สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาเครื่องมือการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม

Study and Development of Engineering Anthropo - Metricos

T 042441

นายศุภกิจ สุนีย์รัตนกุล

Mr. Supakij Suneratanakul

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42441
วัน, เดือน, ปี 23 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาเครื่องมือการวัดขนาดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม
	Study and Development of Engineering Anthropo - Metricos
นักศึกษา	นายศุภกิจ สุนีย์รัตนกุล
รหัสประจำตัว	40010789
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2543

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาเครื่องมือการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม
นักศึกษา	นายศุภกิจ สุนีย์รัตนกุล รหัสประจำตัว 40010789
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2543
อาจารย์ผู้ควบคุม	ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คือ การศึกษาหลักการเบื้องต้นของการยศาสตร์ (Eronomics) และการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Anthropometry) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบวิธีการ และจัดสร้างเครื่องมือสำหรับการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ โดยข้อมูลที่ได้จากการวัดเบื้องต้น สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานออกแบบทางวิศวกรรม โดยมีความเหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของประชากรไทย อีกทั้งสามารถใช้อุปกรณ์ชุดนี้ ประกอบการศึกษาและการทดลองสำหรับห้องปฏิบัติการด้านการยศาสตร์ ในหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Study and Development of Engineering Anthropo-Metricos
Student	Mr. Supakij Suneratanakul 40010789
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
Program	Industrial Engineering
Year	2000
Thesis Advisor	Dr. Sanpasit Limnararat

ABSTRACT

The main objectives of this thesis are to study the basic concepts of Ergonomics and Anthrometry and to apply these concepts to design and develop the methodology and equipment for measuring the human body. The data retrieved from this measurement can be used as the reference data for engineering design works especially for Thais. Moreover, these equipment can be used for supporting a study and experiments in Ergonomics Laboratory of the Industrial Engineering Course.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ข้อจำกัดของการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายของเออร์กอนอมิกส์	3
2.2 วัตถุประสงค์ของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย	3
2.3 องค์ประกอบของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย	4
2.3.1 กลศาสตร์ชีวภาพ	4
2.3.2 สรีระวิทยาการทำงาน	5
2.3.3 จิตวิทยาวิศวกรรม	5
2.4 ประวัติความเป็นมาของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย	5
2.4.1 ช่วงก่อนที่จะมาเป็นวิศวกรรมมนุษยปัจจัย	5
2.4.2 ช่วง พ.ศ. 2488-2503 การกำเนิดของงานอาชีพวิศวกรรมมนุษยปัจจัย	6
2.4.3 ช่วง พ.ศ. 2503-2523 ช่วงเวลาของการเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว	6
2.4.4 ช่วง พ.ศ. 2523-2537 ยุคแห่งคอมพิวเตอร์	6
2.4.5 แนวโน้มในอนาคตของวิชาชีพวิศวกรมนุษยปัจจัย	7
2.5 บทบาทของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย	7
2.6 การประยุกต์ใช้วิชาวิศวกรรมมนุษยปัจจัย	8
2.7 การประยุกต์ใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในงานวิศวกรรม	10
2.8 คำนิยามและความหมายของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม	10
2.9 วัตถุประสงค์ของการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม	11
2.10 ผลเสียของการออกแบบสิ่งต่างๆ ที่ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานอุตสาหกรรม	11
2.11 การแบ่งประเภทของการศึกษาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในเชิงวิศวกรรม	12
2.11.1 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในสภาวะที่ร่างกายนิ่งอยู่กับที่	12
2.11.2 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในขณะที่ร่างกายเคลื่อนไหว	19
2.12 ความรู้ทางสถิติที่จำเป็นในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์	19
2.12.1 ความรู้พื้นฐานทางด้านสถิติ	20
2.12.2 เปอร์เซ็นไทล์	20
2.12.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.4 ค่ามาตรฐาน Z 22
2.12.5 การแจกแจงปกติ 22
2.13 ข้อควรคำนึงในการวัดขนาดร่างกายมนุษย์ 22
2.14 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ 23
2.15 การนำข้อมูลแอนโธรโปเมตรีไปใช้ในงานวิศวกรรม 24
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดขนาดร่างกายมนุษย์
3.1 คัดเลือกมาตรฐานที่จะทำการวัด 26
3.2 การออกแบบถึงวิธีการและเครื่องมือช่วยในการวัดเบื้องต้น 27
3.2.1 การวัดที่ไม่ต้องออกแบบอุปกรณ์ช่วย 27
3.2.2 การวัดขนาดที่เป็นความสูง (ยืน) 27
3.2.3 การวัดขนาดที่เป็นท่านั่ง 27
3.2.4 การวัดขนาดที่เป็นความกว้างและความหนา 28
3.3 การออกแบบรายละเอียดอุปกรณ์และวิธีการวัดอย่างละเอียด 29
3.3.1 อุปกรณ์สำหรับการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย 29
3.3.2 วิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในแต่ละรายการ 32
บทที่ 4 ข้อมูลขนาดร่างกายมนุษย์ที่ได้จากการวัด
4.1 การทดลองและผลการวัด 39
4.2 การแปลงข้อมูลให้พร้อมสำหรับการเรียกใช้ 42
4.3 สรุปโครงงาน 43
4.3.1 การศึกษาทฤษฎี 43
4.3.2 ส่วนการออกแบบ 43
4.3.3 ส่วนการทดลอง 43
4.4 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุง 43
4.4.1 พัฒนาการวัด 43
4.4.2 พัฒนาการเก็บข้อมูลและเรียกใช้ 43
4.4.3 พัฒนาฐานข้อมูล 43
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	จำนวนเปอร์เซ็นต์ของสาขางานต่างๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญงานวิศวกรรมมนุษยปัจจัยทำงานอยู่	9
ตารางที่ 2.2	ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายคนอเมริกันวัยทำงาน (วัดเมื่อปี พ.ศ. 2532) จุดตำแหน่งต่างๆ ที่ใช้ในการวัดใช้จากรูปที่ 2.3	15
ตารางที่ 2.3	ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของคนอเมริกันที่ได้จากจุดตำแหน่งการวัดในรูปที่ 2.4	16
ตารางที่ 2.4	ตารางเปรียบเทียบส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (ชายไทย)	17
ตารางที่ 2.5	ตารางเปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ (หญิงไทย)	17
ตารางที่ 2.6	แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤต	18
ตารางที่ 3.1	แสดงรายการที่จะทำการวัดเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล	26
ตารางที่ 4.1	แสดงผลการวัดขนาดความสูงยืน ความสูงระดับสายตา ความสูงระดับคาง ความสูงระดับไหล่ ความสูงระดับปลายนิ้ว	39
ตารางที่ 4.2	แสดงผลการวัดขนาดความสูงระดับข้อศอก(นั่ง) ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง(นั่ง) ความสูงระดับขาอ่อนด้านบน(นั่ง)	39
ตารางที่ 4.3	แสดงผลการวัดขนาดความสูงระดับเข่า(นั่ง) ระยะจากบั้นท้ายถึงข้อพับใน ความลึกหน้าอก ความกว้างไหล่	40
ตารางที่ 4.4	แสดงผลการวัดขนาดความกว้างของศีรษะ(ด้านหน้า) ความกว้างจากหลังศีรษะ ถึงหน้าผากความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมูก	40
ตารางที่ 4.5	แสดงผลการวัดขนาดความยาวรอบคอ ความยาวรอบอก ความยาวรอบเอว ความยาวรอบสะโพก ความยาวรอบแขนท่อนบน	41
ตารางที่ 4.6	แสดงผลการวัดขนาดความยาวรอบแขนท่อนล่าง ความยาวรอบน่อง ความยาวรอบขาอ่อน	41
ตารางที่ 4.7	แสดงผลการวัดขนาดความยาวรอบข้อมือ ความยาวรอบข้อเท้า น้ำหนักร่างกาย	42
ตารางที่ 4.8	แสดงค่า Percentile ที่ 1,50 และ 99 จากผลการวัด	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	แผนภูมิองค์ประกอบของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย	4
รูปที่ 2.2	แผนภาพการประยุกต์ใช้วิศวกรรมมนุษยปัจจัยในงานอุตสาหกรรม	9
รูปที่ 2.3	ภาพแสดงตำแหน่งที่ใช้ในการวัดตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขแห่งสหรัฐอเมริกา	13
รูปที่ 2.4	ไดอะแกรมแสดงจุดที่ทำการวัดขนาดร่างกายมนุษย์ชาวอเมริกันจำนวน 11 รายการ (จากการสำรวจขนาดร่างกายแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1965)	14
รูปที่ 3.1	แสดงภาพการออกแบบเบื้องต้นของอุปกรณ์ H01 และ H02	27
รูปที่ 3.2	แสดงการออกแบบเบื้องต้นของอุปกรณ์ H03	28
รูปที่ 3.3	แสดงการออกแบบเบื้องต้นของอุปกรณ์ H04	28
รูปที่ 3.4	แสดงหลักการสำหรับการวัดความสูงระดับสายตา	29
รูปที่ 3.5	แสดงภาพของสายวัด	29
รูปที่ 3.6	แสดงการออกแบบของเสาวัดความสูง	29
รูปที่ 3.7	แสดงภาพของเสาวัดความสูง	30
รูปที่ 3.8	แสดงการออกแบบของเครื่องมือวัดความกว้าง	30
รูปที่ 3.9	แสดงการภาพของเครื่องมือวัดความกว้าง	30
รูปที่ 3.10	แสดงการออกแบบเก้าอี้ช่วยวัดขนาดร่างกายในท่านั่ง	31
รูปที่ 3.11	แสดงภาพของเก้าอี้ช่วยวัดขนาดร่างกายในท่านั่ง	31
รูปที่ 3.12	แสดงภาพของเครื่องชั่งน้ำหนัก	32
รูปที่ 3.13	แสดงการวัดความสูงยืน ความสูงระดับไหล่(ยืน) ความสูงระดับคาง(ยืน) ความสูงปลายนิ้ว(ยืน)	33
รูปที่ 3.14	แสดงการวัดความสูงระดับสายตา(ยืน)	34
รูปที่ 3.15	แสดงการวัดความสูงนั่ง ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง ความสูงระดับขาอ่อนด้านบน(นั่ง) ความสูงระดับศอก(นั่ง) ความสูงระดับเข่า(นั่ง) และระยะจากบั้นท้ายถึงข้อพับใน	35
รูปที่ 3.16	แสดงการวัดความลึกหน้าอก ความกว้างไหล่ ความกว้างของศีรษะ(ด้านหน้า) ความกว้างจากหลังศีรษะถึงหน้าผาก และความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมูก	36
รูปที่ 3.17	แสดงการวัดความยาวรอบทั้งหมด	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ ซึ่งได้ให้ความดูแลเอาใจใส่และให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา และขอขอบคุณสำหรับ หนังสือวิศวกรรมมนุษยปัจจัย Human Factory Engineering และหนังสือ The Measurement of Man and Woman สำหรับการศึกษาเรื่อง Anthropometry

ขอขอบคุณอาจารย์เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์ ที่ให้คำแนะนำด้านโครงสร้าง และช่วยเหลือด้านเครื่องมือต่างๆ โดยเฉพาะงานเชื่อมอลูมิเนียม

ขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ซึ่งไม่รู้ว่าโครงงาน (Project) คืออะไร แต่ก็สนับสนุนในการลงทุนโดยไม่เคยสงสัยหรือถามว่าขอเงินไปทำอะไร ขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่ไว้ใจ

ขอบคุณอาจารย์พรศักดิ์ และอาจารย์ทุกท่านซึ่งข้าพเจ้าเรียก "พี่" ภาคอุตสาหการทุกท่านที่ทำให้ผมมีวันนี้ ขอบคุณที่เคี่ยวเข็ญ อบรมดูแล และให้การศึกษา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆพี่น้อง ชาวอุตสาหการ (IE) ทุกๆ คนที่ร่วมกันแบ่งปันความรู้สึกที่ดีต่อกันมาตลอดระยะเวลา 4 ปี คอยให้เสียงหัวเราะเมื่อยามเครียด ความช่วยเหลือเมื่อต้องการ กำลังใจเมื่อยามท้อแท้ ความรักความจริงใจ มิตรภาพมีให้กันมานานจะคงติดตรึงอยู่ในใจของผมตลอดไป ชั่วชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาประเทศให้เข้าสู่ระบบการผลิตเชิงอุตสาหกรรมที่ได้มาตรฐาน อย่างไรก็ตามสภาพการทำงานของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดย่อม ยังไม่ได้มาตรฐาน คนงานส่วนใหญ่ยังคงต้องทำงานในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น การทำงานในสถานที่คับแคบแออัด การทำงานกับเครื่องจักรที่มีเสียงดังเกินมาตรฐาน การทำงานในท่าและตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม การทำงานอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาที่ยาวนานเกินไป รวมทั้งการทำงานกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์มีขนาดไม่เหมาะสมกับขนาดร่างกาย ซึ่งแม้ว่าประเด็นเหล่านี้ อาจจะดูเหมือนว่าเป็นปัญหาเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปัญหาในด้านปฏิบัติการ (Operations) แต่หากพิจารณาภาพรวมของปัญหาเหล่านี้ อาจกล่าวได้ว่าการจัดสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสมนี้ สามารถก่อให้เกิดปัญหาที่ต่อเนื่องและรุนแรงได้ในระยะยาวทั้งทางตรงและทางอ้อม และยังเป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยของคนงานในรูปแบบต่างๆ อีกทั้งยังก่อให้เกิดความเครียดและความกดดันในการทำงาน อันมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิตโดยรวมของทั้งองค์กร

ในปัจจุบันได้มีความพยายามในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาเหล่านี้ ได้มีการนำเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดสภาพการทำงานของมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม โดยอาศัยแนวคิดด้านการยศาสตร์ (Ergonomics) ประยุกต์เข้ากับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistics) เพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาลักษณะการทำงานของมนุษย์ให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องตามหลักอาชีวอนามัย เพื่อช่วยให้การปฏิบัติงานของคนงาน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็วและปลอดภัย

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าระบบอุตสาหกรรมในประเทศไทยเริ่มตระหนักถึงปัญหาเหล่านี้ และได้มีการประยุกต์หลักการยศาสตร์ให้เข้ากับระบบงานจริง แต่ปัญหาหลักของประเทศไทย ได้แก่ การขาดบุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจ ในการประยุกต์ใช้หลักการนี้ในระบบอุตสาหกรรมจริง อีกทั้งข้อมูล และมาตรฐานต่างๆ สำหรับการออกแบบเชิงการยศาสตร์ ก็ยังอาศัยข้อมูลจากต่างประเทศเป็นหลัก จึงทำให้การออกแบบในทางปฏิบัติ ไม่สอดคล้องกับสภาพทางกายภาพของคนไทยอย่างแท้จริง ดังนั้น การศึกษาด้านการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Anthropometry) รวมทั้งการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ จึงเป็นประเด็นหลักของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีสำหรับการเริ่มเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับขนาดและสัดส่วนมาตรฐานของคนไทย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการเบื้องต้นของการยศาสตร์ (Ergonomics) และหลักการเบื้องต้นของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Anthropometry)
2. ออกแบบวิธีและจัดสร้างเครื่องมือเบื้องต้น สำหรับการวัดขนาดของมิติต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ สำหรับห้องปฏิบัติการการยศาสตร์
3. เพื่อศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับขนาดของมิติต่างๆของร่างกายมนุษย์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาในสถาบันฯ เพื่อเป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นของขนาดและสัดส่วนประชากรไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ออกแบบวิธีและเครื่องมือวัดโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการออกแบบ คือ โปรแกรม AutoCad ประกอบกับพื้นฐานความรู้ของวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ Product Design โดยจำกัดมาตรฐานที่จะทำการวัดทั้งสิ้น 27 รายการ (รายละเอียดแสดงในบทที่ 3 ตารางที่ 3.1)
2. ทำการเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนมิติของร่างกายมนุษย์จากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ชั้นปีที่ 4 โดยใช้เครื่องมือที่ออกแบบและจัดสร้างขึ้น

1.4 ข้อจำกัดของการศึกษา

1. เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้วัด ได้ออกแบบและสร้างขึ้นเอง จึงทำให้ขาดความแม่นยำ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนมากมาย อีกทั้งไม่มีกระบวนการผลิตชิ้นส่วนที่เที่ยงตรงมากได้ ดังนั้นเมื่อนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบกัน จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัด ค่อนข้างมาก
2. เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลา จึงทำให้จำนวนข้อมูลเบื้องต้นมีจำนวนน้อย และทำได้ในขอบเขตจำกัดเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

2.1 ความหมาย

วิศวกรรมมนุษยปัจจัย (Human Factors Engineering) ซึ่งเป็นคำที่นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นก็มีความหมายเดียวกับคำว่า การยศาสตร์ (Ergonomics) ซึ่งเป็นคำศัพท์ที่นิยมใช้ในยุโรปและภูมิภาคอื่นๆ ของโลก โดยคำว่า ergonomics มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกซึ่งประกอบด้วยคำ 2 คำคือ ergos หมายถึงการทำงานหรืองาน (Work) และ nomos หมายถึงกฎธรรมชาติ (Laws) หรือวิทยาศาสตร์ แปลว่า "กฎแห่งการทำงาน"

ดังนั้นคำว่าการยศาสตร์จึงหมายถึงการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน ศัพท์คำนี้ผู้ที่นำมาใช้เป็นคนแรกก็คือนักการศึกษาชาวโปแลนด์ชื่อ Wojciech Jastrzebrowski เมื่อประมาณ 125 ปีล่วงมาแล้ว ในที่นี้จะขอใช้ศัพท์คำว่า วิศวกรรมมนุษยปัจจัย (Human Factors Engineering) ซึ่งมีความหมายว่า ศาสตร์ที่ว่าด้วยการออกแบบสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ เครื่องจักรกล เครื่องมือ ผลิตภัณฑ์, สิ่งแวดล้อม และระบบ โดยการนำเอาเรื่องของความสามารถของมนุษย์ในแง่มุมของลักษณะทางกายภาพ สรีรวิทยา กลศาสตร์ชีวภาพ และจิตวิทยา มาเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาออกแบบเพื่อผลในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในระบบงาน ในขณะเดียวกันการออกแบบนั้นก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย สุขอนามัย และความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ปฏิบัติงานในระบบงานนั้นๆ พร้อมกันไปในเวลาเดียวกัน

ในเรื่องคำศัพท์ที่ใช้เรียกชื่อศาสตร์อันนี้อาจจะมีที่เรียกแตกต่างกันไป ซึ่งนอกจากคำว่าวิศวกรรมมนุษยปัจจัยและเออร์กอนอมิกส์แล้วก็มีคำอื่นๆ อีก อาทิ องค์ประกอบมนุษย์หรือมนุษยปัจจัย (Human Factors), วิศวกรรมมนุษย์ (Human Engineering), วิศวกรรมชีวภาพ (Bioengineering), วิศวกรรมชีวศาสตร์การแพทย์ (Biomedical Engineering), จิตวิทยาวิศวกรรม (Engineering Psychology) แต่คำเหล่านี้ต่างก็มีแนวคิด หลักการ และความหมายไปในแนวทางเดียวกันทั้งสิ้น

