel, D.W. (1965). Functional Evaluation: The Barthel Index. **Maryland State Medical Journal**. 14:61-65.

- McGrill, S.M., Yingling, V.R., Peach, J.P. (1999). Three-Dimensional Kinematics and Trunk Muscle Myoelectric Activity in the Elderly Spine - a Database Compared to Young People. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**. 14(6):389-395.
- Meiner, S.E., and Lueckenotte, A.G. (2006). **Gerontologic Nursing**. (3rd Ed). Philadelphia: Elsevier.
- Mookdadilok, O. (2012). **Obesity Indices for Thais**. [Online]. [Cited 26 May 2013] Available from: https://www.hooraygoodhealth.com/obese_calc.html
- National Statistical Office. (2011). **Preliminary Report the 2010 Population and Housing Census**. Bangkok: National Statistical Office.
- National Statistical Office. (2013). **Population and Housing Census: population pyramids 1960, 2010** [Online]. [Cited 26 May 2013]. Available from: [http:// popcensus.nso.go.th/PopPyramid/ABSPopulationPyramid.swf](http://popcensus.nso.go.th/PopPyramid/ABSPopulationPyramid.swf)
- Niebel, B. W., and Freivalds, A. (2004). **Methods, standards, and work design**. (11th Ed). Singapore: McGraw-Hill
- Parkinson, M.B., and Reed, M.B. (2007). Standing Reach Envelopes Incorporating Anthropometric Variance and Postural Cost. Technical Paper 2007-01-2482. **SAE Transactions: Journal of Passenger Cars - Mechanical Systems**. 126(6):2073-2078.
- Paskulin, L., Vianna, L., and Molzahn, A.E. (2009). Factors Associated with Quality of Life of Brazilian Older Adults. **International Nursing Review**. 56(1):109-115.
- Prasartkul, P., and Vapattanawong, P. (2006). **IPSR Annual Conference II: Mortality...the Reflection of Population Security. Institute for Population and Social Research, Mahidol University** [Online]. [Cited 26 May 2013] Available from: <http://www.ipsr.mahidol.ac.th/IPSR/AnnualConference/ConferenceII/Article/Article02.htm>
- Population Reference Bureau. (2012). **2012 World Population Data Sheet**. Washington DC, USA.
- Population Reference Bureau. (2013). **2013 World Population Data Sheet**. Washington DC, USA.
- Sengupta, A.K. (1995). **Anthropometric Modeling and Evaluation of Workspace for Industrial Workstation Design**. Ph.D thesis, Technical University of Nova Scotia. Halifax, Nova Scotia.
- Sengupta, A. K., and Das, B. (2000). Maximum Reach Envelope for the Seated and Standing Males and Females for Industrial Workstation Design. **Ergonomics**. 43(9):1390-1404.

- Sophonvorakij, K., Akamanon, C., Sirivech, P., and Lekskulchai, R. (2010). Comparison of Balancing Ability between Schizophrenic and Healthy Adults Measured by Modified Clinical Test of Balance. **Journal of Somdet Chaopraya Institute to Psychiatry**. 4(1): 10-19
- Squires, P.C. (1956). **The Shape of the Normal Work Area** (Rept. 275). New London, CT. Navy Department, Bureau of Medicine and Surgery, Medical Research Laboratory.
- Stoudt, H.W. (1981). The Anthropometry of the Elderly. **Human Factors**. 23:29-37.
- The Eastman Kodak Company. (2004). **Ergonomic Design for People at Work**. (2nd Ed). John Wiley and Sons, Inc.
- Tideiksaar, R. (1998). **Falls in Older Persons: Prevention and Management**. (2nd Ed). Health Professions Press.
- Tinetti, M.E. (1986). Performance-Oriented Assessment of Mobility Problems in Elderly Patients. **Journal of the American Geriatrics Society**. 34:119-126.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2013). **World Population Prospects: The 2012 Revision, Key Findings and Advance Tables**. New York: United Nations.
- Yamane, T. (1973). **Statistics: An Introductory Analysis** (3rd Ed). New York: Harper and Row.



ภาคผนวก ก

ฟอร์มแบบสอบถามเก็บข้อมูล



โครงการวิจัย

การสร้างแบบจำลองสัดส่วนร่างกายและขอบเขตการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุ (Anthropometric Modeling and Reach Envelope of the Elderly)

คำชี้แจง: แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขอบเขตระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุในจังหวัดนครราชสีมา แบบสอบถามนี้มี 6 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่ 1: หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย
- ส่วนที่ 2: ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้สูงอายุ
- ส่วนที่ 3: การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ
- ส่วนที่ 4: การวัดความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ
- ส่วนที่ 5: การประเมินคุณลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุ
- ส่วนที่ 6: การวัดระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุ

ส่วนที่ 1 หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (เอกสารแนบ)

1.1 ผู้สอบถามชี้แจงรายละเอียดของโครงการ พร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่ผู้ถูกทดสอบต้องปฏิบัติ หลังจากนั้นถามผู้ถูกทดสอบว่า “ท่านยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้หรือไม่”

- ยินยอม ไม่ยินยอม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้สูงอายุ

คำชี้แจง: จงตอบคำถามดังต่อไปนี้ โดยทำเครื่องหมาย หน้าช่องคำถามที่ท่านเลือก

ข้อ	คำถาม	คำตอบของท่าน
2.1	อายุ	อายุ (เต็มปี).....ปี
2.2	เพศ	<input type="checkbox"/> ชาย <input type="checkbox"/> หญิง
2.3	สถานะภาพ	<input type="checkbox"/> สมรส <input type="checkbox"/> โสด <input type="checkbox"/> หม้าย/หย่าร้าง/แยกกันอยู่
2.4	การศึกษา	<input type="checkbox"/> ไม่ได้เรียน <input type="checkbox"/> เรียนจบชั้น (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> ระดับประถมศึกษา <input type="checkbox"/> ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น <input type="checkbox"/> ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย <input type="checkbox"/> ระดับปริญญาตรี <input type="checkbox"/> ระดับสูงกว่าปริญญาตรีขึ้นไป
2.5	ความถนัดมือ	<input type="checkbox"/> มือซ้าย <input type="checkbox"/> มือขวา <input type="checkbox"/> ทั้งสองมือ
2.6	การประกอบอาชีพ (อาชีพก่อนหน้า/ปัจจุบัน)	<input type="checkbox"/> ไม่ได้ประกอบอาชีพ <input type="checkbox"/> เกษตรกร (ทำนา/ทำไร่/ทำสวน) <input type="checkbox"/> ค้าขาย (ธุรกิจส่วนตัว) <input type="checkbox"/> ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (เกษียณอายุแล้ว) <input type="checkbox"/> รับจ้างทั่วไป <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ).....

ข้อ	คำถาม	คำตอบของท่าน
2.7	การพักอาศัย	<input type="checkbox"/> พักอาศัยอยู่คนเดียว <input type="checkbox"/> พักอาศัยอยู่กับครอบครัว (สามี/ภรรยา/ลูก/หลาน) <input type="checkbox"/> พักอาศัยอยู่กับญาติพี่น้อง <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ).....
2.8	โรคประจำตัว (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)	<input type="checkbox"/> ความดันโลหิตสูง/ความดันโลหิตสูงต่ำ <input type="checkbox"/> โรคหัวใจ/โรคหลอดเลือดหัวใจ/โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ <input type="checkbox"/> โรคเบาหวาน <input type="checkbox"/> อัมพาต/อัมพฤกษ์/หลอดเลือดสมองตีบ (แขนขาอ่อนแรง) <input type="checkbox"/> โรคตา/โรคต้อ <input type="checkbox"/> โรคเกาต์/โรคกระดูกพรุน/โรคข้อเสื่อม/ไขข้ออักเสบ <input type="checkbox"/> โรคระบบทางเดินปัสสาวะ <input type="checkbox"/> อาการปวดตามร่างกาย/ข้อต่อ/แขน/หลัง/เอว <input type="checkbox"/> กระดูกหัก/กระดูกร้าว <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ).....
2.9	การออกกำลังกาย	<input type="checkbox"/> ไม่ออกกำลังกาย <input type="checkbox"/> ออกกำลังกาย (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> เดิน วิ่งเหยาะๆ <input type="checkbox"/> กายบริหาร เดินแอโรบิค <input type="checkbox"/> เล่นกีฬา (ปั่นจักรยาน/ฟุตบอล/....) <input type="checkbox"/> ทำงานบ้าน (ตัดหญ้า/รดน้ำต้นไม้/....) <input type="checkbox"/> อื่นๆ ระบุ.....
2.10	การหกล้ม	<input type="checkbox"/> ไม่เคยหกล้ม <input type="checkbox"/> เคยหกล้ม (ระบุสาเหตุ)..... <input type="checkbox"/> หน้ำมืด เป็นลม <input type="checkbox"/> ลื่นล้ม <input type="checkbox"/> สะดุดสิ่งของ <input type="checkbox"/> แสงสว่างไม่เพียงพอ <input type="checkbox"/> เอื้อมหยิบสิ่งของ (เขย่งเท้า/ก้มตัว) <input type="checkbox"/> เสียการทรงตัว <input type="checkbox"/> อื่น ๆ ระบุ.....
2.11	ท่านกลัวการหกล้มหรือไม่	<input type="checkbox"/> ไม่กลัวหกล้ม <input type="checkbox"/> กลัวหกล้ม

ตอนที่ 3 การวัดความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ

คำชี้แจง: ทำการทดสอบความสามารถในการออกแรงของผู้สูงอายุ

ลำดับ	รายการ	อุปกรณ์	ค่าวัด (kg-f)	ค่าวัด 1	ค่าวัด 2	ค่าวัด 3
3.1	แรงยกของหัวไหล่ (ขวา)	ชุดวัดแรง	Peak			
			Average			
3.2	แรงยกของหลังส่วนล่าง	ชุดวัดแรง	Peak			
			Average			
3.3	แรงบีบมือ	Grip Hand Dynamometer	ค่าวัด (kg-f)			

ส่วนที่ 4 การประเมินคุณลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุ

คำชี้แจง: ผู้สอบถามสำรวจและประเมินคุณลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุ

ข้อ	คุณลักษณะทางกายภาพ	ผลการประเมิน	อธิบาย
4.1	การเคลื่อนไหว/การเดิน	<input type="checkbox"/> มีความผิดปกติ <input type="checkbox"/> ปกติ	
4.2	หลัง (เหยียดตรง/โก่งงอ)	<input type="checkbox"/> มีความผิดปกติ <input type="checkbox"/> ปกติ	
4.3	แขน (เหยียดตรง/โก่งงอ)	<input type="checkbox"/> มีความผิดปกติ <input type="checkbox"/> ปกติ	
4.4	มือ (บิดผิดรูป)	<input type="checkbox"/> มีความผิดปกติ <input type="checkbox"/> ปกติ	
4.5	เท้า (บิดผิดรูป)	<input type="checkbox"/> มีความผิดปกติ <input type="checkbox"/> ปกติ	

ข้อ	การทดสอบ	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ
4.6	ความอ่อนตัว	ผู้ถูกทดสอบยืดมือวางบนไม้วัด (เซนติเมตร)	① ② ③
4.7	การทรงตัว	1. ลูกขึ้นลงบนเก้าอี้ (5 ครั้ง/10 วินาที)	<input type="checkbox"/> ทำได้ โดยไม่ใช้มือช่วยพยุงตัว <input type="checkbox"/> ทำได้ โดยใช้มือช่วยพยุงตัว <input type="checkbox"/> ทำไม่ได้ (เวลา.....วินาที)
		2. ยืนต่อปลายเท้า (ยืนนิ่งไว้ 10 วินาที)	<input type="checkbox"/> ทำได้ <input type="checkbox"/> ทำไม่ได้
		3. ยืนต่อปลายเท้า (หลับตานิ่งไว้ 10 วินาที)	<input type="checkbox"/> ทำได้ <input type="checkbox"/> ทำไม่ได้
		4. เดินต่อปลายเท้า (มากกว่า 8 ก้าวขึ้นไป)	<input type="checkbox"/> ทำได้ <input type="checkbox"/> ทำไม่ได้ เสียการทรงตัว
		5. เดินระยะทาง 3 เมตร (10 วินาที)	<input type="checkbox"/> ทำได้ <input type="checkbox"/> ทำไม่ได้
		6. เดินและหมุนตัว	<input type="checkbox"/> ทำได้หมุนตัวเร็ว (3 ก้าว) <input type="checkbox"/> ทำได้หมุนตัวช้า (4 ก้าวขึ้นไป) <input type="checkbox"/> ทำไม่ได้ เสียการทรงตัว
4.8	รูปร่าง	วิธีประเมิน: สัดส่วนเส้นรอบเอวต่อส่วนสูง (Waist-to-Height Ratio; WHtR) ส่วนสูง _____ เซนติเมตร เส้นรอบเอว _____ เซนติเมตร	<input type="checkbox"/> ท่านค่อนข้างผอมไป <input type="checkbox"/> ท่านมีสัดส่วนร่างกายพอเหมาะ <input type="checkbox"/> ท่านมีสัดส่วนอวบลงพุง <input type="checkbox"/> ท่านมีสัดส่วนอ้วนลงพุงชัดเจน

ตอนที่ 5 การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้สูงอายุ (ทำยีน) หน่วยเป็นเซนติเมตร

ลำดับที่	รายการ	อุปกรณ์	ค่าวัด 1	ค่าวัด 2	ค่าวัด 3
5.1	ความสูงจากพื้น – ศีรษะ	Antropometer			
5.2	ความสูงจากพื้น – ระดับสายตา	Antropometer			
5.3	ความสูงจากพื้น – ปุ่มปลายไหล่	Antropometer			
5.4	ความสูงจากพื้น – ข้อศอก	Antropometer			
5.5	ความสูงจากพื้น – สะโพก	Antropometer			
5.6	ความสูงจากพื้น – ข้อมือ	Antropometer			
5.7	ความสูงจากพื้น – ข้อนิ้วมือ (กำมือ)	Antropometer			
5.8	ความสูงจากพื้น – ปลายนิ้วที่ยาวที่สุด	Antropometer			
5.9	ความสูงจากพื้น – เข่าด้านหน้า	Antropometer			
5.10	ความกว้างระหว่างหัวไหล่	Beam caliper			
5.11	ความกว้างระหว่างต้นแขน	Beam caliper			
5.12	ความกว้างของลำตัวช่วงอก	Beam caliper			
5.13	ความกว้างของลำตัวช่วงท้อง	Beam caliper			
5.14	ความกว้างสะโพก	Beam caliper			
5.15	ความลึกช่วงอก	Beam caliper			
5.16	ความลึกช่วงท้อง	Beam caliper			
5.17	ความยาวแขน (ปุ่มไหล่ – ข้อนิ้วมือ)	Beam caliper			
5.18	ความยาวแขนท่อนบน (ปุ่มไหล่ – ข้อศอก)	Beam caliper			
5.19	ความยาวแขนท่อนล่าง (ข้อศอก – ข้อมือ)	Beam caliper			
5.20	ความยาวมือ (ข้อมือ – ปลายนิ้ว)	Caliper			
5.21	รอบอก	Measuring tape			
5.22	รอบเอว	Measuring tape			
5.23	รอบสะโพก	Measuring tape			
5.24	รอบแขนบน (ขวา)	Measuring tape			
5.25	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอื่อมมือหีบหน้า (ขวา)	Measuring tape			
5.26	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอื่อมมือหีบหน้า (หน้า)	Measuring tape			
5.27	ระยะปุ่มปลายไหล่ – เอื่อมมือหีบหน้า (ซ้าย)	Measuring tape			
5.28	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	Weighing scale			

ตอนที่ 6 การวัดระยะการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ

ชื่อโพลเดอร์ข้อมูล

ช่วงชั้น	ผู้สูงอายุเพศหญิง	ผู้สูงอายุเพศชาย
1	<input type="checkbox"/> Stature < 139.5	<input type="checkbox"/> Stature < 148.6
2	<input type="checkbox"/> 139.5 ≤ Stature < 146.7	<input type="checkbox"/> 148.6 ≤ Stature < 155.2
3	<input type="checkbox"/> 146.7 ≤ Stature < 150.5	<input type="checkbox"/> 155.2 ≤ Stature < 159.6
4	<input type="checkbox"/> 150.5 ≤ Stature < 154.0	<input type="checkbox"/> 159.6 ≤ Stature < 163.00
5	<input type="checkbox"/> 154.0 ≤ Stature < 158.2	<input type="checkbox"/> 163.0 ≤ Stature < 168.0
6	<input type="checkbox"/> Stature > 158.2	<input type="checkbox"/> Stature > 168.0



ภาคผนวก ข

ผลการประเมินความอ่อนตัว

เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกาย สำหรับผู้สูงอายุ 60 – 89 ปี

หน่วย : เซนติเมตร

ช่วงอายุ (ปี)	รายการนั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit to Reach)									
	เพศชาย					เพศหญิง				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
60-64	น้อยกว่า -5	-4 ถึง 1	2 ถึง 7	8 ถึง 13	มากกว่า 14	น้อยกว่า -2	-1 ถึง 4	5 ถึง 10	11 ถึง 16	มากกว่า 17
65-69	น้อยกว่า -6	-5 ถึง 0	1 ถึง 6	7 ถึง 12	มากกว่า 13	น้อยกว่า -3	-2 ถึง 3	4 ถึง 9	10 ถึง 15	มากกว่า 16
70-74	น้อยกว่า -6	-5 ถึง -1	0 ถึง 4	5 ถึง 9	มากกว่า 10	น้อยกว่า -4	-3 ถึง 2	3 ถึง 8	9 ถึง 14	มากกว่า 15
75-79	น้อยกว่า -7	-6 ถึง -2	-1 ถึง 3	4 ถึง 8	มากกว่า 9	น้อยกว่า -5	-4 ถึง 1	2 ถึง 7	8 ถึง 13	มากกว่า 14
80-84	น้อยกว่า -7	-6 ถึง -3	-2 ถึง 1	2 ถึง 5	มากกว่า 6	น้อยกว่า -5	-4 ถึง 0	1 ถึง 5	6 ถึง 10	มากกว่า 11
85-89	น้อยกว่า -7	-6 ถึง -3	-2 ถึง 1	2 ถึง 5	มากกว่า 6	น้อยกว่า -5	-4 ถึง -1	0 ถึง 3	4 ถึง 7	มากกว่า 8

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สุพิตร สมหาหิโต และคณะ, (2556)

ตารางที่ ข.1 ผลการประเมินความอ่อนตัวของผู้สูงอายุเพศชาย

เพศชาย ค่าวัด (ชม.)	อายุ (ปี)																												รวม (คน)		
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87		88	
-24																		1												1	
-20									1											1											2
-18				1			1				1																				3
-16					1																				1						2
-14		1							1	1			1																		4
-13										1		1																			2
-12							1			1	1																				3
-11						1							1																		2
-10	1			1								2				1															5
-9		1							1									1		2											5
-8			1		1		1	1					1																		5
-7				1			1											1		1											4
-6			1				1								1			1													4
-5		1			1	1									1		2	1		1					1				1		10
-4			1				2	1						1										1							6
-3	2				1				2		1		1		1												1				9
-2										1	1	1																			3
-1			1		1										1		3	1													7
0						1							1							1											3
1		1		1	1												1														4
2			1							1		1	1				1														5

ตารางที่ ข.1 ผลการประเมินความอ่อนตัวของผู้สูงอายุเพศชาย (ต่อ)

เพศชาย ลำวัด (ซม.)	อายุ (ปี)																												รวม (คน)		
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87		88	
3						1						1				1		1													4
4						1					2	1			1				1									1			7
5							1																		1						2
6		1	2	1			1					1	2										1								9
7	1	1		1	1	1			2			2		1		1	1	1			1										14
8				1		1				1	1	1	1	1																	7
9							1			1	1	1				2															6
10		3				1				1								1	1	1											8
11								1						1	1				1								1				5
12		1	1				1		1								1														6
13			1																												1
14				1		1					1					1															4
15	1						1									1															3
16			2									1																			3
17		1				1																									2
18										1																					1
21															1																1
22		1																	1												1
23														1																	1
รวม (คน)	5	12	11	8	7	10	12	7	8	6	10	15	5	5	7	11	5	9	8	4	1			2	2	2	1	1		1	175

ตารางที่ ข.2 ผลการประเมินความอ่อนตัวของผู้สูงอายุเพศหญิง

เพศหญิง	อายุ (ปี)																												รวม (คน)	
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87		88
-15								1	1				1																	3
-14								1																						1
-13	1																													1
-12												1																		1
-10													1																	1
-8													1													1				2
-7								1					1	1																3
-5				2																		1								3
-4				1						2		1																		4
-3		1	1	1		1								1		1						1								7
-2				1																										1
-1														1	1					1								1		4
0		1			1		1																							3
1		1		1			1	1	1	2			1																	8
2				1						1	1																			3
3		1	1		1		1									1					1									6
4			1																											1
5	1			2				1								1														5
6		1		1		1		1			1				1						1	1								8
7	1	1	1	1	1	1		1	1		1		1			2				1			1	1						15
8		1	3		2		1	1	2			1			1					1										13

ตารางที่ ข.2 ผลการประเมินความอ่อนตัวของผู้สูงอายุเพศหญิง (ต่อ)

เพศหญิง	อายุ (ปี)																												รวม (คน)	
	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87		88
9		2	2			1	1	1	2			1	2		1						1		1							15
10	1		2	1			3	1	1		1	1		2	1															14
11		3	1	1	2					2		1	1	1		1						1								14
12		1		2			4	1		1							1	1												11
13		1	2	1				1	1		1		1		2	1			1											12
14	1		1	1			1	1					1	1											1					8
15		1	3			1			1	1	1	1		1	1		1	1												13
16		1	3	1	2		1			2		1				2									1					14
17		1		2					1	3					1		1													9
18		1	1										2															1		5
19			1					1		1		1								1										5
21						1																	1							2
22				1																										1
24	1																													1
26					1																									1
รวม (คน)	6	18	23	21	10	6	15	15	14	14	5	8	11	7	10	8	4	3	3	3	4	3	3	3	2	1		1	218	



ภาคผนวก ก

ผลการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเอื่อมถึง
กับสัดส่วนร่างกายด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอื้อมถึงกับสัดส่วนร่างกายด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ในการศึกษานี้มีวิธีการคัดเลือกทุกตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์การคัดกรองตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเข้าสมการถดถอยพหุคูณ 2 แนวทาง กำหนดสัญลักษณ์และชื่อตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

ตัวแปรตาม คือ ระยะเอื้อมถึง (L5.26ReachFrontA)

ตัวแปรต้น จำนวน 24 ตัว ประกอบด้วย

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. ความสูงระดับศีรษะ | ชื่อตัวแปร: H5.1HeadAvg |
| 2. ความสูงระดับสายตา | ชื่อตัวแปร: H5.2EyeAvg |
| 3. ความสูงระดับไหล่ | ชื่อตัวแปร: H5.3ShoulderAvg |
| 4. ความสูงระดับข้อศอก | ชื่อตัวแปร: H5.4ElbowAvg |
| 5. ความสูงระดับสะโพก | ชื่อตัวแปร: H5.5HipAvg |
| 6. ความสูงระดับข้อมือ | ชื่อตัวแปร: H5.6WristAvg |
| 7. ความสูงระดับข้อมือนิ้วมือ | ชื่อตัวแปร: H5.7FingerAvg |
| 8. ความสูงระดับปลายนิ้ว | ชื่อตัวแปร: H5.8FingertipAvg |
| 9. ความสูงระดับเข่า | ชื่อตัวแปร: H5.9KneeAvg |
| 10. ความกว้างไหล่ | ชื่อตัวแปร: W5.10ShoulderAvg |
| 11. ความกว้างระหว่างต้นแขน | ชื่อตัวแปร: W5.11ArmAvg |
| 12. ความกว้างลำตัวช่วงอก | ชื่อตัวแปร: W5.12BreastAvg |
| 13. ความกว้างลำตัวช่วงท้อง | ชื่อตัวแปร: W5.13AbdomenAvg |
| 14. ความกว้างสะโพก | ชื่อตัวแปร: W5.14HipAvg |
| 15. ความลึกช่วงอก | ชื่อตัวแปร: D5.15BreastAvg |
| 16. ความลึกช่วงท้อง | ชื่อตัวแปร: D5.16AbdomenAvg |
| 17. ความยาวแขน | ชื่อตัวแปร: L5.17ArmAvg |
| 18. ความยาวแขนท่อนบน | ชื่อตัวแปร: L5.18UpperArmAvg |
| 19. ความยาวแขนท่อนล่าง | ชื่อตัวแปร: L5.19LowerArmAvg |
| 20. ความยาวมือ | ชื่อตัวแปร: L5.20HandAvg |
| 21. รอบอก | ชื่อตัวแปร: C5.21BreastAvg |
| 22. รอบเอว | ชื่อตัวแปร: C5.22WaistAvg |
| 23. รอบสะโพก | ชื่อตัวแปร: C5.23HipAvg |
| 24. รอบแขนบน | ชื่อตัวแปร: C5.24ArmAvg |

ขั้นตอนที่ 2: การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้คำสั่ง Correlation

Variables: L5.26ReachFrontA, H5.1HeadAvg, H5.3ShoulderAvg, H5.5HipAvg,
H5.8FingertipAvg, H5.9KneeAvg, W5.10ShoulderAvg, W5.11ArmAvg,
L5.17ArmAvg, L5.20HandAvg, L5.22WaistAvg

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Correlation: L5.26ReachFrontAvg, H5.1HeadAvg, H5.3ShoulderAvg,...

	L5.26	H5.1	H5.3	H5.5	H5.8	H5.9	W5.10	W5.11	L5.17	L5.20
H5.1HeadAvg	0.834									
H5.3ShoulderAvg	0.815	0.967								
H5.5HipAvg	0.767	0.870	0.879							
H5.8FingertipAvg	0.525	0.784	0.822	0.744						
H5.9KneeAvg	0.786	0.861	0.853	0.785	0.618					
W5.10ShoulderAvg	0.572	0.658	0.632	0.528	0.434	0.565				
W5.11ArmAvg	0.352	0.442	0.425	0.295	0.354	0.375	0.572			
L5.17ArmAvg	0.859	0.868	0.849	0.765	0.522	0.815	0.674	0.383		
L5.20HandAvg	0.732	0.776	0.749	0.638	0.474	0.705	0.477	0.335	0.767	
L5.22WaistAvg	-0.004	0.054	0.038	-0.067	0.005	0.094	0.151	0.660	0.055	0.052
	0.934	0.285	0.453	0.182	0.921	0.061	0.002	0.000	0.269	0.295

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

**Correlation is significant at the 0.05

การแปลผล: จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่า p-value สรุปได้ว่า

- ระยะเวลา ไม่มีความสัมพันธ์กับรอบเอว (p-value = 0.000)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับต่ำกับความกว้างระหว่างต้นแขน (r=0.352)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับความสูงระดับปลายนิ้วมือ (r=0.525)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับความกว้างของหัวไหล่ (r=0.572)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูงระดับศีรษะ (r=0.834)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูงระดับหัวไหล่ (r=0.815)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูงระดับสะโพก (r=0.767)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูงระดับเข่า (r=0.786)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความยาวแขน (r=0.859)
- ระยะเวลา มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความยาวมือ (r=0.732)

ดังนั้นตัวแปรอิสระที่สนใจ คือ 1) ความสูงระดับศีรษะ 2) ความสูงระดับหัวไหล่ 3) ความสูงระดับสะโพก 4) ความสูงระดับปลายนิ้วมือ 5) ความสูงระดับเข่า 6) ความกว้างของหัวไหล่ 7) ความกว้างระหว่างต้นแขน 8) ความยาวแขน และ 9) ความยาวมือ

ขั้นตอนที่ 3 (1) : การวิเคราะห์หาค่าตัวแปร โดยใช้คำสั่ง Fit Regression Model

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.1HeadAvg, H5.3ShoulderAvg, H5.5HipAvg, H5.8FingertipAvg,
H5.9KneeAvg, W5.10ShoulderAvg, W5.11ArmAvg, L5.17ArmAvg,
L5.20HandAvg, Sex

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFr versus H5.1HeadAvg,...

Method
Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	10	3958.82	395.882	147.25	0.000
H5.1HeadAvg	1	18.41	18.412	6.85	0.009
H5.3ShoulderAvg	1	7.38	7.380	2.74	0.098
H5.5HipAvg	1	32.81	32.812	12.20	0.001
H5.8FingertipAvg	1	45.48	45.475	16.91	0.000
H5.9KneeAvg	1	5.10	5.098	1.90	0.169
W5.10ShoulderAvg	1	2.19	2.187	0.81	0.368
W5.11ArmAvg	1	0.58	0.579	0.22	0.643
L5.17ArmAvg	1	96.22	96.216	35.79	0.000
L5.20HandAvg	1	6.90	6.896	2.57	0.110
sex	1	2.21	2.213	0.82	0.365
Error	389	1045.83	2.688		
Total	399	5004.65			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
1.63966	79.10%	78.57%	77.48%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	3.80	2.34	1.62	0.106	
H5.1HeadAvg	0.1216	0.0465	2.62	0.009	21.47
H5.3ShoulderAvg	0.0867	0.0523	1.66	0.098	22.99
H5.5HipAvg	0.1187	0.0340	3.49	0.001	4.99
H5.8FingertipAvg	-0.1913	0.0465	-4.11	0.000	5.44
H5.9KneeAvg	0.0858	0.0623	1.38	0.169	4.47
W5.10ShoulderAvg	-0.0477	0.0529	-0.90	0.368	2.80
W5.11ArmAvg	0.0154	0.0332	0.46	0.643	1.68
L5.17ArmAvg	0.3117	0.0521	5.98	0.000	7.10
L5.20HandAvg	0.192	0.120	1.60	0.110	3.18
sex					
2	0.228	0.251	0.91	0.365	2.32

Regression Equation

sex

1 L5.26ReachFrontAvg = 3.80 + 0.1216 H5.1HeadAvg + 0.0867 H5.3ShoulderAvg + 0.1187 H5.5HipAvg - 0.1913 H5.8FingertipAvg + 0.0858 H5.9KneeAvg - 0.0477 W5.10ShoulderAvg + 0.0154 W5.11ArmAvg + 0.3117 L5.17ArmAvg + 0.192 L5.20HandAvg

2 L5.26ReachFrontAvg = 4.03 + 0.1216 H5.1HeadAvg + 0.0867 H5.3ShoulderAvg + 0.1187 H5.5HipAvg - 0.1913 H5.8FingertipAvg + 0.0858 H5.9KneeAvg - 0.0477 W5.10ShoulderAvg + 0.0154 W5.11ArmAvg + 0.3117 L5.17ArmAvg + 0.192 L5.20HandAvg

การแปลผล: ค่าคงที่ (β_0) ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (P-value > 0.05)

ขั้นตอนที่ 3 (2) : การวิเคราะห์หาค่าตัวแปรโดยใช้คำสั่ง Fit Regression Model

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.1HeadAvg, H5.3ShoulderAvg, H5.5HipAvg, H5.8FingertipAvg,
H5.9KneeAvg, W5.10ShoulderAvg, W5.11ArmAvg, L5.17ArmAvg,
L5.20HandAvg, Sex **ไม่พิจารณาค่าคงที่ (β_0)

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFr versus H5.1HeadAvg, ...