2.2 วัตถุประสงค์ของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

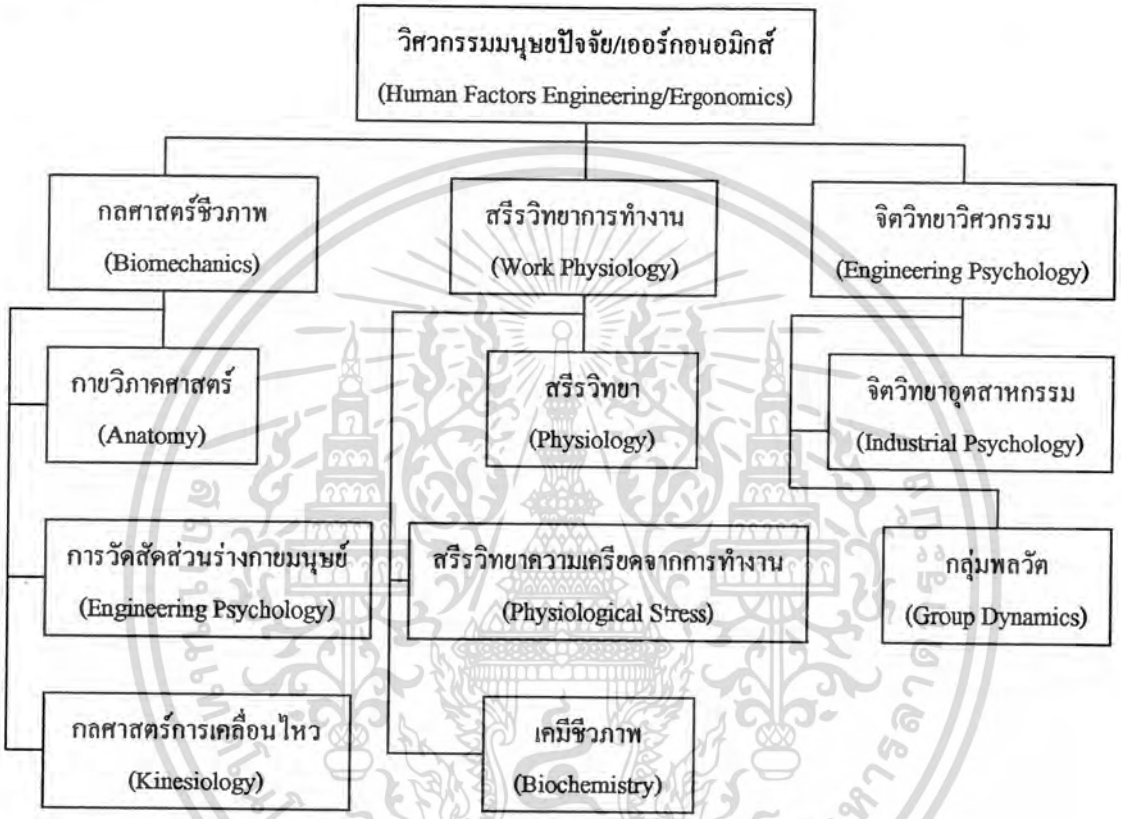
วัตถุประสงค์ของวิชานี้ ประการแรก คือ ต้องการเพิ่มประสิทธิผลให้กับการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ โดยให้งานนั้นง่ายต่อการกระทำ ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มประสิทธิภาพของงานหรือกิจกรรมนั้นๆ ประการที่สองก็เพื่อต้องการเพิ่มคุณค่าอันพึงประสงค์ของมนุษย์ในด้านการเพิ่มความปลอดภัย ลดความเหนื่อยล้าและความเครียดจากการทำงาน เพิ่มความสะดวกสบาย รวมทั้งเพิ่มการยอมรับและความพึงพอใจในงานที่ตนเองทำอยู่ และพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานให้ดีขึ้น

วิศวกรรมมนุษยปัจจัยมุ่งเน้นจุดสนใจในเรื่องพฤติกรรมของมนุษย์และปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ที่มีต่อเครื่องจักรกล อุปกรณ์อำนวยความสะดวก ผลิตภัณฑ์ สิ่งแวดล้อม และกระบวนการที่มนุษย์ใช้ในการทำงานและใช้ในชีวิตประจำวัน โดยพยายามหาแนวทางปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงการทำงานของมนุษย์ สิ่งที่มนุษย์ใช้ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถ ขีดจำกัด และความต้องการของมนุษย์เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

วิศวกรรมมนุษยปัจจัย เป็นศาสตร์ประยุกต์ที่ประกอบขึ้นมาจากศาสตร์ต่างๆ หลายแขนง (interdisciplinary applied science) ซึ่งแต่ละแขนงก็มีความสำคัญในลักษณะที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบของวิชานี้เอาไว้หลากหลายทรรศนะด้วยกัน เช่น องค์ประกอบของเออร์กอนอมิกส์ที่เสนอโดย Dr. F. N. Duke-Dubos หรือ W. T. Singleton และผู้เชี่ยวชาญท่านอื่นๆ แต่ในที่นี้เราจะสรุปเอาไว้ในรูปแผนภูมิดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนภูมิองค์ประกอบของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

สำหรับองค์ประกอบหลักๆ 3 ประการคือ กลศาสตร์ชีวภาพ, สรีรวิทยาการทำงาน และจิตวิทยาวิศวกรรมนั้น มีรายละเอียดดังจะกล่าวถึงในบทต่อๆไป ส่วนรายละเอียดย่อๆ ของแต่ละองค์ประกอบมีดังต่อไปนี้

2.3.1 กลศาสตร์ชีวภาพ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของร่างกาย (กายวิภาคศาสตร์) ในส่วนที่สัมพันธ์กับจลนศาสตร์ของระบบคน-เครื่องจักร (dynamics of man-machine system) ซึ่งได้แก่ การค้นคว้าวิจัยด้านกลไกชีวภาพเกี่ยวกับน้ำหนักสิ่งของที่ต้องยกย้ายโดยแรงคน รวมทั้งแรงทางกลศาสตร์ที่ใช้ในการทำงานหรือเคลื่อนไหว โมเมนต์ของข้อต่อกระดูก พิสัยของการเคลื่อนไหวร่างกาย เศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์เพื่อใช้ในการออกแบบงานและการประเมินผลงาน รวมทั้งใช้ไปเพื่อการออกแบบเก้าอี้นั่งทำงาน เครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ทำงาน เพื่อให้งานและอุปกรณ์นั้นๆ มีความเหมาะสมกับขีดความสามารถและขีดจำกัดของผู้ปฏิบัติงานในด้านต่างๆ

2.3.2 สรีระวิทยาการทำงาน เป็นการศึกษาถึงการประเมินความสามารถและข้อจำกัดของผู้ปฏิบัติงาน ความสามารถในการบริโภคออกซิเจน การใช้พลังงานแคลอรี ความทนทานของมนุษย์ที่มีต่อสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางกายภาพในการทำงาน ซึ่งได้แก่ แสง เสียง ความร้อน ความเย็น สารเคมี ความสั่นสะเทือน และแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นต้น

2.3.3 จิตวิทยาวิศวกรรม เป็นการศึกษาถึงความสามารถของมนุษย์ในการรับรู้ข้อมูลโดยใช้ประสาทรับสัมผัสต่างๆ ที่มีต่อข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล และการใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการตัดสินใจสำหรับการควบคุมเครื่องจักร โดยผ่านทางสื่อแสดงผลชนิดต่างๆ ทั้งนี้เพื่อที่จะนำผลการศึกษาวิจัยมาใช้ในการออกแบบเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสม รวมทั้งการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่เป็นตัวกระตุ้นผู้ปฏิบัติงานในลักษณะต่างๆ ด้วย

2.4 ประวัติความเป็นมาของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

2.4.1 ช่วงก่อนที่จะมาเป็นวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

ในช่วงแรกของยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม (Industrial Age) ในตอนปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 นั้น แนวคิดที่ว่าจัดคนให้เหมาะกับเครื่องจักรกลหรืองาน (find the right person to fit the machine (or job) หรือ FMJ (fit the an to the job) ได้รับการยอมรับในงานอุตสาหกรรมว่าเป็นแนวทางที่ถูกต้องในการทำงาน การที่เรามุ่งที่จะออกแบบเครื่องจักรอุปกรณ์ อาคารสถานที่ โดยไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยของมนุษย์เป็นหลักใหญ่ในการออกแบบ ดังนั้นการทำงานกับสิ่งเหล่านั้นเราก็ต้องคัดสรรหาคนที่เหมาะสมกับงานหรือเครื่องจักรนั้นๆ หรือฝึกอบรมคนงานจนสามารถทำงานกับเครื่องจักรกลชนิดนั้นได้ และยังมีความเชื่อว่าเครื่องจักรกลนั้นเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ เนื่องจากเป็นผลงานของวิศวกรหรือนักออกแบบที่รังสรรค์ขึ้นมา

ปัญหาเกี่ยวกับความเหมาะสมหรือเข้ากันได้ (fit) ระหว่างคนกับงานก็กลายเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในวงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ดังนั้นจึงมีผู้คิดค้นแนวทางต่างๆ ในการขจัดปัญหาดังกล่าว แนวทางที่ดีและได้รับการยอมรับมากที่สุดอันหนึ่งก็คือ แนวคิดที่ตรงข้ามกับของเดิมคือ ออกแบบงานหรือเครื่องจักรให้เหมาะกับคน (design the machine (or job) to fit people) หรือ FJM (fit the job to the man) ด้วยเหตุที่เครื่องจักรนั้นจะต้องมีคนเป็นผู้ควบคุมและดูแลให้เครื่องทำงานไปตามต้องการ ดังนั้นวิศวกรผู้ออกแบบเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ นั้นควรจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านต่างๆ ของมนุษย์ (Human Factors) และนำเอาข้อมูลของมนุษยปัจจัยไปร่วมในการพิจารณาออกแบบงานหรือเครื่องจักรด้วยจึงจะดี โดยที่งานออกแบบนั้นจะต้องสามารถดึงเอาความสามารถในแง่มุมต่างๆ ที่มีอยู่ของมนุษย์ออกใช้ให้มากที่สุด ขณะเดียวกันก็ต้องช่วยลดข้อผิดพลาดในการทำงานของมนุษย์ที่มีต่อเครื่องจักรกลให้ลดน้อยลงด้วย

ความพยายามที่จะปรับงานให้เข้ากับปัจเจกบุคคล (Individual) นั้น เริ่มได้รับแนวความคิดมาจากการวิเคราะห์งานอุตสาหากรรม 2 เรื่องด้วยกันคือ เรื่องของการวิเคราะห์เวลาในการทำงาน (time analysis) ซึ่งผู้ริเริ่มคือ F. W. Taylor ในปี พ.ศ. 2454 และการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion Analysis) ซึ่งผู้ริเริ่มงานด้านนี้คือ Frank และ Lilian Gilbreths ในปีพ.ศ. 2458

ซึ่งงานทั้งสองด้านนี้ได้รับการยอมรับว่าเป็นงานที่แผ้วถางทางให้กับวิชาวิศวกรรมมนุษยปัจจัยในเวลาต่อมาเป็นอย่างมาก เพราะการศึกษาเรื่องต่างๆ ได้แก่ ทักษะในงานฝีมือและความเมื่อยล้า การออกแบบสถานีงานและอุปกรณ์สำหรับคนพิการ การวิเคราะห์เวลาในการหยิบจับอุปกรณ์ในการผ่าตัด การลดเวลาและขั้นตอนในการทำงานอุตสาหกรรม การวางผังเครื่องจักรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ฯลฯ ได้แสดงให้เห็นว่า ไม่ว่างานหรือเครื่องจักรเครื่องมือนั้นต่างก็ไม่ใช่สิ่งที่ปรับปรุงแก้ไขไม่ได้ กลับกันเราสามารถวิเคราะห์และนำสิ่งที่ขาดตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บกพร่องของเครื่องจักรหรืองานมาออกแบบใหม่ (Redesign) ได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเพื่อให้มีความสอดคล้องเหมาะสมมากขึ้นต่อคุณลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน

แนวหน้าในงานด้านนี้อีกสาขาหนึ่งก็คือการศึกษาทางด้านวิศวกรรมมนุษย์ โดยมีการใช้วิธีทดลองด้านจิตวิทยาอุตสาหกรรมเพื่อค้นคว้าและจัดตั้งค่ามาตรฐานเกี่ยวกับเรื่องความล้าจากการทำงาน จำนวนชั่วโมงการทำงาน สภาพการทำงาน และเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเหล่านี้ เช่น การศึกษาที่ฮอว์ธอร์น (The Howthorn Study) ที่ศึกษาถึงงานออกแบบโคมไฟชนิดต่างๆ เพื่อหาค่าความส่องสว่างที่ดีที่สุดในสถานที่ทำงาน เป็นต้น

การศึกษาด้านการยศาสตร์เริ่มมีขึ้นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษ ในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 1 โดยได้มีการจัดตั้งคณะทำงานที่มีชื่อว่า The Industrial Fatique Research Board (I.F.R.B.) ขึ้น และต่อมาในช่วงปี พ.ศ. 2463-2473 ก็ได้มีการจัดตั้งสถาบันที่มีชื่อว่า The National Institute of Industrial Psychology ซึ่งเป็นองค์กรแห่งแรกทางด้านจิตวิทยาอุตสาหกรรมขึ้นมา

2.4.2 ช่วง พ.ศ. 2488-2503 การกำเนิดของงานอาชีพวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการจัดตั้งห้องทดลองทางจิตวิทยาวิศวกรรม (engineering psychology laboratories) ขึ้นโดยกองทัพอากาศและกองทัพเรือของสหรัฐอเมริกา ในเวลาไล่เลี่ยกันนั้นภาคเอกชนก็มีการจัดตั้งห้องปฏิบัติการหรือรับสัญญาว่าจ้างให้ทำงานในทางนี้ ในปี พ.ศ. 2492 ในอังกฤษก็มีการสถาปนาองค์กรที่มีชื่อว่า "Ergonomics Research Society" และหนังสือเล่มแรกเกี่ยวกับมนุษยปัจจัยที่มีชื่อว่า Applied Experimental Psychology : Human factors in Engineering Design ก็ถูกจัดพิมพ์จำหน่ายในประเทศอังกฤษ ต่อมาในปี พ.ศ. 2500 การพัฒนาวิชาชีพด้านนี้ก็แพร่หลายไปในประเทศต่างๆ ของยุโรปตะวันตกและสหรัฐอเมริกา มีวารสารทางวิชาการชื่อ Ergonomics ปรากฏออกมาเผยแพร่ ส่วนสมาคมที่มีชื่อว่า The Human Factors Society ก็มีการจัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา โดยความร่วมมือของบุคลากรในหลายสาขาวิชาชีพ จากนั้นจึงได้มีการพยายามพัฒนาให้มีการขยายตัวเป็นสมาคมนานาชาติ จนในที่สุดในการประชุมที่กรุงสตอกโฮล์ม ประเทศสวีเดนในปี พ.ศ. 2504 ก็ได้มีมติให้มีการจัดตั้งสมาคมทางด้านเออร์กอนอมิกส์ขึ้นมาคือ The International Ergonomics Association ตราบจนถึงปัจจุบันนี้

2.4.3 ช่วง พ.ศ. 2503-2523 ช่วงเวลาของการเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

ตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1960 วิทยาการด้านวิศวกรรมมนุษยปัจจัยในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มุ่งจุดสนใจไปในเรื่องอุตสาหกรรมทางทหาร และมีตัวกระตุ้นที่สำคัญคือ การแข่งขันกันในด้านอวกาศและสงครามทางอากาศ จนทำให้วิศวกรรมมนุษยปัจจัยได้กลายเป็นส่วนที่สำคัญของโครงการอวกาศต่างๆ นอกจากนี้ดัชนีที่บ่งชี้ให้เห็นว่าวิทยาการนี้เจริญรุดหน้าไปมากเพียงใดก็คือ จำนวนสมาชิกของ The Human Factors Society ซึ่งในปี พ.ศ. 2503 นั้นมีเพียง 500 คน แต่ได้เพิ่มเป็น 3,000 คนในปีพ.ศ. 2523

2.4.4 ช่วง พ.ศ. 2523-2537 ยุคแห่งคอมพิวเตอร์

วิศวกรรมมนุษยปัจจัยก็ได้เจริญเติบโตต่อไปเรื่อยๆ อย่างมั่นคง จนในปี พ.ศ. 2533 จำนวนสมาชิกเฉพาะใน The Human Factors Society แห่งอเมริกามีถึง 5,000 คน ช่วงนี้ความก้าวหน้าของวิทยาการคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์อาร์ดแวร์ได้ทำให้วิชาวิศวกรรมมนุษยปัจจัยได้รับการยอมรับมากขึ้น การออกแบบวัสดุอุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์บังคับควบคุมใหม่ๆ เทคโนโลยีด้านจอภาพ คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยี ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นผลพวงมาจากการทำงานหนักของวิศวกรมนุษยปัจจัยส่วนหนึ่งด้วยโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD : Computer Aided Design)

2.4.5 แนวโน้มในอนาคตของวิชาชีพวิศวกรมนุษยปัจจัย

วิชาการด้านนี้จะเข้าไปมีส่วนร่วมอย่างมากในแผนงานการก่อสร้างสถานีอวกาศ (Space Station) แบบถาวร งานด้านกิจการการบินพลเรือน งานออกแบบอุปกรณ์การแพทย์ งานออกแบบสถานที่พักสำหรับผู้สูงอายุ ส่วนทางด้านคอมพิวเตอร์ เทคคนโลยีก็ยังคงมีความต้องการการมีส่วนร่วมของวิศวกรรมมนุษยปัจจัยในการพัฒนาต่อไป ในเรื่องบุคคลากรทางด้านนี้ สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐฯ ได้ประมาณการเอาไว้ว่า ในปี พ.ศ. 2533 เป็นต้นไป ความต้องการผู้เชี่ยวชาญด้านมนุษยปัจจัยจะมีมากเกินกว่าจำนวนวิศกรที่มีอยู่ นั่นคือจะเกิดการขาดแคลนบุคลากรทางด้านนี้อยู่อย่างมาก นอกจากนี้มีการคาดว่าวิศวกรรมองค์ประกอบมนุษย์จะเข้าไปมีบทบาทสำคัญยิ่งขึ้นนอกเหนือไปจากในเรื่องการเพิ่มผลผลิตอุตสาหกรรม การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และความปลอดภัย โดยจะเริ่มมุ่งเน้นในด้านความพึงพอใจในการทำงาน ความสุข ความสะดวกสบาย และเรื่องอื่นๆ อันจะเป็นการนำมาซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีในการทำงาน รวมทั้งความเป็นอยู่ของผู้คนให้ดียิ่งๆ ขึ้นไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศด้อยพัฒนาทั้งหลายที่ยังต้องได้รับการสนับสนุนพัฒนางานทางด้านนี้อีกมาก

2.5 บทบาทของวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

ในห้วงเวลาก่อนจะเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีหลายชาติอุตสาหกรรมพยายามที่จะหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยการออกแบบงานใหม่และการปรับปรุงสภาพการทำงาน แต่ก็เป็นไปอย่างช้าๆ แต่ในช่วงระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ภาวะสงครามได้ทำให้ประเทศต่างๆ รีบเร่งพัฒนาเทคโนโลยีด้านอาวุธยุทธภัณฑ์เพื่อสร้างเสริมแสนยานุภาพทางทหารของตนเองอย่างเร่งด่วน โดยที่บุคลากรหรือผู้ปฏิบัติก้าวตามเทคโนโลยีไม่ทัน ตัวอย่างเช่น นักบินรบได้รับการฝึกบินกับเครื่องบินรบรุ่นเก่าอยู่ระยะหนึ่ง เมื่อจบการฝึกเข้าประจำการทำการบินจริงกลับกลายเป็นว่าต้องไปบินกับเครื่องบินรุ่นใหม่ที่ผลิตออกมาเสร็จทันใช้พอดี จึงเกิดปัญหาความไม่คุ้นเคยกับแผงควบคุม อุปกรณ์การบินใหม่ๆ รวมทั้งสมรรถนะของเครื่องบินที่เพิ่มมากขึ้นทั้งในเรื่องของความเร็ว ท่าทางการบินผาดแผลงที่ยากมากขึ้นและอื่นๆ จึงทำให้เกิดปัญหาหรือผลเสียต่อตัวนักบินเป็นอย่างมาก หรืออีกตัวอย่างหนึ่งมีการพบว่าอุปกรณ์บางอย่างซึ่งมีการระบุคุณสมบัติทางวิศวกรรมไว้ว่ามีความแม่นยำและเชื่อถือได้สูง มีประสิทธิภาพการใช้งานเต็ม 100 เปอร์เซ็นต์ วัดได้จากการทดลองกับเครื่องต้นแบบ (Prototype) แต่เมื่อมีการผลิตออกมาจำหน่ายแล้วได้ถูกนำเอาไปใช้งานจริงในสนาม (Field Operation) หรือในโรงงาน ปรากฏว่าประสิทธิภาพหรือประสิทธิผลที่ได้จากการประเมินผลออกมานั้นมีค่าน้อยกว่าที่ควรจะเป็นตามที่ระบุเอาไว้เป็นอย่างมาก จากตัวอย่างที่เกิดขึ้นเหล่านี้ จึงได้มีการศึกษาหาสาเหตุต้นตอของปัญหาเหล่านี้ว่ามีอะไรบ้าง ซึ่งในที่นี้เราพอจะสรุปเป็นมูลเหตุคร่าวๆ ได้ว่า

1. เทคโนโลยีที่เจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็วอันเนื่องจากภาวะสงครามโลกครั้งที่ 2 ในขณะนั้นได้ทิ้งผู้ปฏิบัติงานไว้อยู่เบื้องหลัง ทำให้ผู้คนไม่สามารถก้าวตามเทคโนโลยีได้ทัน
2. ความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ (Human Error) นั้นอาจจะหลีกเลี่ยงและป้องกันได้ในหลายกรณี โดยมีการออกแบบอุปกรณ์ที่ดีกว่าเดิม หรือเหมาะสมกับขีดความสามารถของผู้ใช้อุปกรณ์นั้นๆ มากยิ่งขึ้นกว่าเดิม
3. ในช่วงแรกของการแก้ไขนั้นเป็นการแก้ไขในลักษณะที่วิศวกรรมมนุษยปัจจัยถูกติดต่อให้ไปรับงานดำเนินการปรับแต่ง (Retrofitting) เครื่องจักรกลที่กำลังถูกใช้งานอยู่จริงให้เหมาะสมสอดคล้องกับตัวผู้ปฏิบัติงาน แต่ในทางปฏิบัติความเป็นไปได้ของการปรับปรุงแก้ไขสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นนั้นมีอยู่น้อยมาก อันเป็นเหตุมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อจำกัดต่างๆ และนอกจากนี้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงแก้ไขก็สูงมาก ทำให้ไม่คุ้มค่าในการลงทุนแก้ไขปัญหาเหล่านี้

4. นักจิตวิทยาได้สรุปผลการวิจัยว่า ปริมาณของภาระในการรับรู้และแปลความ (Load of Sensory) ของตัวผู้ปฏิบัติงานจะเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อความเร็ว (Speed) และความยุ่งยากสลับซับซ้อน (Complexity) ของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น และก็มีปัญหาเช่นนี้เรื่อยมาจากนั้นจนถึงยุคปัจจุบัน

ฉะนั้นจึงสรุปได้ว่า การพัฒนาที่ไม่เหมาะสมทางเทคโนโลยีของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในสถานประกอบการหรือโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีการออกแบบที่ไม่เหมาะสมกับสภาพร่างและขีดความสามารถของมนุษย์นั้น อาจก่อให้เกิดผลเสียที่สำคัญต่อผู้ปฏิบัติงานอยู่ 2 ประการคือ ประการแรกทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถทำงานได้ตามปริมาณและคุณภาพของงานที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตลดลง หรือถึงขั้นรุนแรงก็อาจเกิดอุบัติเหตุได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตไป ประการที่สองคือการเกิดความเมื่อยล้าและความเครียดทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดความเครียดสะสมเป็นระยะเวลานานๆ โดยที่คนคนนั้นไม่รู้สึกตัว ซึ่งจะมีผลกระทบติดตามมาคือการสูญเสียประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของร่างกาย และผลเสียต่อสุขภาพร่างกายที่เสื่อมโทรมเร็วเกินกว่าเวลาอันควรของตัวพนักงานผู้ปฏิบัติ

วิศวกรรมมนุษยปัจจัยจึงเข้ามามีบทบาทและความสำคัญในส่วนนี้ กล่าวคือเราสามารถที่จะนำเอาความรู้และประสบการณ์ทางด้านนี้ไปใช้ในการออกแบบระบบคน-เครื่องจักร (Man-Machine System) ให้มีความถูกต้องเหมาะสมมากขึ้น รวมทั้งสามารถใช้ความรู้เพื่อการออกแบบระบบดังกล่าวให้สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมอีกประการหนึ่งด้วย นอกจากนี้ความรู้ด้านวิศวกรรมมนุษยปัจจัยก็มีบทบาทอย่างสำคัญในการออกแบบโต๊ะหรือเก้าอี้นั่งทำงาน การออกแบบแผงหน้าปัดหรืออุปกรณ์ควบคุมชนิดต่างๆ ของเครื่องมือกลอุตสาหกรรม สถานีงาน สถานที่ปฏิบัติงาน และสภาพแวดล้อมของการทำงาน ฯลฯ

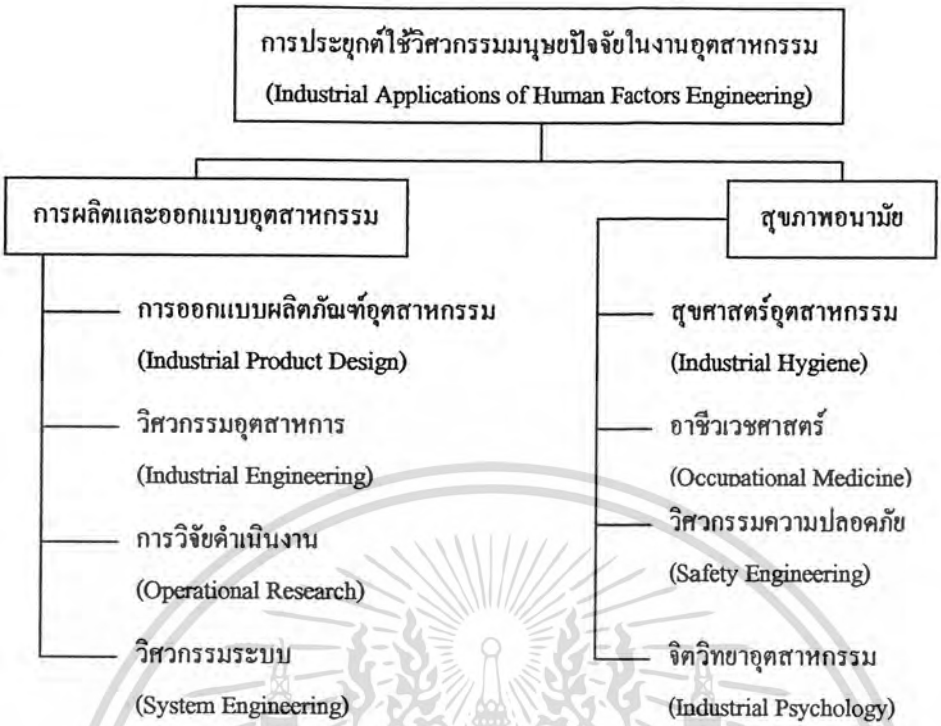
ในยุคปัจจุบันที่กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมมีการพัฒนาเทคโนโลยีรุดหน้าไปอย่างต่อเนื่อง มีการใช้ระบบการผลิตแบบระบบกึ่งอัตโนมัติและระบบอัตโนมัติที่ทันสมัยในงานอุตสาหกรรมอย่างมากมาย มนุษย์เราก็ต้องมีการที่แต่เดิมเคยต้องออกแรงกระทำงานด้วยตัวเองให้กลายมาเป็นผู้ควบคุมเครื่องจักรกลหรือเครื่องผ่อนแรงเหล่านี้แทนด้วยเหตุผลนี้จึงมีปัญหาต่างๆ เกิดขึ้นในการทำงานเนื่องจากเกิดมีการเปลี่ยนแปลงขนาดสัดส่วนของเครื่องจักรที่เป็นระบบควบคุม และมีปัญหาในด้านการจัดสภาพแวดล้อมของการทำงานการใช้กำลังคน และปัญหาของการจัดองค์กรเกิดขึ้นตามมาด้วย ดังนั้นการศึกษาวิจัยทางด้านวิศวกรรมมนุษยปัจจัยจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องกระทำเพื่อแก้ไขปัญหาทำนองนี้ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการต่างๆ ให้หมดสิ้นไป

2.6 การประยุกต์ใช้วิชาวิศวกรรมมนุษยปัจจัย

ในปัจจุบันประเทศต่างๆ ที่พัฒนาแล้วทางด้านอุตสาหกรรมนั้น วิชาการด้านนี้มีความเจริญก้าวหน้าไปเป็นอันมาก โดยได้มีการประยุกต์ใช้วิศวกรรมมนุษยปัจจัยในงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ โดยมีเป้าประสงค์หลักเพื่อที่จะปรับปรุงและพัฒนาให้อุตสาหกรรมนั้นๆ มีความเจริญก้าวหน้า สามารถดำรงคงอยู่ และสามารถแข่งขันกันได้ในยุคโลกาภิวัตน์ดังเช่นทุกวันนี้

ดังนั้น วิศวกรรมมนุษยปัจจัย จึงสามารถนำไปประยุกต์ได้ 2 ด้านคือ ด้านที่เกี่ยวกับการผลิตและการออกแบบ และด้านที่เกี่ยวกับสุขภาพอนามัย ดังรายละเอียดในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนภาพการประยุกต์ใช้วิศวกรรมมนุษยปัจจัยในงานอุตสาหกรรม

จากการสำรวจของสภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Research Council) ที่ทำการสอบถามถึงว่าสาขางานใดบ้างที่บุคลากรทางด้านวิศวกรรมมนุษยปัจจัยนั้นกำลังทำงานอยู่ด้วย ซึ่งตารางที่ 2.1 ต่อไปนี้ได้ระบุถึง 6 สาขางานหลักที่รวมกันแล้วคิดเป็นจำนวนถึง 8.3 เปอร์เซ็นต์จากจำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

ตารางที่ 2.1 จำนวนเปอร์เซ็นต์ของสาขางานต่างๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญงานวิศวกรรมมนุษยปัจจัยทำงานอยู่

สาขางานที่สำคัญ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (%)
คอมพิวเตอร์	22
อวกาศและการบิน	22
กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม	17
สุขภาพและความปลอดภัย	9
การสื่อสาร	8
การขนส่ง	5
อื่นๆ	17
รวม	100

ที่มา : Human Factors in Engineering and Design 7th ed., M.S.Sander (1993)

Table 1-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การประยุกต์ใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในงานวิศวกรรม

ปัญหาหลักในการทำงานอุตสาหกรรมหรือในชีวิตประจำวัน ได้แก่ เราคงเคยประสบปัญหาในการใช้งานอุปกรณ์ เครื่องไม้เครื่องมือ หรือเครื่องใช้ที่ได้รับการออกแบบมาไม่เหมาะสม หรือไม่พอดีกับขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ เช่น ชั้นวางเครื่องมือที่อยู่สูงเกินที่จะเอื้อมมือไปหยิบของได้สะดวก เก้าอี้นั่งที่เตี้ยเกินไปซึ่งเวลานั้งแล้วทำให้เรารู้สึกอึดอัดและไม่เอื้อต่อความสบายในขณะนั่งทำงาน อ่างล้างหน้าในห้องสุขาของโรงงานที่อยู่สูงและมีขนาดเล็กเกินไปหรือเครื่องจักรกลที่ไม่ได้ถูกออกแบบให้มีเนื้อที่เผื่อมากเพียงพอจนทำให้ไม่มีที่ว่างได้พอสำหรับการเอื้อมมือหรือมุดตัวเข้าไปซ่อมแซมได้โดยง่าย จากตัวอย่างที่ยกมาเหล่านี้ได้ชี้ให้เห็นถึงปัญหาของการออกแบบที่ไม่ได้เอาปัจจัยมนุษย์ในแง่ของขนาดสัดส่วนร่างกายเข้าไปร่วมในการพิจารณาออกแบบด้วยอย่างเหมาะสม ทำให้เกิดปัญหาเรื่องปฏิสัมพันธ์และความสอดคล้องกันระหว่างคนกับเครื่องจักรกล สถานที่ปฏิบัติงานหรืออุปกรณ์ต่างๆ เป็นไปด้วยความไม่ราบรื่นและไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรจะเป็น

ดังนั้นวิชาการทางด้านวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยจึงเป็นเครื่องมืออันหนึ่งในการแก้ปัญหาซึ่งมีแนวความคิดหลักๆ ที่ว่า การออกแบบสิ่งของ เครื่องมือ-เครื่องใช้ สถานที่ทำงานและสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่มีมนุษย์เป็นผู้ใช้งานหรือทำงานเกี่ยวข้องกับสิ่งที่กล่าวมานี้นั้นนอกเหนือไปจากที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงเรื่องของประโยชน์ใช้สอย ความคงทนถาวร และความสวยงามที่เป็นเงื่อนไขหลักในการออกแบบแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงการออกแบบกหรือการปรับขนาด (Dimensions) ของแบบนั้นให้มีขนาดเหมาะสม/เข้ากับขนาดมิติของร่างกาย (Body Dimensions) ของผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและประสิทธิภาพในการทำงานให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

สำหรับฐานข้อมูลหรือข้อมูลเชิงสถิติของขนาดร่างกายมนุษย์นั้งก็ได้มาจากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายด้วยวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์และทางสถิติประยุกต์ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป การศึกษาทางด้านการวัดและใช้ข้อมูลขนาดร่างกายในงานอุตสาหกรรมนั้นก็เป็นที่มาของแขนงวิชาที่มีความสำคัญแขนงหนึ่งของวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยอันมีชื่อเรียกว่า การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม

2.8 คำนิยามและความหมายของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม (Engineering Anthropometry)

การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Anthrometry) มาจากการประสมคำในภาษากรีกสองคำคือคำว่า Anthropo (Human) กับคำว่า Metricos (Measurement) หมายถึงวิชาที่เกี่ยวกับการวัดรูปร่าง ขนาด และสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ในแง่มุมต่างๆ (เช่น ขนาดรูปร่าง ทรวดทรง ความกว้าง ความสูง ส่วนวงรอบ พิสัยการเคลื่อนไหวร่างกาย น้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ฯลฯ) เพื่อพัฒนามาเป็นข้อมูลมาตรฐานหรือเก็บเอาไว้ใช้เพื่อการเปรียบเทียบ

วิชาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรมมีคำนิยามว่า "การประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพในการวัดและเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์และนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ของการพัฒนา การแก้ไข การปรับปรุง และการออกแบบทางวิศวกรรม หรือการกำหนดเป็นมาตรฐานต่างๆ ในงานวิศวกรรม" ตัวอย่างอันหนึ่งของการใช้ประโยชน์ของข้อมูลขนาดร่างกายมนุษย์ในวิชาวิศวกรรมมนุษย์ปัจจัยก็ได้แก่การนำไปเป็นข้อมูลประกอบการศึกษาวิชากลศาสตร์ชีวภาพ (Biomechanics) ทั้งในด้านที่มวลร่างกายอยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง หรืออยู่ในสภาวะที่เคลื่อนไหว ซึ่งบรรดาข้อมูลของร่างกายจำพวกจุดศูนย์กลางมวล จุดศูนย์ถ่วง จุดเชื่อมของข้อต่อในร่างกาย (Body Link) ความกว้าง ความยาว และความหนาของส่วนร่างกายที่ใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนไหว น้ำหนัก ส่วนสูง ส่วนวงรอบต่างๆ (Circumferences) และอื่นๆ นั้น เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาเรื่องกลศาสตร์ของร่างกายมนุษย์ต่อไป

ตัวอย่างของการประยุกต์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในชีวิตประจำวันที่เห็นภาพได้ชัดเจนตัวอย่างหนึ่งคือ ช่างตัดเสื้อที่ต้องทำการวัดตัวลูกค้าที่มาสั่งตัดเสื้อผ้า หรือตัดชุดต่างๆ เพื่อให้ชุดที่ตัดออกมามีความสวยงาน สวมใส่ได้เหมาะพอดีกับรูปร่างของลูกค้าแต่ละคน และช่างทำรองเท้าที่ต้องทำการวัดขนาดเท้าของลูกค้าเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดรองเท้าให้มีความพอเหมาะกับรูปเท้า ไม่คับหรือไม่หลวมเกินไป ลูกค้าสวมใส่ได้สบาย สองอาชีพที่ยกตัวอย่างมานั้นก็พอจะเป็นข้อฉุกคิดได้เป็นอย่างดีว่าในการออกแบบทางอุตสาหกรรมหรือการผลิตอุปกรณ์ช่วยการทำงาน เครื่องไม้เครื่องมือ เครื่องจักรกล และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีมนุษย์ผู้ใช้งานมัน ก็น่าจะมีการวัดขนาดร่างกายมนุษย์ และนำข้อมูลเหล่านี้ที่เกี่ยวข้องไปใช้ในงานออกแบบนั้นด้วยเช่นกัน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมพอดีระหว่างมนุษย์กับสิ่งเหล่านั้น

2.9 วัตถุประสงค์ของการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม

เราพอจะสรุปวัตถุประสงค์หลักของวิชาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ ได้แก่

1. เพื่อเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการทำงาน และเพิ่มความพึงพอใจในงาน (job satisfaction) อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทำงานนั้นสูงขึ้น
2. เพื่อช่วยป้องกันข้อผิดพลาดจากการทำงาน และป้องกันความปวดเมื่อยและการบาดเจ็บจากการทำงานกับอุปกรณ์ สถานที่ทำงาน และสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้ขนาดเหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ตำแหน่งและทิศทางต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่ว่าง (space) การออกแรงกระทำต่อวัตถุและความสัมพันธ์ระหว่างขนาดร่างกายกับขนาดรูปทรงของเครื่องจักร เครื่องมือ สถานีงาน กระบวนการทำงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
4. เพื่อช่วยเป็นฐานข้อมูล (database) ในการออกแบบและปรับปรุงงาน อุปกรณ์และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เพื่อส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ รวมทั้งเสริมสร้างคุณภาพชีวิตในการทำงาน (quality of work life) ต่อไป

2.10 ผลเสียของการออกแบบสิ่งต่างๆ ที่ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานอุตสาหกรรม

สามารถสรุปผลเสียดังกล่าวออกเป็น 2 ด้านดังนี้

1. ผลเสียหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานเมื่อทำงานกับสิ่งที่ไม่ได้ขนาดที่เหมาะสมสอดคล้องกับขนาดของร่างกายในด้านกลศาสตร์ชีวภาพ ได้แก่
   - เกิดความเค้นจากท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักเออร์กอนอมิกส์
   - เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง (lower back pain)
   - เกิดการออกแรงกล้ามเนื้อที่เกินพิกัดหรือขีดความสามารถของกล้ามเนื้อ
   - สูญเสียการเคลื่อนไหวร่างกายไปโดยเปล่าประโยชน์
   - เกิดความไม่สะดวกสบายจากการทำงานด้วยท่าทางการทำงานที่ผิดหรือไม่เหมาะสม
   - ฯลฯ
2. ผลเสียหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานเมื่อทำงานกับสิ่งที่ไม่ได้ขนาดที่เหมาะสมสอดคล้องกับขนาดร่างกายในด้านอื่นๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีอันตรายที่แฝงอยู่ในเครื่องจักรนั้น (Machine Safety Hazard)
- ทำให้ทัศนวิสัยการมองไม่ดี ไม่ชัดเจน ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ
- ทำให้ประสิทธิภาพและคุณภาพในการทำงานลดลงอย่างค่อนข้างจะเห็นได้ชัดเจน
- ปัญหาทางด้านสุขภาพร่างกายและสุขภาพจิตอื่นๆ เช่น ความเครียด ความเบื่อหน่าย ความซ้ำซากจำเจ เป็นต้น
- ฯลฯ

2.11 การแบ่งประเภทของการศึกษาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในเชิงวิศวกรรม

การแบ่งประเภทหรือชนิดของการศึกษาการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายหรือแอนโธรโปเมตรี (Anthropometry) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในสภาวะที่ร่างกายนิ่งอยู่กับที่ หรือ Static (Physical) Anthropometry
2. การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในสภาวะที่ร่างกายเคลื่อนไหวทำงาน หรือ Dynamic (Functional) Anthropometry

2.11.1 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในสภาวะที่ร่างกายนิ่งอยู่กับที่

เป็นวิธีที่ทำการวัดมิติขนาดร่างกายมนุษย์ที่อยู่ในท่านิ่งหรือสภาพสมดุล (Static Body Measurement) ไม่มีการเคลื่อนไหวมาเกี่ยวข้อง วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในงานวิศวกรรมมนุษยปัจจัย เพราะว่ามีความสะดวกและง่ายต่อการวัดเก็บข้อมูล โดยส่วนมากจะเป็นการวัดขนาดลำตัว ศีรษะ แขน ขา วัดทั้งในท่ายืนและท่านั่งที่มีการกำหนดจุดตำแหน่งที่แน่นอนเป็นมาตรฐานในการวัดแต่ละจุด ซึ่งจุดตำแหน่งของการวัดก็มีมาตรฐานสากลอยู่หลายแบบ (ส่วนมากจะแตกต่างกันในเรื่องของจำนวนท่าทางหรือรายการที่ใช้ในการวัด) อาทิ

- มาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากลระหว่างประเทศ (International Organization for Standardization ; ISO) ตามแบบร่างมาตรฐานเลขที่ ISO/DIS 7250 Title ; Basic List of Anthropometric Measurement ซึ่งมีจำนวนของการวัดทั้งท่ายืนและท่านั่งรวม 39 รายการ
- มาตรฐานทางทหารของกองทัพสหรัฐฯ (MIL-STD-1472D) ซึ่งมีจำนวนของการวัดมีรวมทั้งสิ้น 91 รายการ
- มาตรฐานเยอรมัน (DIN ; 1978) ซึ่งมีจำนวนของการวัดรวม 56 รายการ

มีตัวอย่างของการวัดดังแสดงในรูปที่ 2,3 (ก) และ (ข) ซึ่งแสดงท่าทางมาตรฐานและจุดที่ทำการวัดจำนวน 15 รายการที่สำคัญๆ (เมื่อร่างกายอยู่ในท่ามาตรฐานทางกายวิภาคทั้งท่ายืนและท่านั่ง) ซึ่งมาตรฐานอันนี้เป็นของกระทรวงสาธารณสุขแห่งสหรัฐอเมริกา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสูงยืน (stature height) วัดจากพื้นถึงจุดที่สูงที่สุดของศีรษะ
2. ความสูงระดับสายตา/ท่ายืน (eye height) วัดจากพื้นถึงระดับลูกนัยน์ตาเมื่อมองตรงไปในแนวระนาบ
3. ความสูงระดับไหล่/ท่ายืน (shoulder height) วัดจากพื้นถึงส่วนบนสุดของหัวไหล่
4. ความสูงระดับข้อศอก/ท่ายืน (elbow height) วัดจากพื้นถึงปลายข้อศอก
5. ความสูงระดับข้อนิ้ว/ท่ายืน (knuckle height) วัดจากพื้นถึงข้อต่อที่สองของนิ้วกลางของมือ
6. ความสูงนั่ง (sitting height) วัดจากพื้นถึงจุดที่สูงที่สุดของศีรษะในท่านั่งหลังตรง
7. ความสูงระดับสายตา/ท่านั่ง (eye height,sitting) วัดจากพื้นถึงระดับลูกนัยน์ตาเมื่อมองตรงไปในแนวระนาบเมื่ออยู่ในท่านั่งหลังตรง
8. ความสูงระดับข้อศอก/ท่านั่ง (elbow rest height,sitting) วัดจากพื้นถึงปลายข้อศอกเมื่ออยู่ในท่านั่งหลังตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ความสูงต้นขาหรือขาอ่อน (thigh thickness or thigh clearance height) วัดความสูงที่จุดกึ่งกลางต้นขาจากส่วน 1บนถึงส่วนล่างเมื่ออยู่ในท่านั่งหลังตรง

10. ความสูงระดับหัวเข่า/ท่านั่ง (knee height,sitting) วัดจากพื้นถึงจุดบนสุดของหัวเข่าเมื่ออยู่ในท่านั่งหลังตรง

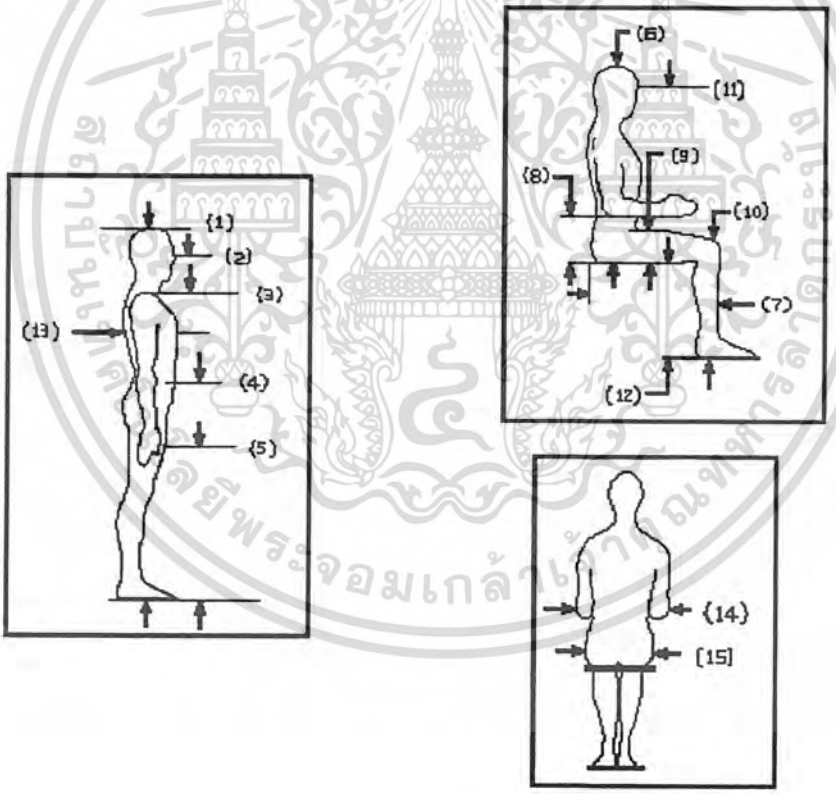
11. ระยะจากสะโพกถึงเข่า (buttock-knee length or distance) วัดจากส่วนท้ายสุดของสะโพกถึงส่วนหน้าสุดของเข่าเมื่ออยู่ในท่านั่งหลังตรง

12. ความสูงระขาอ่อนด้านล่าง/ท่านั่ง (popliteal height,sitting) วัดจากพื้นถึงจุดต่ำสุดของขาอ่อนหรือต้นขาด้านล่างเมื่ออยู่ในท่านั่งหลังตรง

13. ความหนาระดับอก (chest depth) วัดจากหัวนมไปถึงกลางแผ่นหลังเมื่ออยู่ในท่านั่งหรือยืนหลังตรง

14. ความกว้างช่วงข้อศอกสองข้าง (elbow-to-elbow breadth) วัดจากด้านนอกของข้อศอกซ้ายไปถึงด้านนอกของข้อศอกขวาเมื่ออยู่ในท่านั่งหลังตรง

15. ความกว้างช่วงสะโพกสองข้าง (hip breadth) วัดจากด้านข้างของสะโพกซ้ายไปถึงด้านข้างของสะโพกขวาเมื่ออยู่ในท่านั่งหลังตรง



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงตำแหน่งที่ใช้ในการวัดตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขแห่งสหรัฐอเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 ไดอะแกรมแสดงจุดที่ทำการวัดขนาดร่างกายมนุษย์ชาวอเมริกันจำนวน 11 รายการ (จากการสำรวจขนาดร่างกายแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1965)

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้มาจากการวัดแบบนี้ได้นำเสนอไว้ในตารางที่ 2.2 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำการสำรวจวัดขนาดร่างกายของคนอเมริกันวัยผู้ใหญ่ (อายุระหว่าง 20-60 ปี) ในปีพ.ศ. 2532 ซึ่งการนำเสนอข้อมูลตารางดังกล่าวมีทั้งค่าข้อมูลที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 เปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายคนอเมริกันวัยทำงาน (วัดเมื่อปี พ.ศ. 2532) จุดตำแหน่งต่างๆ ที่ใช้ในการวัดใช้จากรูปที่ 2.3

มิติขนาดร่างกาย	เพศ	มิติ (cm)		
		5th%	50th%	95h%
1. ความสูงยืน	ชาย	161.8	173.6	184.4
	หญิง	149.5	160.5	171.3
2. ความสูงระดับสายตา	ชาย	151.1	162.4	172.7
	หญิง	138.3	148.9	159.3
3. ความสูงระดับหัวไหล่	ชาย	132.3	142.8	152.4
	หญิง	121.1	131.1	141.9
4. ความสูงระดับข้อศอก	ชาย	100	109.9	119
	หญิง	93.6	101.2	108.8
5. ความสูงระดับข้อนิ้วกลาง	ชาย	69.8	75.4	80.4
	ชาย	64.3	70.2	75.9
6. ความสูงนั่ง	หญิง	84.2	90.6	96.7
	ชาย	78.6	85	90.7
7. ความสูงระดับสายตานั่ง	หญิง	72.6	78.6	84.4
	ชาย	67.5	73.3	78.5
8. ความสูงจากต้นขาท่อนล่างถึงข้อศอก (นั่ง)	หญิง	19	24.3	29.4
	ชาย	18.1	23.3	28.1
9. ความหนาต้นขา	หญิง	11.4	14.4	17.7
	ชาย	10.6	13.7	17.5
10. ความสูงระดับหัวเข่า (นั่ง)	หญิง	49.3	54.3	59.3
	ชาย	45.2	49.8	54.5
11. ความกว้างจากหัวเข่าถึงบั้นท้าย (นั่ง)	หญิง	54	59.4	64.2
	ชาย	51.8	56.9	62.5
12. ความสูงจากพื้นถึงต้นขาด้านล่าง	หญิง	39.2	44.2	48.8
	ชาย	35.5	39.8	44.3
13. ความลึกหน้าอก	หญิง	21.4	24.2	27.6
	ชาย	21.4	24.2	29.7
14. ความกว้างช่วงข้อศอก	หญิง	35	41.7	50.6
	ชาย	31.5	38.4	49.1
15. ความกว้างสะโพก (นั่ง)	หญิง	30.8	35.4	40.6
	ชาย	31.2	36.4	43.7
X. น้ำหนักตัว (kg)	หญิง	56.2	74	97.1
	ชาย	46.2	61.1	89.9

ที่มา : Human Factors in Engineering and Design โดย M. S. Sanders และ E. J. Mccormick;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของคนอเมริกันที่ได้จากจุดตำแหน่งการวัดในรูปที่ 2.4

มิติขนาดร่างกาย	ชาย			หญิง		
	เปอร์เซ็นไทล์ (นิ้ว)			เปอร์เซ็นไทล์ (นิ้ว)		
	5th%	50th%	95h%	5th%	50th%	95h%
1. ความสูงยืน	63.6	68.3	72.8	59	62.9	67.1
2. ความสูงนั่ง (ตัวตรง)	33.2	35.7	38	30.9	33.4	35.7
3. ความสูงนั่ง (นั่งปกติ)	31.6	34.1	36.6	29.6	32.3	34.7
4. ความสูงหัวเข่า	19.3	21.4	23.4	17.9	19.6	21.5
5. ความสูงต้นขาด้านล่าง	15.5	17.3	19.3	14	15.7	17.5
6. ความสูงระดับข้อศอก	7.4	9.5	11.6	7.1	9.2	11
7. ความหนาต้นขา	4.3	5.7	6.9	4.1	5.4	6.9
8. ความยาวจากหัวเข่าถึงบั้นท้าย	21.3	23.3	25.2	20.4	22.4	24.6
9. ความยาวจากหัวเข่าถึงบั้นท้าย	17.3	19.5	21.6	17	18.9	21
10. ความกว้างช่วงข้อศอก	13.7	16.5	19.9	12.3	15.1	17.1
11. ความกว้างช่วงสะโพก	12.2	14	15.9	12.3	14.3	17.1
12. น้ำหนักตัว (ปอนด์)	126	166	217	104	137	199

ที่มา ; National Health Survey USPHS Publication 1000, service 11, NO.8, June 1965.

สำหรับตารางข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายคนไทย (ฐานข้อมูล) นั้นค่อนข้างจะมีจำกัดไม่มีแพร่หลายเหมือนดังในประเทศแถบยุโรปตะวันตกและอเมริกาที่วิทยาการด้านวิศวกรรมมนุษยปัจจัยนี้ได้รับการยอมรับและพัฒนาเจริญรุดหน้าไปเป็นอันมาก ในสหรัฐอเมริการนั้นจะมีการปรับปรุงข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรทุกๆ 10 ปี เหมือนกับการสำรวจสำมะโนประชากรเลยทีเดียว แต่วงการอุตสาหกรรมของไทยเรานั้น ข้อมูลหรือความตื่นตัวทางด้านนี้ยังค่อนข้างน้อยอยู่ จึงน่าที่จะมีการพัฒนาข้อมูลสัดส่วนขนาดร่างกายของประชากรไทยให้มีมากขึ้น แพร่หลายมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน การเพิ่มผลผลิต ฯลฯ เพื่อทำให้อุตสาหกรรมของไทย สามารถแข่งขันกับต่างชาติได้ในยุคโลกาภิวัตน์ (Globalization) หรือยุคโลกไร้พรมแดนเช่นทุกวันนี้

อนึ่งข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่มีปรากฏอยู่ในเมืองไทยนั้นก็เป็นแบบเฉพาะบางจุดตำแหน่งเท่าที่ต้องการนำเอาข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ในงานเฉพาะด้านเท่านั้น เท่าที่สามารถรวบรวมมาได้มีดังนี้ (จากเอกสารการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1-5)

ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สนง. มอก.) โดย รัตนาภรณ์ จึงสงวนสิทธิ์ ที่ทำการเก็บข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2524-2528 สุ่มวัดร่างกายคนไทยทั่วประเทศจำนวนรวม 16,367 คน ทำการวัดตามมาตรฐาน ISO No. 3635-1981 ซึ่งได้มีการนำเสนอข้อมูลจากการวัดครั้งนี้ไว้ ดังตารางที่ 2.4 และ 2.5

ข. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยสมชัย จึงรักเสรีชัย ได้เสนอข้อมูลจากการวัดสัดส่วนร่างกายคนไทยไว้ ดังแสดงในตารางที่ 2.5 ซึ่งเป็นตารางแสดงตัวเลขมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายและมิติวิกฤต (Critical Body Dimension) จากตารางนั้นเมื่อกล่าวถึงเฉพาะมิติความสูง ผู้ชายไทยจะมีความสูงเฉลี่ย 165 เซนติเมตร โดยประมาณ ส่วนผู้หญิงไทยมีความสูงเฉลี่ย 155 เซนติเมตร โดยประมาณ ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ความสูงเฉลี่ยโดยประมาณของคนไทย (ทั้งชายและหญิงรวมกัน) คือ 160 เซนติเมตร ส่วนมิติอื่นๆ ก็ดูได้จากตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.4 ตารางเปรียบเทียบส่วนเฉพาะจุดที่สำคัญ (ชายไทย)

จุดสำคัญต่างๆ	อายุ 17-19 ปี				อายุ 20-29 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (cm)	165.6	163	162.7	163.8	164.9	162	162.8	163.6
รอบอกบน (cm)	83.3	83	82.6	82.2	86.1	85	85.4	85.4
รอบเอว (cm)	66.3	65.8	65.8	65.3	69.9	68.5	68.8	68.2
รอบหน้าท้อง (cm)	70	69.1	69.1	69.3	73.2	71.2	71.6	71
รอบสะโพก (cm)	84	83.5	83.3	83	85	83.3	84.5	84.2
น้ำหนัก (kg)	53.6	52.6	52.8	51.3	55.9	53.9	55.1	53.9
จุดสำคัญต่างๆ	อายุ 30-39 ปี				อายุ 40-49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (cm)	164.7	161.5	162	161.8	163.2	160.1	161.4	161.6
รอบอกบน (cm)	89.1	86.9	87.4	88.1	90.8	88	89.1	88.3
รอบเอว (cm)	75.8	72.8	73.3	73.1	79.6	76.1	77.4	75.3
รอบหน้าท้อง (cm)	79.1	75.3	76.3	76	82.3	78.4	80	78
รอบสะโพก (cm)	87.6	85.3	85.8	85.5	88.8	86.5	87.9	86.2
น้ำหนัก (kg)	60	56.6	57.3	56.2	61.8	57.5	59.7	56.8

ที่มา : เอกสารการสอน มสธ. ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน
หน่วยที่ 1-5 , พ.ศ.2534 หน้า 130

หมายเหตุ : C หมายถึงภาคกลาง N หมายถึงภาคเหนือ
NE หมายถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ S หมายถึงภาคใต้

ตารางที่ 2.5 ตารางเปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ (หญิงไทย)

จุดสำคัญต่างๆ	อายุ 17-19 ปี				อายุ 20-29 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (cm)	154	154.5	153.3	153.7	153.7	153	153.4	153.1
รอบอก (cm)	80.4	79	79.6	80	80.8	80.5	80.3	80.2
รอบเอว (cm)	63.5	62.2	64.2	64	64.3	64	64.4	64.5
รอบสะโพก (cm)	86.9	87.1	87.5	87.6	87.9	89	87.9	88.1
ความสูงอก (cm)	109.5	110.2	109.4	109.5	108.8	108.5	109	108.6
ความสูงสะโพก (cm)	77.4	77.5	77.4	77.9	77.3	76.8	77.1	76.5
ความสูงใต้เป้า (cm)	71.1	70.9	71	70.6	70.6	69.8	70.2	69.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42441