Method
Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	10	1378389	137839	51056.81	0.000
H5.1HeadAvg	1	33	33	12.29	0.001
H5.3ShoulderAvg	1	7	7	2.55	0.111*
H5.5HipAvg	1	33	33	12.35	0.000
H5.8FingertipAvg	1	51	51	19.04	0.000
H5.9KneeAvg	1	5	5	1.70	0.193*
W5.10ShoulderAvg	1	1	1	0.45	0.505*
W5.11ArmAvg	1	1	1	0.30	0.585*
L5.17ArmAvg	1	91	91	33.70	0.000
L5.20HandAvg	1	9	9	3.27	0.071*
sex	1	20	20	7.55	0.006
Error	390	1053	3		
Total	400	1379442			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.64308	99.92%	99.92%	99.92%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
H5.1HeadAvg	0.1507	0.0430	3.51	0.001	6580.69
H5.3ShoulderAvg	0.0837	0.0524	1.60	0.111	6733.17
H5.5HipAvg	0.1196	0.0340	3.51	0.000	1265.60
H5.8FingertipAvg	-0.2015	0.0462	-4.36	0.000	1034.44
H5.9KneeAvg	-0.0814	0.0624	-1.30	0.193	1136.43
W5.10ShoulderAvg	-0.0350	0.0524	-0.67	0.505	368.61
W5.11ArmAvg	0.0182	0.0332	0.55	0.585	281.77
L5.17ArmAvg	0.3004	0.0517	5.81	0.000	1475.46
L5.20HandAvg	0.216	0.119	1.81	0.071	701.37
sex					
2	0.505	0.184	2.75	0.006	2.75

Regression Equation

sex

1 L5.26ReachFrontAvg = 0.0 + 0.1507 H5.1HeadAvg + 0.0837 H5.3ShoulderAvg
+ 0.1196 H5.5HipAvg - 0.2015 H5.8FingertipAvg + 0.0814 H5.9KneeAvg
- 0.0350 W5.10ShoulderAvg + 0.0182 W5.11ArmAvg + 0.3004 L5.17ArmAvg
+ 0.216 L5.20HandAvg

2 L5.26ReachFrontAvg = 0.505 + 0.1507 H5.1HeadAvg + 0.0837 H5.3ShoulderAvg
+ 0.1196 H5.5HipAvg - 0.2015 H5.8FingertipAvg + 0.0814 H5.9KneeAvg
- 0.0350 W5.10ShoulderAvg + 0.0182 W5.11ArmAvg + 0.3004 L5.17ArmAvg
+ 0.216 L5.20HandAvg

การแปลผล: ความสูงระดับหัวไหล่ (H5.3ShoulderAvg), ความสูงระดับเข่า (H5.9KneeAvg), ความกว้างหัวไหล่ (W5.10ShoulderAvg), ความกว้างต้นแขน (W5.11ArmAvg), ความยาวมือ (L5.20HandAvg) ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นตอนที่ 3 (3) : การวิเคราะห์หาค่าตัวแปร โดยใช้คำสั่ง Fit Regression Model

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.1HeadAvg, H5.5HipAvg, H5.8FingertipAvg,
L5.17ArmAvg, Sex

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFr versus H5.1HeadAvg, H5.5HipAvg, ...

Method
Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	5	3928.51	785.702	287.66	0.000
H5.1HeadAvg	1	90.01	90.008	32.95	0.000
H5.5HipAvg	1	46.03	46.026	16.85	0.000
H5.8FingertipAvg	1	52.83	52.830	19.34	0.000
L5.17ArmAvg	1	152.92	152.920	55.99	0.000
sex	1	3.35	3.353	1.23	0.269
Error	394	1076.14	2.731		
Total	399	5004.65			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.65267	78.50%	78.22%	77.82%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	3.55	2.30	1.54	0.124	
H5.1HeadAvg	0.2056	0.0358	5.74	0.000	12.55
H5.5HipAvg	0.1326	0.0323	4.11	0.000	4.44
H5.8FingertipAvg	-0.1726	0.0393	-4.40	0.000	3.81
L5.17ArmAvg	0.3545	0.0474	7.48	0.000	5.78
sex					
2	0.259	0.234	1.11	0.269	1.99

Regression Equation

sex

1 L5.26ReachFrontAvg = 3.55 + 0.2056 H5.1HeadAvg + 0.1326 H5.5HipAvg
- 0.1726 H5.8FingertipAvg + 0.3545 L5.17ArmAvg

2 L5.26ReachFrontAvg = 3.81 + 0.2056 H5.1HeadAvg + 0.1326 H5.5HipAvg
- 0.1726 H5.8FingertipAvg + 0.3545 L5.17ArmAvg

การแปลผล: ค่าคงที่ (β_0) ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (P-value > 0.05)

ขั้นตอนที่ 3 (4) : การวิเคราะห์หาค่าตัวแปร โดยใช้คำสั่ง Fit Regression Model

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.1HeadAvg, H5.5HipAvg, H5.8FingertipAvg, L5.17ArmAvg,

Sex **ไม่พิจารณาค่าคงที่ (β_0)

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFr versus H5.1HeadAvg, H5.5HipAvg, ...

Method
Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	5	1378359	275672	100577.92	0.000
H5.1HeadAvg	1	173	173	63.16	0.000
H5.5HipAvg	1	45	45	16.30	0.000
H5.8FingertipAvg	1	63	63	23.03	0.000
L5.17ArmAvg	1	148	148	53.92	0.000
sex	1	26	26	9.47	0.002
Error	395	1083	3		
Total	400	1379442			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
1.65556	99.92%	99.92%	99.92%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
H5.1HeadAvg	0.2365	0.0298	7.95	0.000	3107.37
H5.5HipAvg	0.1306	0.0323	4.04	0.000	1124.98
H5.8FingertipAvg	-0.1848	0.0385	-4.80	0.000	708.37
L5.17ArmAvg	0.3463	0.0472	7.34	0.000	1207.23
sex					
2	0.513	0.167	3.08	0.002	2.23

Regression Equation

sex

1 L5.26ReachFrontAvg = 0.0 + 0.2365 H5.1HeadAvg + 0.1306 H5.5HipAvg
- 0.1848 H5.8FingertipAvg + 0.3463 L5.17ArmAvg

2 L5.26ReachFrontAvg = 0.513 + 0.2365 H5.1HeadAvg + 0.1306 H5.5HipAvg
- 0.1848 H5.8FingertipAvg + 0.3463 L5.17ArmAvg

การแปลผล: เมื่อพิจารณาค่า VIF พบว่าตัวแปรความสูงระดับศีรษะ (H5.1HeadAvg) มีค่า VIF เท่ากับ 3107.37 ซึ่งหมายถึงตัวแปรความสูงระดับศีรษะมีสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นๆ มาก ดังนั้น จึงไม่ควรนำตัวแปรนี้มาวิเคราะห์ ในสมการ

ขั้นตอนที่ 3 (5) : การวิเคราะห์หาค่าตัวแปร โดยใช้คำสั่ง Fit Regression Model

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.5HipAvg, H5.8FingertipAvg, L5.17ArmAvg, Sex

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFrontAvg versus H5.5HipAvg,...

Method
Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	3838.50	959.625	325.05	0.000
H5.5HipAvg	1	107.93	107.926	36.56	0.000
H5.8FingertipAvg	1	2.78	2.776	0.94	0.333
L5.17ArmAvg	1	687.09	687.090	232.73	0.000
sex	1	0.60	0.600	0.20	0.652
Error	395	1166.15	2.952		
Total	399	5004.65			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.71822	76.70%	76.46%	76.07%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	10.94	1.99	5.51	0.000	
H5.5HipAvg	0.1923	0.0318	6.05	0.000	3.98
H5.8FingertipAvg	-0.0307	0.0317	-0.97	0.333	2.30
L5.17ArmAvg	0.5426	0.0356	15.26	0.000	3.01
sex					
2	-0.106	0.234	-0.45	0.652	1.84

Regression Equation

sex

1 L5.26ReachFrontAvg = 10.94 + 0.1923 H5.5HipAvg - 0.0307 H5.8FingertipAvg + 0.5426 L5.17ArmAvg

2 L5.26ReachFrontAvg = 10.83 + 0.1923 H5.5HipAvg - 0.0307 H5.8FingertipAvg + 0.5426 L5.17ArmAvg

การแปลผล: ความสูงระดับปลายนิ้วมือ (H5.8FingertipAvg) และเพศ (Sex) ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นตอนที่ 3 (6) : การวิเคราะห์หาค่าตัวแปร โดยใช้คำสั่ง Fit Regression Model

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.5HipAvg, L5.17ArmAvg

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFrontAvg versus H5.5HipAvg, ...						
Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Regression	2	3835.4	1917.70	651.12	0.000	
H5.5HipAvg	1	146.4	146.45	49.72	0.000	
L5.17ArmAvg	1	892.6	892.56	303.05	0.000	
Error	397	1169.3	2.95			
Total	399	5004.7				
Model Summary						
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)			
1.71617	76.64%	76.52%	76.29%			
Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	10.04	1.40	7.16	0.000		
H5.5HipAvg	0.1743	0.0247	7.05	0.000	2.41	
L5.17ArmAvg	0.5529	0.0318	17.41	0.000	2.41	
Regression Equation						
L5.26ReachFrontAvg = 10.04 + 0.1743 H5.5HipAvg + 0.5529 L5.17ArmAvg						

การแปลผล: สมการถดถอยที่ได้คือ

ระยะเอ้อมด้านหน้า = 10.04 + 0.1743 (ความสูงระดับสะโพก) + 0.5529 (ความยาวแขน)

แนวทางที่ 2: การเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise Regression)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: การวิเคราะห์ชุดตัวแปรโดยใช้คำสั่ง Stepwise

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.1HeadAvg, H5.3ShoulderAvg, L5.24ArmAvg, Sex

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFr versus H5.1HeadAvg, H5.2EyeAvg, ...						
Method						
Categorical predictor coding (1, 0)						
Stepwise Selection of Terms						
α to enter = 0.15, α to remove = 0.15						
Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Regression	9	3975.45	441.717	167.38	0.000	
H5.1HeadAvg	1	17.41	17.412	6.60	0.011	
H5.3ShoulderAvg	1	6.97	6.970	2.64	0.105	
H5.5HipAvg	1	27.44	27.440	10.40	0.001	
H5.8FingertipAvg	1	48.60	48.598	18.42	0.000	
H5.9KneeAvg	1	8.51	8.511	3.22	0.073	
L5.17ArmAvg	1	92.88	92.882	35.20	0.000	
L5.20HandAvg	1	9.32	9.316	3.53	0.061	
L5.21BreastAvg	1	14.42	14.422	5.47	0.020	
L5.22WaistAvg	1	22.62	22.624	8.57	0.004	
Error	390	1029.20	2.639			
Total	399	5004.65				
Model Summary						
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)			
1.62449	79.44%	78.96%	77.94%			
Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	4.85	1.87	2.59	0.010		
H5.1HeadAvg	0.1149	0.0447	2.57	0.011	20.26	
H5.3ShoulderAvg	0.0839	0.0516	1.63	0.105	22.77	
H5.5HipAvg	0.1088	0.0337	3.22	0.001	5.01	
H5.8FingertipAvg	-0.1987	0.0463	-4.29	0.000	5.49	
H5.9KneeAvg	0.1112	0.0619	1.80	0.073	4.49	
L5.17ArmAvg	0.2954	0.0498	5.93	0.000	6.61	
L5.20HandAvg	0.217	0.115	1.88	0.061	3.00	
L5.21BreastAvg	0.0479	0.0205	2.34	0.020	4.89	
L5.22WaistAvg	-0.0451	0.0154	-2.93	0.004	4.94	
Regression Equation						
L5.26ReachFrontAvg = 4.85 + 0.1149 H5.1HeadAvg + 0.0839 H5.3ShoulderAvg						
+ 0.1088 H5.5HipAvg - 0.1987 H5.8FingertipAvg						
+ 0.1112 H5.9KneeAvg + 0.2954 L5.17ArmAvg						
+ 0.217 L5.20HandAvg + 0.0479 L5.21BreastAvg						
- 0.0451 L5.22WaistAvg						

การแปลผล: ความสูงระดับหัวไหล่ (H5.3ShoulderAvg) ความสูงระดับหัวไหล่ (H5.9KneeAvg) และความข้อมือ (L5.20HandAvg) ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นตอนที่ 2: การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้คำสั่ง Correlation

Variables: L5.26ReachFrontA, H5.1HeadAvg, H5.3ShoulderAvg, H5.5HipAvg,
H5.8FingertipAvg, H5.9KneeAvg, L5.17ArmAvg, L5.17ArmAvg,
L5.20HandAvg, L5.21BreastAvg, L5.22WaistAvg

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Correlation: L5.26ReachFrontAvg, H5.1HeadAvg, H5.3ShoulderAvg,...

	L5.26	H5.1	H5.3	H5.5	H5.8	H5.9	L5.17	L5.20	L5.21
H5.1HeadAvg	0.834								
H5.3ShoulderAvg	0.815	0.967							
H5.5HipAvg	0.767	0.870	0.879						
H5.8FingertipAvg	0.525	0.784	0.822	0.744					
H5.9KneeAvg	0.786	0.861	0.853	0.785	0.618				
L5.17ArmAvg	0.859	0.868	0.849	0.765	0.522	0.815			
L5.20HandAvg	0.732	0.776	0.749	0.638	0.474	0.705	0.767		
L5.21BreastAvg	-0.022	0.029	0.021	-0.072	0.055	0.054	0.001	-0.008	
L5.22WaistAvg	-0.004	0.054	0.038	-0.067	0.005	0.094	0.055	0.052	0.885
	0.934	0.285	0.453	0.182	0.921	0.061	0.269	0.295	0.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

**Correlation is significant at the 0.05

การแปลผล: จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่า p-value สรุปได้ว่า

- ระยะเอื้อม ไม่มีความสัมพันธ์กับความยาวรอบอก (p-value = 0.000)
- ระยะเอื้อม ไม่มีความสัมพันธ์กับความยาวรอบเอว (p-value = 0.000)
- ระยะเอื้อม มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับความสูงระดับปลายนิ้วมือ (r=0.525)
- ระยะเอื้อม มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูงระดับศีรษะ (r=0.834)
- ระยะเอื้อม มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูงระดับหัวไหล่ (r=0.815)
- ระยะเอื้อม มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูงระดับสะโพก (r=0.767)
- ระยะเอื้อม มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความสูงระดับเข่า (r=0.786)
- ระยะเอื้อม มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความยาวแขน (r=0.859)
- ระยะเอื้อม มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับความยาวมือ (r=0.732)

ดังนั้นตัวแปรอิสระที่สนใจ คือ 1) ความสูงระดับศีรษะ 2) ความสูงระดับหัวไหล่ 3) ความสูงระดับสะโพก 4) ความสูงระดับปลายนิ้วมือ 5) ความสูงระดับเข่า 6) ความยาวแขน และ 7) ความยาวมือ

ขั้นตอนที่ 3 (1) : การวิเคราะห์หาค่าตัวแปรโดยใช้คำสั่ง Stepwise

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.1HeadAvg, H5.5HipAvg, H5.8FingertipAvg, L5.17ArmAvg

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFr versus H5.1HeadAvg, H5.5HipAvg, ...

Stepwise Selection of Terms
 α to enter = 0.15, α to remove = 0.15

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	3925.16	981.289	359.07	0.000
H5.1HeadAvg	1	87.26	87.256	31.93	0.000
H5.5HipAvg	1	47.75	47.750	17.47	0.000
H5.8FingertipAvg	1	51.04	51.037	18.68	0.000
L5.17ArmAvg	1	149.73	149.727	54.79	0.000
Error	395	1079.49	2.733		
Total	399	5004.65			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.65315	78.43%	78.21%	77.87%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	5.35	1.64	3.26	0.001	
H5.1HeadAvg	0.1948	0.0345	5.65	0.000	11.63
H5.5HipAvg	0.1348	0.0323	4.18	0.000	4.42
H5.8FingertipAvg	-0.1691	0.0391	-4.32	0.000	3.79
L5.17ArmAvg	0.3484	0.0471	7.40	0.000	5.70

Regression Equation

$$\text{L5.26ReachFrontAvg} = 5.35 + 0.1948 \text{ H5.1HeadAvg} + 0.1348 \text{ H5.5HipAvg} - 0.1691 \text{ H5.8FingertipAvg} + 0.3484 \text{ L5.17ArmAvg}$$

การแปลผล: เมื่อพิจารณาค่า VIF พบว่าตัวแปรความสูงระดับศีรษะ (H5.1HeadAvg) มีค่า VIF เท่ากับ 11.63 หมายถึง ตัวแปรความสูงระดับศีรษะมีสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่น ดังนั้นจึงไม่ควรนำตัวแปรนี้มาวิเคราะห์ในสมการ

ขั้นตอนที่ 3 (2) : การวิเคราะห์หาค่าตัวแปรโดยใช้คำสั่ง Stepwise

Responses : L5.26ReachFrontA

Predictors : H5.5HipAvg, H5.8FingertipAvg, L5.17ArmAvg

ผลที่ได้จากโปรแกรม

Regression Analysis: L5.26ReachFrontAvg versus H5.5HipAvg, ...

Stepwise Selection of Terms
 α to enter = 0.15, α to remove = 0.15

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	3835.4	1917.70	651.12	0.000
H5.5HipAvg	1	146.4	146.45	49.72	0.000
L5.17ArmAvg	1	892.6	892.56	303.05	0.000
Error	397	1169.3	2.95		
Total	399	5004.7			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.71617	76.64%	76.52%	76.29%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	10.04	1.40	7.16	0.000	
H5.5HipAvg	0.1743	0.0247	7.05	0.000	2.41
L5.17ArmAvg	0.5529	0.0318	17.41	0.000	2.41

Regression Equation
 L5.26ReachFrontAvg = 10.04 + 0.1743 H5.5HipAvg + 0.5529 L5.17ArmAvg

การแปลผล: สมการถดถอยที่ได้คือ

ระยะเอื่อมด้านหน้า = $10.04 + 0.1743$ ความสูงระดับสะโพก + 0.5529 ความยาวแขน



ภาคผนวก ง

ผลการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติหาผลกระทบของความสามารถ
ในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุ
ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ

การหาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื้อมถึงของผู้สูงอายุ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple Linear Regression) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ มีขั้นตอนการคัดกรองตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ดังนี้

ตัวแปรตาม คือระยะการเอื้อมถึง

ตัวแปรต้น จำนวน 3 ตัว ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการออกแรงยกของไหล่ ชื่อตัวแปร: Shoulder Avg
2. ความสามารถในการออกแรงยกของหลังส่วนล่าง ชื่อตัวแปร: Back Avg
3. เพศ ชื่อตัวแปร: Sex

Step 1: การวิเคราะห์หาค่าตัวแปรโดยใช้คำสั่ง Fit Regression Model

Regression Analysis: L5.26ReachFrontAvg versus Shoulder Avg, Back Avg, sex

Method

Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	1851.65	617.22	75.04	0.000
Shoulder Avg	1	42.29	42.29	5.14	0.024
Back Avg	1	0.02	0.02	0.00	0.964
sex	1	1180.04	1180.04	143.47	0.000
Error	396	3257.00	8.22		
Total	399	5108.65			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
2.86788	36.25%	35.76%	34.97%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	59.820	0.507	118.05	0.000	
Shoulder Avg	0.0969	0.0427	2.27	0.024	2.33
Back Avg	-0.0009	0.0198	-0.04	0.964	2.34
sex					
2	-3.834	0.320	-11.98	0.000	1.23

Regression Equation

sex

1 L5.26ReachFrontAvg = 59.820 + 0.0969 Shoulder Avg - 0.0009 Back Avg

2 L5.26ReachFrontAvg = 55.986 + 0.0969 Shoulder Avg - 0.0009 Back Avg

การแปลผล: ความสามารถในการออกแรงยกของหลัง ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Step 2: การวิเคราะห์หาค่าตัวแปรโดยใช้คำสั่ง Fit Regression Model

โดยไม่พิจารณาตัวแปร Back Avg

Regression Analysis: L5.26ReachFrontAvg versus Shoulder Avg, sex

Method

Categorical predictor coding (1, 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	1851.63	925.82	112.85	0.000
Shoulder Avg	1	80.27	80.27	9.78	0.002
sex	1	1215.77	1215.77	148.19	0.000
Error	397	3257.02	8.20		
Lack-of-Fit	324	2554.83	7.89	0.82	0.874
Pure Error	73	702.19	9.62		
Total	399	5108.65			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.86428	36.25%	35.92%	35.27%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	59.809	0.441	135.62	0.000	
Shoulder Avg	0.0955	0.0305	3.13	0.002	1.20
sex					
2	-3.832	0.315	-12.17	0.000	1.20

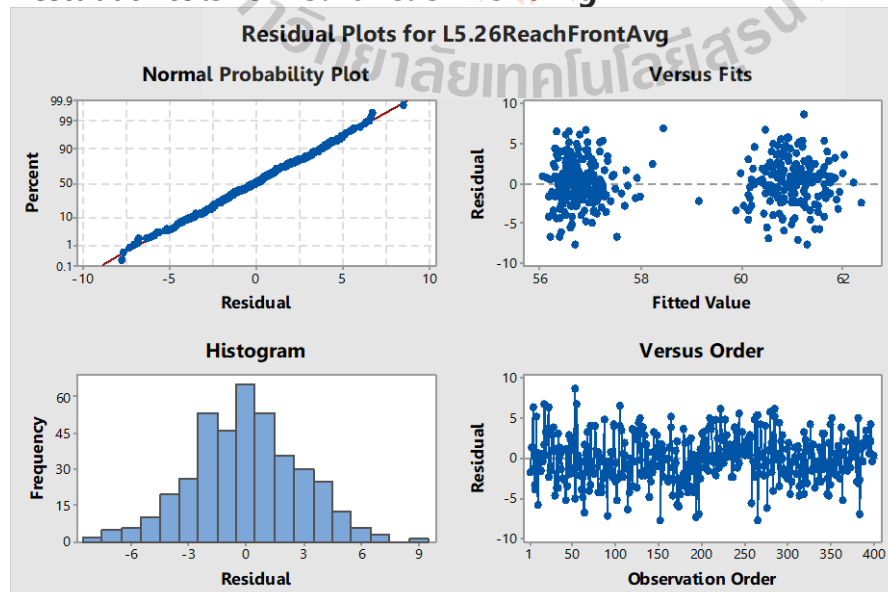
Regression Equation

sex

1 L5.26ReachFrontAvg = 59.809 + 0.0955 Shoulder Avg

2 L5.26ReachFrontAvg = 55.977 + 0.0955 Shoulder Avg

Residual Plots for L5.26ReachFrontAvg



การแปลผล: การศึกษาผลกระทบของความสามารถในการออกแรงที่มีต่อระยะการเอื่อมถึงของผู้สูงอายุด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ พบว่าความสามารถในการออกแรงของไหล่และเพศมีความสัมพันธ์กับระยะเอื่อมด้านหน้า จากนั้นจึงทำการทดสอบข้อสมมติฐานเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนมีค่าคงที่ พบว่าข้อสมมติฐานนั้นมีความถูกต้อง สมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุที่ได้เป็นดังนี้

กรณีผู้สูงอายุเพศชาย

$$\text{ระยะเอื่อมด้านหน้า} = 59.809 + 0.0955 \text{ ความสามารถในการออกแรงของไหล่}$$

กรณีผู้สูงอายุเพศหญิง

$$\text{ระยะเอื่อมด้านหน้า} = 55.977 + 0.0955 \text{ ความสามารถในการออกแรงของไหล่}$$



ภาคผนวก จ

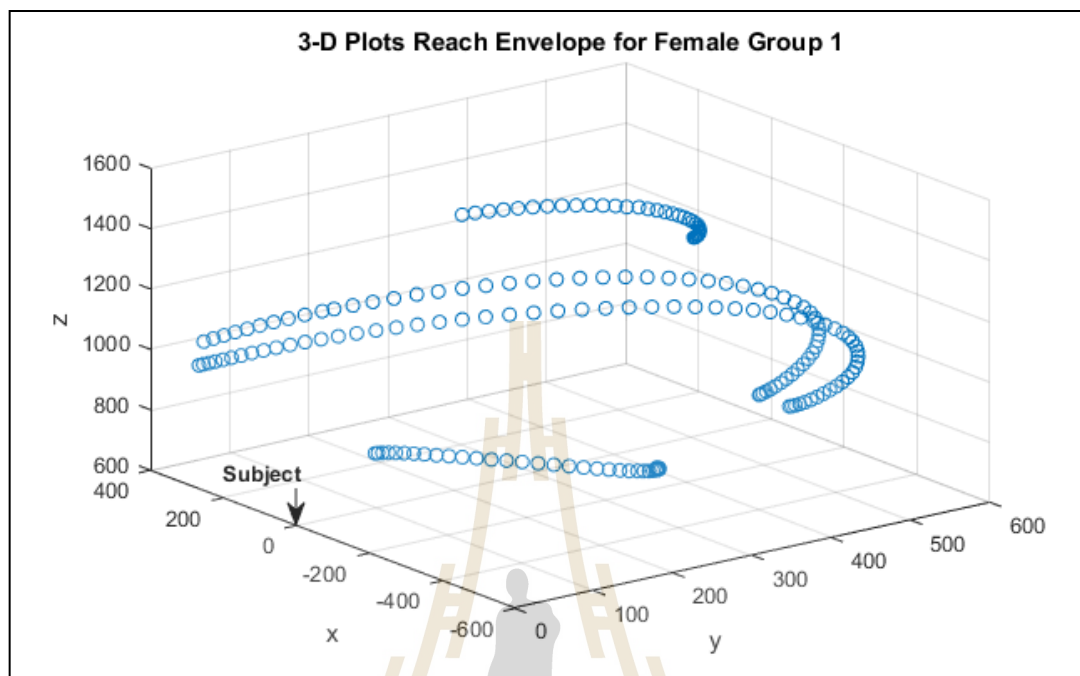
ข้อมูลขอบเขตระยะเื่อมถึงของผู้สูงอายุเพศหญิงที่วัดได้จากกล้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

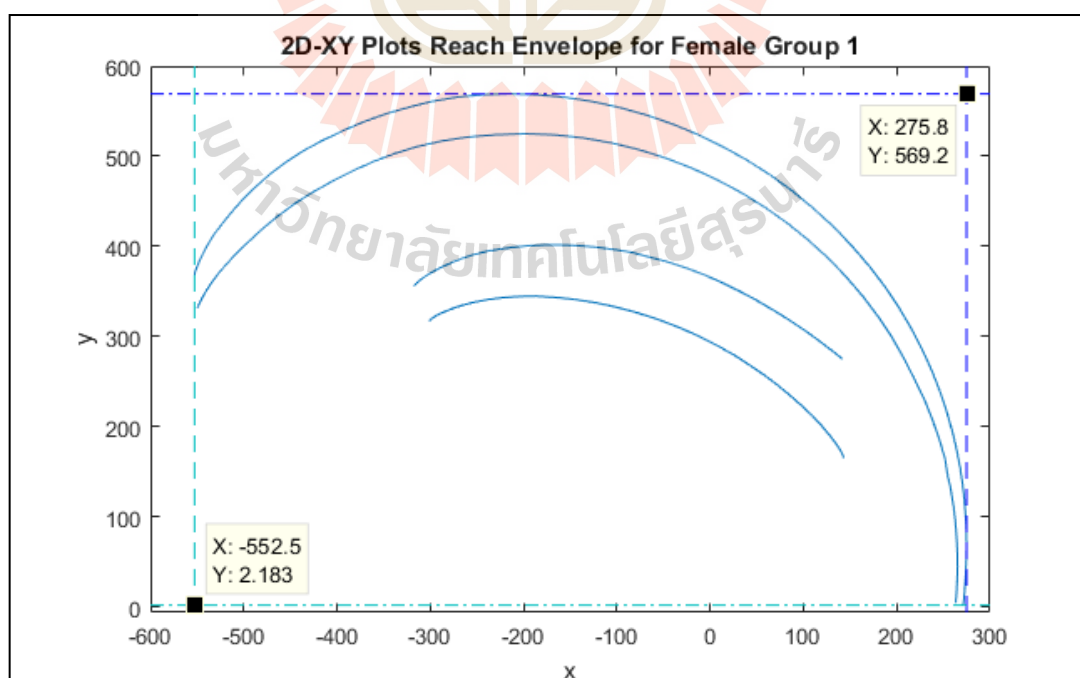
ช่วงชั้นความสูงของผู้สูงอายุเพศหญิง 6 กลุ่ม แบ่งตามเปอร์เซ็นต์ไทล์

กลุ่ม	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์	ค่าระดับความสูง (Stature) (หน่วย: ซม.)
1	น้อยกว่า 5 th	Stature < 139.5
2	5 th – 25 th	139.5 ≤ Stature < 146.7
3	25 th – 50 th	146.7 ≤ Stature < 150.5
4	50 th – 75 th	150.5 ≤ Stature < 154.0
5	75 th – 95 th	154.0 ≤ Stature < 158.2
6	มากกว่า 95 th	Stature > 158.2

กลุ่มที่ 1 ผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีความสูงน้อยกว่า 139.5 เซนติเมตร



รูปที่ จ.1-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 1 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.1-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 1 ในระนาบ xy

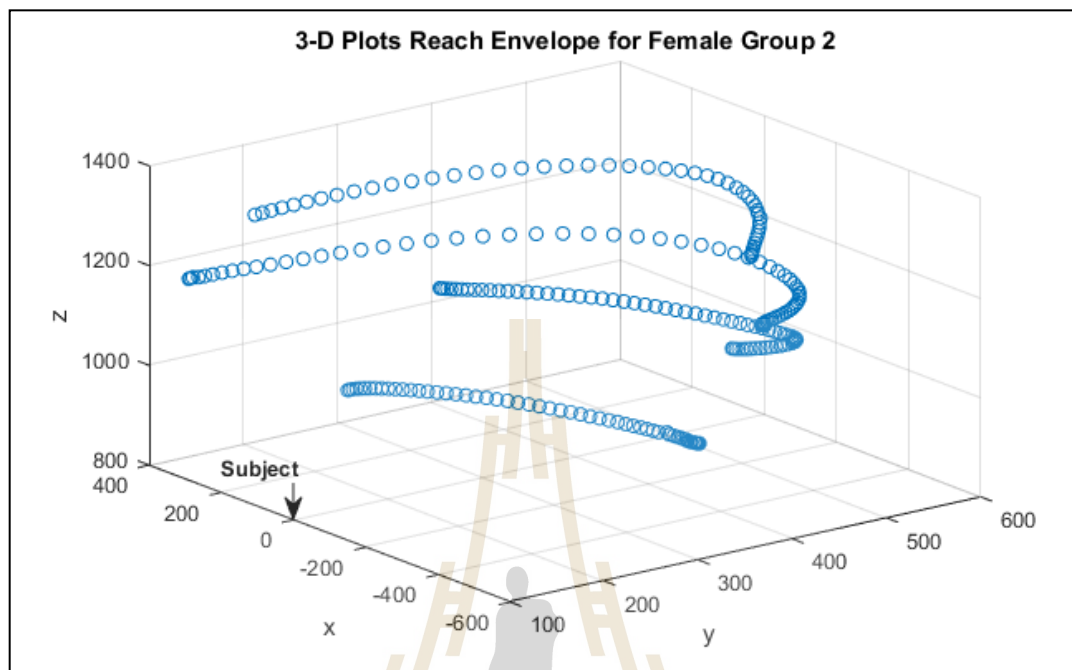
ตารางที่ จ.1 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 1