ตารางที่ 2.5 ตารางเปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ (หญิงไทย) (ต่อ)

จุดสำคัญต่างๆ	อายุ 30-39 ปี				อายุ 40-49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (cm)	153.1	152.3	152.8	152	153.3	152.7	152.1	155.9
รอบอก (cm)	80.6	82.8	83.8	84.3	88.3	85.3	87.9	87.1
รอบเอว (cm)	69.2	67	69	69.9	72.9	70.9	73.8	72.8
รอบสะโพก (cm)	91.2	89	90.4	91.8	93.5	90.4	93	93.4
ความสูงอก (cm)	107.5	107.3	107.7	107.4	107	107.7	106	106.3
ความสูงสะโพก (cm)	71.1	76.3	77	75.7	77.3	77.5	76.9	75.8
ความสูงใต้เป้า (cm)	69.1	69.6	68.8	69.8	69.8	69.8	69.1	60.9

ที่มา : เอกสารการสอน มสธ. ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1-5 , พ.ศ.2534 หน้า 129

หมายเหตุ : C หมายถึงภาคกลาง N หมายถึงภาคเหนือ NE หมายถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ S หมายถึงภาคใต้

ตารางที่ 2.6 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤต

หมายเลข	มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย	อัตราส่วนระหว่างมิติอื่นกับความสูงยืน	ความสูงต่ำสุด (cm)	ความสูงเฉลี่ย (cm)	ความสูงสูงสุด (cm)
1	ความสูงยืน (SH)	1	148.3	160.6	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	149.83	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับนิ้วมือ	0.437	64.8	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	210.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับสายตานั่ง	0.46	68.21	73.87	79.7
8	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.2	22.96	24.77
10	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.2
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.5
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนด้านล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	34.07	35.01	34.43
14	ระยะจากก้นถึงระน่องตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
15	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.319	48.79	52.83	57
16	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.46
17	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.53	34.29	39.15
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	154.13	177.08
20	ความกว้างระยะศอก	0.262	38.85	52.07	45.37
21	ความกว้างของไหล่	0.253	32.51	40.03	41.85

ที่มา : เอกสารการสอน มสธ. ชุดวิชาเออร์กอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 1-5 ; พ.ศ.2534 หน้า130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในขณะที่ร่างกายเคลื่อนไหว

เป็นการศึกษาวัดขนาดมิติสัดส่วนร่างกายในขณะเคลื่อนไหวทำงาน (Dynamic Body Dimension) เช่น การประกอบชิ้นส่วน การเอื้อมมือไปหยิบของในกระบะ การควบคุมคันบังคับ เป็นต้น วิธีการวัดแบบนี้ค่อนข้างจะยุ่งยากซับซ้อน ไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันเพราะมีปัจจัยแทรกซ้อนมาก แม้ว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดแบบนี้จะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงของการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ (Actual Human Activity) มากกว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดในท่านิ่งก็ตาม ทั้งนี้เพราะว่าการเคลื่อนไหวของปัจเจกบุคคล (Individual) นั้นเกิดจากการเคลื่อนไหวทำงานของส่วนร่างกายมากกว่าหนึ่งส่วนเกิดขึ้นร่วมกันเสมอ จึงทำให้การวัดขนาดร่างกายไม่มีตำแหน่งที่แน่นอนเป็นมาตรฐานเดียวกัน ตัวอย่างเช่น ระยะของการเอื้อมมือไปหยิบจับสิ่งของนั้น ไม่ใช่ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของความยาวแขนเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีปัจจัยอื่นๆ มาประกอบด้วย เช่น การเคลื่อนไหวของหัวไหล่เป็นลักษณะใด การหมุนลำตัวอย่างไร มีการก้มตัวด้วยหรือไม่ การก้มตัวนั้นก้มมากน้อยทำมุมเท่าใด หรือการเคลื่อนไหวของข้อมือและนิ้วมือเป็นอย่างไร ดังนั้นค่าในการวัดระยะดังกล่าวจุดเดียวจึงมีหลายค่ามาก แล้วแต่การกำหนดปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วเป็นอย่างไร

ด้วยปัญหาความยากลำบากในการวัดมิติขนาดร่างกายขณะเคลื่อนไหวทำงาน จึงได้มีการเสนอแนวคิดที่ให้นำเอาค่าข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาดร่างกายขณะอยู่นิ่งมาแปลงเป็นค่าข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายขณะเคลื่อนไหวทำงาน แต่อย่างไรก็ดีก็ยังไม่มีหลักเกณฑ์หรือสูตรคำนวณที่ถูกต้องแน่นอน แต่ก็มีผู้ที่พยายามกำหนดหลักการที่เหมาะสมในการปรับแปลงค่าข้อมูล อาทิ Kroemer (1983) ได้เสนอหลักการแปลงค่าเอาไว้ดังต่อไปนี้

- ความสูง (ความสูงยืน, ความสูงระดับสายตา/ท่ายืน, ความสูงระดับไหล่/ท่ายืน, ความสูงระดับสะโพก/ท่ายืน) เมื่อแปลงจากข้อมูลสแตติกไปเป็นข้อมูลจากการวัดแบบไดนามิกจะมีค่าลดลงไปประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์
- ความสูงระดับข้อศอก/ท่ายืน จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงยังคงเท่าเดิม เว้นแต่ว่าถ้ามีการทำงานเคลื่อนไหวในลักษณะที่ยกแขนหรือไหล่ ค่าที่ได้จากการแปลงเป็นค่าไดนามิกจะต้องเพิ่มสูงขึ้นไปจนถึง 5 เปอร์เซ็นต์เป็นอย่างมากที่สุด
- ความสูงระดับหัวเข่าหรือระดับขาอ่อนด้านล่าง/ท่านั่ง ค่าข้อมูลจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยังเท่าเดิม ยกเว้นถ้าผู้ปฏิบัติงานนั้นสวมใส่รองเท้าส้นสูงขณะเคลื่อนไหวทำงาน
- การโน้มตัวเอื้อมไปข้างหน้า (forward reach) และการโน้มตัวเอื้อมไปทางด้านข้าง (laterl reach) ถ้าต้องการความสบาย คล่องตัว ค่าข้อมูลที่แปลงมาเป็นค่าของการวัดแบบไดนามิกก็ควรจะลดลงไปประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าต้องการระยะที่ไกลสุดโดยยืดแขนให้ไปไกลสุด และก้มตัวให้งอมากที่สุดแล้ว ค่าข้อมูลที่แปลงมาก็ควรจะเพิ่มขึ้นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

แต่เราพึงระลึกไว้ว่า ตัวอย่างอันนี้เป็นหลักการแปลงค่าโดยคร่าวๆ เท่านั้น ซึ่งจริงๆ แล้วเราก็ต้องนำเอาเรื่องของท่าทางการทำงาน (Posture) สภาพการทำงาน ฯลฯ มาเกี่ยวข้องในการคำนวณแปลงค่าด้วยจึงจะถูกต้องสมบูรณ์

2.12 ความรู้ทางสถิติที่จำเป็นในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์

วิชาวิศวกรรมมนุษยปัจจัยนั้นเป็นพหุศาสตร์ที่นำเอาความรู้ในแขนงวิชาต่างๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน ซึ่งสำหรับในเรื่องของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ก็มีขั้นตอนการศึกษาตั้งแต่การวัดขนาดร่างกาย และการเก็บข้อมูลดิบ (raw data) การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการประเมินผลข้อมูล ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นเรื่องของวิชาสถิติ (statistic) นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.1 ความรู้พื้นฐานทางด้านสถิติ

1. การวัดค่ากลางของข้อมูล ค่ากลางของข้อมูลคือตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ค่ากลางของข้อมูลที่นำยมใช้ในวิชาแอนโธรโปเมตรีมีอยู่ 2 ชนิดคือ

ก. ***ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithematic mean)*** ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดใดๆ คือผลบวกของข้อมูลทุกตัวหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

- ข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} \qquad (2.1)$$

เมื่อ x_i = ค่าของข้อมูลแต่ละตัว โดย i = 1,2,3,4,.....N

N = จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

- ข้อมูลที่แจกแจงความถี่

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i \times i}{\sum f_i} \qquad (2.2)$$

เมื่อ f_i = ความถี่จากการสังเกต x_i

ข. **มัธยฐาน (median)** มัธยฐานของข้อมูลชุดใดๆ คือ ค่าของข้อมูลที่อยู่กึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมด เมื่อแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน โดยเรียงข้อมูลชุดนั้นจากน้อยไปหามาก ดังนั้นในการหามัธยฐาน เราจะต้องหาตำแหน่งกึ่งกลางซึ่งเป็นตำแหน่งของมัธยฐานเสียก่อนเราจึงจะหาค่ามัธยฐานได้

- ข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

ถ้าจำนวนข้อมูลทั้งหมดเป็นจำนวนเต็มคี่ มัธยฐานคือ ค่าข้อมูลตัวที่อยู่กึ่งกลางพอดี

ถ้าจำนวนข้อมูลทั้งหมดเป็นจำนวนเต็มคู่ มัธยฐานคือ ค่ากลางของคู่กลางของข้อมูลชุดนั้น

- ข้อมูลที่แจกแจงความถี่

$$Med. = L + \frac{(N/2 - \sum fL}{fM} \qquad (2.3)$$

เมื่อ L = ขอบล่างของอันตรภาคชั้นที่ Med. อยู่

N/2 = ตำแหน่งของ Med.

$\sum$fL = ผลรวมของความถี่ของอันตรภาคชั้นที่มีค่าต่ำกว่าอันตรภาคชั้นที่ Med. อยู่

fM = ความถี่ของอันตรภาคชั้นที่ Med. อยู่

I = ความกว้างของอันตรภาคชั้นที่ Med. อยู่

2.12.2 เปอร์เซ็นไทล์ (Percentile)

ค่าที่บอกตำแหน่งหรือลำดับของข้อมูลใดๆ ชุดหนึ่ง อาจจะบอกด้วยค่าเปอร์เซ็นไทล์ เดไซล์ (decile) และควอไทล์ (quartile) ก็ได้ ซึ่งค่าเหล่านี้ก็คล้ายๆ กับค่ามัธยฐาน โดยที่เราทราบกันแล้วว่ามัธยฐานคือค่าซึ่งแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน เมื่อนำข้อมูลมาเรียงค่าจากค่าน้อยไปหาค่ามาก เรื่องของเปอร์เซ็นไทล์ เดไซล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และควอไทล์ก็เช่นเดียวกันกับมัธยฐาน เพียงแต่ข้อมูลถูกแบ่งเป็นหลายส่วนมากขึ้น สำหรับในวิชาแอนโธรโปเมตรีนั้นเรานิยมใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์มากกว่าค่าเดไซล์และค่าควอไทล์

วิธีการหาค่าเปอร์เซ็นไทล์ คือการหาค่าที่แบ่งข้อมูลออกเป็น 100 ส่วนเท่าๆ กัน เมื่อเรียงข้อมูลจากค่าน้อยไปหาค่ามาก ค่าที่แบ่งเป็น 100 ส่วนเท่าๆกันจะมีอยู่ 99 ค่าคือ P1, P2, P3,.....,P98, P99 โดยที่

P1 คือค่าที่จำนวนข้อมูลซึ่งมีค่าน้อยกว่า P1 อยู่ 1 ใน 100 ส่วน

P2 คือค่าที่จำนวนข้อมูลซึ่งมีค่าน้อยกว่า P2 อยู่ 2 ใน 100 ส่วน

P98 คือค่าที่มีจำนวนข้อมูลซึ่งมีค่าน้อยกว่า P98 อยู่ 98 ใน 100 ส่วน

วิธีการหาค่าเปอร์เซ็นไทล์ P(Pr) ก็เช่นเดียวกับการหามัธยฐาน เพียงแต่มีความละเอียดและยุ่งยากมากกว่ากันเท่านั้น

- ข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่

ถ้าต้องการหาค่า Pr แล้ว เราต้องหาตำแหน่งของ Pr ก่อนว่าอยู่ที่ไหน ซึ่งมีสูตรหาตำแหน่งของ Pr คือ

(N+1)(r/100) เมื่อ r = 1,2,3,.....,99,100 เมื่อทราบว่าอยู่ตำแหน่งไหนแล้ว ก็ให้หาค่าที่อยู่ในตำแหน่งดังกล่าว โดยอาจจะหาได้จากการเทียบบัญญัติไตรยางค์ระหว่างความถี่สะสม (cumulative frequency) กับค่าที่เป็นไปได้ก็ได้

- ข้อมูลแจกแจงความถี่

$$\mathrm{Pr} = L + \frac{(\Theta - \Delta)I}{f\ \mathrm{Pr}} \qquad (2.4)$$

โดยที่ L คือ ขอบล่างของอันตรภาคชั้นที่มี Pr ที่ต้องการหาอยู่

I คือ ความกว้างของอันตรภาคชั้นที่หาได้จากการพิจารณาตำแหน่ง Pr

fPr คือ ความถี่ของอันตรภาคชั้นที่หาได้จากการพิจารณาตำแหน่ง Pr

□ คือ ตำแหน่งที่หาได้จากเปอร์เซ็นไทล์ที่เราต้องการหา โดยใช้วิธีการเดียวกับการหาตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ในกรณีข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่ เพียงแต่เปลี่ยนจำนวนของข้อมูลจาก N+1 เป็น N จึงได้สูตรใหม่เป็น Nr/100

□ คือ ผลบวกหรือผลรวมของความถี่ของทุกอันตรภาคชั้นที่มีค่าน้อยกว่าหรือ ต่ำกว่าอันตรภาคชั้นอันที่มี Pr อยู่ = □fL

2.12.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ ค่าที่ใช้ในการวัดการกระจายของข้อมูลที่ได้จาก Square root ของค่าเฉลี่ยของกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่าจากค่ากึ่งกลาง เราใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร S.D. หรือ S แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และมันเป็นตัวแทนที่จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าจากการสังเกตของข้อมูลชุดนั้นๆ

- ข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่

$$S = \frac{\sqrt{\sum (X_i - Xm)}}{N} \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลที่แจกแจงความถี่

$$S = \frac{\sqrt{\sum f_i (X_i - Xm)}}{N} \quad (2.6)$$

โดยที่ X_i = จุดกึ่งกลางของอันตรภาคชั้นที่ i

f_i = ความถี่ของอันตรภาคชั้นที่ i

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด หรือผลรวมของความถี่ของทุกอันตรภาคชั้น

Xm = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2.11.4 ค่ามาตรฐาน Z (Standard Value)

ค่ามาตรฐานคือ ค่าที่บอกให้ทราบว่าความแตกต่างระหว่างค่าข้อมูลนั้นกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้นเป็นกี่เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S} \quad (2.7)$$

โดย Z = ค่ามาตรฐาน

X = ค่าของข้อมูลตัวที่ต้องการทำเป็นค่ามาตรฐาน

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ เมื่อแปลงค่าทุกค่าในข้อมูลชุดใดชุดหนึ่งให้เป็นค่ามาตรฐานทั้งหมดแล้ว ถ้านำค่า Z ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วเราจะได้ ค่าเฉลี่ย = 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 1 เสมอ

2.11.5 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงปกติหรือการกระจายแบบปกติ เป็นการแจกแจงความถี่ของข้อมูลเป็นกราฟเส้นโค้งที่มีลักษณะรูประฆังคว่ำ เราเรียกว่า เส้นโค้งปกติ (normal curve) โดยที่จุดบนเส้นแกนนอนหรือแกน X ที่เส้นตรงที่ลากจากจุดที่สูงที่สุดของโค้งปกติมาตั้งฉากที่จุดนั้นจะมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต = มัธยฐาน = ฐานนิยม เสมอ

แนวความคิดเกี่ยวกับการแจกแจงปกตินั้นมีบทบาทต่อวิชาวิศวกรรมมนุษยปัจจัยในแง่ที่ใช้อธิบายถึงการสุ่มหาข้อผิดพลาดในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ ซึ่งถ้าตัวแปรสุ่ม (random variable) หรือข้อมูลที่ได้จากการวัดมีการกระจายหรือแจกแจงแบบปกติ ประชากรก็อาจจะถูกอธิบายในเชิงของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้เรายังสามารถหาค่าเปอร์เซ็นไทล์ (Pr) ได้จากเส้นโค้งปกติโดยดูจากพื้นที่ใต้โค้งปกติ (area under normal curve) และดูจากค่า Z

$$\Pr = \bar{X} + SZ \quad (2.8)$$

ความสัมพันธ์ระหว่าง Xp และ Z เป็นดังนี้

2.13 ข้อควรคำนึงในการวัดขนาดร่างกายมนุษย์

ปัญหาและข้อจำกัดของการสุ่มวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์แยกออกเป็นข้อๆ ได้แก่

1. ขนาดร่างกายมนุษย์นั้นเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ตั้งแต่เกิดจนสิ้นชีวิต ดังนั้นข้อมูลขนาดร่างกายของประชากรทั่วไปที่เก่าเก็บ หรือทิ้งไว้นานเกินไปก็จำเป็นต้องทำการวัดเก็บข้อมูลใหม่เพื่อปรับปรุงข้อมูลแอนโธรโปเมตรี (update) เพื่อให้ข้อมูลเหล่านั้นมีความทันสมัยอยู่เสมอ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลใหม่ก็คือ ทุกๆ 10 ปีเช่นเดียวกับการสำรวจสำมะโนประชากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความยุ่งยากในการระบุตำแหน่งที่ใช้วัด ไม่ว่าจะเป็นการวัดข้อมูลเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มตัวอย่าง การวัดแต่ละตำแหน่งต้องมีรายละเอียดที่ชัดเจนตามหลักของกายวิภาคศาสตร์เพื่อป้องกันความสับสนในการวัด เนื่องจากผู้ถูกวัดแต่ละคนมีทรวดทรงขนาดรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป และบางครั้งมาตรฐานที่กำหนดไว้ก็ไม่ตรงกับความเป็นจริงก็มีได้
3. เสื้อผ้าที่สวมใส่ขณะทำการวัด ในทางทฤษฎีแล้วการวัดที่ได้ค่าข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุดก็คือ ผู้ถูกวัดขนาดร่างกายจะต้องอยู่ในสภาพเปลือยกาย ไม่สวมใส่อะไรเลย แต่ทางปฏิบัติแล้วเป็นไปได้ยากเนื่องจากติดขัดด้วยข้อจำกัดต่างๆ ดังนั้นการวัดที่จะได้ข้อมูลถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุดก็คือ ให้ผู้ชายเปลือยกายท่อนบน ใส่เพียงกางเกงขาสั้นรัดรูปตัวเดียว ไม่สวมถุงเท้าและรองเท้า ส่วนผู้หญิงก็ให้ใส่เสื้อยืดแขนกุดและกางเกงขาสั้นหรือกางเกงวอร์ม ไม่สวมรองเท้าและถุงเท้าเช่นเดียวกับผู้ชาย
4. ขนบธรรมเนียมประเพณี ในบางประเทศหรือบางชนเผ่าอาจจะมีขนบธรรมเนียมข้อห้ามในเรื่องการถูกเนื้อต้องตัวกันระหว่างผู้ชายและผู้หญิง ข้อห้ามสำหรับผู้หญิงในเรื่องการเปิดเผยร่างกายต่อคนอื่นหรือคนแปลกหน้า ประเพณีการปกปิดใบหน้า การโพกศีรษะหรือการคลุมศีรษะ การใส่ห่วงที่ลำคอ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ทำให้การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายทำได้ไม่เต็มที่ ซึ่งจะส่งผลไปถึงความผิดเพี้ยนของข้อมูลที่วัดเก็บเอามาได้ ดังนั้นต้องระบุข้อจำกัดหรือหมายเหตุประกอบการวัดเก็บข้อมูลเอาไว้ด้วย

2.14 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์นั้นมีอยู่ 2 ปัจจัยหลักๆ ที่ทำให้ขนาดสัดส่วนร่างกายของแต่ละคนแตกต่างกันออกไป คือ

1. ปัจจัยจำเพาะลักษณะของมนุษย์ ได้แก่

- อายุ (age)
- เพศ (gender)
- เชื้อชาติเผ่าพันธุ์ (race)
- อาชีพ (occupation)
- ภาวะทางโภชนาการ (diet)
- ระดับความเป็นอยู่ ฐานะทางเศรษฐกิจ (living condition)
- ภาวะสุขภาพอนามัย โรคภัยไข้เจ็บ (health and disease)
- การออกกำลังกาย (exercise)

2. ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมและอื่นๆ ได้แก่

- สภาพดินฟ้าอากาศ (climate)
- สภาพสังคมและวัฒนธรรม (social and culture)
- การส่งเสริมสุขภาพพลานามัยจากระดับครอบครัว ชุมชน สังคม จนถึงระดับประเทศ (health program and campaign)
- สภาพเศรษฐกิจ (economic condition)
- ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 การนำข้อมูลแอนโธรโปเมตรีไปใช้ในงานวิศวกรรม

ในการเลือกเอาข้อมูลแอนโธรโปเมตรีไปใช้เพื่อการออกแบบสิ่งของผลิตภัณฑ์ใดๆ หรือเพื่อเหตุผลอื่นใดก็ดี ข้อมูลตัวนั้นควรจะเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดที่จะเป็นผู้ใช้สิ่งที่ได้รับการออกแบบนั้นๆ สำหรับการออกแบบเพื่อให้รับกับสัดส่วนขนาดร่างกายของมนุษย์นั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การออกแบบเพื่อประชากรทั่วไป (people at large) คือประชาชนทั่วๆ ไป ไม่จำกัดเพศ จำกัดวัย ฯลฯ
2. การออกแบบเพื่อกลุ่มคนเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง (specific group of people) เช่น กลุ่มผู้หญิงทำงาน กลุ่มเด็กวัยรุ่น กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มคนพิการ กลุ่มนักกีฬา กลุ่มคนถนัดมือซ้าย ฯลฯ

หลักการประยุกต์ใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์

ในการนำเอาข้อมูลขนาดร่างกายมนุษย์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการออกแบบนั้นมีหลักการสำคัญๆ อยู่ 3 ข้อคือ

1. การออกแบบสำหรับค่าเฉลี่ย (Design for Average Individual) หลักการคือ ใช้ข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยหรือค่ากึ่งกลาง คือ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 ของประชากร เราไม่ควรนำหลักการอันนี้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบใดๆ นอกจากเหตุจำเป็นสุดวิสัยจริงๆ เนื่องจากข้อมูลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยส่วนใหญ่แล้วมีการค้นพบว่าไม่มีบุคคลใดเลยที่จะมีสัดส่วนทุกๆ จุดของร่างกายหรือทุกๆ ตำแหน่งของการวัดเท่ากับค่าเฉลี่ยพอดี (คืออย่างน้อยต้องมีค่าหนึ่งค่าที่หลุดตกไปจากค่าเฉลี่ยอย่างแน่นอน) นั่นย่อมทำให้การออกแบบเพื่อคนโดยเฉลี่ยจึงไม่เกิดประโยชน์แก่ประชากรส่วนใหญ่แต่อย่างใด แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบลักษณะนี้กลับเป็นหลักการที่ทางฝ่ายวิศวกร ฝ่ายผลิต หรือฝ่ายเทคนิกนิยมใช้กัน เพราะว่ามันสะดวกและง่ายต่อการออกแบบ ช่วยลดข้อยุ่งยากสลับซับซ้อนทางเทคนิกลงโดยเพียงแต่นำค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 ของข้อมูลมาใช้เท่านั้นเอง

การออกแบบลักษณะนี้นิยมใช้ในงานออกแบบที่ไม่วิกฤต (Non-Critical Design) มากนัก เช่น การออกแบบสถานที่สาธารณะต่างๆ (Area for Public Use) ได้แก่ ความสูงของเคาน์เตอร์ตามสถานที่ราชการสำหรับให้ผู้คนมาติดต่อ

ดังนั้นในทางปฏิบัติแล้วหลักการชนิดนี้ควรถูกจัดอันดับความสำคัญเอาไว้เป็นลำดับสุดท้าย

2. การออกแบบเพื่อค่าสูงสุดหรือต่ำสุด (Design for Extreme Valve) หลักการคือ ใช้ข้อมูลที่สูงหรือมีค่ามากที่สุด (ที่เหมาะสมและเป็นไปได้) คือเปอร์เซ็นไทล์ที่ 90 หรือ 95 ของผู้ชาย หรือใช้ข้อมูลที่ต่ำหรือค่าน้อยที่สุด (ที่เหมาะสมและเป็นไปได้) คือ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 หรือ 10 ของผู้หญิง สำหรับสิ่งของ ผลิตภัณฑ์ หรืองานเพื่อคนส่วนใหญ่ทั่วๆ ไปใช้

การออกแบบโดยใช้ค่าข้อมูลสูงสุดหรือต่ำสุดนั้นเป็นวิธีที่ใช้ได้ดี ถ้าหากค่าขนาดสัดส่วนสูงสุดหรือต่ำสุดนั้นทำให้สิ่งที่ถูกออกแบบใช้งานนั้นได้ช่วยให้เกือบจะทุกคนในกลุ่มสามารถใช้งานสิ่งนั้นได้สะดวก ดังนั้นจึงเป็นการออกแบบเพื่อครอบคลุมกลุ่มผู้ใช้/ประชากรเกือบทั้งหมด โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นที่สำคัญๆ คือ

ก. ความต้องการระยะเคลื่อนผ่านสะดวก (Clearance Requirement) ซึ่งต้องการใช้ค่าข้อมูลที่เปอร์เซ็นไทล์สูงๆ เช่น เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ของผู้ชายในการออกแบบ ความสูงของประตูทางเข้า ความกว้างและความสูงของประตูทางออกฉุกเฉิน หรือความกว้างของอุโมงค์หลบภัย ระยะหรือความกว้างของแผ่นรองข้อมือในการวางมือพิมพ์งาน ช่องห่างระหว่างเครื่องจักรกล หรือความแข็งแรงของอุปกรณ์ในการรับน้ำหนักต้องรับน้ำหนักของคนที่มากที่สุดได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ความต้องการระยะเอื้อมถึง (Reach Requirement) ซึ่งต้องการใช้ค่าข้อมูลขนาดร่างกายที่ค่าเปอร์เซ็นไทล์น้อยๆ เช่น เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 ของผู้หญิงในการออกแบบ เช่น ความสูงของชั้นวางของ ระยะในการควบคุมแผงควบคุม ฯลฯ

3. การออกแบบเพื่อให้ปรับเปลี่ยนค่าได้ในช่วงที่เหมาะสม (Design for Adjustable Range) หลักการคือใช้ข้อมูลที่เป็นช่วงปรับเปลี่ยนค่าได้ คือล่วงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 ของผู้หญิงไปจนถึงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ของผู้ชาย หลักการอันนี้เป็นชนิดที่ดีที่สุด เพราะเป็นการออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ สถานที่ทำงาน และอื่นๆ ที่สนองตอบแล้วเข้ากันได้พอดีกับขนาดร่างกายที่แตกต่างกันไปของตัวผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนได้เป็นอย่างดี ตัวอย่าง เช่น การออกแบบเก้าอี้นั่งขับรถยนต์ เก้าอี้สำนักงาน ความสูงของโต๊ะทำงาน ความสูงของที่วางเท้าหรือที่พักแขน ระยะในการเอื้อมจับสิ่งของ เป็นต้น ซึ่งการออกแบบลักษณะนี้เราต้องพยายามให้ผู้ใช้สามารถปรับสิ่งที่ออกแบบได้ตามต้องการในช่วงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 ถึง 95 (นั่นคือครอบคลุม 90 เปอร์เซ็นต์ของประชากรทั้งหมด) แต่หลักการอันนี้มีข้อเสียในแง่ที่ว่า ในทางปฏิบัติหรือในทางวิศวกรรมมักจะทำให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้ได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากมีขีดจำกัด ข้อจำกัดทางเทคนิคมาก และสิ้นเปลืองต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายสูง อาจจะทำให้ไม่คุ้มทุนในการผลิตออกมาเพื่อให้ครอบคลุมค่าข้อมูลที่เปอร์เซ็นไทล์สูงมากๆ หรือต่ำมากๆ ดังนั้นจึงสรุปว่าหลักการออกแบบชนิดนี้ แม้ว่าจะมีหลักการทางทฤษฎีที่ดีมาก แต่ในทางปฏิบัติแล้วสามารถทำได้ยากมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดขนาดร่างกายมนุษย์

3.1 คัดเลือกมาตรฐานที่จะทำการวัด

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกจากมาตรฐานต่างๆ 3 มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3.1 จำนวนรายการทั้งสิ้น 27 รายการ ซึ่งการคัดเลือกนั้นขึ้นอยู่กับข้อจำกัดในการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการวัด และความสำคัญของข้อมูลขนาดร่างกายในส่วนที่ทำการวัดเก็บเป็นฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.1 แสดงรายการที่จะทำการวัดเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล

1. **มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขสหรัฐอเมริกา**
2. **มาตรฐานทางทหารของกองทัพสหรัฐอเมริกา (MIL - STD - 1472D)**
3. **NASA , 1978**

เลขที่	รายการ	ที่มา (มาตรฐาน)
1	ความสูงยืน	1,2,3
2	ความสูงระดับสายตา (ยืน)	1,2,3
3	ความสูงระดับคาง (ยืน)	3
4	ความสูงระดับไหล่ (ยืน)	1,2,3
5	ความสูงระดับปลายนิ้ว (ยืน)	2,3
6	ความสูงนั่ง	1,2
7	ความสูงระดับข้อศอก (นั่ง)	3
8	ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง (นั่ง)	1,2,3
9	ความสูงระดับขาอ่อนด้านบน (นั่ง)	1,2,3
10	ความสูงระดับเข่า (นั่ง)	1,2,3
11	ระยะจากบั้นท้ายถึงข้อพับใน (นั่ง)	1,2,3
12	ความลึกหน้าอก	1,2
13	ความกว้างไหล่	2,3
14	ความกว้างของศีรษะ (ด้านหน้า)	3
15	ความกว้างจากหลังศีรษะถึงหน้าผาก	3
16	ความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมูก	3
17	ความยาวรอบคอ	2
18	ความยาวรอบอก	2
19	ความยาวรอบเอว	2
20	ความยาวรอบสะโพก	2
21	ความยาวรอบแขนท่อนบน	2
22	ความยาวรอบแขนท่อนล่าง	2
23	ความยาวรอบน่อง	2
24	ความยาวรอบขาอ่อน	2
25	ความยาวรอบข้อมือ	2
26	ความยาวรอบข้อเท้า	2
27	น้ำหนักร่างกาย	2,3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

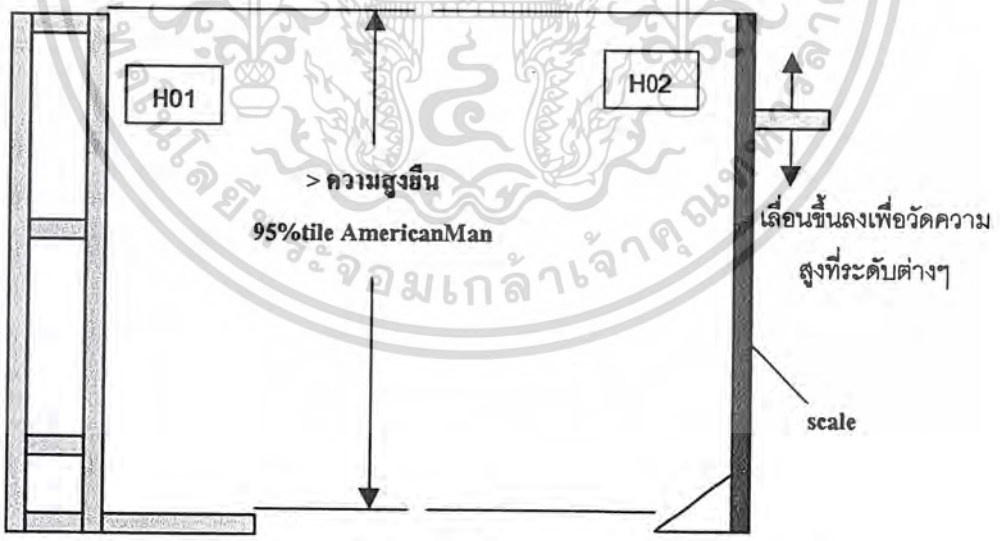
3.2 การออกแบบถึงวิธีการและเครื่องมือช่วยในการวัดเบื้องต้น

เนื่องจากการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์นั้น ในบางส่วนของร่างกายไม่สามารถทำการวัดได้ง่ายๆ ด้วยการนำไม้บรรทัดไปทาบหรือใช้สายวัดไปวัด เช่น ส่วนขนาบ ได้แก่ ความกว้างช่วงไหล่ ความกว้างศีรษะ ความกว้างสะโพก หรือในการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกายในบางท่าทางตามมาตรฐานนั้นจำเป็นต้องจัดร่างกายของผู้ที่จะถูกวัดให้อยู่ในท่าที่เหมาะสมตรงตามมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือหรือวิธีจัดร่างกายของผู้ถูกวัดให้ได้ท่าทางที่ถูกต้องด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ได้ออกแบบวิธีการและเครื่องมือ โดยได้ทำการแบ่งเครื่องมือออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามมิติการวัด 4 กลุ่มดังนี้

3.2.1 การวัดที่ไม่ต้องออกแบบอุปกรณ์ช่วย ได้แก่ ขนาดของร่างกายในส่วนที่วัดเป็นวงรอบมีทั้งสิ้น 10 รายการ คือ รายการที่ 17-26 ตามตารางที่ 3.1 สามารถวัดขนาดได้ด้วยสายวัดตัวที่ช่างตัดเสื้อผ้าใช้วัดขนาดของลูกค้าและน้ำหนักของร่างกาย คือ รายการที่ 27 ตามตารางที่ 3.1 วัดได้โดยใช้ตาชั่งวัดน้ำหนัก

3.2.2 การวัดขนาดที่เป็นความสูง (ยืน) ได้แก่ ขนาดของร่างกายทั้งสิ้น 5 รายการ คือ รายการที่ 1-5 ตามตารางที่ 3.1 ได้ทำการออกแบบวิธีการและเครื่องมือเบื้องต้นดังนี้

1. **วิธีการวัด**
   - จัดให้ร่างกายของผู้ที่ถูกวัดให้อยู่ในท่ายืนหลังตรง ขาตรงไม่หย่อนเข่า ส้นเท้าชิดกัน ด้วยอุปกรณ์ H01 ดังแสดงตามรูปที่ 3.1
   - ทำการวัดด้วยอุปกรณ์ H02 ดังแสดงตามรูปที่ 3.1 เลื่อนแผ่นวัดขึ้นลงไปยังตำแหน่งที่ต้องการวัดแล้วอ่านscale จากแกน scale
2. **อุปกรณ์ที่ออกแบบเบื้องต้นสำหรับทำการวัด** ได้แก่ อุปกรณ์ H01 และ H02 ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงภาพการออกแบบเบื้องต้นของอุปกรณ์ H01 และ H02

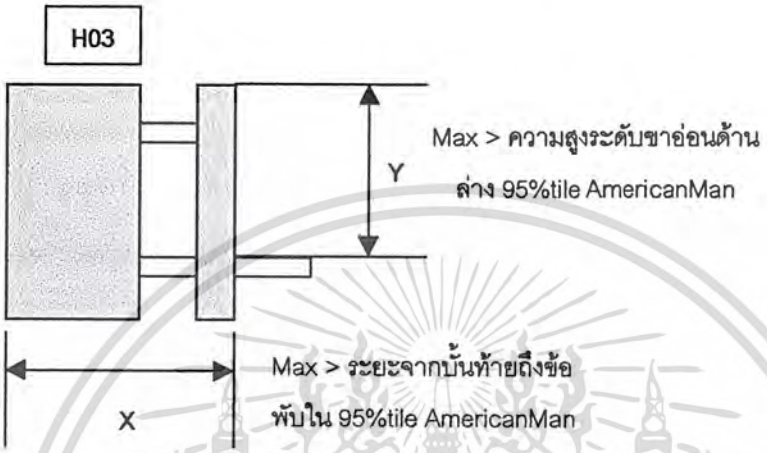
3.2.3 การวัดขนาดที่เป็นท่านั่ง มี 2 แบบคือ

- แบบวัดความสูงท่านั่ง ได้แก่ การวัดขนาดร่างกายตามรายการที่ 6-10 ในตารางที่ 3.1 รวม 5 รายการ
- แบบอื่นๆ ได้แก่ การวัดขนาดร่างกายตามรายการที่ 11 ในตารางที่ 3.1 รวม 1 รายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวัดและอุปกรณ์ที่ออกแบบเบื้องต้นสำหรับทำการวัด

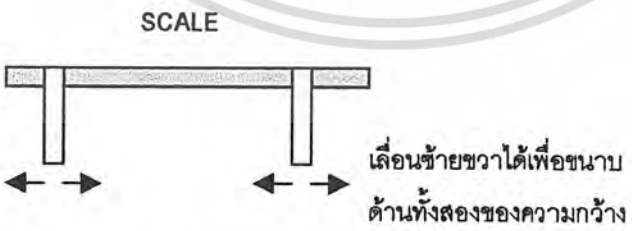
- จัดให้ร่างกายของผู้ที่ถูกวัดให้อยู่ในท่านั่งหลังตรง ขาส่วนบนขนานกับพื้นและตั้งฉากกับลำตัว ขาส่วนล่างตั้งฉากกับพื้น ด้วยอุปกรณ์เก้าอี้ปรับได้ H03 ประกอบกับ H01
- ใช้เครื่องมือวัด H02 วัดรายการที่ 6-10 และใช้สายวัดวัดระยะ X เป็นขนาดของรายการที่ 11 และระยะ Y เป็นระยะที่ 12 ดังรูปที่ 3.2 แสดงเครื่องมือช่วยในการวัด H03



รูปที่ 3.2 แสดงการออกแบบเบื้องต้นของอุปกรณ์ H03

3.2.4 การวัดขนาดที่เป็นความกว้างและความหนา ได้แก่ การวัดขนาดตามรายการที่ 12-16 ในตารางที่ 3.1 รวมทั้งสิ้น 5 รายการ