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
143.310	165.491	676.282	-281.890	328.872	723.296	132.166	421.796	1007.775	-538.592	402.003	1027.257
142.198	168.723	676.090	-288.716	325.779	729.842	110.997	441.953	1009.546	-543.748	391.900	1027.594
139.879	173.323	675.140	-294.082	322.959	735.371	88.499	461.120	1011.659	-547.524	383.663	1028.273
136.331	179.223	673.534	-297.827	320.481	739.786	64.768	479.017	1013.831	-550.228	377.083	1029.262
131.386	186.142	671.217	-300.181	318.385	742.837	39.844	495.514	1016.066	-552.042	372.061	1030.421
125.306	194.048	668.329	-301.171	316.816	744.448	13.858	510.489	1018.413	-552.698	368.507	1031.519
118.025	202.820	665.029	271.528	2.183	1004.656	-12.890	523.978	1020.773	-549.689	331.610	1090.234
109.476	212.275	661.366	272.003	7.980	1004.396	-40.428	535.762	1023.039	-549.072	333.318	1090.500
98.895	222.500	656.964	272.605	15.087	1004.142	-68.545	545.804	1025.053	-547.468	337.087	1091.300
87.528	233.116	652.988	273.211	23.572	1003.965	-97.176	554.127	1026.733	-544.662	342.850	1092.573
74.637	244.144	648.979	273.822	33.386	1003.873	-126.931	560.902	1027.554	-540.589	350.251	1094.143
60.357	255.542	645.204	274.293	44.473	1003.826	-156.040	565.464	1028.543	-534.942	359.091	1095.992
44.398	266.956	641.623	274.744	56.870	1003.855	-185.155	568.230	1029.269	-527.742	369.299	1098.116
27.606	278.317	639.146	274.842	70.409	1003.942	-214.045	569.192	1029.723	-518.501	380.402	1101.073
8.692	289.461	636.784	274.626	85.064	1004.031	-242.591	568.329	1029.968	-507.461	392.793	1103.479
-11.587	300.159	635.261	273.849	100.862	1004.106	-270.544	565.738	1029.900	-494.350	405.772	1106.234
-33.216	310.110	634.668	272.632	117.769	1004.048	-297.203	561.092	1030.335	-480.244	419.234	1108.908
-55.757	318.990	635.131	270.739	135.697	1003.914	-320.565	555.069	1031.561	-464.589	432.789	1111.630
-78.917	326.672	636.785	267.967	154.747	1003.540	-345.645	547.721	1031.425	-446.986	446.325	1114.588
-101.860	332.971	639.823	264.264	174.834	1003.221	-369.596	538.979	1031.042	-427.329	459.420	1117.934
-124.499	337.874	644.162	259.361	195.743	1002.783	-392.567	528.866	1030.518	-405.607	471.963	1121.250
-146.321	341.409	649.733	253.422	217.343	1002.508	-416.226	517.296	1029.899	-383.776	483.514	1124.277
-167.060	343.539	655.944	246.210	239.620	1002.292	-436.975	505.497	1028.600	-361.453	493.930	1127.038
-187.312	344.858	664.383	237.578	262.424	1002.293	-456.331	492.480	1027.953	-338.258	503.066	1129.560
-205.672	344.481	672.614	227.355	285.601	1002.319	-473.401	478.822	1027.560	-313.811	510.779	1131.865
-222.648	343.188	681.305	215.658	308.941	1002.678	-488.599	464.866	1027.190	-287.729	516.924	1133.979
-237.817	341.166	690.316	202.302	332.330	1003.285	-501.933	451.052	1027.009	-259.633	521.358	1135.926
-251.426	338.505	699.242	187.207	355.577	1004.067	-513.319	437.711	1027.140	-229.140	523.936	1137.731
-263.246	335.424	707.846	170.395	378.357	1005.049	-523.185	425.052	1027.416	-197.964	524.959	1138.457
-273.373	332.132	715.921	152.008	400.484	1006.284	-531.913	413.243	1027.087	-166.965	523.833	1139.060

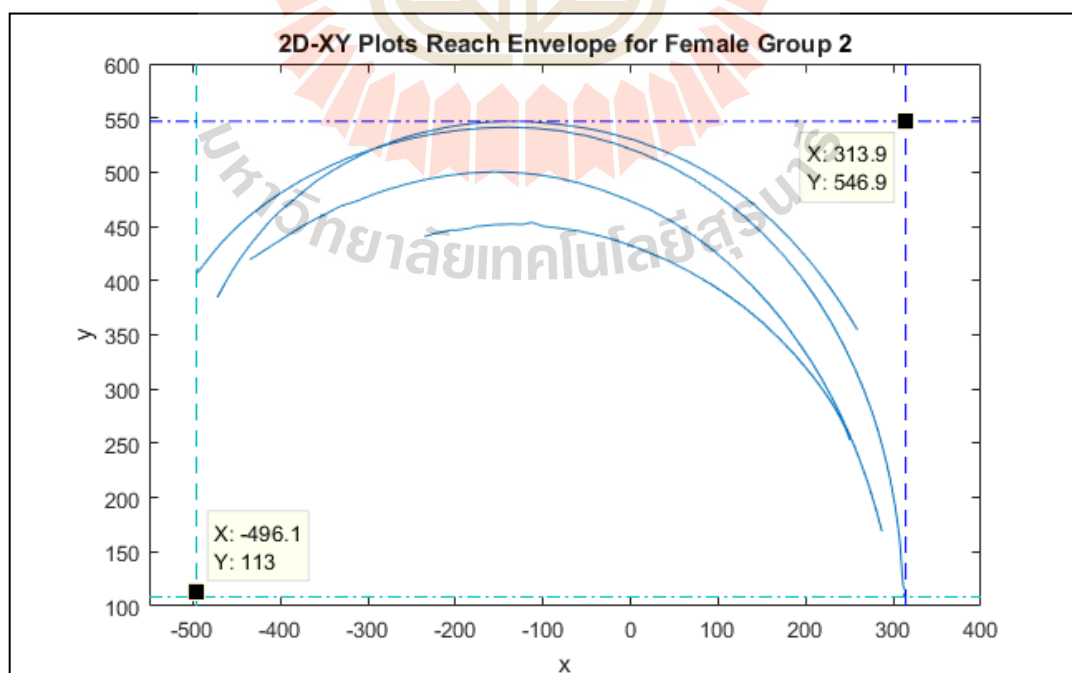
ตารางที่ จ.1 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 1 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z
-136.867	520.445	1139.680	263.398	4.602	1085.993	-310.406	363.121	1488.149
-106.873	515.060	1140.103	142.103	274.937	1402.944	-314.746	359.142	1489.321
-77.150	507.580	1140.226	129.250	285.563	1408.726	-317.655	355.851	1490.489
-48.068	498.169	1140.039	115.241	296.551	1414.409			
-19.890	486.966	1139.442	100.175	307.710	1419.909			
7.322	473.994	1138.482	84.089	318.818	1425.282			
34.239	459.165	1137.719	67.151	329.723	1430.378			
59.253	443.022	1136.225	49.729	340.219	1435.095			
83.082	425.530	1134.451	31.746	350.238	1439.498			
105.468	406.827	1132.475	13.302	359.691	1443.658			
126.437	386.934	1130.328	-5.654	368.261	1447.510			
145.899	366.148	1127.945	-24.974	375.867	1450.991			
163.728	344.546	1125.562	-44.688	382.587	1454.570			
179.971	322.406	1122.965	-64.209	387.965	1456.917			
194.731	299.507	1120.406	-84.814	393.636	1462.289			
208.086	275.246	1118.150	-103.692	396.638	1463.597			
218.965	252.978	1116.719	-122.874	399.304	1465.886			
230.063	229.205	1112.484	-141.655	400.931	1468.142			
238.752	206.622	1109.952	-159.778	401.680	1470.227			
246.019	184.796	1107.677	-177.247	401.639	1472.155			
251.993	163.817	1105.505	-193.968	400.815	1474.082			
253.959	149.724	1105.640	-209.939	399.327	1475.897			
258.117	129.650	1103.150	-225.216	397.038	1477.633			
261.147	110.316	1100.835	-240.329	394.408	1478.536			
263.087	92.541	1098.748	-253.925	390.759	1480.086			
264.306	75.835	1096.638	-266.441	386.466	1481.592			
265.000	59.990	1094.602	-277.679	381.827	1483.067			
265.167	44.927	1092.506	-287.882	377.043	1484.423			
264.818	30.559	1090.317	-296.799	372.261	1485.755			
264.178	17.018	1088.159	-304.397	367.526	1486.952			

กลุ่มที่ 2 ผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 139.5 ถึง 146.6 เซนติเมตร



รูปที่ จ.2-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 2 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.2-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 2 ในระนาบ xy

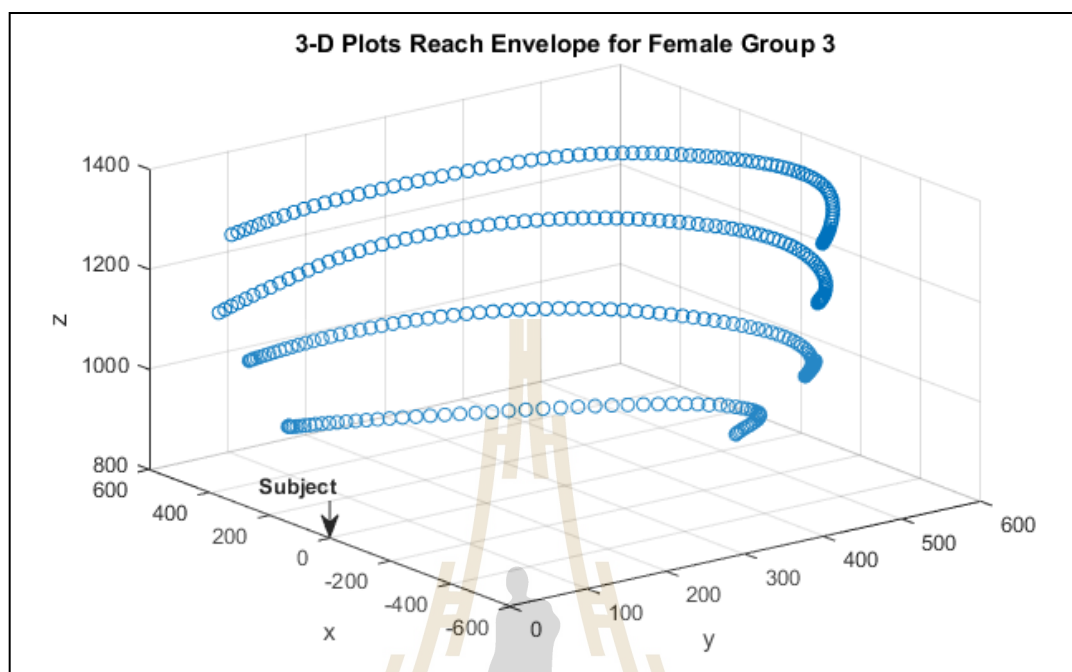
ตารางที่ จ.2 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 2

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
249.864	253.352	926.585	24.820	424.449	863.729	258.967	354.705	1086.046	5.433	529.346	1030.986
249.156	255.501	927.001	10.590	429.272	861.804	258.062	355.901	1085.341	-10.721	532.934	1029.943
248.080	258.159	927.113	-3.668	433.466	859.966	256.576	357.869	1084.522	-27.405	536.563	1029.238
246.623	261.284	927.049	-17.814	437.478	858.536	254.544	360.573	1083.575	-44.376	539.563	1028.748
244.814	264.843	926.668	-31.880	440.598	857.242	251.962	363.924	1082.439	-61.588	541.766	1028.580
242.418	268.709	925.978	-45.787	443.324	856.296	248.917	367.853	1081.142	-79.236	543.962	1028.871
239.596	273.080	924.957	-59.609	445.782	855.974	245.300	372.419	1079.811	-96.966	545.247	1029.500
236.415	277.765	923.790	-72.975	447.400	855.464	241.210	377.479	1078.329	-114.977	546.557	1030.692
232.797	282.841	922.359	-86.083	448.885	855.269	236.622	383.043	1076.849	-133.048	546.942	1032.175
228.666	288.228	920.715	-98.894	449.971	855.456	231.543	389.028	1075.354	-151.350	546.746	1034.011
224.027	293.939	918.864	-112.775	453.650	857.330	225.827	395.480	1073.544	-169.726	545.755	1036.493
218.854	299.954	916.793	-123.758	451.769	856.760	219.653	402.309	1071.583	-188.658	544.148	1039.534
213.226	306.211	914.528	-135.354	452.093	857.450	213.016	409.293	1069.663	-208.040	541.698	1043.325
207.131	312.685	912.153	-146.331	451.857	858.206	205.813	416.532	1067.674	-227.699	538.261	1047.538
200.371	319.303	909.736	-156.778	451.509	859.075	198.105	423.967	1065.507	-247.658	534.537	1052.637
193.150	326.245	907.157	-166.579	450.666	860.017	189.861	431.508	1063.248	-267.562	529.434	1057.930
185.389	333.394	904.556	-175.806	450.068	861.135	181.078	439.204	1060.924	-287.200	523.505	1063.631
177.252	340.320	901.706	-184.095	448.255	861.740	171.870	446.907	1058.529	-306.399	516.623	1069.659
168.463	347.641	898.916	-192.018	447.389	862.902	162.039	454.550	1056.089	-324.696	508.915	1075.794
159.219	354.695	895.963	-199.242	446.412	864.090	151.686	462.153	1053.691	-342.110	500.715	1081.789
149.340	362.192	893.042	-206.049	446.682	865.924	140.794	470.078	1051.311	-358.480	492.151	1087.869
139.064	369.143	889.885	-211.968	445.400	867.038	129.341	477.529	1048.907	-373.687	482.305	1094.044
128.029	376.401	886.827	-217.277	444.460	868.312	117.505	484.299	1046.430	-387.486	472.841	1100.090
116.627	383.082	883.609	-221.976	443.774	869.524	105.136	491.186	1044.077	-401.052	463.793	1106.052
104.592	389.958	880.446	-225.943	443.053	870.678	92.392	497.478	1041.634	-412.781	454.361	1111.847
92.147	396.482	877.339	-229.207	442.116	871.722	79.117	503.642	1039.387	-422.684	444.810	1117.299
79.377	402.604	874.300	-231.843	441.449	872.790	65.390	509.644	1037.353	-431.909	435.835	1122.467
66.051	408.786	871.448	-233.826	441.057	873.622	51.286	514.860	1035.334	-439.910	427.283	1127.343
52.548	414.401	868.768	-235.077	440.929	874.248	36.570	519.973	1033.629	-446.885	419.342	1131.907
38.673	419.790	866.154	-235.582	440.732	874.648	21.390	524.510	1032.077	-452.863	412.009	1136.122

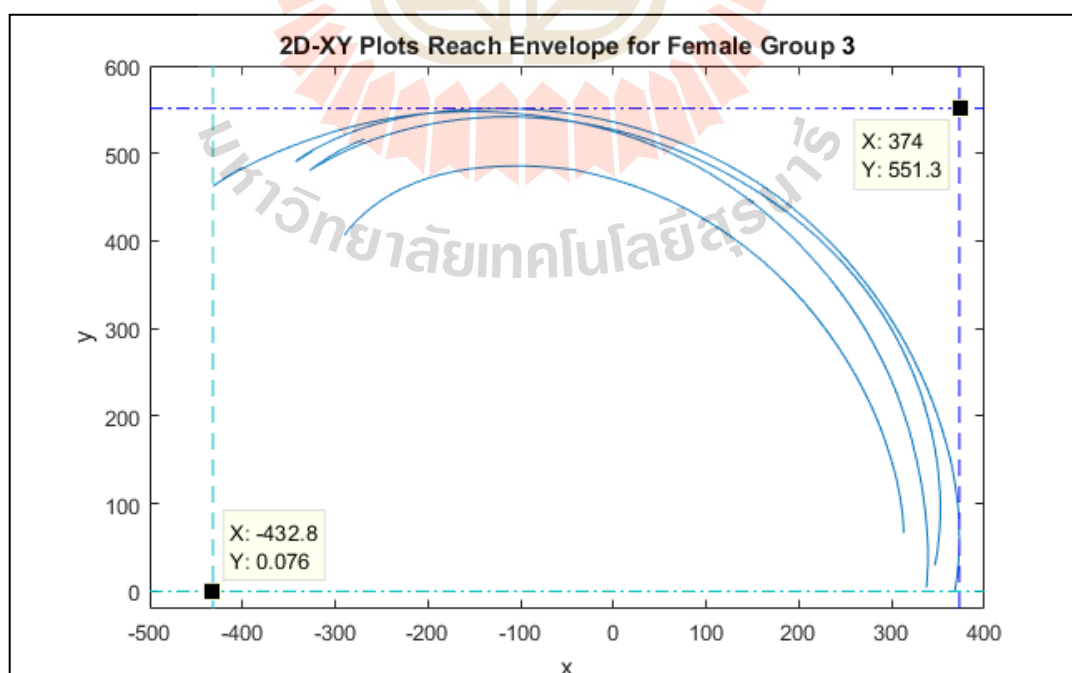
ตารางที่ จ.2 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 2 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-457.859	405.307	1139.974	-273.567	526.455	1169.477	306.662	164.617	1191.700	-108.019	497.971	1351.928
-462.108	399.403	1143.455	-249.685	531.422	1168.512	308.036	152.979	1192.405	-82.715	494.598	1351.951
-465.661	394.283	1146.581	-224.540	535.398	1168.103	308.937	142.400	1192.898	-57.257	489.671	1351.600
-468.395	390.051	1149.284	-197.908	538.516	1168.073	309.739	132.889	1193.105	-31.405	483.153	1350.991
-470.565	386.825	1151.509	-169.866	540.678	1168.356	310.526	124.758	1193.162	-4.920	475.006	1350.240
-472.052	384.654	1153.253	-140.567	541.477	1169.125	311.260	118.294	1193.315	22.438	465.191	1349.464
-494.385	411.156	1194.878	-110.502	540.684	1170.410	314.152	113.371	1194.478	48.556	453.823	1348.428
-495.746	408.848	1196.012	-79.835	538.064	1172.094	312.092	110.146	1194.060	72.864	440.961	1347.269
-496.055	407.507	1197.198	-48.674	533.291	1174.109	312.048	108.388	1194.057	96.089	426.723	1345.932
-495.573	407.172	1198.001	-17.361	526.307	1176.146	-435.027	419.654	1313.364	117.943	411.371	1344.359
-494.419	407.876	1198.566	13.612	517.149	1178.327	-431.851	421.048	1315.593	138.541	395.339	1342.403
-492.530	409.602	1198.855	43.691	506.162	1180.543	-427.425	423.210	1318.074	157.830	378.519	1340.250
-490.039	412.193	1198.794	72.498	493.065	1182.570	-421.794	426.151	1320.742	175.573	361.110	1338.005
-486.766	415.597	1198.628	99.950	478.305	1184.657	-414.930	429.762	1323.454	190.850	343.835	1335.647
-482.688	419.847	1197.984	125.980	461.815	1186.555	-406.781	433.996	1326.215	205.624	326.315	1333.202
-477.839	424.848	1197.035	150.455	443.822	1187.832	-397.431	438.837	1328.913	218.318	309.129	1330.810
-472.183	430.533	1195.809	173.492	424.366	1188.952	-386.823	444.222	1331.584	229.705	292.250	1328.301
-465.449	436.626	1194.373	194.241	403.876	1190.032	-375.008	450.205	1334.364	239.903	275.746	1325.528
-457.812	443.110	1192.620	212.836	382.700	1190.944	-361.862	455.978	1336.609	248.986	259.758	1322.677
-449.086	449.930	1190.938	229.253	361.228	1191.508	-347.345	461.808	1338.727	256.893	244.543	1319.813
-439.361	457.028	1189.127	243.679	339.710	1191.776	-331.457	468.804	1341.079	263.578	230.417	1317.048
-428.565	464.220	1187.284	256.333	318.330	1191.496	-313.210	473.196	1342.377	269.271	217.280	1314.427
-416.407	471.601	1185.388	267.203	297.441	1190.872	-296.717	478.693	1342.623	274.130	205.292	1311.930
-402.977	479.077	1183.341	276.236	277.544	1190.585	-277.124	484.114	1344.004	278.235	194.393	1309.537
-388.205	486.545	1181.127	283.521	258.681	1190.500	-256.175	489.011	1345.306	281.773	184.590	1307.332
-372.263	494.299	1179.156	289.536	240.609	1190.443	-234.000	493.280	1346.394	284.628	176.017	1305.270
-355.063	501.092	1176.941	294.605	223.252	1190.263	-210.639	496.702	1347.324	286.881	168.917	1303.772
-336.889	508.127	1174.839	298.769	206.700	1190.053	-185.404	499.153	1348.450	-108.019	497.971	1351.928
-317.296	514.919	1172.902	302.172	191.283	1190.268	-159.124	500.211	1350.294	-82.715	494.598	1351.951
-296.118	520.698	1170.821	304.683	177.352	1190.873	-133.409	499.829	1351.414	-57.257	489.671	1351.600

กลุ่มที่ 3 ผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 146.7 ถึง 150.4 เซนติเมตร



รูปที่ จ.3-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 3 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.3-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 3 ในระนาบ xy

ตารางที่ จ.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 3

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
312.817	68.370	929.055	176.591	362.026	893.045	-286.387	411.959	933.636	-219.128	528.451	1030.079
312.844	67.195	928.473	159.932	377.849	893.113	-288.519	408.749	932.376	-205.416	531.779	1030.418
312.804	66.839	927.812	142.278	392.945	893.463	-289.472	406.629	930.863	-191.279	534.663	1030.789
312.799	67.398	927.193	123.935	407.145	894.017	-268.233	516.406	1034.063	-176.668	537.120	1031.310
312.788	68.727	926.629	104.909	420.376	894.747	-277.270	512.411	1033.780	-161.626	539.110	1031.895
312.746	70.914	926.038	85.320	432.672	895.848	-285.675	508.206	1033.358	-146.121	540.640	1032.570
312.611	73.881	925.312	65.052	443.805	897.195	-293.413	503.999	1032.911	-130.194	541.549	1033.360
312.381	77.636	924.586	44.301	453.762	898.790	-300.332	499.868	1032.508	-114.086	541.848	1034.072
312.099	82.138	923.854	23.081	462.573	900.547	-306.590	495.927	1032.073	-97.782	541.524	1034.832
311.642	87.490	923.085	1.600	469.994	902.480	-312.123	492.119	1031.590	-81.303	540.556	1035.589
310.888	93.752	922.159	-19.747	475.804	903.477	-316.860	488.800	1031.233	-64.650	538.984	1036.295
309.969	100.760	921.185	-42.164	481.369	907.584	-320.840	485.798	1030.916	-48.028	536.830	1037.005
308.720	108.549	919.951	-62.889	483.596	908.677	-323.966	483.435	1030.708	-31.313	534.018	1037.751
307.213	117.218	918.566	-83.611	485.335	910.955	-326.189	481.656	1030.461	-14.584	530.625	1038.589
305.332	126.696	917.034	-103.449	485.832	913.208	-327.517	480.633	1030.251	2.149	526.554	1039.558
302.946	137.135	915.407	-122.313	485.332	915.600	-327.843	480.379	1030.127	18.977	521.794	1040.779
299.988	148.342	913.576	-140.114	484.021	918.133	-327.206	480.845	1030.094	35.780	516.306	1042.157
296.480	160.386	911.683	-156.949	482.004	920.735	-325.501	481.980	1030.151	52.501	510.277	1043.765
292.478	173.174	909.758	-172.887	479.112	923.237	-322.825	483.743	1030.228	68.969	503.610	1045.350
287.734	186.717	907.806	-188.088	475.420	925.649	-319.120	486.040	1030.303	85.189	496.313	1047.370
282.260	201.012	905.892	-202.457	470.927	927.798	-314.460	488.829	1030.308	101.126	488.498	1049.302
275.969	215.884	903.911	-215.935	465.591	929.789	-308.897	492.012	1030.162	116.696	480.135	1051.440
268.879	231.096	901.997	-228.319	459.633	931.374	-302.346	495.688	1029.992	131.907	471.267	1053.584
260.923	246.767	900.151	-239.690	453.316	932.734	-294.960	499.662	1029.834	146.800	461.939	1055.848
252.069	262.681	898.414	-249.885	446.565	933.784	-286.549	503.834	1029.661	161.391	452.112	1058.083
242.215	278.965	896.905	-258.936	439.797	934.581	-277.236	508.152	1029.589	175.606	441.726	1060.299
231.352	295.506	895.624	-266.716	433.152	935.056	-267.164	512.493	1029.471	189.503	430.975	1062.383
219.359	312.300	894.579	-273.250	426.876	935.292	-256.396	516.739	1029.464	202.730	419.690	1064.359
206.352	329.002	893.779	-278.725	421.177	935.120	-244.744	520.854	1029.526	215.520	408.098	1066.250
192.079	345.648	893.267	-283.093	416.137	934.513	-232.279	524.775	1029.752	227.653	396.207	1067.958

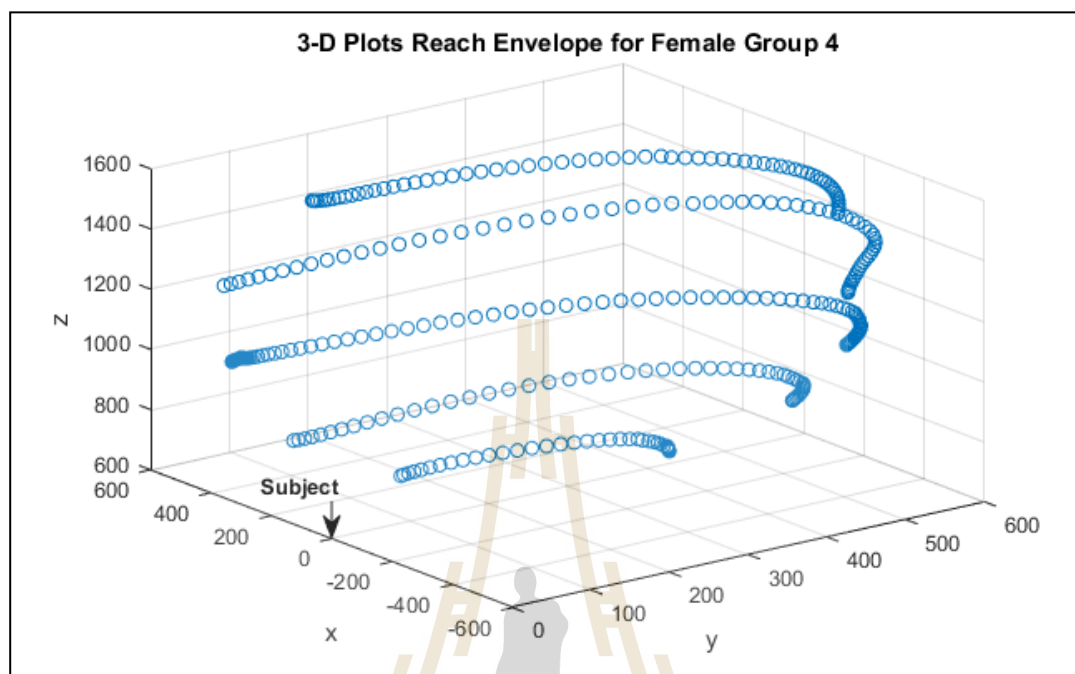
ตารางที่ จ.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
239.268	384.059	1069.467	349.146	45.696	1066.798	-235.258	539.049	1190.985	167.621	457.976	1238.544
250.297	371.419	1070.829	348.505	41.093	1066.312	-223.835	541.556	1193.170	179.726	448.683	1239.956
260.825	358.516	1072.059	347.831	37.106	1065.868	-212.174	543.759	1195.343	191.396	439.075	1241.396
270.717	345.417	1073.190	347.221	33.936	1065.436	-200.220	545.707	1197.574	202.555	429.259	1242.631
279.951	332.109	1074.192	346.681	31.526	1065.060	-187.988	547.399	1199.792	213.340	419.203	1243.805
288.638	318.614	1075.139	346.265	29.987	1064.747	-175.461	548.786	1201.944	223.684	408.922	1244.783
296.679	304.965	1075.893	-324.706	502.422	1180.001	-162.617	549.883	1204.053	233.736	398.418	1245.600
304.124	291.099	1076.577	-328.867	499.731	1179.516	-149.480	550.705	1206.108	243.495	387.554	1246.310
310.940	277.175	1077.167	-332.502	497.309	1178.980	-136.047	551.207	1208.135	252.973	376.274	1246.948
317.174	263.251	1077.571	-335.656	495.121	1178.396	-122.421	551.323	1210.074	262.267	364.560	1247.370
322.806	249.578	1077.887	-338.373	493.306	1177.651	-108.479	551.103	1211.977	271.247	352.696	1247.692
327.783	236.074	1078.115	-340.507	491.870	1176.917	-94.347	550.503	1213.754	279.806	340.744	1247.790
332.197	222.826	1078.213	-341.877	490.973	1176.352	-80.143	549.413	1215.476	287.953	328.619	1247.783
336.053	209.548	1078.198	-342.466	490.789	1176.021	-65.853	547.982	1217.031	295.731	316.292	1247.605
339.469	196.386	1077.959	-342.256	491.237	1175.833	-51.517	546.107	1218.483	303.197	303.683	1247.195
342.508	183.469	1077.531	-341.314	492.143	1175.760	-37.230	543.821	1219.836	310.314	291.136	1246.673
345.093	171.015	1076.979	-339.542	493.569	1175.792	-22.864	541.104	1221.122	316.803	278.776	1245.865
347.184	158.981	1076.417	-336.920	495.517	1175.983	-8.586	537.966	1222.408	323.045	266.148	1244.950
348.889	147.231	1075.810	-333.452	497.872	1176.273	5.806	534.424	1223.684	328.897	253.276	1243.698
350.158	135.813	1075.098	-329.194	500.709	1176.665	20.153	530.392	1224.879	334.578	240.212	1242.254
351.147	124.917	1074.282	-324.109	503.690	1177.114	34.371	526.020	1226.011	339.872	227.277	1240.638
351.887	114.589	1073.492	-318.309	507.040	1177.725	48.475	521.105	1227.148	344.742	214.228	1238.758
352.274	104.779	1072.679	-311.666	510.668	1178.449	62.420	515.906	1228.055	349.220	200.896	1236.575
352.373	95.508	1071.835	-304.246	514.366	1179.408	76.177	510.158	1229.197	353.396	187.549	1233.975
352.301	86.821	1071.064	-296.090	518.270	1180.545	89.849	504.077	1230.224	357.054	174.764	1230.976
352.023	78.610	1070.230	-287.289	522.192	1181.868	103.432	497.403	1231.558	360.309	162.648	1227.696
351.606	70.936	1069.427	-277.866	526.039	1183.453	116.825	490.394	1232.775	363.147	150.918	1224.098
351.021	63.693	1068.639	-267.872	529.719	1185.134	129.939	482.899	1234.104	365.536	138.963	1220.123
350.374	57.028	1067.923	-257.362	533.074	1186.952	142.756	474.997	1235.616	367.574	126.703	1215.741
349.752	51.021	1067.300	-246.448	536.208	1188.889	155.294	466.702	1237.049	369.378	114.427	1211.050