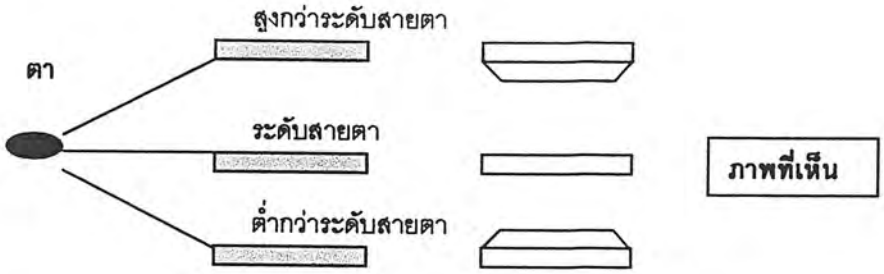
1. **วิธีการวัด**
   - ไม่จำเป็นต้องจัดท่าทางให้ถูกต้อง ยกเว้น การวัดความกว้างไหล่ ผู้ถูกวัดต้องยืนทิ้งแขนทั้งสองข้างลงแนบลำตัว
   - ใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะรูปร่างที่สามารถหนีบด้านทั้งสองของความกว้างและความหนาได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 อ่านค่า scale ขวา และ scale ซ้าย จากแกน scale แล้วนำมาลบกันหาค่าสมบูรณ์จะได้ค่าความกว้าง
2. **อุปกรณ์ที่ออกแบบเบื้องต้นสำหรับทำการวัด** แสดงไว้ในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงการออกแบบเบื้องต้นของอุปกรณ์ H04

อย่างไรก็ตามวิธีการวัดความสูงในระดับสายตานั้นเราไม่สามารถวัดโดยใช้แผ่นวัดเลื่อนไปแตะลูกนัยน์ตาได้เพราะอาจเกิดอันตรายกับดวงตาได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวัดด้วยหลักการที่แสดงในรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงหลักการสำหรับการวัดความสูงระดับสายตา

การวัดความสูงในระดับสายตานั้น ให้ผู้ที่ถูกวัดมองตรงไปข้างหน้าที่แผ่นวัด เลื่อนแผ่นวัดขึ้นลงจนผู้ถูกวัดมองเห็นแผ่นวัดดังในภาพระดับสายตา แล้วอ่าน scale ได้ความสูงยืนระดับสายตา

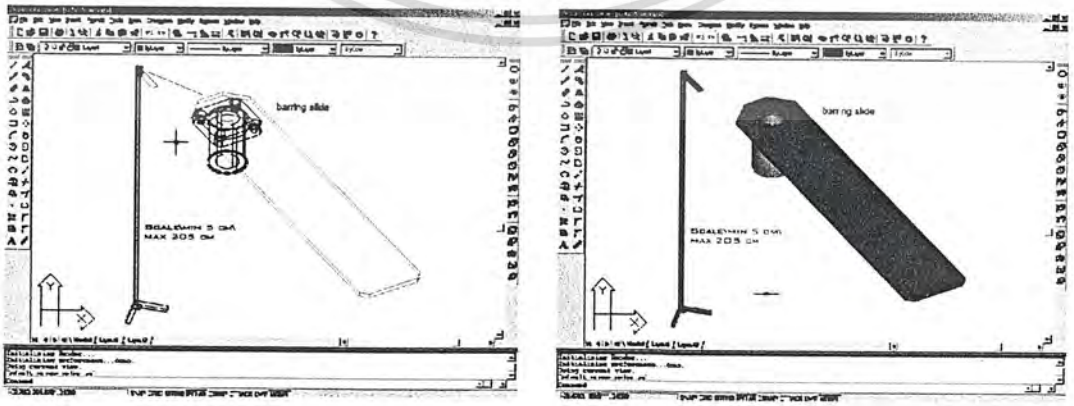
3.3 การออกแบบรายละเอียดอุปกรณ์และวิธีการวัดอย่างละเอียด

3.3.1. อุปกรณ์สำหรับการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย มีทั้งสิ้น 5 รายการดังนี้

1. สายวัด ใช้สำหรับวัดขนาดของร่างกายที่เป็นความยาวรอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

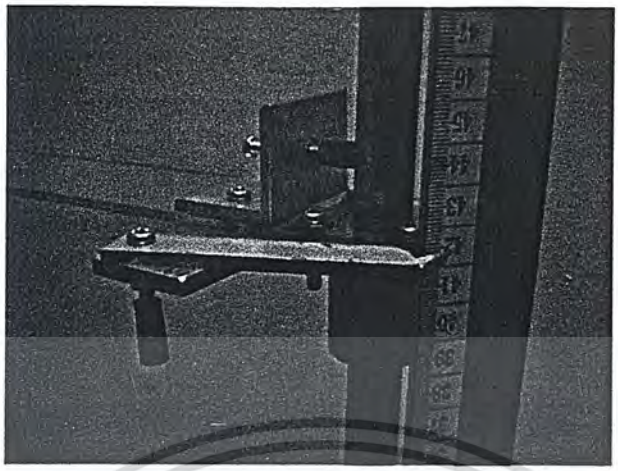
รูปที่ 3.5 แสดงภาพของสายวัด

2. เสาวัดความสูง ใช้สำหรับวัดขนาดร่างกายที่เป็นความสูง ได้ทำการออกแบบและจัดสร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่ 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ



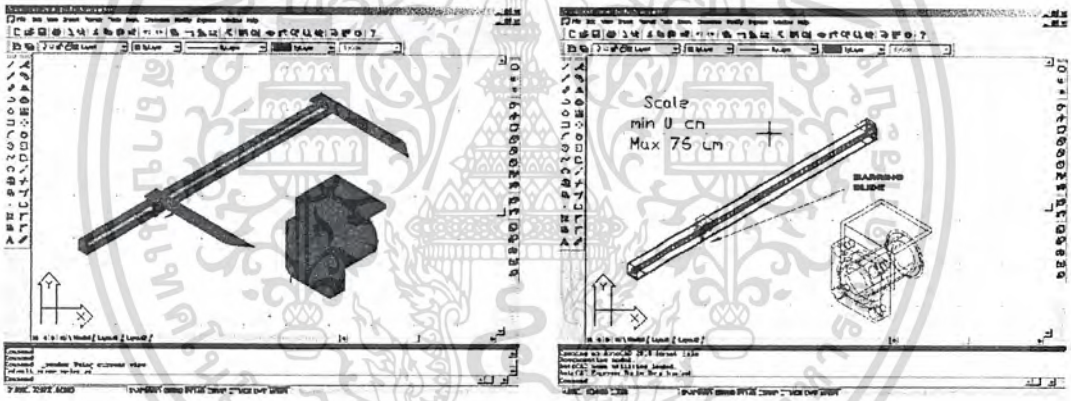
รูปที่ 3.6 แสดงการออกแบบของเสาวัดความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

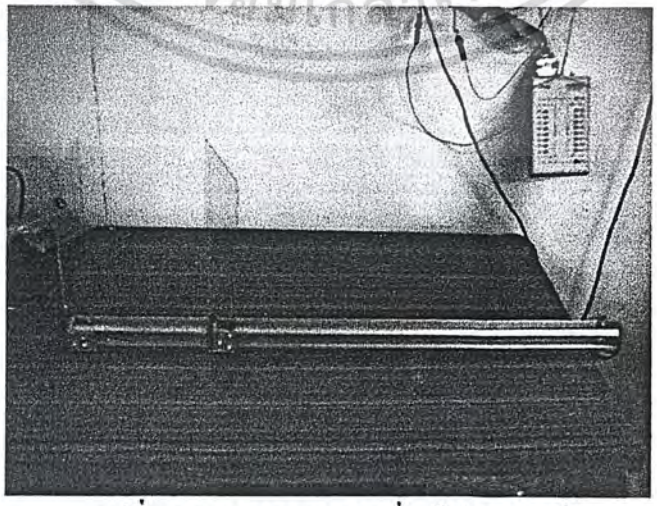


รูปที่ 3.7 แสดงภาพของเสาวัดความสูง

3. เครื่องมือวัดความกว้าง ใช้สำหรับวัดขนาดร่างกายที่เป็นความกว้างและความหนา ได้ทำการออกแบบและจัดสร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่3.8 และ 3.9 ตามลำดับ



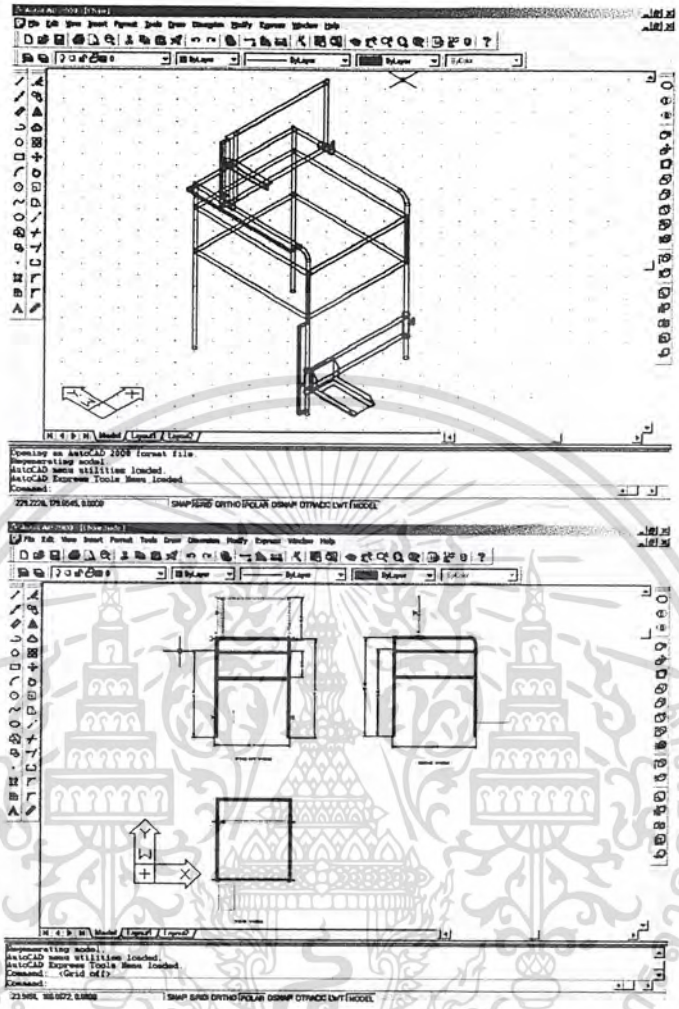
รูปที่ 3.8 แสดงการออกแบบของเครื่องมือวัดความกว้าง



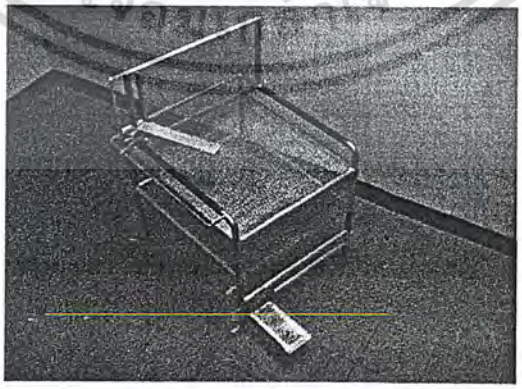
รูปที่ 3.9 แสดงการภาพของเครื่องมือวัดความกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เก้าอี้ช่วยวัดขนาดร่างกายในท่านั่ง ใช้สำหรับวัดและจัดร่างกายในท่านั่ง และใช้ประกอบกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้วัดขนาดร่างกายในท่านั่ง แสดงในรูปที่ 3.10 และ 3.11 ตามลำดับ



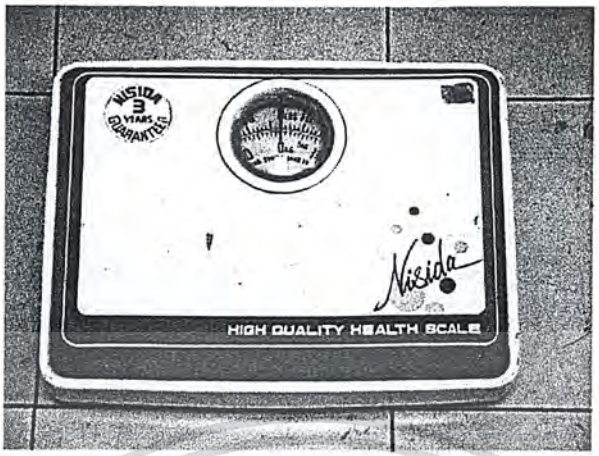
รูปที่ 3.10 แสดงการออกแบบเก้าอี้ช่วยวัดขนาดร่างกายในท่านั่ง



รูปที่ 3.11 แสดงภาพของเก้าอี้ช่วยวัดขนาดร่างกายในท่านั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องชั่งน้ำหนัก ใช้สำหรับวัดน้ำหนักของร่างกาย แสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงภาพของเครื่องชั่งน้ำหนัก

3.3.2. วิธีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในแต่ละรายการ ในการวัดสัดส่วนในแต่ละรายการนั้นจำเป็นต้องใช้เครื่องมือต่างๆ กัน และมีวิธีการใช้ตามที่กำหนด

อย่างไรก็ตามเพื่อความสะดวกในการเรียกชื่อของเครื่องมือ ได้กำหนดให้เรียกเครื่องมือต่างๆ ดังต่อไปนี้

เครื่องมือวัดความสูง = A

เครื่องมือวัดความกว้าง = B

เก้าอี้ช่วยวัดและจัดร่างกายในท่านั่ง = C

สายวัด = D

เครื่องชั่งน้ำหนัก = W

1. การวัดขนาดความสูงยืน – ความสูงระดับคาง - ความสูงระดับไหล่ และความสูงปลายนิ้ว

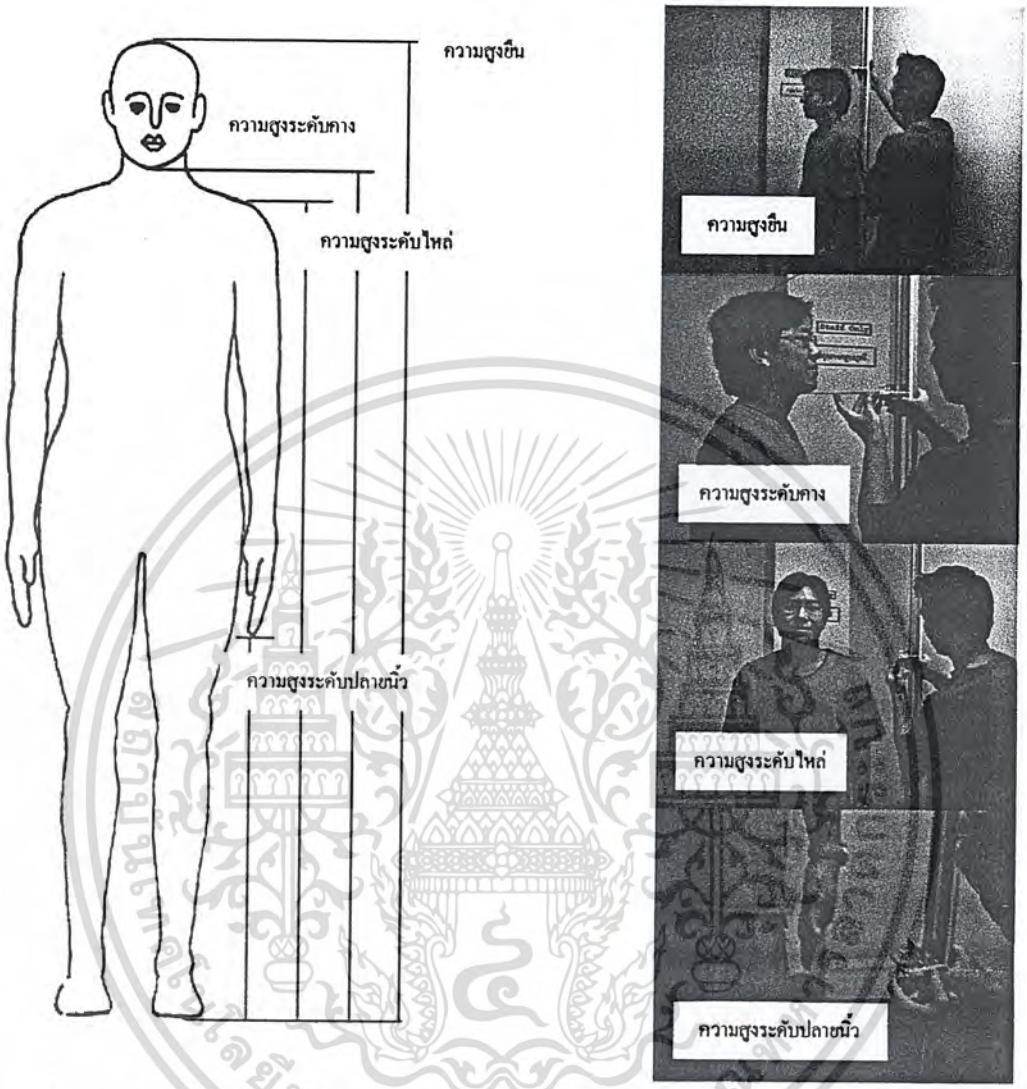
เครื่องมือที่ใช้ : A

ท่าที่กำหนด : ผู้ถูกวัดต้องยืนตัวตรง ยืดอก เท้าแยกห่างกันเท่าช่วงไหล่ ทิ้งแขนทั้งสองข้างลงแนบข้างลำตัวหน้ามองตรง

<u>วิธีการวัด</u> (ดูรูป 3.13 ประกอบ)

1. ตั้งเครื่องมือ A ให้ฉากกับพื้น เลื่อนแผ่นทาบวัดความสูงแตะลงบนศีรษะด้านบน อ่านค่า scale ได้ค่า *ความสูงยืน (รายการที่ 1)* บันทึกผล
2. เลื่อนแผ่นทาบลงมาแตะใต้ปลายคาง อ่านค่า scale ได้ค่า *ความสูงระดับคาง (ยืน) (รายการที่ 3)* บันทึกผล
3. เลื่อนแผ่นทาบลงมาแตะส่วนบนสุดของหัวไหล่ อ่านค่า scale ได้ค่า *ความสูงระดับไหล่ (ยืน) (รายการที่ 4)* บันทึกผล
4. เลื่อนแผ่นทาบลงมาแตะที่ปลายนิ้วกลางซึ่งอยู่ต่ำสุด อ่านค่า scale ได้ค่า *ความสูงระดับปลายนิ้ว (ยืน) (รายการที่ 5)* บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงการวัดความสูงยืน ความสูงระดับไหล่(ยืน) ความสูงระดับคาง(ยืน) ความสูงปลายนิ้ว(ยืน)

2. การวัดความสูงระดับสายตา(ยืน)