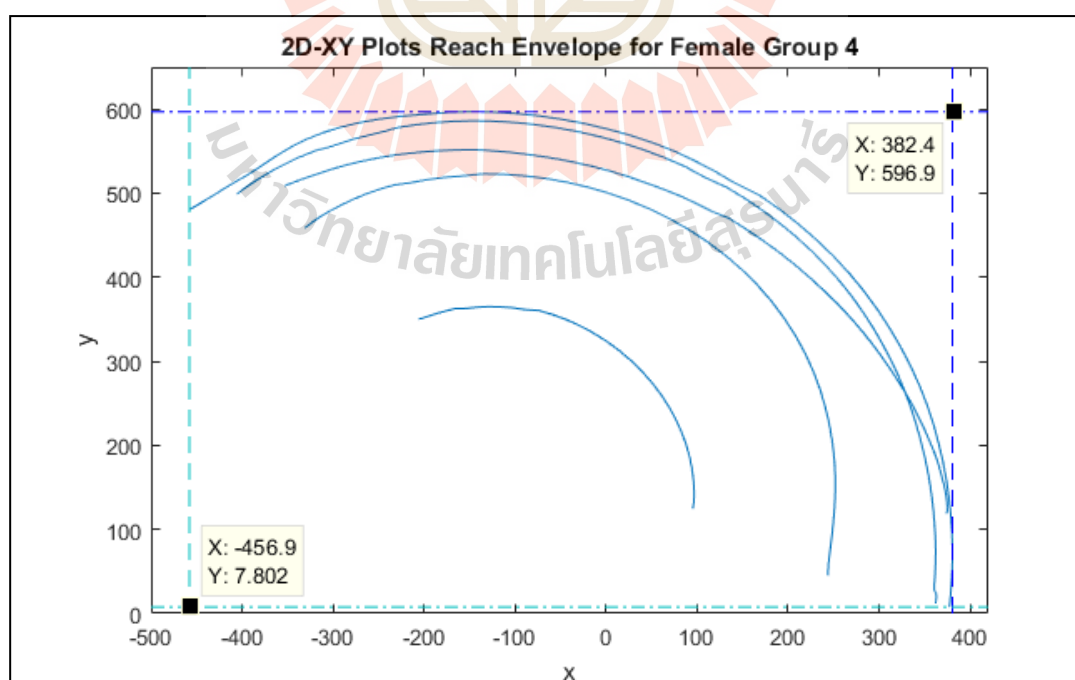
ตารางที่ จ.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
370.826	102.279	1206.233	-393.689	486.227	1338.586	-6.613	527.015	1371.465	299.067	242.356	1365.196
372.009	90.589	1201.531	-385.430	490.473	1340.954	6.415	522.938	1371.704	304.194	229.154	1363.669
372.690	79.137	1196.913	-376.459	494.908	1343.399	19.422	518.459	1371.971	308.865	215.767	1362.274
372.732	67.519	1192.518	-366.906	499.473	1345.876	32.172	513.616	1372.395	313.350	202.029	1360.877
372.850	56.286	1188.490	-356.740	504.046	1348.274	44.796	508.369	1372.889	317.511	188.280	1359.481
372.593	45.576	1184.341	-345.953	508.569	1350.723	57.080	502.846	1373.304	321.152	174.706	1358.112
372.067	35.449	1180.323	-334.547	513.113	1353.116	69.144	496.944	1373.926	324.328	161.207	1356.657
371.303	25.774	1176.607	-322.629	517.484	1355.385	80.968	490.668	1374.608	327.250	147.783	1355.144
370.329	16.584	1173.086	-310.238	521.770	1357.483	92.771	483.875	1375.413	329.827	134.361	1353.465
369.148	7.953	1169.728	-297.681	526.008	1359.130	104.549	476.576	1376.325	332.122	121.109	1351.619
368.012	0.076	1166.509	-284.676	529.816	1360.770	116.383	468.755	1377.175	334.030	108.273	1349.739
-401.818	482.445	1337.211	-270.973	533.356	1362.567	127.998	460.708	1378.011	335.543	95.720	1347.695
-407.404	479.056	1335.237	-257.228	536.550	1363.933	139.132	452.491	1378.732	336.902	83.423	1344.869
-412.536	475.816	1333.247	-243.464	539.548	1364.819	150.012	443.941	1379.377	337.751	71.534	1342.616
-417.192	472.834	1331.496	-229.321	541.995	1365.810	160.662	434.967	1379.988	338.514	60.253	1340.169
-421.240	470.053	1329.878	-215.328	544.013	1366.657	171.096	425.538	1380.568	338.973	49.976	1337.855
-424.715	467.640	1328.497	-201.158	545.602	1367.306	181.341	415.736	1381.009	339.116	40.134	1335.521
-427.511	465.653	1327.356	-186.726	546.662	1368.186	191.445	405.542	1381.218	339.027	30.590	1333.234
-429.722	464.120	1326.421	-172.436	547.391	1368.726	201.305	395.033	1381.213	338.382	21.468	1331.718
-431.152	463.062	1325.813	-158.255	547.696	1369.156	211.134	384.014	1380.899	338.028	12.619	1329.640
-431.789	462.621	1325.533	-144.278	547.713	1369.493	220.777	372.616	1380.306	337.440	4.397	1327.906
-431.669	462.738	1325.583	-130.407	547.302	1369.769	230.255	360.884	1379.469			
-430.774	463.399	1325.907	-116.477	546.510	1370.099	239.341	348.836	1378.372			
-429.035	464.685	1326.615	-102.379	545.300	1370.352	248.156	336.341	1377.023			
-426.431	466.560	1327.606	-88.458	543.732	1370.732	256.733	323.533	1375.531			
-423.026	468.896	1328.908	-74.679	541.893	1370.806	264.898	310.499	1373.955			
-418.753	471.671	1330.414	-60.968	539.721	1370.694	272.542	297.254	1372.259			
-413.673	474.770	1332.190	-47.240	537.125	1370.806	279.806	283.567	1370.466			
-407.819	478.284	1334.139	-33.511	534.105	1370.950	286.783	269.547	1368.622			
-401.153	482.123	1336.311	-19.964	530.732	1371.164	293.273	255.694	1366.849			

กลุ่มที่ 4 ผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 150.5 ถึง 153.9 เซนติเมตร



รูปที่ จ.4-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 4 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.4-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 4 ในระนาบ xy

ตารางที่ จ.4 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 4

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-205.730	350.416	764.237	95.722	161.902	705.145	91.096	456.536	859.967	362.191	12.472	1043.551
-202.017	351.365	763.422	96.563	151.310	703.924	70.143	469.391	863.005	362.230	13.038	1043.984
-197.153	352.980	762.578	96.781	142.227	702.716	48.491	480.983	866.249	362.388	13.861	1044.449
-191.006	355.084	761.671	96.593	134.727	701.707	25.837	491.254	868.961	362.572	14.836	1044.833
-183.852	357.543	760.703	96.074	128.815	700.640	2.603	500.139	871.920	362.683	15.920	1045.323
-175.487	360.120	759.775	95.249	124.675	699.708	-20.952	507.476	874.915	362.752	17.038	1045.852
-165.945	362.624	758.763	243.743	45.154	806.573	-44.456	513.353	877.919	362.778	18.079	1046.280
-154.481	362.883	756.491	243.995	51.482	805.465	-67.993	517.812	881.074	362.878	19.170	1046.691
-142.662	364.261	755.340	244.531	59.668	804.465	-91.035	520.798	884.081	362.930	20.198	1047.109
-129.968	364.943	753.880	245.573	69.462	803.959	-113.702	522.570	887.270	362.911	21.140	1047.484
-116.640	364.795	752.399	246.871	80.936	803.739	-135.598	523.027	890.444	362.883	22.016	1047.776
-102.661	363.673	750.764	248.384	94.072	804.211	-156.022	520.678	892.861	362.838	22.791	1048.087
-88.199	361.404	748.812	249.699	108.669	804.703	-176.482	518.903	896.107	362.759	23.467	1048.342
-74.486	360.597	748.181	250.966	124.627	805.714	-196.162	516.145	899.328	362.754	24.010	1048.536
-59.557	355.866	745.590	251.759	141.831	807.168	-214.891	512.492	902.517	362.554	24.456	1048.639
-44.352	349.906	742.917	251.904	160.396	809.042	-233.084	509.680	906.545	362.425	24.836	1048.614
-29.366	342.576	739.933	251.094	180.093	811.355	-249.424	504.638	909.209	362.228	25.122	1048.501
-14.652	334.096	736.934	249.060	200.802	813.948	-264.416	498.768	911.518	362.017	25.399	1048.377
-0.336	324.454	733.802	245.858	222.195	816.946	-278.017	492.714	913.493	361.764	25.521	1048.203
13.472	313.531	730.550	241.333	243.890	820.276	-290.122	486.535	915.151	361.580	25.690	1047.990
26.672	301.477	727.239	235.397	265.712	823.782	-300.628	480.567	916.413	361.380	25.931	1047.664
39.148	288.291	723.929	227.912	287.570	827.600	-309.545	475.026	917.302	361.170	26.261	1047.275
50.738	274.181	720.895	218.859	309.236	831.361	-316.951	469.977	917.860	360.965	26.527	1046.847
60.958	259.486	718.027	208.037	330.641	835.249	-322.933	465.445	917.798	360.848	26.859	1046.335
69.829	244.522	715.539	195.572	351.575	839.001	-327.588	461.419	917.350	360.685	27.490	1045.701
77.150	229.830	713.347	181.458	371.853	842.747	-330.965	458.728	916.710	360.642	28.543	1045.059
83.184	215.092	711.366	165.859	391.221	846.461	362.095	12.714	1042.375	360.505	30.145	1044.265
88.074	200.764	709.968	148.874	409.411	850.008	362.082	12.193	1042.550	360.653	32.442	1043.546
91.611	187.024	708.294	130.549	426.545	853.439	362.072	12.086	1042.823	360.878	35.575	1042.814
94.116	173.877	706.618	111.291	442.219	856.721	362.148	12.186	1043.152	361.106	39.653	1042.061

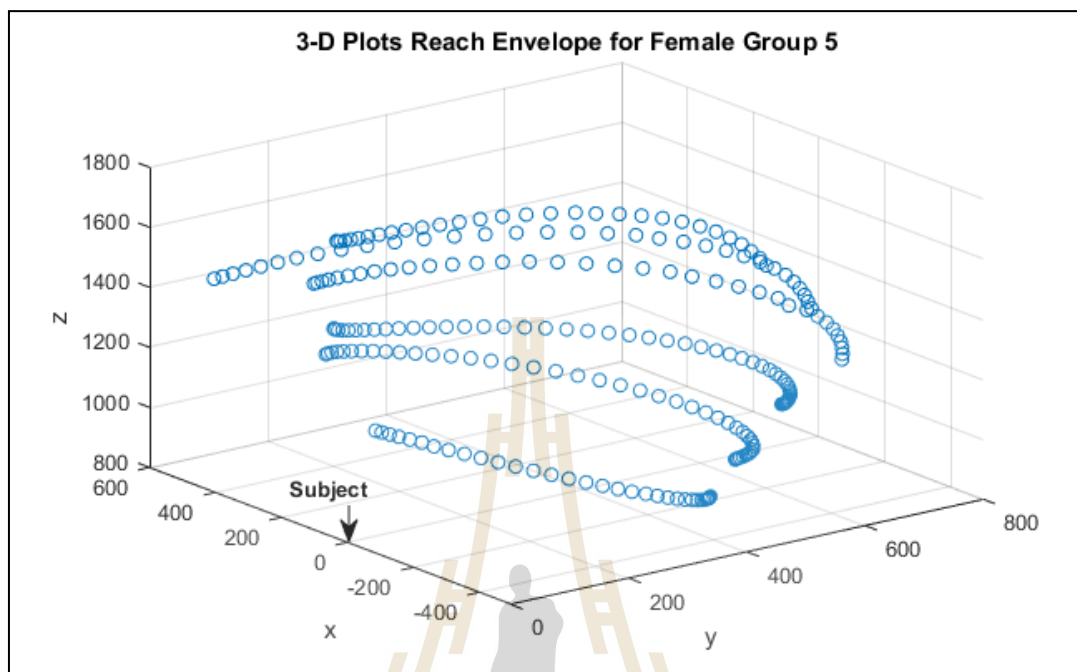
ตารางที่ จ.4 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 4 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
361.393	44.860	1041.264	132.540	506.977	1054.041	-385.957	514.086	1107.850	249.115	425.858	1342.651
361.709	50.972	1040.466	107.570	519.229	1055.874	-391.078	510.384	1107.534	230.652	445.072	1346.949
361.982	58.159	1039.621	87.233	531.575	1056.751	-395.510	507.222	1107.263	210.946	463.576	1351.088
362.113	66.510	1038.782	64.333	542.224	1058.979	-398.989	504.432	1107.013	190.276	481.065	1355.004
362.214	76.097	1037.956	40.983	551.726	1061.429	-401.590	502.318	1106.796	168.810	497.305	1358.602
361.929	86.966	1037.157	17.348	560.000	1064.040	-403.498	500.734	1106.633	139.819	513.165	1359.485
361.403	98.901	1036.449	-6.685	567.238	1066.816	-404.758	499.595	1106.528	118.058	526.897	1362.614
360.563	111.884	1035.889	-31.079	573.258	1069.608	-405.323	499.041	1106.484	95.919	539.445	1365.608
359.370	125.878	1035.460	-55.529	578.130	1072.517	377.309	7.802	1292.084	73.867	550.449	1368.674
357.757	140.750	1035.142	-79.872	581.881	1075.505	378.184	17.023	1292.386	51.286	560.025	1371.562
355.525	156.637	1034.916	-101.415	584.189	1079.607	378.981	27.633	1292.843	26.877	568.806	1373.127
352.749	173.230	1034.977	-124.266	585.719	1082.741	379.683	39.656	1293.468	1.954	576.241	1374.352
349.302	190.598	1035.189	-146.634	586.150	1085.772	380.309	53.085	1294.188	-23.074	582.685	1375.145
345.096	208.556	1035.489	-168.549	585.488	1088.633	380.660	67.941	1294.932	-48.123	587.828	1375.731
340.252	226.844	1036.016	-189.845	583.808	1091.367	380.473	83.983	1295.998	-73.132	591.909	1376.134
334.765	245.354	1036.731	-210.018	581.317	1093.915	379.825	101.265	1297.251	-97.962	594.753	1376.514
328.274	264.370	1037.512	-228.831	578.166	1096.724	378.676	119.390	1298.729	-122.606	596.389	1376.735
320.921	283.426	1038.338	-245.725	572.975	1098.616	376.589	138.792	1300.387	-147.024	596.935	1376.831
312.504	302.655	1039.209	-262.122	568.671	1100.533	373.957	158.984	1302.211	-171.439	596.310	1376.767
303.040	321.889	1040.205	-277.782	564.269	1102.153	370.301	180.157	1304.327	-195.231	594.278	1376.604
292.886	340.862	1041.649	-292.466	559.145	1103.354	365.649	201.858	1306.805	-225.427	591.547	1375.494
281.615	359.638	1042.757	-306.133	554.317	1104.479	360.027	223.982	1309.370	-251.883	587.756	1374.259
269.376	378.204	1043.894	-318.896	550.839	1105.655	353.149	246.862	1312.049	-274.980	583.041	1372.884
255.962	396.330	1045.020	-330.137	545.916	1106.459	344.790	270.213	1315.041	-295.098	577.538	1371.356
241.441	414.045	1046.131	-340.446	541.236	1107.136	335.051	293.453	1318.358	-312.616	571.384	1369.660
225.827	431.228	1047.249	-349.876	536.276	1107.822	323.890	316.658	1321.996	-327.913	564.716	1367.782
209.103	447.860	1048.477	-358.768	531.397	1108.008	311.673	339.295	1325.797	-341.371	557.670	1365.707
191.339	463.760	1049.721	-366.769	526.726	1108.068	298.057	361.830	1329.809	-353.367	550.383	1363.423
172.741	478.888	1051.038	-373.889	522.235	1108.120	282.928	384.014	1333.973	-364.283	542.991	1360.913
153.089	493.388	1052.462	-380.251	518.058	1108.028	266.630	405.388	1338.325	-374.497	535.630	1358.166

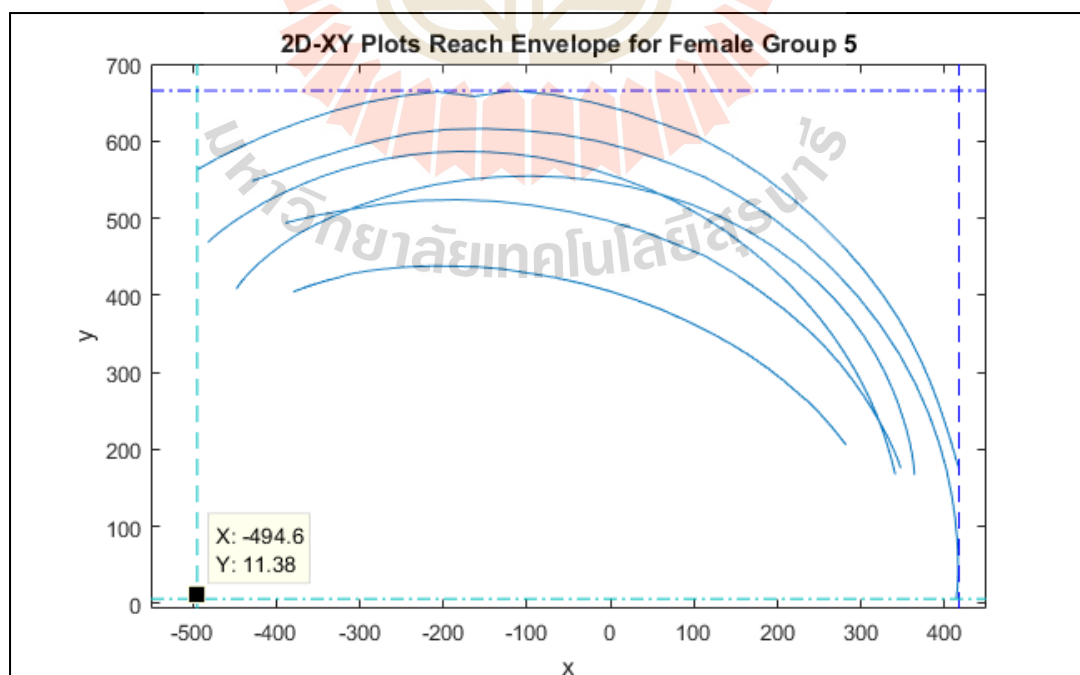
ตารางที่ จ.4 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 4 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z
-384.389	528.436	1355.165	335.670	249.776	1515.989	-139.367	551.475	1545.129
-394.340	521.548	1351.897	328.641	262.966	1518.214	-155.424	551.586	1544.640
-404.728	515.100	1348.348	320.778	276.783	1520.527	-171.186	551.158	1544.162
-414.268	509.035	1344.551	312.136	291.047	1522.734	-186.563	550.356	1543.522
-422.784	503.481	1339.940	302.530	305.995	1524.733	-201.502	549.097	1542.646
-430.587	498.048	1335.618	291.915	321.529	1526.468	-215.987	547.564	1541.590
-437.760	493.417	1331.281	280.280	337.284	1528.210	-230.102	545.694	1540.287
-443.742	489.417	1326.945	267.574	353.132	1530.132	-243.832	543.378	1538.758
-448.690	486.165	1322.583	253.940	368.855	1532.473	-257.356	540.553	1536.979
-452.711	483.659	1318.432	239.019	384.504	1534.544	-270.546	537.562	1535.175
-455.747	481.854	1314.437	223.264	400.103	1536.284	-283.249	534.174	1533.355
-457.947	480.789	1310.643	206.851	415.413	1537.690	-295.459	530.479	1531.749
373.909	118.700	1510.957	189.684	430.090	1539.371	-307.289	526.482	1529.989
374.469	120.176	1509.143	171.678	444.184	1540.969	-318.874	522.298	1527.763
374.851	122.574	1507.294	153.264	457.612	1542.473	-330.352	518.069	1525.026
374.906	125.853	1505.669	134.455	470.544	1543.612	-341.765	513.648	1521.863
374.751	129.860	1504.322	118.432	477.300	1541.681	-352.971	508.807	1518.513
374.349	134.409	1503.255	99.340	487.707	1541.686			
373.767	139.589	1502.569	80.004	497.364	1542.468			
372.902	145.477	1502.174	60.673	505.631	1543.998			
371.662	151.955	1502.055	41.448	513.242	1544.568			
369.758	159.072	1502.051	22.355	520.403	1544.171			
367.840	166.825	1502.714	3.309	526.638	1544.205			
365.911	174.914	1504.036	-15.620	532.020	1544.534			
363.300	183.637	1505.320	-34.360	536.623	1545.024			
360.251	192.936	1506.737	-52.839	540.522	1545.542			
356.286	203.015	1508.086	-70.987	543.789	1545.953			
352.069	213.713	1510.003	-88.731	546.499	1546.123			
347.302	225.062	1511.981	-106.001	548.725	1545.918			
341.764	237.130	1513.968	-122.794	550.331	1545.541			

กลุ่มที่ 5 ผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 154.0 ถึง 158.2 เซนติเมตร



รูปที่ จ.5-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 5 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.5-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 5 ในระนาบ xy

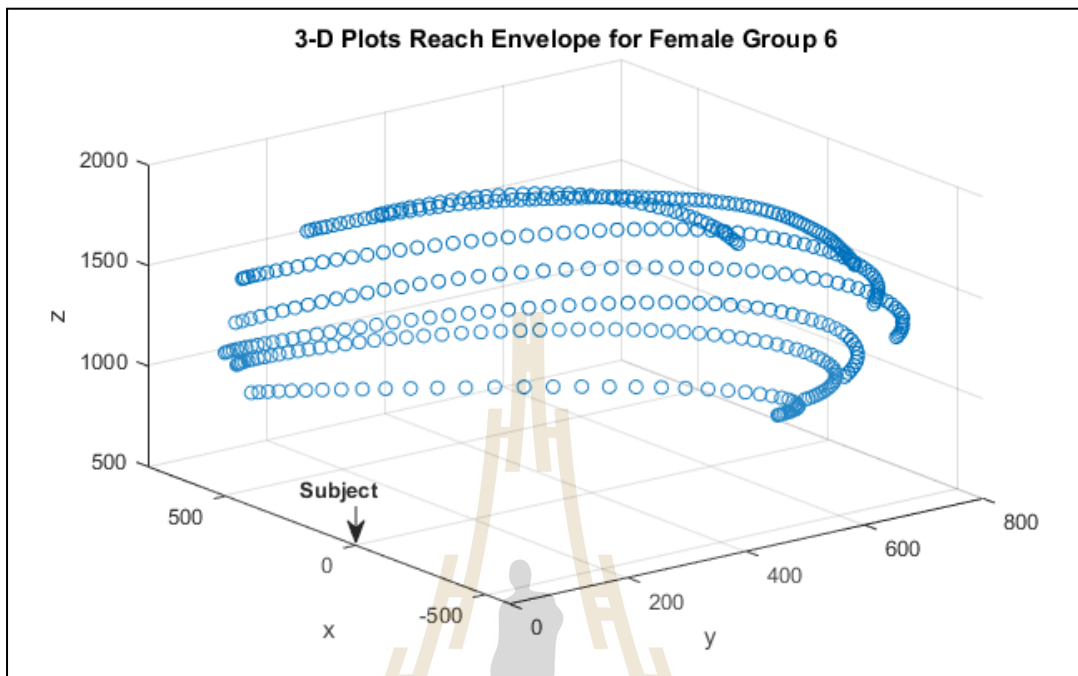
ตารางที่ จ.5 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 5

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
281.946	205.568	964.588	-364.749	410.280	919.952	222.761	440.660	1096.881	280.332	324.779	1258.518
276.480	213.159	957.736	-371.906	407.390	926.272	247.412	417.567	1108.319	266.053	347.649	1255.236
269.604	222.581	949.723	-376.814	405.219	930.909	268.964	394.027	1119.961	249.633	371.065	1251.959
261.138	233.625	940.592	-379.545	403.856	933.701	287.675	370.169	1131.316	230.996	394.693	1248.396
250.802	246.055	930.383	-447.238	408.328	1083.221	303.841	346.002	1141.965	210.101	418.127	1245.097
238.613	259.858	919.245	-446.227	410.456	1083.417	317.525	321.931	1151.909	187.255	440.912	1241.918
224.715	272.543	906.675	-443.238	415.106	1082.432	328.646	299.136	1161.435	162.719	462.969	1238.689
208.124	288.195	894.466	-438.161	421.900	1080.332	337.591	277.843	1170.555	136.325	483.964	1235.551
189.127	304.434	882.311	-430.959	430.511	1077.004	344.744	258.105	1178.878	107.581	503.668	1232.207
167.823	320.697	870.545	-421.336	440.792	1072.754	350.416	239.774	1186.074	77.507	521.698	1229.448
144.307	336.547	859.331	-408.736	452.228	1067.493	354.948	222.793	1191.992	46.369	537.404	1226.633
118.706	351.921	848.825	-394.028	464.593	1062.156	358.280	207.879	1196.730	14.347	550.775	1224.271
91.110	366.714	839.685	-376.777	477.370	1056.570	360.699	195.233	1200.378	-18.580	562.448	1222.884
61.842	380.895	832.146	-352.860	491.522	1052.077	362.295	184.803	1202.829	-51.533	571.422	1221.461
31.301	393.453	826.102	-328.917	503.449	1046.354	363.208	176.485	1203.874	-84.546	578.715	1220.325
-0.458	404.980	822.166	-302.400	515.407	1041.214	363.624	170.462	1203.550	-117.388	583.383	1219.302
-32.863	414.752	819.869	-273.232	526.122	1036.607	363.496	166.767	1201.880	-149.520	585.891	1218.211
-65.467	422.618	819.355	-241.645	535.793	1032.856	341.053	167.675	1297.598	-181.204	586.475	1218.410
-97.571	428.452	821.233	-207.806	543.800	1030.036	340.873	167.813	1295.171	-211.741	585.061	1218.780
-129.910	434.018	825.017	-171.883	549.764	1028.344	340.287	170.085	1292.383	-240.887	581.790	1219.373
-160.590	436.673	829.880	-134.427	553.478	1027.934	339.336	174.444	1289.455	-268.510	576.867	1220.162
-190.109	437.677	836.166	-95.730	554.677	1028.882	337.845	180.894	1286.371	-294.768	570.631	1221.445
-218.376	437.761	844.148	-56.477	553.123	1031.402	335.664	189.548	1283.434	-319.500	563.322	1223.178
-244.954	436.433	853.051	-16.956	548.605	1035.425	332.861	200.196	1280.301	-342.496	555.057	1225.317
-269.360	434.130	862.822	22.370	540.828	1040.671	329.308	212.776	1277.139	-363.716	546.140	1227.755
-291.461	431.216	873.120	60.554	530.493	1047.570	324.723	227.304	1273.924	-383.186	536.688	1230.376
-311.010	427.407	883.451	97.106	517.567	1055.679	319.001	243.722	1270.837	-401.097	527.629	1234.107
-328.206	422.066	893.020	131.869	501.725	1065.001	311.715	261.937	1267.878	-416.967	518.496	1236.945
-342.957	417.837	902.956	164.799	483.213	1075.037	302.987	281.715	1264.870	-430.812	509.158	1238.861
-355.129	413.804	912.106	195.085	462.786	1085.724	292.563	302.754	1261.800	-443.214	500.776	1241.681

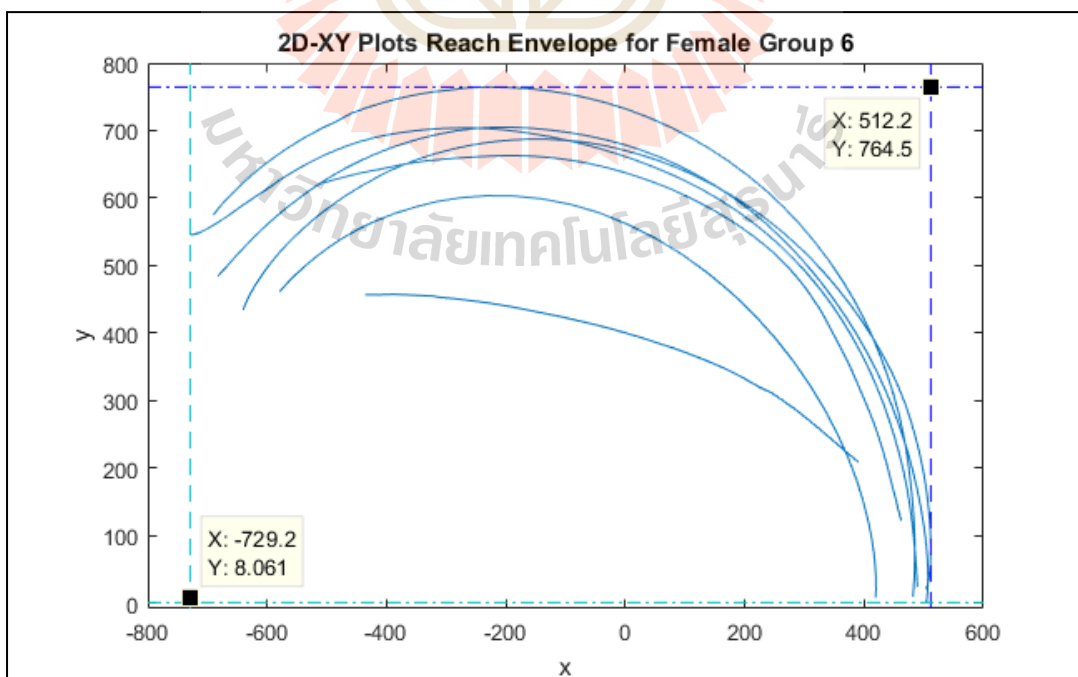
ตารางที่ จ.5 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 5 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-453.765	493.051	1244.448	-69.686	660.139	1372.465	113.281	552.990	1533.620	148.497	428.023	1646.458
-462.583	486.053	1247.205	-116.211	665.511	1369.552	73.320	570.198	1531.538	113.646	450.557	1653.442
-469.829	479.930	1249.744	-162.836	657.999	1367.844	29.859	586.886	1531.358	78.780	465.901	1658.363
-475.315	474.882	1251.969	-206.546	663.986	1368.520	-14.852	599.819	1530.871	38.383	483.078	1665.495
-479.034	471.128	1253.621	-249.546	658.563	1368.232	-60.432	608.865	1529.956	-4.027	496.945	1671.982
-480.899	468.816	1254.827	-291.310	650.184	1368.366	-105.859	613.861	1528.461	-47.688	508.044	1676.885
-481.072	468.045	1255.239	-331.386	638.977	1368.371	-151.111	616.058	1526.498	-92.228	516.388	1679.887
417.092	176.531	1411.119	-369.285	625.420	1368.516	-195.913	614.927	1524.476	-137.204	521.815	1681.005
415.451	180.905	1413.328	-404.737	610.874	1368.737	-240.010	609.602	1522.958	-181.987	523.818	1680.768
413.374	188.196	1415.349	-437.351	595.018	1368.604	-282.357	599.619	1522.512	-226.339	522.784	1679.509
410.645	198.237	1417.322	-467.439	579.129	1368.626	-322.479	587.352	1522.475	-269.513	518.480	1677.523
407.174	211.043	1419.272	-494.553	562.838	1368.788	-360.221	574.350	1522.257	-311.138	511.394	1674.949
402.812	226.391	1421.106	414.145	56.693	1503.483	-395.280	560.542	1520.484	-351.136	503.529	1671.758
397.388	244.198	1422.670	415.328	20.885	1504.173	-428.656	548.094	1517.246	-388.735	493.813	1667.567
390.792	264.530	1423.850	416.152	38.696	1505.284	346.958	175.816	1582.226			
382.638	287.469	1424.037	415.909	60.633	1506.890	346.780	177.426	1580.494			
372.495	313.019	1423.229	414.767	85.276	1509.225	345.631	181.497	1579.560			
359.770	340.873	1421.831	412.303	112.540	1511.988	343.476	187.814	1579.882			
344.168	370.506	1420.227	408.106	142.413	1514.979	340.141	196.298	1580.935			
325.221	401.284	1418.874	401.940	174.354	1517.614	335.790	206.960	1582.493			
303.202	432.643	1417.633	392.929	209.367	1519.892	330.025	219.693	1584.674			
277.788	464.204	1415.650	380.772	246.400	1521.583	322.758	234.262	1587.754			
248.835	495.678	1412.108	365.130	284.645	1523.235	313.866	250.734	1591.552			
216.606	526.324	1407.654	345.747	323.321	1524.967	303.185	269.031	1595.953			
181.602	555.333	1402.434	322.499	361.720	1526.679	290.403	289.118	1600.965			
143.997	581.964	1397.256	295.455	399.162	1528.546	274.952	310.670	1606.930			
104.043	605.760	1392.368	264.862	434.887	1530.231	256.399	333.260	1614.178			
65.205	621.169	1385.531	231.019	468.523	1531.445	234.638	356.468	1622.585			
21.580	637.702	1380.869	194.486	499.639	1532.357	209.524	380.120	1631.354			
-23.489	650.607	1376.324	154.504	527.941	1533.299	180.274	404.210	1639.433			

กลุ่มที่ 6 ผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีความสูงมากกว่า 158.2 เซนติเมตร



รูปที่ จ.6-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 6 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.6-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศหญิง กลุ่มที่ 6 ในระนาบ xy

ตารางที่ จ.6 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 6

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-579.177	461.187	1127.457	355.753	249.896	941.770	-507.949	578.649	1152.905	331.727	490.832	1087.708
-574.926	465.758	1125.035	373.365	215.251	954.208	-489.016	591.252	1147.154	354.089	467.826	1089.747
-568.427	472.112	1120.644	387.551	182.320	967.155	-468.356	603.660	1141.244	375.299	443.987	1092.250
-559.594	480.227	1114.544	398.532	151.323	980.264	-446.501	615.662	1135.409	395.256	419.386	1095.200
-548.323	489.940	1106.690	406.677	122.973	992.978	-423.439	627.167	1129.732	413.812	394.063	1098.553
-534.541	500.956	1097.340	412.498	97.418	1004.885	-399.440	638.563	1125.040	430.582	368.558	1102.074
-517.926	513.119	1086.352	416.431	74.683	1015.911	-373.669	648.530	1119.588	446.155	342.454	1104.436
-498.450	526.162	1074.205	418.745	54.511	1025.839	-346.582	657.851	1114.787	458.957	317.287	1108.180
-475.775	539.495	1061.118	419.814	36.779	1034.600	-318.317	665.771	1109.819	470.003	292.648	1111.746
-449.735	552.819	1047.101	419.979	21.271	1042.053	-289.229	672.624	1105.193	478.677	269.036	1116.074
-420.460	565.362	1032.491	419.318	8.206	1048.127	-259.483	678.251	1100.761	486.413	245.691	1119.125
-388.250	576.655	1017.571	-640.043	433.968	1226.974	-229.167	682.682	1096.823	492.749	223.245	1121.865
-353.281	586.439	1002.454	-639.818	434.953	1226.121	-198.376	685.479	1093.536	497.876	201.726	1124.267
-315.730	594.951	987.926	-639.108	436.948	1224.944	-167.115	687.136	1090.819	502.013	181.417	1126.640
-275.299	600.556	973.523	-637.899	439.754	1223.476	-135.204	687.314	1088.407	505.212	162.260	1128.946
-232.334	603.524	959.802	-636.203	443.556	1221.568	-102.862	685.759	1086.186	507.681	144.132	1131.275
-186.937	603.067	947.159	-633.935	448.174	1219.336	-70.689	683.058	1084.501	509.492	126.935	1133.390
-139.770	598.868	935.914	-631.057	453.525	1216.559	-38.808	678.604	1083.187	510.799	110.749	1135.320
-91.550	590.716	925.940	-627.605	459.493	1213.409	-7.042	671.989	1081.831	511.498	95.814	1137.011
-43.177	578.081	917.426	-623.404	465.935	1209.776	24.323	664.544	1081.223	511.722	82.344	1138.409
4.555	560.861	910.221	-618.546	473.017	1205.816	55.358	655.586	1080.930	511.559	70.241	1139.578
50.492	540.474	904.878	-612.782	480.710	1201.425	85.958	645.284	1080.814	511.127	59.508	1140.563
94.590	516.807	901.228	-606.225	489.264	1196.577	116.172	633.390	1080.885	510.467	50.181	1141.221
136.616	490.110	899.315	-598.516	498.647	1191.540	145.777	620.130	1081.045	509.569	42.138	1141.509
176.501	460.740	899.397	-589.517	508.780	1186.231	174.828	605.527	1081.218	508.402	35.430	1141.473
214.027	428.898	901.537	-579.223	519.634	1180.881	203.210	589.637	1081.528	507.207	30.079	1141.066
248.897	394.918	905.779	-567.562	530.885	1175.469	230.912	572.444	1082.148	505.912	26.009	1140.251
280.842	359.317	912.105	-554.692	542.362	1169.958	257.797	553.838	1083.199	504.692	22.978	1139.030
309.448	322.745	920.438	-540.537	554.117	1164.282	283.585	533.849	1084.636	503.633	20.819	1137.432
334.481	285.941	930.462	-525.100	566.289	1158.619	308.241	512.853	1086.048	503.973	0.858	1210.724

ตารางที่ จ.6 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 6 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
504.934	4.984	1211.527	233.380	564.036	1220.367	-621.529	542.657	1258.844	-407.779	740.983	1377.674
505.655	9.849	1212.071	205.929	584.085	1222.348	-634.869	530.609	1260.984	-381.328	747.167	1376.849
506.193	15.554	1212.405	177.240	602.766	1224.410	-646.198	519.966	1262.414	-353.648	752.528	1375.943
506.614	22.118	1212.386	148.807	619.400	1226.673	-655.779	510.766	1262.979	-324.546	757.114	1375.481
507.008	29.570	1212.180	119.116	634.673	1228.711	-663.798	502.781	1262.827	-294.963	759.809	1374.705
507.135	37.765	1211.693	88.931	648.361	1230.732	-670.264	496.218	1261.741	-263.342	763.527	1373.313
507.035	46.855	1211.179	58.285	660.430	1232.584	-675.433	491.180	1259.982	-231.558	764.492	1372.168
506.632	57.072	1210.523	27.487	670.725	1234.158	-679.475	487.427	1257.810	-198.577	763.867	1371.783
505.918	68.709	1209.955	-3.640	679.513	1235.434	-682.336	484.743	1255.552	-165.544	762.274	1370.514
504.575	82.093	1209.165	-34.869	686.782	1236.399	-690.144	574.783	1431.378	-131.792	759.193	1369.281
502.777	97.107	1208.592	-65.950	692.642	1237.038	-689.102	576.032	1430.096	-97.424	754.493	1368.120
500.291	113.624	1208.250	-96.973	697.369	1237.296	-686.870	578.600	1428.537	-62.708	748.112	1367.109
497.060	131.594	1208.174	-127.740	700.917	1237.524	-683.471	582.473	1426.752	-28.074	740.061	1366.209
493.008	151.084	1208.138	-158.266	703.499	1237.600	-678.946	587.430	1424.764	6.516	730.291	1365.454
488.155	171.956	1208.193	-188.917	704.924	1237.369	-673.226	593.332	1422.524	41.022	718.669	1364.894
482.264	194.026	1208.339	-219.593	704.964	1237.714	-666.230	600.086	1420.132	75.363	705.127	1364.388
475.391	216.979	1208.607	-250.724	703.259	1238.275	-658.057	607.456	1417.464	109.288	689.614	1364.026
467.302	240.653	1208.983	-282.489	699.768	1238.528	-648.905	615.398	1414.643	141.700	672.817	1363.374
457.937	265.195	1209.302	-314.202	694.462	1238.893	-638.632	624.019	1411.486	173.719	654.159	1363.202
447.278	290.766	1209.837	-345.947	687.566	1238.630	-626.976	633.220	1408.032	205.016	633.678	1363.335
434.984	317.025	1210.466	-377.514	679.083	1238.476	-613.922	643.010	1404.462	235.227	611.506	1364.129
421.285	343.315	1210.987	-408.641	669.007	1238.480	-599.469	653.156	1400.711	264.478	587.329	1365.485
405.905	369.595	1211.493	-438.839	657.479	1238.982	-583.730	663.209	1397.018	292.164	561.399	1367.157
389.143	395.956	1211.988	-467.938	644.634	1240.089	-566.709	673.518	1393.353	318.106	534.201	1368.965
370.743	422.181	1212.658	-495.711	630.592	1241.791	-548.216	683.848	1389.841	341.948	506.289	1370.859
350.951	447.802	1213.502	-521.937	615.625	1244.331	-528.267	693.983	1386.558	363.639	477.910	1372.842
330.076	472.686	1214.506	-546.092	600.201	1247.093	-507.025	704.002	1383.671	383.095	449.145	1374.641
307.875	496.857	1215.707	-568.420	584.996	1250.151	-484.411	713.511	1381.368	400.353	420.199	1376.013
284.370	520.309	1217.067	-588.415	570.075	1253.218	-457.684	726.134	1380.175	415.530	391.334	1377.000
259.458	542.725	1218.601	-606.077	555.967	1256.230	-433.107	733.863	1378.722	428.788	362.730	1377.360

ตารางที่ จ.6 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 6 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
440.223	334.482	1377.308	458.785	221.532	1574.427	-202.130	700.921	1611.446	-708.721	551.009	1540.352
450.108	306.728	1377.099	451.221	245.496	1574.330	-228.000	702.833	1610.397	-713.795	548.815	1537.038
458.412	279.495	1376.918	442.603	269.950	1574.440	-253.791	703.858	1609.178	-718.293	547.285	1533.965
465.201	252.916	1376.745	432.726	294.785	1574.602	-279.289	703.905	1607.884	-721.953	546.290	1531.014
470.682	226.721	1376.546	421.573	319.885	1574.869	-304.396	703.220	1606.607	-724.839	545.804	1528.865
474.771	201.904	1376.037	409.055	344.935	1575.386	-328.927	701.835	1605.089	-727.114	545.714	1527.118
478.058	177.666	1375.293	395.297	369.741	1576.011	-352.844	699.662	1603.917	-728.568	546.043	1526.028
480.794	154.218	1374.165	380.126	394.300	1576.898	-376.071	696.935	1602.709	-729.218	546.980	1525.369
482.781	132.119	1372.917	363.625	418.470	1578.163	-399.149	693.527	1601.602	-728.859	548.482	1525.109
484.141	110.544	1371.304	345.727	442.148	1579.728	-421.680	689.260	1600.407	-510.341	621.417	1736.950
484.967	90.134	1369.776	326.281	465.105	1581.641	-444.131	683.787	1599.844	-499.476	624.269	1738.266
485.026	70.563	1368.417	305.739	487.090	1584.145	-465.912	677.435	1598.584	-487.441	627.312	1739.711
484.632	52.418	1367.198	283.985	508.127	1587.050	-487.007	670.302	1597.186	-474.748	630.272	1741.816
483.994	35.659	1366.144	261.091	528.168	1590.142	-507.048	662.456	1595.654	-461.444	633.361	1743.213
482.915	21.392	1365.703	237.005	547.134	1593.346	-526.526	653.918	1593.983	-447.725	636.276	1744.634
481.973	9.261	1365.536	211.717	565.046	1596.610	-545.053	644.894	1592.134	-433.334	638.885	1746.299
489.342	23.906	1570.839	185.565	581.780	1599.907	-562.718	635.747	1590.104	-419.231	641.283	1748.098
489.266	24.691	1571.548	158.673	597.223	1603.157	-578.870	626.827	1587.969	-405.544	643.704	1749.843
489.030	28.108	1572.561	131.166	611.341	1606.205	-593.698	617.238	1585.506	-392.096	646.197	1751.569
488.803	33.510	1573.538	103.210	624.213	1609.034	-607.625	609.153	1582.573	-378.712	648.811	1753.313
488.136	41.511	1574.561	75.423	635.620	1611.376	-620.824	601.505	1579.270	-364.214	651.118	1755.269
487.439	51.750	1575.405	47.093	646.170	1613.333	-633.129	593.888	1575.593	-349.313	653.234	1757.286
486.472	64.295	1575.986	18.786	655.638	1614.703	-644.613	587.238	1571.445	-333.917	655.069	1759.289
485.240	78.844	1576.334	-9.507	664.248	1615.518	-655.100	580.397	1567.457	-318.079	656.517	1761.44
483.506	95.279	1576.438	-37.727	671.977	1615.808	-664.731	574.272	1563.399	-301.875	657.79	1763.365
481.245	113.480	1576.048	-65.827	678.833	1615.782	-673.626	568.974	1559.428	-285.069	659.024	1763.82
478.671	132.620	1575.516	-93.680	684.819	1615.394	-681.916	564.370	1555.481	-268.062	660.064	1764.913
475.127	153.476	1575.334	-121.340	690.005	1614.634	-689.560	560.201	1551.621	-251.674	660.99	1766.095
470.740	175.376	1574.802	-148.734	694.429	1613.698	-696.551	556.623	1547.832	-235.776	661.768	1767.345
465.342	198.082	1574.554	-175.571	698.029	1612.558	-702.898	553.529	1544.061	-220.239	662.362	1768.642

ตารางที่ จ.6 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศหญิงจากกลุ่มที่ 6 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-204.933	662.736	1769.968	222.676	537.878	1769.994	437.403	207.578	1773.388	27.126	393.191	1972.464
-189.728	662.856	1771.3	232.567	530.9	1769.764	440.997	195.403	1771.513	0.669	400.159	1976.223
-174.495	662.686	1772.62	242.293	523.649	1769.363	444.542	183.104	1769.758	-25.937	406.856	1979.17
-159.104	662.191	1773.907	251.54	516.308	1768.971	447.967	171.477	1767.755	-52.283	412.865	1981.413
-143.425	661.336	1775.14	260.252	508.821	1768.675	451.272	160.361	1765.565	-78.325	418.206	1982.962
-127.33	660.086	1776.3	268.837	501.049	1768.452	454.275	150.057	1763.177	-104.056	423.564	1983.807
-110.687	658.405	1777.365	277.417	492.867	1768.488	456.198	142.638	1762.767	-128.999	427.992	1983.764
-93.369	656.258	1778.317	286.051	484.207	1768.862	458.698	134.146	1760.909	-153.328	432.423	1982.915
-75.995	653.728	1778.931	294.585	475.031	1769.576	460.731	127.236	1758.729	-176.873	436.532	1981.526
-58.82	650.733	1779.948	302.997	465.414	1770.686	462.364	121.713	1756.747	-199.813	440.354	1979.624
-41.908	647.39	1780.126	311.035	455.29	1772.121	390.622	209.197	1814.662	-222.094	443.601	1977.275
-25.115	643.711	1780.25	318.644	444.912	1773.416	383.499	214.118	1820.801	-243.603	446.388	1974.446
-8.512	639.687	1780.13	325.116	436.801	1774.308	375.382	220.008	1827.49	-264.356	448.673	1971.334
7.482	635.396	1779.902	332.18	425.8	1776.452	366.359	226.833	1834.872	-284.55	450.909	1967.815
22.89	630.961	1779.481	339.007	414.699	1778.572	356.065	234.751	1842.728	-303.641	452.223	1964.094
37.922	626.376	1778.995	345.742	403.323	1780.476	344.445	243.533	1851.194	-322.298	454.726	1959.234
52.674	621.601	1778.314	352.639	391.721	1782.03	331.463	253.292	1859.905	-339.792	455.626	1954.192
67.117	616.642	1777.51	359.726	379.836	1783.207	317.013	264.075	1868.908	-356.536	456.304	1949.135
81.012	611.501	1776.576	366.838	367.432	1784.062	301.112	275.628	1878.127	-372.591	456.939	1943.642
94.396	606.13	1775.51	373.015	357.101	1785.857	283.729	287.579	1887.494	-387.713	457.379	1937.656
107.274	600.69	1774.37	380.387	342.732	1786.31	264.893	299.483	1897.084	-401.843	457.22	1931.464
119.901	595.125	1773.284	387.525	328.227	1786.171	244.693	311.581	1906.256	-414.509	456.629	1925.541
132.492	589.367	1772.402	394.501	313.707	1785.53	224.894	319.856	1914.473	-426.044	456.885	1919.969
145.053	583.382	1771.772	400.467	301.646	1783.675	202.464	331.266	1923.29	-435.675	456.691	1914.827
157.437	577.105	1771.326	406.825	287.977	1782.529	179.306	342.158	1932.013			
169.377	570.663	1770.945	413.089	274.214	1781.153	155.334	352.026	1940.221			
180.78	564.291	1770.57	418.941	260.398	1779.654	130.936	361.04	1947.988			
191.699	557.881	1770.29	424.32	246.618	1778.229	105.9	369.58	1955.043			
202.316	551.339	1769.975	429.261	232.973	1776.718	80.117	378.086	1961.584			
212.891	544.557	1769.644	433.52	220.053	1775.154	53.98	385.329	1968.946			

ภาคผนวก ฉ

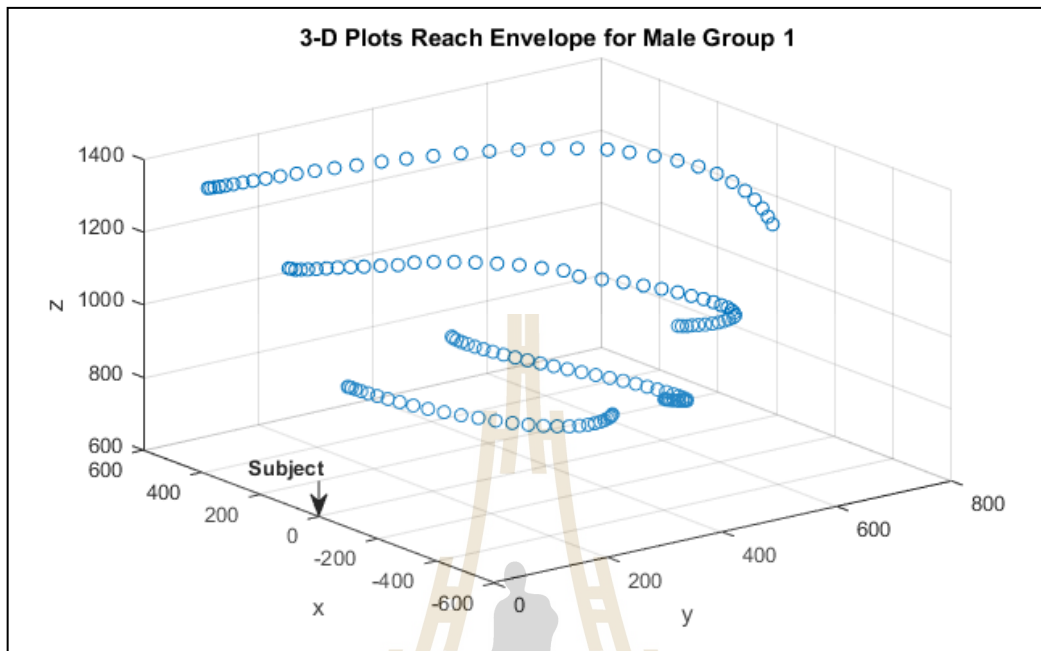
ข้อมูลขอบเขตระยะเอื่อมถึงของผู้สูงอายุเพศชายที่วัดได้จากกล้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

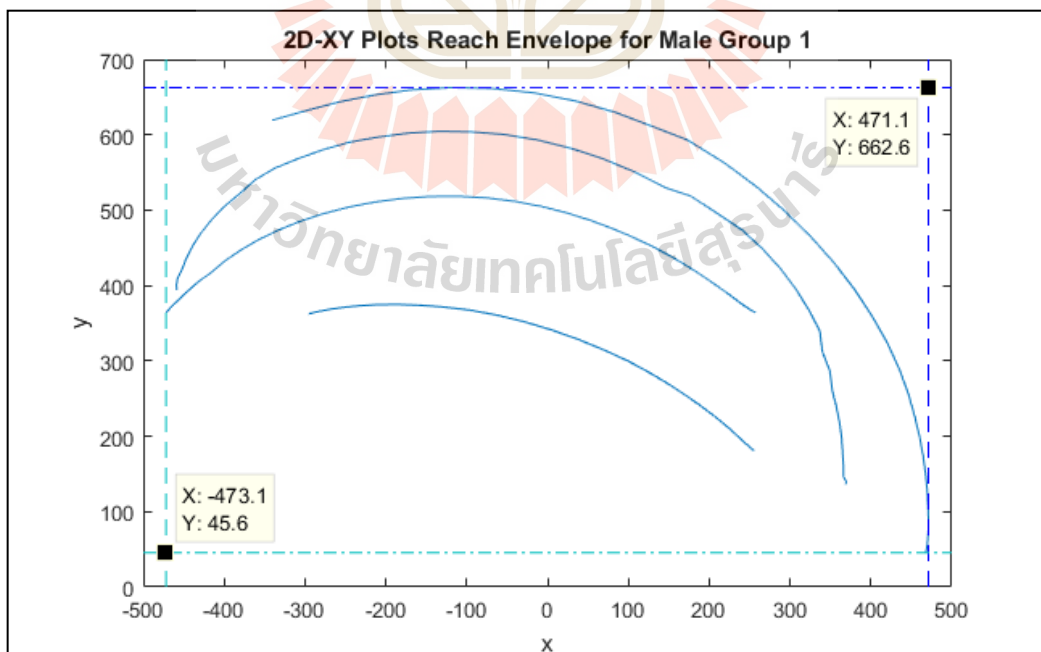
ช่วงชั้นความสูงของผู้สูงอายุเพศชาย 6 กลุ่ม แบ่งตามเปอร์เซ็นต์ไทล์

กลุ่ม	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์	ค่าระดับความสูง (Stature) (หน่วย: ซม.)
1	น้อยกว่า 5 th	Stature < 148.6
2	5 th – 25 th	148.6 ≤ Stature < 155.2
3	25 th – 50 th	155.2 ≤ Stature < 159.6
4	50 th – 75 th	159.6 ≤ Stature < 163.00
5	75 th – 95 th	163.0 ≤ Stature < 168.0
6	มากกว่า 95 th	Stature > 168.0

กลุ่มที่ 1 ผู้สูงอายุเพศชายที่มีความสูงน้อยกว่า 148.6 เซนติเมตร



รูปที่ จ.1-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 1 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.1-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 1 ในระนาบ xy

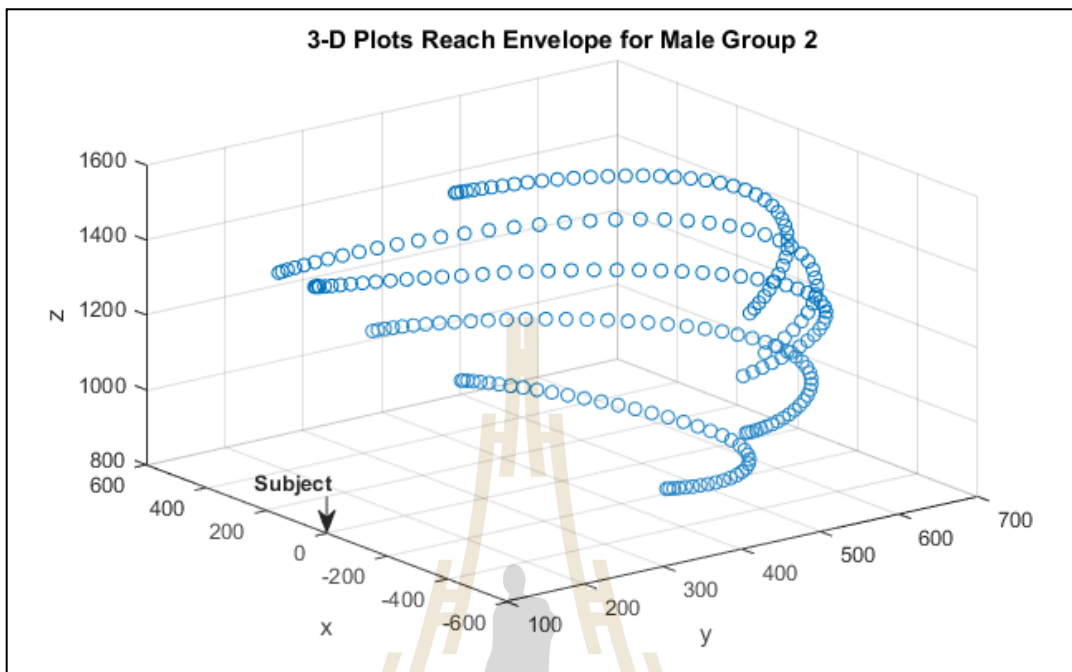
ตารางที่ ๓.1 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 1

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
255.534	181.722	814.897	257.658	364.386	888.786	-416.470	416.873	899.379	108.158	550.535	1026.736
255.280	181.346	815.854	254.306	365.662	884.989	-431.205	405.646	908.540	68.910	568.002	1024.194
253.574	182.509	815.200	249.333	368.844	880.342	-443.406	394.110	916.869	28.513	582.210	1022.594
250.292	185.326	812.754	242.587	373.774	875.054	-453.335	384.209	923.978	-12.374	593.130	1022.052
245.544	189.859	808.881	234.419	380.220	869.401	-461.105	376.215	929.969	-53.198	600.383	1022.528
239.146	196.268	803.351	224.590	388.052	862.835	-466.771	370.098	934.740	-93.682	603.813	1023.942
230.793	204.542	796.737	213.175	396.828	856.351	-470.340	365.753	938.127	-133.431	604.559	1027.046
220.039	214.733	789.189	200.048	406.739	849.600	-471.794	363.342	939.848	-172.039	602.240	1031.210
206.782	226.407	781.139	184.830	417.586	842.642	-471.598	363.154	939.879	-208.940	596.983	1036.050
190.831	239.279	772.625	167.653	429.173	835.875	369.435	136.327	1122.625	-243.886	590.384	1042.199
172.359	253.267	764.134	148.700	441.036	829.606	369.151	140.597	1120.269	-276.188	580.639	1048.271
151.115	268.280	756.178	127.682	452.861	823.763	366.080	146.593	1116.244	-306.195	569.335	1054.807
126.833	283.940	749.139	104.756	464.481	818.656	366.148	156.073	1113.201	-336.662	556.028	1061.702
99.681	299.836	743.354	79.832	475.813	814.252	365.615	168.050	1109.696	-361.085	540.709	1069.002
69.472	314.655	739.925	52.769	486.592	810.690	364.792	182.639	1106.036	-379.865	522.687	1075.477
37.978	328.543	736.886	23.738	496.402	808.070	363.652	199.564	1102.348	-399.515	505.045	1083.087
4.984	341.070	736.211	-7.417	504.928	806.539	361.230	217.937	1098.255	-416.002	486.715	1090.526
-28.850	351.957	737.930	-40.274	511.594	806.119	357.418	238.526	1093.889	-429.432	468.576	1097.752
-63.131	360.840	742.110	-74.460	516.194	806.909	352.455	259.371	1089.222	-439.712	451.112	1104.524
-96.687	367.486	749.040	-109.685	518.340	808.889	349.217	286.588	1083.186	-447.125	434.997	1110.813
-129.753	371.617	757.405	-144.928	518.144	812.159	339.913	312.360	1078.753	-452.178	421.080	1116.332
-160.010	373.996	767.490	-179.630	515.564	816.820	336.886	339.381	1077.116	-457.668	409.288	1120.309
-187.350	374.899	778.418	-213.519	510.758	822.602	323.696	366.665	1073.173	-458.887	400.413	1123.793
-211.557	374.558	789.699	-245.939	504.014	829.629	307.787	394.267	1068.297	-458.696	393.821	1126.594
-232.748	373.178	800.857	-276.806	495.429	837.772	288.767	421.656	1062.948	-408.268	491.626	1191.976
-250.984	371.178	811.529	-305.747	485.241	846.861	266.244	448.301	1057.589	-403.918	494.711	1193.778
-266.427	368.898	821.340	-332.743	473.565	856.707	240.545	473.735	1052.540	-397.730	499.571	1195.734
-278.951	366.532	830.181	-357.489	460.850	867.036	208.643	496.594	1045.889	-389.547	505.885	1197.847
-288.585	364.308	837.946	-379.822	446.707	877.703	177.175	518.669	1040.820	-379.589	513.294	1199.831
-295.453	362.394	844.200	-399.323	432.411	888.562	145.627	529.798	1030.288	-367.633	521.494	1201.727

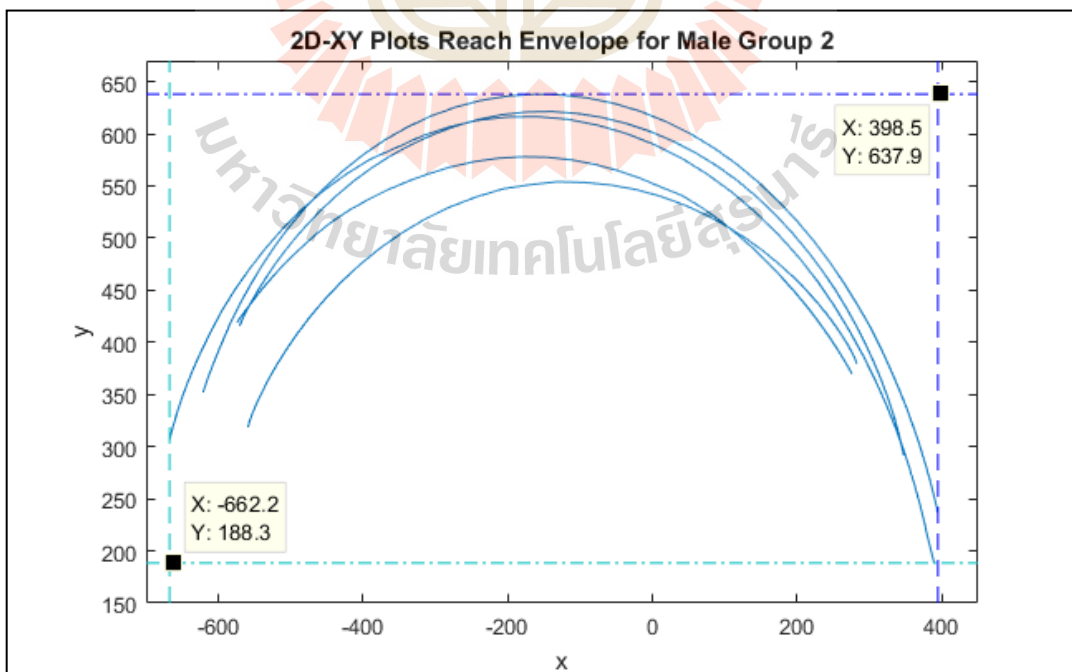
ตารางที่ ๑.1 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 1 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-353.688	530.332	1203.484	337.028	297.768	1196.989	157.850	528.312	1165.189	-16.276	655.566	1337.955
-337.793	539.650	1205.155	343.376	280.426	1194.950	130.001	545.778	1166.972	-67.613	661.368	1331.844
-319.785	549.147	1206.809	348.584	264.421	1192.907	99.698	561.504	1169.104	-118.422	662.616	1324.286
-300.041	559.057	1208.344	352.700	249.753	1190.889	70.192	574.823	1170.962	-167.729	659.647	1316.210
-277.361	568.659	1210.025	355.925	236.847	1188.877	468.204	45.596	1345.150	-214.662	652.700	1308.220
-252.608	578.102	1211.549	358.446	225.929	1187.072	468.847	50.295	1344.047	-259.263	643.153	1301.257
-225.699	586.557	1212.992	360.313	217.367	1185.356	469.772	57.344	1342.528	-301.214	631.225	1295.602
-197.029	593.716	1214.349	361.491	210.932	1183.732	470.552	66.726	1340.973	-340.852	619.236	1291.156
-166.776	599.221	1215.528	362.299	206.639	1182.042	471.089	78.243	1339.698			
-134.475	602.797	1216.716	362.599	204.472	1180.377	471.123	91.789	1338.714			
-101.127	604.416	1217.625	362.691	204.501	1178.650	470.512	107.934	1337.926			
-67.829	604.181	1217.753	362.445	206.858	1176.859	469.812	125.452	1336.802			
-33.495	603.498	1219.454	361.813	211.485	1175.031	468.064	146.624	1335.957			
-0.272	592.463	1218.745	360.743	218.145	1173.384	465.090	170.443	1335.048			
34.485	585.665	1219.619	359.147	226.860	1171.852	460.704	196.884	1334.144			
65.092	576.338	1219.585	356.870	237.632	1170.430	454.485	225.496	1333.507			
94.668	564.652	1218.718	353.870	250.199	1168.979	446.366	256.059	1333.035			
126.331	550.776	1217.090	350.006	264.433	1167.630	435.313	288.613	1332.664			
150.684	541.022	1220.324	345.071	280.210	1166.295	419.936	324.667	1334.548			
169.599	526.145	1218.372	338.857	297.644	1165.060	401.827	358.689	1336.357			
186.556	507.646	1213.907	331.408	316.505	1163.963	379.938	394.477	1338.116			
205.031	487.030	1209.601	322.258	336.668	1162.889	354.553	429.920	1340.289			
228.502	465.800	1208.126	311.427	357.709	1161.936	325.612	464.832	1342.670			
249.357	443.995	1206.518	299.302	379.492	1161.279	293.367	498.917	1345.012			
267.763	421.944	1205.062	285.477	401.612	1161.157	257.617	531.863	1347.044			
283.847	399.869	1203.692	268.361	423.295	1160.942	217.921	563.285	1348.631			
297.789	377.983	1202.524	250.285	445.371	1161.102	172.950	593.142	1349.292			
310.396	356.753	1201.534	230.126	467.326	1161.567	131.362	610.424	1347.905			
320.604	335.965	1200.268	208.034	488.801	1162.391	83.824	629.759	1345.664			
329.531	316.352	1198.839	183.798	509.237	1163.539	34.494	644.879	1342.764			

กลุ่มที่ 2 ผู้สูงอายุเพศชายที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 148.6 ถึง 155.1 เซนติเมตร



รูปที่ จ.2-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 2 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.2-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 2 ในระนาบ xy

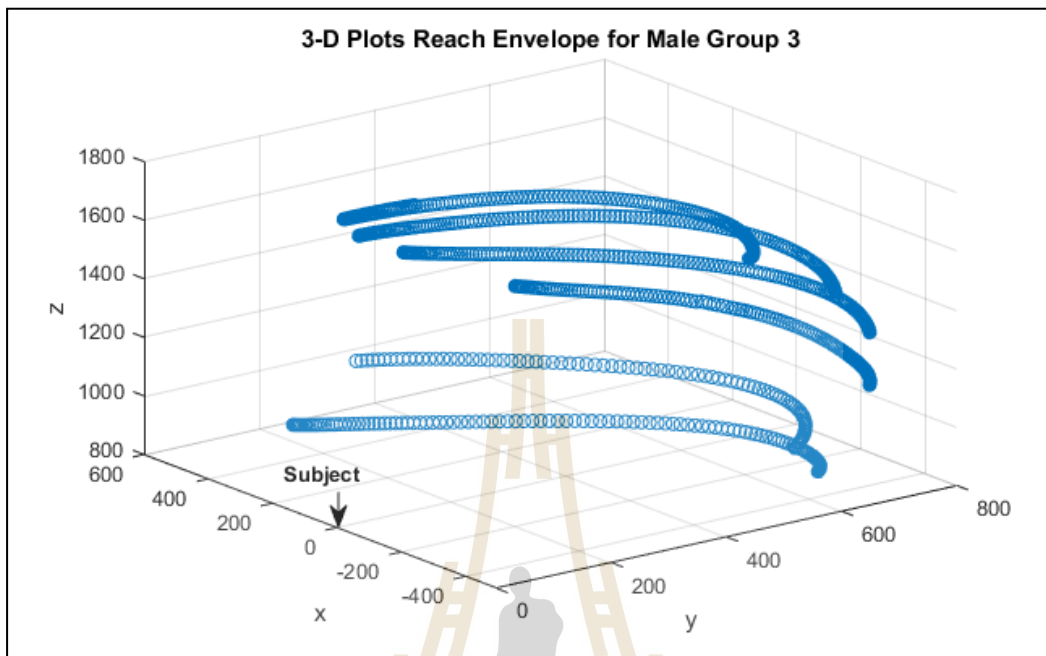
ตารางที่ ๓.2 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 2

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-559.254	318.631	987.297	175.694	474.647	939.549	-273.299	607.067	1089.206	347.347	291.760	1144.463
-557.679	323.062	985.113	195.610	462.017	947.054	-241.040	613.670	1090.807	393.475	239.646	1275.439
-554.356	329.571	981.584	213.066	449.657	954.219	-207.640	618.275	1092.352	394.500	236.685	1274.649
-549.176	338.422	977.028	228.205	437.901	961.023	-173.441	620.869	1094.420	394.790	236.041	1273.847
-541.867	349.300	971.318	241.198	426.831	967.157	-138.792	621.287	1096.627	394.308	237.610	1272.918
-532.678	362.162	964.895	252.253	416.451	972.726	-104.143	619.453	1098.813	393.077	241.351	1271.875
-521.346	376.207	957.704	261.345	407.213	977.763	-70.173	615.687	1100.939	391.092	247.294	1270.671
-507.844	391.193	949.793	268.823	399.019	982.042	-36.754	609.956	1102.906	388.303	255.234	1269.410
-492.270	407.266	942.007	274.487	392.011	985.503	-3.988	602.396	1104.744	384.700	265.055	1268.004
-474.255	423.772	934.162	278.588	386.455	988.173	28.158	593.006	1106.628	380.160	276.534	1266.564
-453.798	440.579	926.550	281.100	382.292	989.871	59.400	581.794	1108.828	374.633	289.497	1265.136
-430.778	457.526	919.499	282.140	379.551	990.765	89.391	568.990	1111.131	368.226	303.771	1263.470
-405.038	474.183	912.941	-570.819	415.494	1094.751	117.698	554.869	1113.641	360.460	319.479	1261.675
-376.782	490.181	906.879	-568.503	419.674	1093.308	144.206	539.442	1116.385	351.464	336.878	1259.700
-346.160	505.063	901.740	-564.536	425.594	1091.720	169.143	522.959	1119.240	340.747	355.306	1258.260
-313.471	518.534	897.283	-559.123	432.995	1089.948	192.528	505.560	1121.975	329.500	373.583	1255.776
-278.979	530.060	893.725	-552.188	441.731	1088.094	214.306	487.518	1124.729	316.619	393.246	1253.516
-243.103	539.533	890.893	-543.709	451.722	1086.202	234.370	469.087	1127.495	301.417	414.401	1252.203
-206.296	547.204	889.467	-533.577	462.773	1084.368	252.589	450.618	1130.141	283.971	435.228	1252.578
-168.491	551.170	888.549	-522.097	474.610	1082.792	268.596	432.313	1132.645	265.576	455.950	1250.911
-131.178	553.994	889.084	-508.774	487.020	1081.610	282.884	414.365	1134.932	245.266	476.705	1249.425
-94.020	553.256	889.810	-493.691	500.126	1080.880	295.500	396.934	1137.123	222.985	497.232	1248.036
-57.654	550.869	892.057	-476.584	513.570	1080.748	306.450	380.392	1139.062	198.879	517.085	1246.758
-22.135	546.370	895.330	-457.551	527.276	1080.856	315.767	364.814	1140.715	172.910	536.165	1245.869
12.179	539.806	900.133	-436.594	540.870	1081.229	323.598	350.364	1142.130	145.197	554.210	1245.399
44.568	531.546	905.430	-413.879	554.147	1081.958	330.120	337.093	1143.267	116.563	570.772	1245.209
74.886	521.915	911.521	-389.254	566.809	1083.090	335.491	325.101	1144.182	85.674	586.056	1245.298
103.109	511.127	918.083	-362.719	578.580	1084.568	339.694	314.618	1144.785	53.285	599.672	1245.681
129.207	499.571	924.906	-334.369	589.318	1086.220	342.923	305.520	1145.042	19.143	611.508	1246.067
153.441	487.328	932.054	-304.470	598.856	1087.766	345.410	297.912	1144.893	-16.509	621.435	1246.476

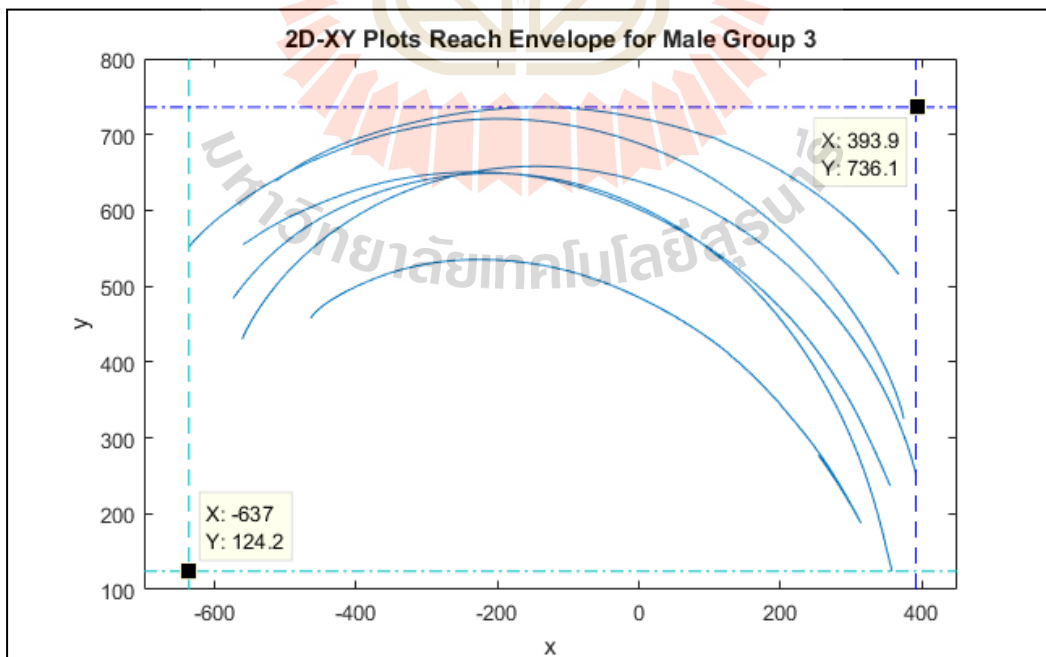
ตารางที่ ๓.2 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 2 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-52.786	628.997	1247.214	-662.288	320.715	1285.712	174.709	502.814	1392.482	178.411	462.522	1520.651
-89.551	634.312	1248.237	-657.613	331.578	1287.918	202.796	481.103	1389.529	159.881	476.121	1523.344
-126.423	637.274	1249.517	-651.601	344.570	1290.743	228.225	458.507	1386.467	139.464	489.856	1525.986
-163.333	637.916	1250.884	-643.980	359.039	1293.881	251.183	435.181	1383.490	117.183	503.522	1528.499
-199.918	636.218	1252.232	-634.661	374.894	1297.373	272.161	411.223	1380.344	93.365	516.778	1530.690
-236.276	632.073	1253.597	-623.491	392.090	1300.921	291.179	387.346	1377.065	67.849	529.338	1533.103
-271.746	625.627	1254.994	-610.451	410.577	1304.945	308.066	363.731	1373.516	40.519	540.893	1535.115
-306.112	617.004	1256.365	-595.311	430.339	1309.171	322.967	340.707	1370.033	12.484	548.656	1536.878
-339.070	606.317	1257.678	-577.848	449.855	1313.918	335.837	318.525	1366.502	-17.438	557.408	1538.464
-370.689	593.809	1258.778	-558.041	469.545	1318.963	346.836	297.566	1363.017	-48.345	564.765	1539.362
-400.853	579.420	1259.541	-535.832	489.380	1324.548	356.031	277.854	1359.414	-80.344	570.739	1539.618
-429.561	563.478	1259.786	-511.197	508.984	1330.460	363.797	259.752	1355.776	-113.124	575.068	1539.127
-456.204	546.315	1259.851	-483.981	527.886	1336.878	370.199	243.374	1352.248	-146.373	577.489	1537.783
-480.638	528.485	1259.906	-454.513	545.528	1343.578	375.340	228.950	1348.797	-179.800	577.940	1535.422
-502.850	510.128	1260.030	-422.884	561.532	1350.303	379.400	216.646	1345.542	-213.362	576.502	1532.158
-522.958	491.360	1260.043	-389.461	575.843	1356.767	382.974	206.300	1342.509	-246.631	573.215	1528.294
-540.930	472.432	1259.905	-354.123	586.681	1362.329	385.965	198.000	1339.782	-279.183	568.101	1523.776
-556.869	453.904	1259.608	-317.240	598.231	1367.601	388.166	191.965	1337.396	-310.395	561.436	1518.583
-570.784	436.295	1259.262	-279.023	606.863	1373.771	389.650	188.276	1335.532	-340.166	553.836	1512.606
-582.726	419.719	1259.059	-239.870	613.100	1379.030	275.869	369.605	1498.372	-368.550	545.460	1505.640
-592.753	403.543	1258.719	-199.496	616.073	1384.462	274.258	371.800	1498.722	-395.461	535.985	1497.652
-601.070	389.950	1258.927	-158.447	616.378	1388.873	271.303	375.503	1499.654	-421.143	525.903	1488.773
-607.706	378.463	1259.508	-117.120	613.851	1392.484	266.952	380.617	1500.973	-445.415	514.491	1479.209
-612.937	368.948	1260.631	-75.924	608.261	1395.509	261.223	387.242	1502.557	-468.014	501.913	1469.501
-616.841	361.489	1262.157	-35.661	600.085	1397.715	254.038	395.128	1504.370	-489.020	488.519	1459.854
-619.283	356.171	1263.738	3.557	589.306	1398.715	245.431	404.187	1506.391	-508.337	475.660	1450.619
-620.792	353.105	1265.155	41.336	576.086	1398.941	235.238	414.273	1508.714	-525.491	462.578	1441.764
-621.143	351.896	1266.416	77.513	560.436	1398.443	223.898	425.091	1511.702	-540.648	450.396	1433.566
-667.729	305.011	1283.507	111.889	542.768	1397.205	210.470	436.849	1514.761	-553.685	438.603	1425.937
-665.608	311.902	1284.231	144.316	523.469	1395.245	195.298	449.399	1517.801	-565.011	428.343	1419.254

กลุ่มที่ 3 ผู้สูงอายุเพศชายที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 155.2 ถึง 159.5 เซนติเมตร



รูปที่ จ.3-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 3 ในระนาบ xyz



รูปที่ จ.3-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 3 ในระนาบ xy

ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
358.317	124.191	947.629	313.662	268.158	908.022	103.872	545.514	879.675	-276.649	644.341	908.569
357.918	125.059	947.209	310.400	276.194	906.188	92.534	553.591	880.081	-288.389	642.597	909.878
357.484	126.209	946.738	306.898	284.368	904.368	80.946	561.419	880.567	-299.938	640.680	911.313
356.957	127.585	946.170	303.272	292.553	902.590	69.180	568.990	881.154	-311.236	638.536	912.692
356.512	129.220	945.548	299.483	301.085	900.828	57.212	576.203	881.765	-322.382	636.106	914.117
355.903	131.102	944.797	295.372	309.698	899.071	45.020	583.139	882.490	-333.300	633.539	915.664
355.241	133.341	943.982	291.119	318.488	897.376	32.670	589.776	883.283	-344.026	630.810	917.346
354.659	135.808	943.142	286.628	327.388	895.718	20.178	596.057	884.121	-354.589	627.899	919.096
353.902	138.613	942.200	281.874	336.494	894.088	7.482	602.019	885.049	-364.900	624.769	920.883
353.115	141.736	941.210	276.896	345.695	892.561	-5.345	607.637	886.070	-374.990	621.533	922.803
352.260	145.138	940.125	271.649	355.005	891.074	-18.228	612.945	887.060	-384.831	618.154	924.808
351.308	148.912	938.925	266.084	364.648	889.599	-31.333	617.855	888.107	-394.419	614.712	926.875
350.242	152.979	937.646	260.246	374.187	888.262	-44.345	622.416	889.230	-403.677	611.091	928.985
349.125	157.350	936.296	254.110	383.921	887.030	-57.246	626.510	890.614	-412.759	607.391	931.153
348.003	161.985	935.025	247.773	393.764	885.843	-70.440	630.313	891.687	-421.586	603.582	933.373
346.720	166.928	933.619	241.018	403.629	884.689	-83.880	633.784	892.887	-430.175	599.705	935.565
345.357	172.141	932.135	233.999	413.579	883.691	-97.180	637.015	893.588	-438.572	595.616	937.754
343.884	177.619	930.630	226.661	423.572	882.757	-110.431	639.722	894.663	-446.786	591.417	939.914
342.241	183.431	928.998	218.932	433.579	881.893	-123.683	642.089	895.694	-454.815	587.125	942.106
340.594	189.419	927.438	211.014	443.511	881.196	-136.867	644.090	896.743	-462.668	582.538	944.231
338.752	195.684	925.808	202.674	453.448	880.541	-150.082	645.742	897.761	-470.314	578.036	946.299
336.811	202.162	924.151	194.143	463.301	880.045	-163.239	647.054	898.761	-477.826	573.425	948.382
334.755	208.839	922.418	185.224	473.081	879.606	-176.315	648.024	899.733	-485.017	568.529	950.441
332.587	215.718	920.662	176.075	482.731	879.293	-189.332	648.675	900.759	-492.071	563.609	952.395
330.337	222.762	918.929	166.588	492.274	879.107	-202.273	648.930	901.730	-498.890	558.582	954.345
327.906	229.968	917.105	156.779	501.622	878.999	-214.981	648.863	902.725	-505.407	553.527	956.196
325.298	237.314	915.317	146.728	510.801	878.900	-227.653	648.555	903.841	-511.784	548.555	958.059
322.612	244.854	913.502	136.364	519.829	879.014	-240.195	647.949	904.938	-517.746	543.490	959.875
319.768	252.505	911.684	125.824	528.594	879.163	-252.544	647.029	906.065	-523.519	538.465	961.669
316.794	260.248	909.881	114.956	537.177	879.383	-264.725	645.868	907.311	-528.924	533.531	963.464

ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-534.050	528.681	965.221	-531.740	478.228	1046.998	-264.388	644.948	1047.504	157.711	566.617	1037.153
-538.873	524.024	966.933	-527.449	483.816	1047.655	-250.856	647.811	1046.994	169.500	558.594	1037.730
-543.364	519.463	968.673	-522.894	489.511	1048.160	-237.122	650.411	1046.534	181.104	550.351	1038.447
-547.523	515.104	970.358	-518.033	495.510	1048.692	-223.183	652.606	1046.073	192.330	541.895	1039.280
-551.403	510.960	972.082	-512.791	501.568	1049.130	-209.143	654.426	1045.576	203.226	533.259	1040.282
-554.899	507.072	973.615	-507.391	507.657	1049.552	-194.922	655.955	1045.033	213.773	524.474	1041.332
-558.133	503.428	975.191	-501.462	513.869	1049.962	-180.544	657.012	1044.451	224.047	515.485	1042.560
-561.079	500.025	976.716	-495.354	520.200	1050.246	-166.063	657.749	1043.931	233.965	506.412	1043.887
-563.742	496.940	978.174	-488.803	526.479	1050.580	-151.533	658.090	1043.299	243.633	497.191	1045.339
-566.129	494.049	979.521	-482.000	532.838	1050.745	-136.829	658.044	1042.717	252.962	487.879	1046.920
-568.213	491.465	980.688	-474.822	539.215	1050.984	-122.090	657.584	1042.107	261.933	478.553	1048.541
-570.045	489.237	981.786	-467.410	545.570	1051.110	-107.212	656.726	1041.501	270.585	469.072	1050.209
-571.642	487.130	982.799	-459.668	551.909	1051.221	-92.295	655.471	1040.935	278.910	459.649	1052.063
-572.966	485.407	983.706	-451.596	558.169	1051.370	-76.902	653.670	1040.701	286.894	450.213	1053.880
-574.093	483.983	984.387	-443.101	564.568	1051.496	-62.019	651.566	1040.159	294.462	440.762	1055.714
-561.092	430.089	1032.418	-434.256	570.695	1051.352	-47.204	649.056	1039.599	301.874	431.308	1057.671
-560.973	430.482	1033.707	-425.101	576.781	1051.243	-32.502	646.188	1039.035	308.839	421.888	1059.615
-560.624	431.483	1034.966	-415.662	582.786	1051.249	-17.787	642.829	1038.514	315.478	412.566	1061.634
-560.082	432.812	1036.249	-405.938	588.694	1051.172	-3.223	639.127	1038.028	321.975	403.146	1063.654
-559.206	434.667	1037.331	-395.899	594.514	1051.057	11.197	634.990	1037.556	328.197	393.771	1065.815
-558.062	436.856	1038.422	-385.359	600.198	1050.952	25.559	630.484	1037.189	333.926	384.456	1067.934
-556.716	439.568	1039.467	-374.593	605.672	1050.768	39.696	625.595	1036.797	339.485	375.091	1069.985
-555.068	442.745	1040.521	-363.490	610.998	1050.552	53.688	620.392	1036.497	344.826	365.808	1071.993
-553.143	445.995	1041.502	-352.073	616.053	1050.264	67.506	614.759	1036.261	349.829	356.616	1074.045
-550.988	449.641	1042.439	-340.313	620.995	1050.010	81.160	608.800	1036.070	354.678	347.438	1076.112
-548.519	453.717	1043.323	-328.250	625.641	1049.724	94.548	602.522	1036.013	359.147	338.340	1078.083
-545.782	458.120	1044.190	-315.938	630.055	1049.415	107.737	595.932	1036.012	363.436	329.304	1080.069
-542.686	462.773	1044.909	-303.395	634.203	1049.041	120.576	589.027	1036.081	367.429	320.365	1081.992
-539.366	467.716	1045.668	-290.461	638.059	1048.667	133.278	581.821	1036.370	371.184	311.502	1083.865
-535.715	472.914	1046.383	-277.466	641.586	1048.306	145.576	574.329	1036.660	374.747	302.738	1085.673

ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
378.102	294.023	1087.429	-467.144	666.452	1208.026	-301.594	719.573	1201.455	-40.612	728.694	1215.968
381.225	285.468	1089.142	-463.472	668.382	1207.732	-294.201	721.072	1201.553	-31.629	727.384	1216.454
384.137	277.047	1090.703	-459.570	670.251	1207.432	-286.554	722.523	1201.686	-22.769	725.991	1216.895
386.830	268.702	1092.224	-455.510	672.130	1207.146	-278.833	723.899	1201.908	-13.802	724.500	1217.351
389.365	260.503	1093.639	-451.415	674.115	1206.865	-270.993	725.253	1202.182	-4.967	722.911	1217.774
391.684	252.489	1094.991	-447.133	676.017	1206.598	-262.909	726.521	1202.542	3.891	721.262	1218.123
-513.678	638.457	1214.953	-442.772	677.917	1206.318	-254.751	727.779	1202.872	12.753	719.473	1218.505
-513.734	638.418	1214.749	-438.252	679.891	1206.094	-246.396	728.940	1203.356	21.554	717.655	1218.820
-513.594	638.529	1214.539	-433.589	681.714	1205.811	-237.474	729.886	1204.189	27.364	716.314	1218.320
-513.288	638.779	1214.275	-428.781	683.668	1205.618	-228.902	730.919	1204.682	35.765	714.380	1218.532
-512.812	639.077	1214.021	-423.883	685.595	1205.428	-220.279	731.883	1205.152	44.066	712.341	1218.622
-512.073	639.601	1213.739	-418.812	687.474	1205.213	-211.497	732.707	1205.658	55.662	709.517	1219.305
-511.246	640.209	1213.446	-413.610	689.380	1205.006	-202.704	733.539	1206.174	64.598	707.155	1219.569
-510.204	640.956	1213.193	-408.323	691.280	1204.714	-193.823	734.209	1206.711	74.011	704.535	1220.014
-508.898	641.813	1212.894	-402.917	693.035	1204.510	-184.894	734.815	1207.255	82.68	701.924	1220.289
-507.525	642.813	1212.588	-397.394	694.835	1204.343	-175.978	735.327	1207.776	91.051	699.439	1220.829
-505.874	643.893	1212.287	-391.773	696.654	1204.109	-166.988	735.680	1208.285	99.318	697.26	1221.319
-504.156	645.082	1211.991	-386.021	698.394	1203.831	-157.973	735.934	1208.801	107.613	695.267	1221.449
-502.161	646.349	1211.709	-380.138	700.125	1203.595	-148.982	736.102	1209.359	117.36	690.949	1219.229
-500.019	647.697	1211.423	-374.562	701.993	1202.964	-139.936	736.111	1209.916	125.598	687.041	1220.009
-497.680	649.111	1211.135	-368.422	703.700	1202.747	-130.683	735.953	1210.548	133.403	683.945	1220.952
-495.197	650.657	1210.871	-362.246	705.360	1202.534	-121.754	735.891	1211.079	141.261	680.924	1221.509
-492.674	652.296	1210.556	-356.008	707.054	1202.275	-112.778	735.543	1211.695	149.311	677.49	1221.773
-489.864	653.930	1210.290	-349.654	708.654	1202.087	-103.699	735.062	1212.194	157.309	673.902	1221.925
-486.981	655.572	1209.957	-343.168	710.253	1201.930	-94.696	734.465	1212.790	165.174	670.263	1222.151
-483.975	657.366	1209.643	-336.515	711.860	1201.749	-85.689	733.788	1213.358	172.882	666.58	1222.384
-480.849	659.073	1209.337	-329.814	713.449	1201.601	-76.599	732.956	1213.825	180.479	662.856	1222.617
-477.636	660.950	1209.004	-322.964	715.017	1201.466	-67.626	732.095	1214.448	187.926	659.024	1222.833
-474.246	662.724	1208.632	-315.888	716.523	1201.454	-58.593	730.991	1214.945	195.212	655.133	1223.066
-470.755	664.605	1208.370	-308.893	718.023	1201.388	-49.640	729.911	1215.509	202.377	651.258	1223.261

ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
209.376	647.342	1223.439	349.69	536.115	1238.486	-604.335	582.38	1375.335	-495.308	650.376	1387.321
216.278	643.33	1223.663	351.895	533.657	1239.298	-601.717	584.43	1375.922	-490.462	652.72	1387.493
222.982	639.365	1223.846	354.008	531.324	1240.049	-599.023	586.679	1376.491	-485.491	655.001	1387.662
229.552	635.327	1224.015	355.898	529.124	1240.763	-596.267	588.802	1377.072	-480.647	657.313	1387.865
235.972	631.348	1224.203	357.712	527.042	1241.448	-593.471	590.906	1377.647	-475.592	659.62	1388.023
242.211	627.329	1224.355	359.354	525.101	1242.109	-590.569	592.957	1378.245	-470.398	661.865	1388.172
248.369	623.282	1224.528	360.922	523.283	1242.694	-587.642	595.149	1378.764	-465.136	664.062	1388.273
254.377	619.264	1224.697	362.328	521.655	1243.265	-584.614	597.195	1379.275	-459.772	666.304	1388.388
260.192	615.212	1224.879	363.597	520.143	1243.77	-581.581	599.314	1379.791	-454.318	668.473	1388.554
265.938	611.153	1225.124	364.835	518.772	1244.237	-578.503	601.479	1380.278	-448.851	670.636	1388.474
271.505	607.106	1225.422	365.869	517.568	1244.643	-575.441	603.651	1380.742	-443.212	672.834	1388.605
276.994	603.049	1225.729	366.772	516.528	1244.986	-572.191	605.908	1381.186	-437.499	674.984	1388.553
282.303	598.974	1226.047	367.539	515.635	1245.265	-568.903	607.998	1381.59	-431.668	677.138	1388.639
287.45	594.921	1226.447	-636.363	551.818	1364.84	-565.573	610.298	1382.034	-425.823	679.293	1388.536
292.473	590.852	1226.839	-635.369	553.091	1365.299	-562.166	612.532	1382.412	-419.66	681.431	1388.658
297.457	586.814	1227.365	-634.205	554.446	1365.854	-558.648	614.708	1382.805	-413.518	683.548	1388.515
302.178	582.814	1227.879	-632.955	555.876	1366.467	-554.991	617.046	1383.184	-407.083	685.67	1388.557
306.706	578.926	1228.399	-631.505	557.405	1366.983	-551.362	619.357	1383.571	-400.585	687.743	1388.541
311.014	575.069	1228.973	-630.032	559.025	1367.585	-547.563	621.706	1383.95	-394.143	689.841	1388.387
315.151	571.266	1229.642	-628.341	560.716	1368.281	-543.685	624.002	1384.31	-387.37	691.919	1388.38
319.173	567.529	1230.377	-626.576	562.456	1368.847	-539.699	626.395	1384.707	-380.555	693.962	1388.24
322.976	563.901	1231.061	-624.689	564.322	1369.575	-535.631	628.837	1385.116	-373.525	695.956	1388.113
326.561	560.385	1231.848	-622.799	566.209	1370.195	-531.468	631.254	1385.5	-366.484	697.907	1388.059
330.063	556.924	1232.702	-620.748	568.064	1370.834	-527.233	633.612	1385.815	-359.333	699.848	1387.929
333.409	553.601	1233.478	-618.68	570.038	1371.486	-522.828	635.98	1386.168	-351.924	701.714	1387.858
336.472	550.391	1234.334	-616.455	572.069	1372.136	-518.42	638.353	1386.464	-344.471	703.511	1387.693
339.419	547.274	1235.179	-614.177	574.041	1372.772	-513.893	640.748	1386.778	-336.853	705.208	1387.561
342.19	544.309	1236.034	-611.753	576.015	1373.424	-509.301	643.124	1387.052	-328.494	706.752	1387.876
344.861	541.435	1236.845	-609.394	578.176	1374.048	-504.627	645.492	1387.257	-320.749	708.324	1387.854
347.353	538.716	1237.681	-606.907	580.241	1374.736	-500.259	648.013	1387.025	-312.818	709.793	1387.805

ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-304.758	711.205	1387.671	-39.891	699.995	1384.245	193.092	580.597	1391.459	332.386	421.256	1410.817
-296.607	712.518	1387.453	-30.952	697.621	1384.214	199.532	575.32	1391.83	335.262	416.323	1411.866
-288.404	713.817	1387.217	-22.209	695.16	1384.203	205.778	570.043	1392.286	338.026	411.493	1412.943
-279.685	714.766	1387.236	-13.347	692.501	1384.195	211.943	564.716	1392.65	340.676	406.74	1413.998
-271.765	716.032	1386.856	-4.603	689.741	1384.186	218.03	559.387	1393.094	343.237	402.053	1415.113
-263.317	717.05	1386.718	4.081	686.849	1384.21	223.949	554.032	1393.533	345.657	397.474	1416.251
-254.885	717.933	1386.476	12.779	683.845	1384.237	229.713	548.638	1394.008	347.925	393.007	1417.373
-246.324	718.746	1386.292	21.364	680.675	1384.322	235.369	543.218	1394.475	350.154	388.665	1418.533
-237.72	719.342	1386.042	29.877	677.429	1384.37	240.919	537.736	1394.998	352.196	384.393	1419.653
-229.048	719.915	1385.8	38.295	674.057	1384.458	246.253	532.356	1395.538	354.222	380.241	1420.826
-220.33	720.355	1385.597	46.332	670.657	1384.492	251.481	526.935	1396.067	356.043	376.234	1421.954
-211.425	720.612	1385.416	54.595	667.04	1384.602	256.553	521.466	1396.637	357.815	372.326	1423.126
-202.64	720.771	1385.245	62.715	663.319	1384.759	261.494	516.064	1397.259	359.45	368.562	1424.259
-193.769	720.838	1385.101	70.803	659.507	1385.015	266.336	510.698	1397.846	361.055	364.911	1425.405
-184.774	720.67	1385.02	78.75	655.526	1385.234	271.044	505.235	1398.425	362.507	361.402	1426.542
-175.749	720.341	1384.906	86.631	651.448	1385.488	275.684	499.825	1399.103	363.883	358.06	1427.66
-166.163	719.753	1385.031	94.331	647.311	1385.8	280.221	494.411	1399.72	365.156	354.806	1428.75
-157.131	719.229	1384.955	102.026	643.052	1386.124	284.656	489.038	1400.364	366.32	351.689	1429.859
-148.071	718.516	1384.912	109.543	638.67	1386.502	289	483.665	1401.052	367.387	348.676	1430.941
-138.973	717.733	1384.871	117.047	634.166	1386.889	293.221	478.284	1401.735	368.404	345.821	1431.974
-129.905	716.792	1384.767	124.386	629.655	1387.277	297.297	472.921	1402.388	369.331	343.144	1433.011
-120.872	715.666	1384.703	131.701	625.011	1387.692	301.389	467.573	1403.159	370.163	340.59	1434.016
-111.862	714.477	1384.616	138.862	620.367	1388.095	305.22	462.276	1403.885	370.916	338.204	1434.961
-102.839	713.156	1384.562	145.966	615.64	1388.542	309.051	456.966	1404.636	371.589	335.998	1435.854
-93.814	711.652	1384.468	152.927	610.785	1388.939	312.724	451.729	1405.422	372.18	333.981	1436.713
-84.798	710.023	1384.426	159.863	605.895	1389.373	316.288	446.491	1406.239	372.697	332.141	1437.506
-75.829	708.321	1384.427	166.737	600.959	1389.784	319.748	441.383	1407.12	373.124	330.486	1438.3
-66.794	706.422	1384.357	173.464	595.895	1390.176	323.074	436.27	1407.951	373.475	329.046	1438.979
-57.832	704.414	1384.311	180.079	590.829	1390.621	326.294	431.246	1408.877	373.746	327.746	1439.623
-48.932	702.283	1384.276	186.652	585.709	1391.012	329.399	426.188	1409.806	373.907	326.664	1440.198

ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
374.082	325.754	1440.765	-479.221	597.753	1553.925	-270.882	649.33	1566.781	3.009	599.97	1581.734
374.135	325.023	1441.182	-474.526	599.766	1554.248	-262.27	649.79	1567.334	11.582	596.231	1581.798
-559.91	555.089	1546.412	-469.61	601.785	1554.474	-253.517	650.136	1567.906	20.003	592.425	1581.82
-558.893	555.632	1546.685	-464.583	603.852	1554.727	-244.727	650.347	1568.474	28.405	588.516	1581.744
-557.695	556.261	1547.008	-459.434	605.913	1555.022	-235.861	650.464	1569.063	36.663	584.516	1581.662
-556.339	557.044	1547.348	-454.113	608.008	1555.304	-226.891	650.448	1569.61	44.884	580.44	1581.465
-554.914	557.927	1547.68	-448.666	610.158	1555.543	-217.903	650.262	1570.211	53.019	576.258	1581.335
-553.251	558.987	1548.008	-443.001	612.254	1555.877	-208.781	650	1570.76	61.176	571.939	1581.079
-551.432	560.067	1548.276	-437.206	614.413	1556.137	-199.681	649.6	1571.35	69.179	567.595	1580.807
-549.51	561.241	1548.552	-431.195	616.559	1556.387	-190.408	649.026	1571.907	77.095	563.167	1580.505
-547.368	562.497	1548.805	-425.021	618.708	1556.695	-181.212	648.331	1572.549	84.929	558.622	1580.088
-545.122	563.848	1549.045	-418.776	620.868	1557.031	-171.881	647.431	1573.091	92.803	554.009	1579.677
-542.787	565.305	1549.276	-412.186	623.005	1557.373	-162.476	646.333	1573.763	100.524	549.319	1579.239
-540.328	566.831	1549.528	-405.445	625.125	1557.763	-152.948	645.047	1574.353	108.143	544.496	1578.768
-537.75	568.458	1549.797	-398.618	627.228	1558.212	-143.476	643.583	1574.983	115.646	539.64	1578.286
-535.077	570.05	1550.03	-391.536	629.222	1558.643	-133.922	641.955	1575.658	123.037	534.641	1577.814
-532.234	571.703	1550.212	-384.304	631.216	1559.073	-124.331	640.084	1576.224	130.252	529.614	1577.29
-529.316	573.495	1550.441	-376.884	633.074	1559.542	-114.846	638.135	1576.875	137.312	524.461	1576.8
-526.256	575.222	1550.638	-369.335	634.92	1560.059	-105.298	635.977	1577.526	144.28	519.299	1576.286
-523.03	576.989	1550.853	-361.61	636.708	1560.592	-95.924	633.637	1578.099	151.029	513.995	1575.735
-519.748	578.853	1551.095	-353.794	638.379	1561.099	-86.51	631.145	1578.601	157.628	508.711	1575.178
-516.191	580.63	1551.349	-345.855	639.891	1561.658	-77.22	628.58	1579.131	164.132	503.371	1574.634
-512.645	582.507	1551.613	-337.807	641.416	1562.256	-67.933	625.835	1579.608	170.459	498.039	1574.066
-508.944	584.333	1551.848	-329.66	642.763	1562.803	-58.806	623.05	1580.083	176.734	492.679	1573.479
-505.089	586.242	1552.194	-321.442	644.011	1563.367	-49.687	620.074	1580.425	182.897	487.276	1572.856
-501.12	588.056	1552.466	-313.18	645.193	1563.922	-40.7	617.009	1580.793	188.928	481.863	1572.235
-497.041	590.006	1552.776	-304.849	646.283	1564.538	-31.766	613.803	1581.095	194.85	476.401	1571.585
-492.698	591.899	1553.041	-296.377	647.195	1565.068	-22.915	610.491	1581.326	200.691	470.966	1570.987
-488.429	593.85	1553.369	-287.953	648.054	1565.673	-14.186	607.09	1581.528	206.365	465.476	1570.338
-483.833	595.794	1553.656	-279.461	648.74	1566.199	-5.531	603.574	1581.654	211.986	459.901	1569.728

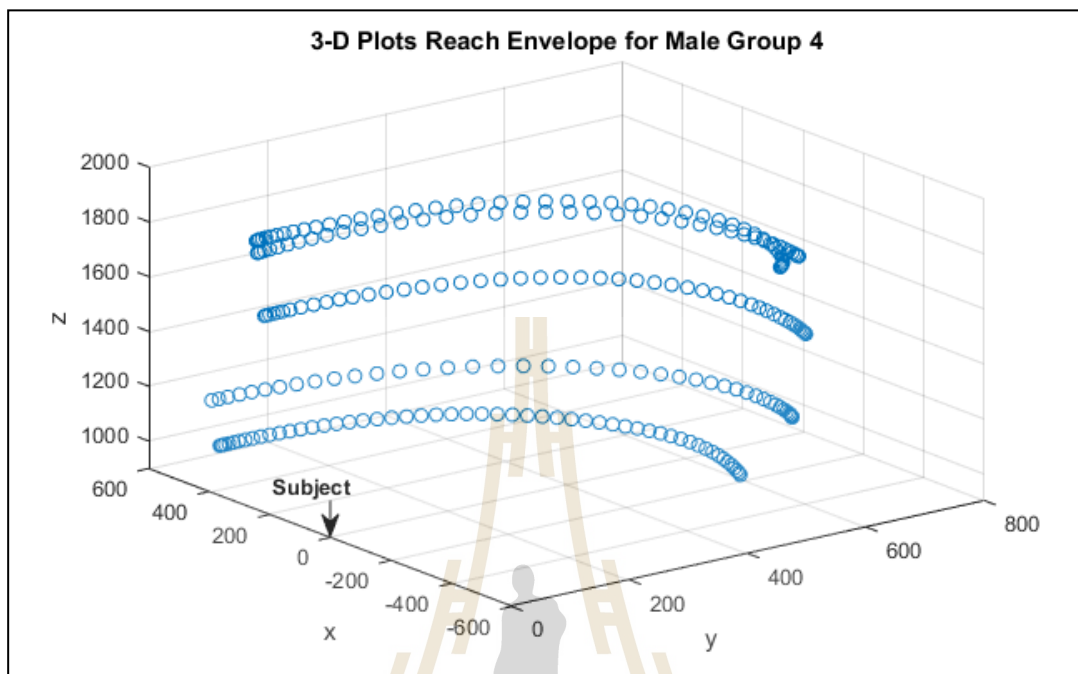
ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
217.47	454.296	1569.067	321.044	307.434	1555.115	257.533	272.175	1672.376	312.697	189.819	1640.843
222.844	448.62	1568.422	322.956	303.738	1554.786	260.967	267.831	1670.825	313.15	189.096	1640.506
228.107	442.922	1567.823	324.779	300.143	1554.458	264.076	263.597	1669.245	313.472	188.516	1640.184
233.265	437.173	1567.208	326.588	296.621	1554.142	267.139	259.41	1667.701	313.71	188.061	1639.958
238.24	431.457	1566.609	328.304	293.188	1553.799	270.143	255.317	1666.286	313.902	187.738	1639.78
243.067	425.737	1565.988	329.991	289.838	1553.462	272.894	251.346	1664.804	314.038	187.589	1639.706
247.734	420.014	1565.405	331.647	286.577	1553.109	275.759	247.441	1663.412	314.046	187.542	1639.589
252.281	414.326	1564.84	333.174	283.423	1552.774	278.443	243.599	1661.971	314.031	187.589	1639.582
256.622	408.733	1564.265	334.689	280.338	1552.416	280.916	239.924	1660.56	313.982	187.74	1639.639
260.836	403.15	1563.737	336.105	277.342	1552.06	283.42	236.335	1659.267	313.713	188.061	1639.682
264.922	397.662	1563.206	337.487	274.483	1551.709	285.757	232.842	1657.933	313.396	188.529	1639.817
268.887	392.231	1562.659	338.895	271.694	1551.335	288.032	229.443	1656.636	313.056	189.13	1639.998
272.748	386.888	1562.136	340.194	269.026	1550.976	290.248	226.135	1655.396	312.604	189.871	1640.21
276.392	381.739	1561.6	341.414	266.453	1550.571	292.289	222.994	1654.152	312.175	190.772	1640.505
279.887	376.694	1561.095	342.604	263.965	1550.174	294.306	219.938	1653.003	311.552	191.81	1640.811
283.29	371.687	1560.562	343.732	261.557	1549.762	296.057	217.038	1651.833	310.859	193.007	1641.171
286.58	366.834	1560.068	344.837	259.208	1549.342	297.896	214.286	1650.806	310.132	194.312	1641.541
289.711	362.073	1559.613	345.924	256.938	1548.92	299.511	211.625	1649.751	309.312	195.738	1642.001
292.753	357.403	1559.15	346.96	254.728	1548.523	301.075	209.133	1648.772	308.434	197.316	1642.518
295.646	352.843	1558.718	348.013	252.58	1548.09	302.526	206.758	1647.825	307.518	199.026	1643.038
298.465	348.327	1558.299	348.958	250.501	1547.687	303.851	204.549	1646.971	306.399	200.839	1643.601
301.113	343.915	1557.916	349.868	248.498	1547.271	305.183	202.428	1646.11	305.25	202.787	1644.205
303.658	339.557	1557.575	350.709	246.562	1546.854	306.258	200.487	1645.31	304.171	204.857	1644.861
306.066	335.302	1557.217	351.531	244.674	1546.443	307.49	198.655	1644.589	302.835	207.004	1645.54
308.39	331.118	1556.913	352.358	242.926	1546.025	308.423	196.98	1643.865	301.496	209.309	1646.277
310.696	326.992	1556.631	353.13	241.206	1545.651	309.31	195.481	1643.262	300.104	211.718	1647.004
312.835	322.952	1556.338	353.839	239.628	1545.215	310.134	194.087	1642.66	298.566	214.238	1647.79
314.971	318.954	1556.049	354.514	238.155	1544.835	310.905	192.837	1642.132	297.067	216.829	1648.584
317.02	315.011	1555.762	355.105	236.785	1544.43	311.608	191.708	1641.628	295.352	219.555	1649.425
319.039	311.189	1555.439	254.012	276.646	1673.972	312.164	190.698	1641.198	293.668	222.367	1650.307

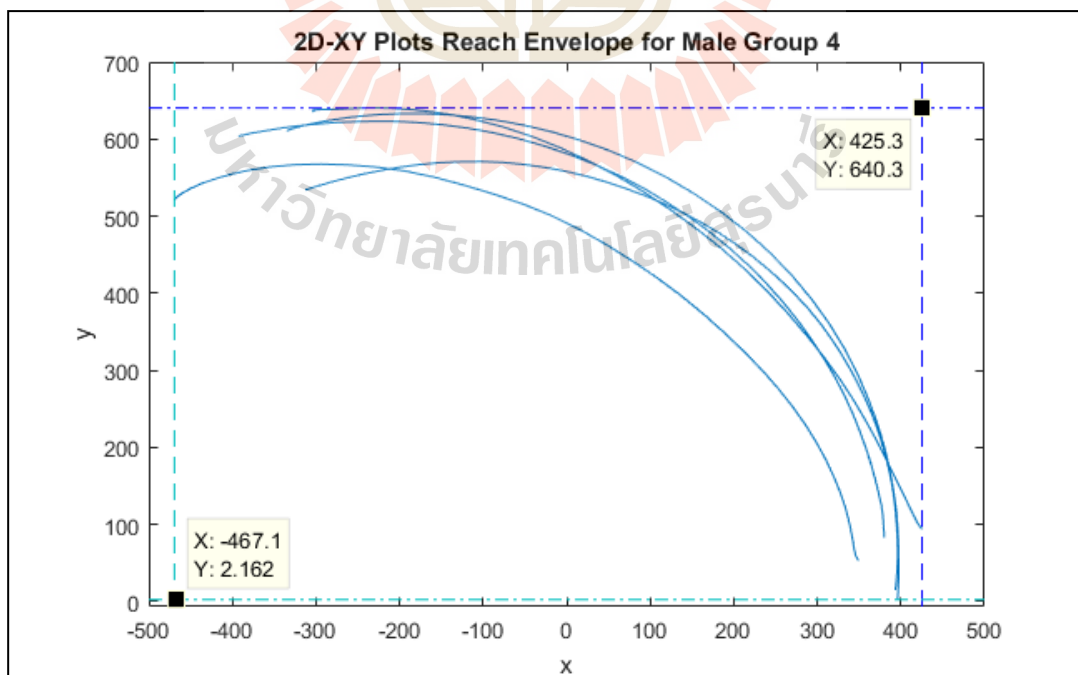
ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
291.826	225.272	1651.179	194.092	350.222	1683.61	-3.402	486.664	1708.833	-250.738	534.541	1711.701
289.994	228.278	1652.09	189.165	355.165	1684.673	-11.681	490.218	1709.121	-258.758	534.053	1711.535
288.064	231.41	1652.988	184.205	360.099	1685.718	-19.977	493.738	1709.446	-266.799	533.454	1711.377
286.032	234.617	1653.955	179.18	365.024	1686.759	-28.221	497.043	1709.739	-274.727	532.704	1711.199
283.897	237.937	1654.925	173.962	370.014	1687.754	-36.555	500.251	1710.011	-282.634	531.873	1710.986
281.716	241.32	1655.918	168.772	374.958	1688.78	-44.78	503.277	1710.268	-290.354	530.852	1710.74
279.369	244.811	1656.921	163.401	379.913	1689.756	-53.015	506.235	1710.476	-298.101	529.706	1710.509
277.079	248.384	1657.991	158.009	384.806	1690.752	-61.37	509.042	1710.639	-305.687	528.406	1710.263
274.637	252.083	1659.058	152.43	389.742	1691.75	-69.684	511.661	1710.804	-313.293	527.002	1710.035
272.071	255.842	1660.104	146.751	394.64	1692.733	-78.053	514.18	1710.96	-320.625	525.486	1709.81
269.375	259.656	1661.128	140.915	399.579	1693.706	-86.434	516.579	1711.046	-327.926	523.839	1709.538
266.737	263.576	1662.23	134.937	404.381	1694.67	-94.713	518.742	1711.194	-335.118	522.08	1709.238
263.824	267.576	1663.35	128.765	409.139	1695.622	-103.095	520.791	1711.339	-342.21	520.223	1709.019
260.811	271.678	1664.448	123.421	413.809	1696.772	-111.414	522.695	1711.488	-349.179	518.3	1708.725
257.755	275.842	1665.605	117.234	418.527	1697.816	-119.656	524.44	1711.623	-355.879	516.251	1708.442
254.507	280.054	1666.721	110.591	423.276	1698.745	-127.96	526.053	1711.683	-362.53	514.086	1708.174
251.194	284.368	1667.85	103.865	427.901	1699.638	-136.256	527.554	1711.78	-368.974	511.886	1707.89
247.836	288.742	1668.958	96.838	432.495	1700.509	-144.518	528.828	1711.854	-375.347	509.632	1707.583
244.304	293.15	1670.116	89.807	437.057	1701.379	-152.715	530.066	1711.981	-381.434	507.257	1707.326
240.667	297.64	1671.265	82.626	441.559	1702.148	-160.982	531.102	1712.043	-387.335	504.861	1707.076
236.927	302.191	1672.443	75.285	446.021	1702.957	-169.188	532.072	1712.053	-393.223	502.492	1706.79
232.891	306.794	1673.573	67.899	450.419	1703.632	-177.379	532.915	1712.137	-398.858	500.076	1706.504
228.875	311.476	1674.74	60.404	454.736	1704.256	-185.593	533.63	1712.17	-403.984	497.602	1706.077
224.726	316.23	1675.87	52.77	459.015	1704.965	-193.732	534.183	1712.197	-409.317	495.217	1705.934
220.471	321.01	1677.007	45.032	463.167	1705.709	-201.953	534.626	1712.206	-414.391	492.808	1705.8
216.163	325.817	1678.124	37.179	467.257	1706.299	-210.118	534.872	1712.147	-419.331	490.417	1705.731
211.824	330.621	1679.245	29.099	471.346	1706.921	-218.315	535.096	1712.11	-424.058	488.038	1705.707
207.308	335.49	1680.327	21.172	475.299	1707.441	-226.468	535.141	1712.043	-428.467	485.642	1705.641
202.786	340.407	1681.434	13.054	479.196	1707.987	-234.573	535.054	1711.924	-432.576	483.306	1705.711
198.845	345.292	1682.521	4.793	482.944	1708.416	-242.735	534.857	1711.817	-436.563	481.058	1705.822

กลุ่มที่ 4 ผู้สูงอายุเพศชายที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 159.6 ถึง 162.9 เซนติเมตร



รูปที่ ๓.4-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 4 ในระนาบ xyz



รูปที่ ๓.4-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 4 ในระนาบ xy

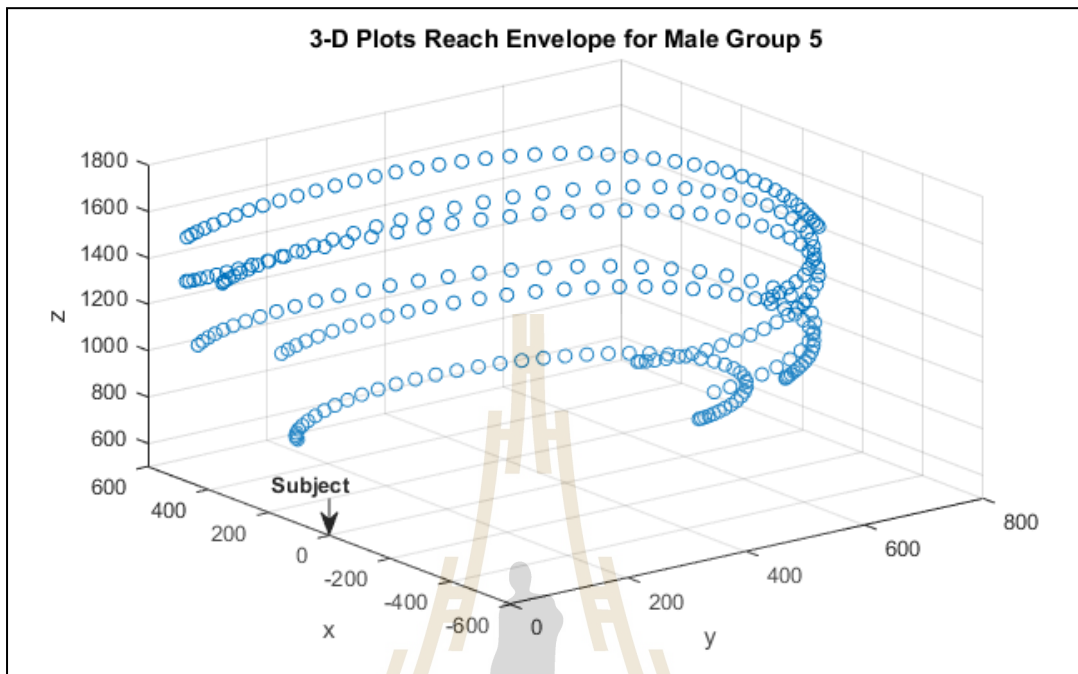
ตารางที่ ๓.4 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 4

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-312.478	534.057	1002.166	316.582	341.119	1050.213	-306.400	619.505	1182.659	391.236	143.445	1225.788
-297.622	539.080	1000.434	328.266	321.761	1051.730	-293.593	622.326	1181.939	394.642	116.520	1227.230
-280.892	544.378	999.064	338.842	302.297	1052.962	-278.944	625.048	1181.363	396.314	92.632	1228.823
-262.112	549.781	998.091	348.660	282.350	1054.210	-261.610	627.849	1181.146	397.168	70.284	1229.834
-242.209	554.838	997.834	357.610	262.289	1055.202	-241.781	630.262	1181.292	397.350	49.740	1230.888
-221.078	559.386	997.953	365.594	242.367	1056.146	-220.146	632.043	1181.415	397.388	30.060	1231.302
-198.661	563.561	998.360	372.118	222.837	1056.979	-196.182	633.029	1181.916	396.696	14.592	1232.047
-175.408	566.969	999.246	377.663	203.857	1057.621	-170.626	632.989	1182.660	396.073	2.162	1232.994
-151.553	569.295	1000.589	382.505	185.338	1058.206	-143.055	631.574	1183.660	-392.563	604.057	1515.583
-126.895	570.503	1002.013	386.541	167.128	1058.607	-114.124	628.810	1184.873	-389.629	604.653	1515.693
-101.669	570.731	1003.593	389.598	149.499	1059.031	-83.655	624.396	1186.155	-384.629	605.752	1515.915
-76.312	569.640	1005.410	391.971	132.298	1059.486	-51.404	618.001	1187.454	-377.772	607.386	1516.270
-51.188	567.012	1007.290	393.735	115.450	1060.058	-18.344	609.485	1188.927	-368.529	609.150	1516.683
-26.160	563.186	1009.250	394.913	99.579	1060.558	15.781	598.608	1190.359	-357.289	611.243	1516.915
-1.204	558.169	1011.051	395.660	84.969	1061.067	50.531	585.223	1192.014	-344.152	613.667	1517.166
23.320	551.841	1012.968	396.033	71.355	1061.419	85.354	569.009	1193.717	-329.420	616.000	1517.349
47.442	544.185	1014.879	396.148	58.861	1061.785	119.458	550.218	1195.545	-312.819	618.033	1517.372
71.081	535.608	1016.825	395.881	47.824	1062.122	152.680	529.014	1197.646	-294.314	619.964	1517.537
94.529	526.121	1018.918	395.374	38.413	1062.435	184.927	505.363	1200.052	-273.702	621.580	1517.977
117.484	515.569	1021.284	394.852	30.447	1062.675	215.689	479.427	1202.675	-250.534	622.627	1519.177
140.015	503.968	1023.893	394.459	23.904	1062.864	244.121	451.675	1205.387	-225.469	623.031	1520.903
161.843	491.219	1026.636	394.042	19.017	1063.015	270.182	422.133	1208.134	-202.544	622.777	1522.433
183.037	477.521	1029.505	393.537	15.883	1063.188	293.734	391.344	1210.838	-178.017	621.408	1524.264
203.296	462.919	1032.432	393.253	14.455	1063.201	314.630	359.769	1213.355	-148.143	618.465	1526.893
222.500	447.535	1035.359	393.200	14.435	1063.112	332.640	327.627	1215.693	-118.714	614.226	1529.547
240.653	431.391	1038.446	-334.578	609.742	1184.719	347.902	295.467	1217.718	-88.499	608.298	1532.456
257.999	414.644	1041.309	-334.156	610.793	1184.448	360.705	263.479	1219.479	-57.643	600.507	1535.178
274.464	397.045	1043.862	-331.188	612.259	1184.140	371.450	231.988	1221.125	-26.766	590.978	1537.811
289.818	378.879	1046.317	-325.518	614.206	1183.782	379.981	201.481	1222.772	3.938	579.701	1540.216
303.829	360.257	1048.386	-317.166	616.714	1183.341	386.408	171.967	1224.256	34.616	566.576	1542.212

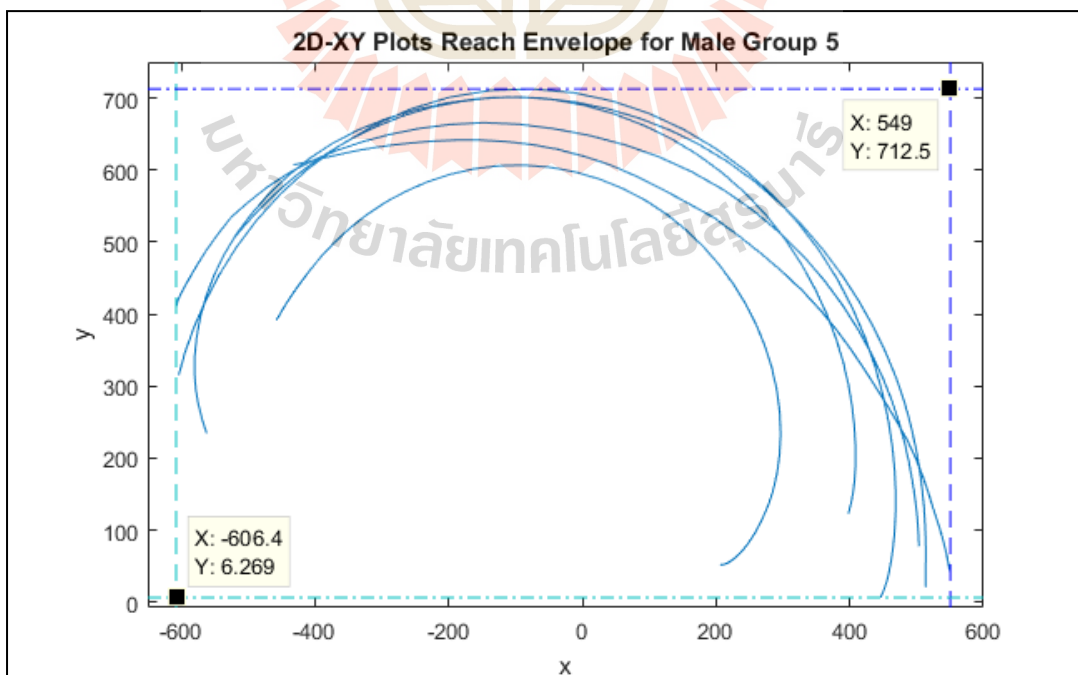
ตารางที่ ๓.๔ ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 4 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
64.491	551.716	1543.832	-304.676	637.050	1746.083	369.566	211.411	1757.600	235.100	298.615	1859.598
92.940	535.605	1545.084	-302.629	637.692	1746.227	380.247	188.968	1752.220	213.464	322.890	1864.656
119.470	518.141	1546.279	-297.964	638.098	1746.723	389.563	168.349	1746.039	190.012	347.283	1869.108
146.611	498.834	1546.209	-290.323	638.336	1747.618	397.662	150.596	1740.107	164.516	372.048	1872.846
172.550	478.140	1545.846	-279.852	638.524	1748.561	404.872	134.977	1734.255	137.191	396.438	1875.794
196.878	456.552	1545.046	-267.570	639.062	1749.174	410.806	121.234	1728.688	108.467	419.671	1878.047
219.339	434.246	1543.842	-252.490	639.775	1749.702	415.728	110.356	1723.973	78.279	441.931	1879.538
240.230	411.097	1542.154	-234.201	640.323	1750.418	419.335	102.793	1720.063	46.977	463.311	1880.528
259.794	387.226	1540.229	-212.757	640.058	1751.579	422.287	97.926	1716.960	14.925	482.982	1880.711
277.823	362.664	1538.034	-188.682	638.466	1753.286	424.419	95.099	1714.908	-17.851	500.385	1880.628
294.085	338.135	1535.443	-162.791	635.563	1755.262	425.348	94.140	1714.085	-51.118	515.197	1880.246
308.672	313.650	1532.609	-135.420	631.077	1757.698	425.254	95.178	1714.616	-85.607	527.980	1878.816
321.700	289.586	1529.718	-106.279	624.241	1760.599	349.457	53.334	1810.011	-121.171	539.585	1876.251
333.281	265.344	1527.422	-75.078	615.355	1764.179	348.904	53.619	1811.276	-157.511	550.249	1872.668
343.445	240.874	1525.661	-42.508	603.707	1768.298	347.852	55.271	1812.803	-193.609	558.549	1868.649
351.800	217.835	1524.376	-9.515	589.449	1772.797	346.606	57.931	1814.357	-228.243	563.645	1864.815
358.019	198.886	1522.257	23.392	573.001	1777.068	345.349	61.742	1815.833	-261.665	566.473	1860.705
363.760	179.821	1519.235	56.533	554.359	1781.102	344.263	67.246	1816.925	-294.116	567.473	1856.240
368.762	160.670	1516.778	89.792	532.959	1784.596	343.042	74.993	1817.867	-324.647	566.666	1851.760
373.144	141.458	1514.778	122.684	509.344	1787.168	341.533	84.277	1818.753	-352.595	564.152	1847.556
376.608	124.717	1512.487	154.019	484.740	1788.523	339.550	95.760	1819.774	-377.820	559.989	1843.522
378.265	113.352	1511.227	184.229	458.828	1788.970	336.553	109.980	1821.154	-400.569	554.609	1840.090
378.851	105.390	1510.617	212.977	431.350	1788.701	332.351	125.897	1823.256	-420.633	548.340	1837.084
379.106	98.858	1510.279	240.098	402.565	1787.599	326.755	143.079	1826.051	-437.338	541.928	1834.797
379.764	91.782	1509.834	265.167	373.148	1785.351	319.487	162.196	1829.283	-450.257	535.814	1833.395
380.057	86.652	1509.493	288.056	343.962	1782.048	310.571	182.920	1833.370	-459.599	529.926	1832.874
379.958	83.926	1509.310	308.910	315.277	1777.960	299.687	204.691	1837.974	-466.264	524.965	1832.636
379.748	82.971	1509.125	327.447	287.511	1773.171	286.674	227.550	1842.992	-469.487	521.215	1832.105
-301.766	635.811	1746.608	343.511	260.838	1768.163	271.592	250.888	1848.325			
-304.583	636.446	1746.138	357.362	235.381	1763.038	254.362	274.610	1853.947			

กลุ่มที่ 5 ผู้สูงอายุเพศชายที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 163.0 ถึง 167.9 เซนติเมตร



รูปที่ ๓.5-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 5 ในระนาบ xyz



รูปที่ ๓.5-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 5 ในระนาบ xy

ตารางที่ ๕.5 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 5

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
-457.806	391.458	1006.249	273.115	355.743	872.722	-267.315	675.657	1144.297	-594.250	347.098	1215.045
-453.940	397.372	1003.604	283.468	325.285	866.928	-223.801	687.605	1146.645	-581.249	380.984	1211.530
-448.561	406.014	1000.773	290.894	294.538	861.193	-181.296	695.222	1146.600	-564.381	416.880	1208.011
-441.371	416.836	997.420	295.254	263.976	855.470	-136.960	700.587	1144.841	-543.435	454.201	1204.870
-432.243	429.649	994.046	296.563	234.310	849.426	-90.790	701.403	1144.943	-517.954	492.189	1201.884
-420.884	444.517	990.557	295.214	206.141	843.343	-44.158	698.013	1144.972	-487.448	530.068	1199.405
-407.014	461.416	986.912	291.433	179.918	837.060	2.403	690.042	1144.060	-451.709	566.813	1197.473
-390.498	480.172	983.479	285.479	155.725	830.776	47.724	677.944	1142.391	-410.560	601.528	1196.247
-370.852	499.457	979.880	277.587	133.597	824.373	91.158	662.303	1139.933	-364.089	633.361	1195.676
-348.186	519.065	976.787	268.319	113.675	817.733	132.178	643.837	1136.773	-312.916	661.496	1195.651
-322.658	537.880	973.838	258.163	96.050	811.192	170.866	622.347	1132.963	-257.463	684.526	1196.106
-294.693	555.110	971.020	247.780	81.272	805.023	207.818	597.350	1128.695	-198.696	701.203	1196.957
-264.390	570.432	968.009	237.611	69.659	799.675	242.477	569.075	1124.010	-137.490	710.691	1198.197
-231.931	583.582	964.511	228.091	61.125	795.040	274.410	537.888	1118.898	-74.814	712.542	1199.170
-197.493	594.179	960.609	219.527	55.428	790.721	303.270	504.057	1113.379	-13.095	707.492	1199.935
-161.317	601.805	956.291	212.133	52.415	786.702	328.254	468.576	1107.262	45.719	695.655	1200.197
-124.106	606.078	951.759	206.163	51.935	782.694	349.281	432.779	1100.860	100.539	678.344	1200.395
-86.516	606.840	947.438	-520.502	505.844	1147.300	366.571	397.874	1094.406	151.589	656.288	1200.193
-48.647	603.973	942.743	-518.108	508.755	1147.970	380.018	364.524	1088.391	199.025	630.089	1199.472
-10.893	597.440	937.667	-513.253	514.202	1148.386	390.389	332.647	1082.562	243.431	599.734	1198.075
26.353	587.195	932.428	-505.907	522.218	1148.459	398.078	301.892	1076.461	284.354	565.543	1196.002
62.340	573.613	926.707	-495.865	532.707	1148.256	403.585	271.892	1069.924	321.363	528.289	1193.120
96.259	556.855	920.613	-483.045	545.471	1147.691	406.958	242.844	1062.963	353.854	488.883	1189.624
127.735	537.450	914.330	-467.472	559.901	1146.865	408.708	214.707	1055.485	381.310	448.699	1186.091
156.447	515.764	908.132	-449.032	575.873	1145.716	408.666	190.247	1047.501	404.114	408.036	1182.292
182.251	492.412	902.105	-427.492	592.795	1144.660	407.212	168.839	1039.934	422.981	367.289	1178.119
205.429	467.579	896.178	-402.710	610.220	1143.798	404.758	150.888	1032.407	438.063	326.840	1173.550
226.098	441.486	890.305	-374.303	627.681	1143.592	401.614	135.740	1024.962	449.596	287.772	1168.970
244.256	414.103	884.470	-342.278	644.884	1143.710	397.952	122.849	1017.570	458.072	250.350	1163.977
259.991	385.455	878.610	-306.419	661.070	1144.000	-603.665	315.465	1218.815	463.903	214.625	1158.551

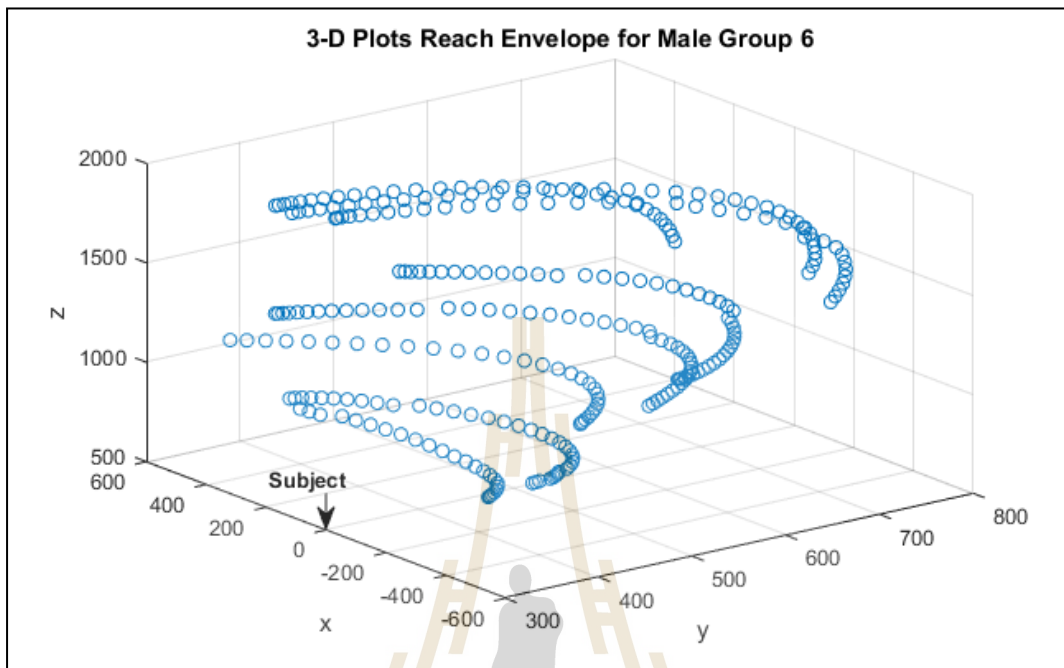
ตารางที่ ๕.5 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 5 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
467.281	181.173	1152.750	328.720	523.148	1424.613	-574.682	275.913	1390.176	63.718	635.001	1602.593
468.758	150.518	1147.058	294.610	554.786	1431.506	-570.221	258.922	1390.615	11.909	647.712	1609.501
468.499	122.601	1141.674	257.212	584.533	1438.000	-566.256	246.336	1391.621	-41.005	657.231	1613.765
467.108	97.431	1136.378	216.759	611.862	1444.178	-563.519	238.481	1393.091	-94.557	663.647	1615.835
464.719	75.403	1131.026	174.649	635.478	1450.316	-561.878	234.190	1394.570	-147.225	665.798	1616.168
461.826	56.817	1125.331	130.919	655.478	1455.688	503.892	77.287	1294.311	-197.598	663.385	1614.885
458.693	41.431	1119.083	85.250	671.987	1460.970	503.531	77.614	1297.312	-244.984	657.600	1612.833
455.128	28.202	1112.024	38.055	685.000	1464.267	503.243	80.715	1301.981	-289.123	649.264	1610.062
450.842	16.363	1104.323	-11.140	694.470	1466.096	503.028	86.683	1307.988	-330.424	638.953	1606.563
446.025	6.269	1096.294	-61.801	700.043	1465.922	502.651	95.674	1315.020	-369.305	626.639	1602.349
513.684	20.950	1329.685	-111.216	701.351	1465.363	501.895	106.795	1323.030	-405.861	612.176	1597.390
513.376	25.841	1327.695	-158.772	698.783	1463.973	500.769	119.529	1331.573	-439.921	595.424	1592.095
513.334	33.620	1326.594	-204.436	692.828	1461.640	498.992	134.445	1340.653	-471.196	576.424	1586.753
513.491	44.122	1326.348	-248.765	683.890	1457.982	496.450	151.863	1350.375	-499.441	555.652	1581.659
513.659	56.794	1326.909	-291.976	671.839	1453.526	493.042	171.745	1361.047	-524.535	535.295	1577.874
513.732	71.719	1328.013	-333.952	656.323	1447.765	488.404	194.732	1372.643	-545.281	510.924	1573.065
513.398	88.943	1330.175	-373.355	637.390	1441.534	482.371	220.200	1385.300	-562.758	488.106	1569.424
512.637	108.593	1333.387	-408.931	615.587	1435.372	474.162	248.371	1399.284	-576.857	467.204	1566.780
511.170	130.759	1337.647	-440.770	591.650	1429.712	463.590	278.357	1414.492	-587.760	449.938	1565.431
508.454	156.016	1342.840	-469.266	566.175	1424.293	450.191	309.759	1431.285	-595.817	436.531	1565.194
504.714	182.738	1348.759	-494.757	539.245	1418.988	433.651	342.758	1448.546	-601.836	426.121	1565.962
499.247	212.151	1355.034	-516.954	511.782	1414.150	413.640	376.703	1466.299	-605.739	417.319	1567.732
491.902	243.613	1361.706	-535.653	483.078	1409.613	390.011	411.342	1484.393	-607.669	409.838	1570.225
482.118	276.873	1369.066	-550.900	453.914	1405.369	362.489	446.095	1502.533	-431.869	607.280	1699.672
469.398	311.468	1377.020	-562.822	424.614	1401.390	331.065	480.010	1520.609	-418.831	609.732	1702.125
453.683	346.979	1385.386	-571.348	395.952	1397.820	295.804	512.554	1537.752	-403.328	613.131	1704.967
434.892	383.001	1393.772	-576.946	368.358	1394.818	256.175	543.409	1553.755	-385.201	617.117	1708.149
412.962	419.110	1402.062	-579.808	341.940	1392.560	211.911	572.121	1568.474	-364.348	621.550	1711.823
387.819	454.911	1410.003	-580.118	317.570	1390.961	164.358	597.323	1581.751	-340.805	626.282	1715.924
359.667	489.760	1417.454	-578.260	295.603	1390.262	114.583	618.388	1593.262	-314.844	630.657	1720.527

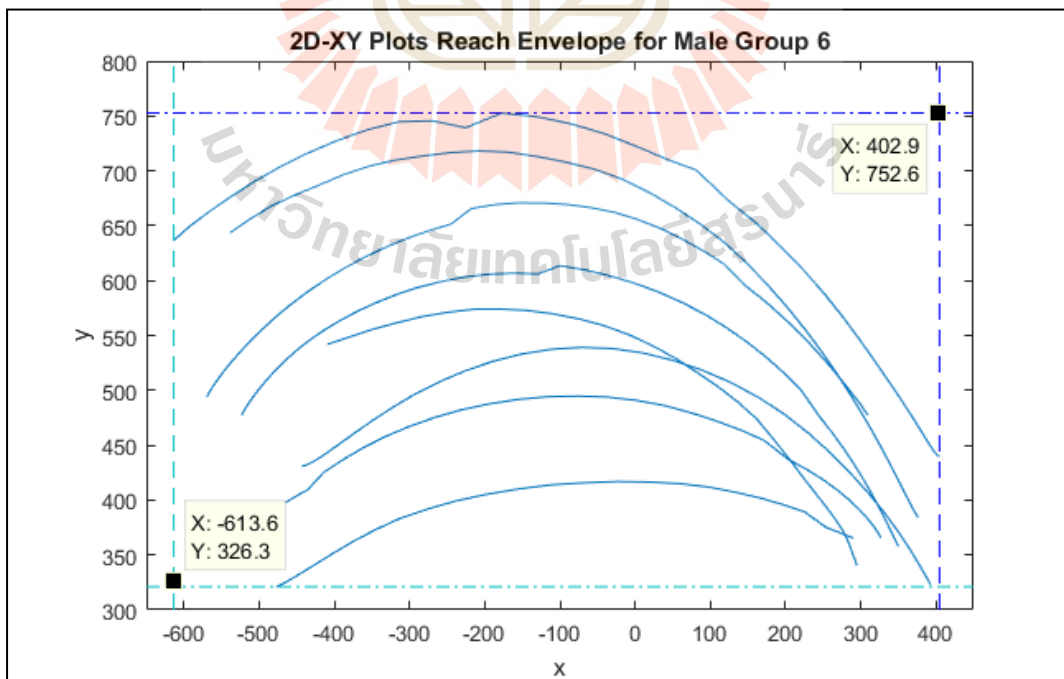
ตารางที่ น.5 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 5 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z
-286.450	634.471	1725.402	530.704	113.556	1553.785
-255.837	637.674	1730.114	536.514	96.255	1540.035
-223.220	640.218	1734.224	541.058	81.141	1526.968
-188.631	641.630	1737.395	544.541	67.472	1515.581
-152.545	641.559	1739.547	547.027	55.998	1506.086
-115.102	639.641	1741.181	548.829	47.190	1497.594
-76.548	635.549	1742.255	550.466	41.118	1489.709
-37.121	628.867	1743.366			
2.648	618.993	1744.727			
42.318	606.870	1745.673			
82.144	590.849	1746.889			
121.491	572.418	1747.719			
159.723	553.065	1747.507			
196.205	534.279	1745.595			
232.455	509.667	1741.147			
266.965	484.368	1734.152			
299.105	458.845	1725.257			
328.845	432.689	1715.115			
355.478	406.173	1704.770			
378.926	379.638	1694.358			
399.952	353.208	1683.654			
419.208	326.993	1672.194			
437.203	301.028	1659.919			
454.363	275.524	1646.417			
470.536	250.582	1631.759			
485.453	225.803	1616.792			
498.284	200.803	1602.816			
508.684	176.071	1590.465			
517.273	152.576	1579.124			
524.292	132.095	1567.095			

กลุ่มที่ 6 ผู้สูงอายุเพศชายที่มีความสูงมากกว่า 168.0 เซนติเมตร



รูปที่ ๖.6-1 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 6 ในระนาบ xyz



รูปที่ ๖.6-2 ขอบเขตการเอื้อมและกวาดแขนของผู้สูงอายุเพศชาย กลุ่มที่ 6 ในระนาบ xy

ตารางที่ ๖.6 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 6

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
290.343	365.318	874.586	-471.009	395.053	943.344	326.701	365.702	904.825	-435.811	432.331	1143.658
273.905	369.754	865.242	-454.794	402.082	935.578	392.716	323.129	1205.605	-443.508	430.757	1150.429
254.072	375.109	854.895	-435.684	409.310	926.517	381.101	337.319	1195.987	-523.277	477.508	1236.658
225.011	389.340	848.900	-413.971	425.375	915.267	367.364	353.029	1185.840	-518.311	483.679	1240.031
198.323	395.504	837.459	-389.263	436.491	904.692	351.278	369.956	1175.148	-511.531	490.723	1242.806
168.344	401.530	826.160	-361.996	447.510	894.282	332.269	387.832	1163.968	-502.997	498.688	1245.047
135.241	406.924	815.702	-332.221	457.896	884.244	310.414	406.216	1152.674	-492.710	507.308	1246.716
99.023	411.773	806.541	-300.155	467.089	874.637	285.965	424.797	1141.667	-480.714	516.595	1247.717
60.165	414.942	798.447	-266.086	475.402	865.981	259.223	443.248	1131.065	-466.828	526.272	1248.062
19.105	416.411	792.053	-230.362	482.400	858.397	230.189	461.185	1121.073	-451.103	535.951	1247.704
-23.827	416.900	787.959	-193.058	487.775	851.790	198.497	478.190	1111.570	-433.418	545.501	1246.713
-67.344	415.769	786.273	-154.721	491.787	846.840	163.981	493.576	1102.880	-413.705	554.780	1245.292
-111.265	413.918	787.421	-115.789	494.199	843.507	127.007	507.230	1095.164	-391.952	563.837	1243.465
-154.676	410.185	791.246	-76.514	494.761	841.691	88.372	518.562	1088.591	-368.357	572.410	1241.186
-197.033	405.375	797.585	-37.233	493.882	841.423	48.867	527.654	1083.251	-343.028	580.308	1238.536
-237.691	399.299	806.049	1.591	490.860	842.308	9.014	534.260	1079.305	-316.168	587.603	1235.635
-276.112	391.870	815.967	39.353	486.109	844.490	-31.138	538.117	1076.633	-287.858	593.953	1232.648
-312.252	383.415	827.342	75.621	479.233	847.683	-71.438	539.106	1075.481	-257.926	599.118	1229.751
-345.537	373.014	839.460	109.780	471.629	852.265	-111.479	537.420	1075.820	-226.975	603.205	1227.135
-375.822	361.987	852.255	141.551	463.461	858.144	-150.830	533.115	1077.399	-194.780	605.794	1225.031
-402.808	351.044	865.811	171.077	454.533	864.656	-188.965	526.463	1079.998	-162.011	606.762	1223.438
-426.469	340.920	879.561	203.591	437.131	866.823	-225.334	517.978	1083.598	-128.794	606.090	1222.492
-446.764	332.383	892.986	228.443	427.803	874.185	-259.601	507.964	1088.246	-100.234	613.516	1226.071
-463.670	325.513	905.680	250.462	418.376	881.255	-291.632	496.985	1093.461	-66.915	609.843	1226.779
-477.313	320.943	916.972	269.456	408.909	887.560	-321.162	485.015	1099.405	-33.451	604.191	1228.438
-505.758	358.921	963.145	285.500	399.612	892.922	-348.067	473.056	1105.826	-0.425	597.511	1231.354
-504.756	362.729	963.142	298.677	390.919	897.355	-372.033	461.593	1112.872	31.812	589.391	1235.234
-500.581	368.022	960.724	309.261	382.905	900.770	-392.881	451.304	1120.445	63.050	579.870	1240.096
-494.113	381.968	955.422	317.440	375.895	903.160	-410.496	442.733	1128.281	93.030	569.092	1245.514
-484.091	388.273	950.130	323.201	370.033	904.469	-424.828	436.301	1136.081	121.579	557.056	1251.280

ตารางที่ ๖.6 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 6 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
148.574	544.104	1257.473	118.298	615.076	1380.774	-568.467	495.558	1378.331	-397.773	727.233	1624.829
174.120	530.304	1264.079	91.936	626.494	1375.684	-569.435	493.762	1379.874	-436.163	715.935	1622.349
197.884	515.908	1271.037	64.483	637.093	1371.164	404.751	439.540	1688.080	-472.098	703.599	1620.332
219.701	501.107	1278.021	35.530	646.987	1367.001	402.094	440.649	1690.909	-505.653	690.632	1618.486
245.450	475.843	1281.398	5.383	655.178	1362.812	397.645	444.198	1693.482	-536.586	676.947	1616.982
262.735	460.801	1287.489	-26.278	662.016	1358.636	391.532	450.454	1695.141	-565.068	663.474	1615.794
278.018	446.222	1293.252	-58.696	666.481	1354.517	383.690	459.166	1695.961	-590.815	650.401	1615.397
291.700	432.109	1298.983	-91.451	669.418	1350.866	373.977	469.917	1696.634	-613.594	636.593	1615.910
303.629	418.871	1304.314	-123.514	670.699	1347.833	362.524	482.312	1697.687	376.199	384.288	1789.689
314.028	406.552	1309.353	-155.177	670.823	1345.278	349.157	496.240	1699.008	371.426	389.686	1792.261
322.832	395.400	1313.808	-186.525	669.197	1342.738	333.871	511.580	1700.180	365.196	397.649	1794.038
330.276	385.530	1317.495	-217.651	665.649	1340.450	316.764	528.549	1700.117	357.603	407.850	1795.160
336.359	377.034	1320.357	-244.657	651.523	1335.916	297.625	547.084	1698.655	348.841	419.715	1796.047
341.465	369.889	1322.536	-275.220	645.257	1335.026	276.141	566.979	1695.969	339.020	432.840	1796.880
345.464	364.267	1324.285	-305.126	637.956	1334.818	251.832	587.824	1692.694	327.878	447.191	1797.773
348.435	360.173	1325.626	-333.902	629.713	1335.207	224.630	609.075	1689.377	315.384	462.643	1798.662
350.113	357.841	1326.336	-361.461	620.689	1336.196	193.934	630.789	1686.243	301.209	479.315	1799.267
309.984	477.612	1435.297	-387.513	610.998	1337.908	159.764	653.165	1683.692	285.406	497.001	1799.459
304.657	481.772	1433.406	-412.080	600.737	1340.212	124.628	672.524	1678.929	267.719	515.726	1799.270
300.467	486.801	1429.269	-435.009	590.100	1342.917	81.018	700.743	1674.799	248.079	535.187	1798.600
292.638	493.480	1426.625	-456.402	579.078	1345.836	45.302	709.645	1668.836	226.361	555.229	1797.405
283.540	501.384	1423.618	-476.170	568.019	1348.970	4.279	721.648	1663.001	202.531	575.520	1795.860
272.801	510.596	1419.903	-494.208	556.659	1352.347	-40.015	733.620	1657.048	176.699	595.595	1794.432
260.445	520.864	1415.449	-510.362	545.837	1355.984	-85.241	742.799	1652.270	148.185	616.250	1794.139
246.151	532.099	1410.468	-524.540	535.574	1359.872	-131.013	749.335	1647.489	118.510	634.756	1792.699
229.983	543.997	1405.283	-536.674	526.121	1363.733	-177.217	752.643	1643.148	87.510	651.054	1790.627
212.293	556.281	1400.240	-546.868	517.542	1367.559	-225.491	739.255	1638.584	54.582	665.918	1788.351
192.970	568.927	1395.170	-555.108	509.908	1370.723	-269.711	745.573	1636.613	19.385	680.112	1786.339
171.775	581.719	1389.810	-561.383	503.650	1373.683	-314.055	744.703	1631.782	-17.265	692.446	1785.134
148.354	594.370	1384.067	-565.819	498.774	1376.263	-357.084	737.211	1628.102	-54.203	701.491	1784.374

ตารางที่ ๖.6 ข้อมูลระยะการเอื่อมและกวาดแขนของตัวแทนผู้สูงอายุเพศชายจากกลุ่มที่ 6 (ต่อ)

ค่าพิกัด			ค่าพิกัด		
x	y	z	x	y	z
-91.573	707.821	1783.267	111.816	502.558	1946.428
-129.897	712.967	1781.799	137.886	488.559	1943.587
-169.004	717.037	1780.010	161.774	473.802	1941.074
-207.719	718.132	1777.737	184.649	454.978	1940.444
-245.600	716.593	1775.200	204.576	437.711	1938.951
-282.654	713.464	1772.564	222.526	421.432	1936.735
-319.078	709.794	1769.781	239.119	406.822	1933.594
-354.331	704.157	1767.017	253.836	393.986	1930.104
-388.323	696.343	1763.343	266.123	382.626	1926.685
-421.103	686.785	1759.341	276.174	372.327	1923.722
-453.085	677.713	1755.015	282.832	363.052	1921.995
-483.646	668.066	1749.900	287.350	354.934	1921.027
-512.140	656.038	1744.405	290.739	348.436	1920.290
-538.797	643.480	1738.749	293.470	343.562	1919.717
-409.486	541.891	1930.139	294.958	340.376	1919.559
-379.641	548.598	1934.623			
-348.742	555.691	1938.057			
-316.388	561.691	1939.045			
-283.165	567.250	1941.756			
-249.146	571.115	1944.349			
-214.739	573.914	1946.756			
-180.062	574.059	1948.749			
-145.310	572.876	1950.420			
-110.263	569.832	1951.453			
-75.140	565.201	1952.049			
-40.587	558.784	1952.256			
-7.248	550.382	1952.121			
24.463	540.173	1951.632			
54.836	528.597	1950.704			
84.227	515.482	1948.993			

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรรณนิศา นุชคุ้ม เกิดเมื่อวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2530 ภูมิลำเนาอยู่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เริ่มศึกษาระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนวัดบันลือธรรม “ล้ากะประหารรัฐ” ระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนบางไทรวิทยา และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีเมื่อปี พ.ศ. 2552 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา จากนั้นได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และสำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2554 โดยหลังจากสำเร็จการศึกษาได้เข้าทำงานในบริษัท พานาโซนิค ออโต้โมทีฟ ซิสเต็มส์ เอเชีย แปซิฟิก (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสมุทรปราการ ตำแหน่งวิศวกรฝ่ายผลิต

ปี พ.ศ. 2555 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยขณะศึกษาได้ปฏิบัติงานเป็นผู้ช่วยวิจัยและผู้ช่วยสอน ในรายวิชาปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ในระหว่างการศึกษาในระดับปริญญาเอก ได้มีผลงานตีพิมพ์จำนวน 4 บทความ ดังนี้

- (1) Thienpratham, S., Jongkol, P., Nutkhum, W., and Sinlapasat, P. (2016). Hand and Foot Anthropometry of Elderly. 10th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium, February 22-24, Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan.
- (2) Jongkol, P., Charoenchai, N., and Nutkhum, W. (2014). Handrail Height and Size for Elderly Thai People. 3rd South East Asian Network of Ergonomics Societies International Conference. December 1-4, Holiday Inn Singapore Atrium, Singapore.
- (3) พรศิริ จงกล วรรณนิศา นุชคุ้ม และภรภัทร ศิลปศาสตร์. (2557). สภาพทางกายภาพและความแข็งแรงของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง จังหวัดนครราชสีมา. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย ครั้งที่ 5. 11-12 กันยายน. ณ ศูนย์กลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- (4) พรศิริ จงกล นิวิท เจริญใจ วรรณนิศา นุชคุ้ม อลงกรณ์ ฉัตรเมืองปัก และอิทธิพล วนะชกิจ. (2556). การจัด การสาธารณสุขปโภคสำหรับผู้สูงอายุในจังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 15 ฉบับที่ 2.