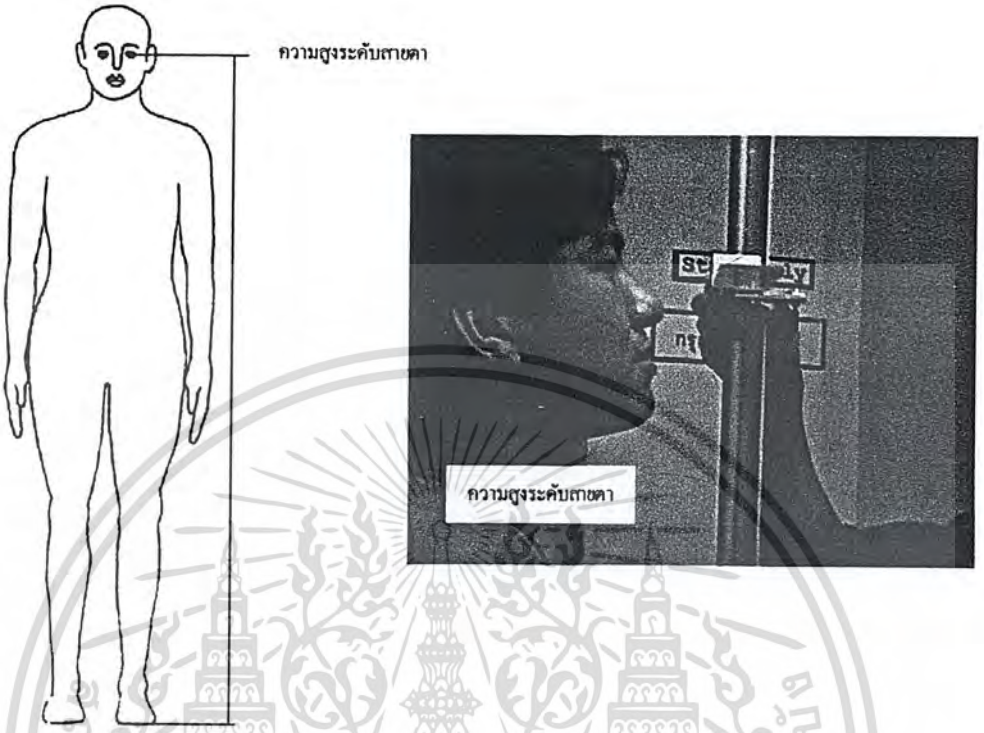
เครื่องมือที่ใช้ : A

ท่าที่กำหนด : ผู้ถูกวัดจะต้องยืนตัวตรง ยืดอก เท้าแยกห่างกันเท่าช่วงไหล่

<u>วิธีการวัด</u> (ดูรูป 3.14 ประกอบ)

1. ตั้งเครื่องมือ A ให้ฉากกับพื้น เลื่อนแผ่นทาบวัดความสูงขึ้นมาที่ระดับต่ำกว่าดวงตาเล็กน้อย ผู้ถูกวัดจะมองเห็นผิวบนของแผ่นทาบได้เนื่องจากอยู่ต่ำกว่าระดับสายตา
2. ค่อยๆ เลื่อนแผ่นทาบขึ้นทีละนิด จนกระทั่งผู้ถูกวัดมองไม่เห็นผิวบนของแผ่นทาบ ตามหลักการดังแสดงในรูปที่ 3.4
3. อ่าน scale จะได้ค่า *ความสูงระดับสายตา(ยืน) (รายการที่ 2)* บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงการวัดความสูงระดับสายตา(ยืน)

3. การวัดความสูงนั่ง – ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง - ความสูงระดับขาอ่อนด้านบน(นั่ง) - ความสูงระดับศอก (นั่ง) - ความสูงระดับเข่า(นั่ง) และระยะจากบั้นท้ายถึงข้อพับใน

เครื่องมือที่ใช้ : A และ C

ท่าที่กำหนด : ผู้ถูกวัดจะต้องนั่งหลังตรง ขาท่อนบนต้องขนานกับพื้น และขาท่อนล่างต้องตั้งฉากกับพื้น

<u>วิธีการวัด</u> (ดูรูป 3.15 ประกอบ)

1. จัดร่างกายให้นั่งในท่าที่กำหนด โดยเครื่องมือ C โดยให้ผู้ถูกวัดนั่งบนเครื่องมือ C โดยให้ผู้ถูกวัดนั่งชิดด้านขวาของเครื่องมือ C ขาส่วนพับในแนบเข้ากับส่วนหน้าของเครื่องมือ C
2. เลื่อนพนักพิงเข้ามาแตะที่บั้นท้ายของผู้ถูกวัด (ผู้ถูกวัดจะต้องนั่งหลังตรงไม่ใช้หลังพิงพนัก) อ่านค่า scale แนวราบได้ค่า*ระยะจากบั้นท้ายถึงข้อพับใน (รายการที่ 11)* บันทึกผล
3. เลื่อนแผ่นรองเท้าขึ้นมาทาบกับเท้าขวาของผู้ถูกวัด อ่านค่า scale ได้ค่าอ้างอิงจากระดับพื้น ในที่นี้กำหนดให้เป็นค่า *GD (ground)*
4. ค่าความสูงของเครื่องมือ C จากพื้นถึงแผ่นรองนั่งมีค่า 55 cm ให้นำค่า GD มาลบออกได้ค่า *ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง (นั่ง) (รายการที่ 8)* บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลื่อนแผ่นรองแขนขึ้นทาบกับแขนท่อนล่างโดยที่แขนท่อนบนต้องเป็นแนวดิ่งกับพื้นระดับของผู้ถูกวัด อ่านค่า scale และนำค่าอ้างอิง GD มาลบจะได้ค่า *ความสูงระดับศอก (นั่ง) (รายการที่ 7)* บันทึกผล
6. ใช้เครื่องมือ A เลื่อนแผ่นทาบมาแตะบนศีรษะแล้วอ่านค่า scale และนำค่า GD มาลบได้ค่า *ความสูงนั่ง (รายการที่ 6)* บันทึกผล
7. ใช้เครื่องมือ A เลื่อนแผ่นทาบมาแตะบนขาอ่อน อ่านค่า scale และนำค่า GD มาลบได้ค่า ความสูง *ระดับขาอ่อนด้านบน (นั่ง) (รายการที่ 9)* บันทึกผล
8. ใช้เครื่องมือ A เลื่อนแผ่นทาบมาแตะที่ส่วนบนสุดของลูกสะบ้าหัวเข่า อ่านค่า scale และนำค่า GD มาลบ ได้ค่า *ความสูงระดับเข่า (นั่ง) (รายการที่ 10)* บันทึกผล

รูปที่ 3.15 แสดงการวัดความสูงนั่ง – ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง - ความสูงระดับขาอ่อนด้านบน(นั่ง) - ความสูงระดับศอก(นั่ง) - ความสูงระดับเข่า(นั่ง) และระยะจากปุ่มท้ายถึงข้อพับใน

4. การวัดความลึกหน้าอก – ความกว้างไหล่ – ความกว้างของศีรษะ (ด้านหน้า) – ความกว้างจากหลังศีรษะถึงหน้าผาก และความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมูก

เครื่องมือที่ใช้ : B

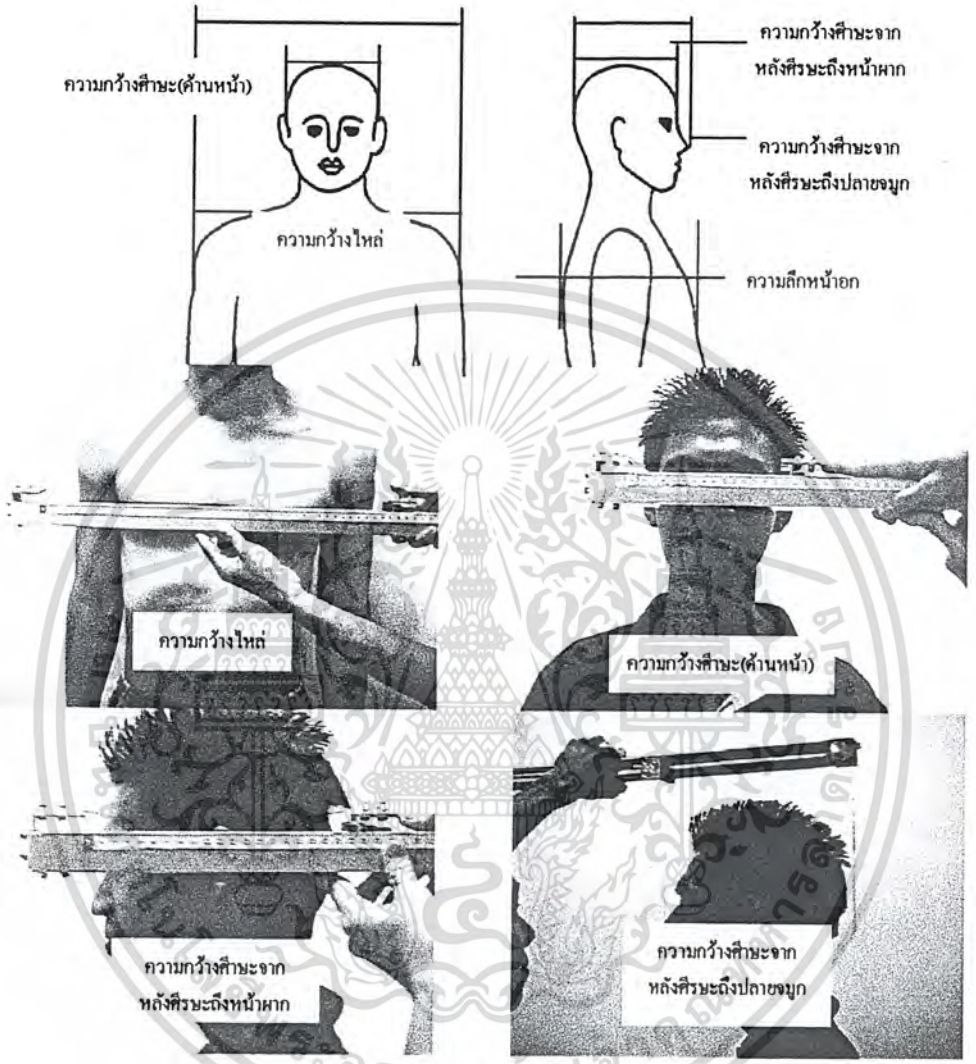
ท่าที่กำหนด : ยืนหรือนั่งก็ได้ ยืดอกขึ้น หลังตรง ทิ้งแขนทั้งสองข้างลงแนบข้างลำตัว

<u>วิธีการวัด</u> (ดูรูป 3.16 ประกอบ)

1. ใช้เครื่องมือ B หนีบด้านหนึ่งเข้ากับยอดอก (ส่วนอกที่ยื่นออกมาจากลำตัวมากที่สุด) และอีกด้านหนึ่งเข้าที่แผ่นหลังบริเวณสะบักไหล่ อ่าน scale ได้ค่า *ความลึกหน้าอก (รายการที่ 12)* บันทึกผล
2. ใช้เครื่องมือ B หนีบเข้ากับส่วนที่กว้างที่สุดของไหล่ทั้งสองด้าน อ่าน scale จะได้ค่า *ความกว้างไหล่ (รายการที่ 13)* บันทึกผล
3. ใช้เครื่องมือ B หนีบเข้าที่ศีรษะด้านข้างเหนือใบหูทั้งสองข้าง อ่าน scale ได้ค่า *ความกว้างศีรษะ (ด้านหน้า) (รายการที่ 14)* บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้เครื่องมือ B หนีบเข้าที่ส่วนหลังสุดของด้านหลังศีรษะ และอีกด้านหนึ่งเข้าบริเวณหน้าผาก อ่าน scale ได้ค่า *ความกว้างจากหลังศีรษะถึงหน้าผาก (รายการที่ 15)* บันทึกผล
5. ใช้เครื่องมือ B หนีบเข้าที่ส่วนหลังสุดของด้านหลังศีรษะ และอีกด้านหนึ่งเข้าที่ปลายจมูก อ่าน scale ได้ค่า *ความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมูก (รายการที่ 16)* บันทึกผล



รูปที่ 3.16 แสดงการวัดความลึกหน้าอก – ความกว้างไหล่ – ความกว้างของศีรษะ (ด้านหน้า) – ความกว้างจากหลังศีรษะถึงหน้าผาก และความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมูก

5. การวัดความยาวรอบทั้งหมด และชั่งน้ำหนัก

เครื่องมือที่ใช้ : D และ W

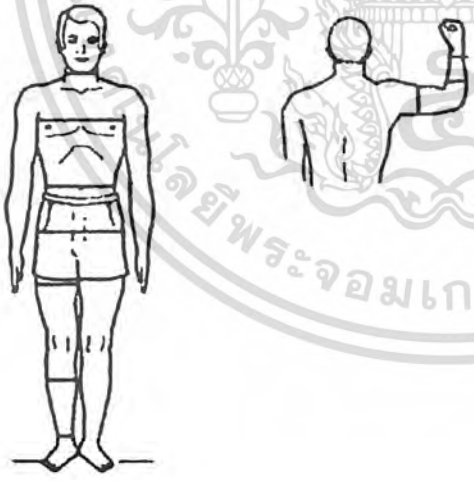
ท่าที่กำหนด : กำหนดท่าเป็นรายการไป

<u>วิธีการวัด</u> (ดูรูป 3.17 ประกอบ)

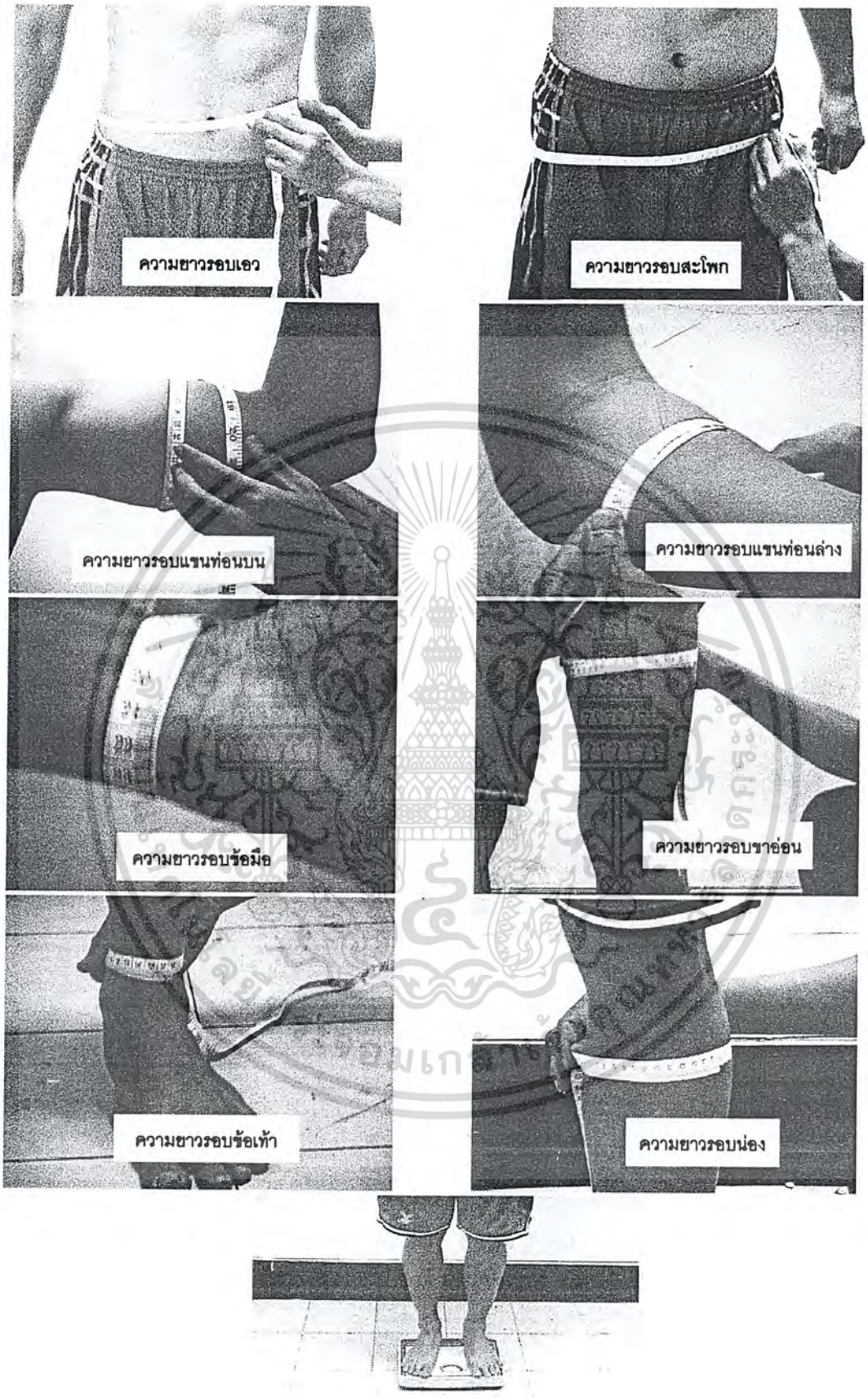
1. การวัด*ความยาวรอบคอ (รายการที่ 17)* ผู้ถูกวัดต้องตั้งคอตรง หน้าหันตรงไปข้างหน้า วัดรอบคอบริเวณใต้ลูกกระเดือกลงไป อ่านค่า scale บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวัด*ความยาวรอบอก (รายการที่ 18)* ผู้ถูกวัดต้องหายใจเข้า ยืดอก ผู้ชายให้วัดเหนือหัวนมเล็กน้อย ส่วนผู้หญิงให้วัดตรงส่วนหัวนมเพราะจะเป็นส่วนที่ความยาวรอบสูงที่สุด อ่านค่า scale บันทึกผล
3. การวัด*ความยาวรอบเอว (รายการที่ 19)* ผู้ถูกวัดต้องยืนตัวตรงตามสบาย ต้องไม่แขม่วหน้าท้อง ผู้ทำการวัดจะวัดที่ระดับสะดือหรือส่วนที่คอดที่สุดของช่วงเอว อ่านค่า scale บันทึกผล
4. การวัด*ความยาวรอบสะโพก (รายการที่ 20)* ผู้ถูกวัดต้องยืนเท้าชิด ตัวตรง ผู้ทำการวัดจะวัดตรงส่วนที่กว้างที่สุดเป็นส่วนกว้างของกระดูกเชิงกราน อ่านค่า scale บันทึกผล
5. การวัด*ความยาวรอบแขนท่อนบน (รายการที่ 21)* ผู้ถูกวัดต้องยกแขนท่อนล่างขึ้นฉากกับแขนท่อนบน ผู้ทำการวัดจะวัดส่วนที่นูนที่สุดของแขนท่อนบน อ่าน scale บันทึกผล
6. การวัด*ความยามรอบแขนท่อนล่าง (รายการที่ 22)* ทำเช่นเดียวกับข้อ 5 ผู้ทำการวัดจะวัดส่วนที่กว้างที่สุดของท่อนแขนท่อนล่างซึ่งจะอยู่บริเวณส่วนบนของแขนท่อนล่างใกล้กับศอก อ่านค่า scale บันทึกผล
7. การวัด*ความยาวรอบน่อง (รายการที่ 23)* ผู้ถูกวัดต้องยืนขาตรงไม่หย่อนขา ผู้ทำการวัดจะวัดส่วนที่ใหญ่ที่สุดของน่อง อ่านค่า scale บันทึกผล
8. การวัด*ความยาวรอบขาอ่อน (รายการที่ 24)* ผู้ถูกวัดต้องยืนขาตรงไม่หย่อนขา ผู้ทำการวัดจะวัดบริเวณส่วนบนของขาอ่อนใกล้ถึงระดับเป้ากางเกง อ่านค่า scale บันทึกผล
9. การวัด*ความยาวรอบข้อมือ (รายการที่ 25)* ผู้ทำวัดจะวัดรอบตรงกับกระดูกข้อมือ อ่านค่า scale บันทึกผล
10. การวัด*ความยาวรอบข้อเท้า (รายการที่ 26)* ผู้ทำการวัดจะวัดตรงส่วนที่ติดกับเหนือตาตุ่มขึ้นมาจะมีส่วนที่คอดที่สุดอยู่ อ่านค่า scale บันทึกผล
11. การวัดน้ำหนัก (รายการที่ 27) ผู้ถูกวัดจะต้องยืนนิ่งๆ เต็มเท้าบนตาชั่ง อ่านค่า บันทึกผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงการวัดความยาวรอบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ข้อมูลขนาดร่างกายมนุษย์ที่ได้จากการวัด

4.1 การทดลองและผลการวัด

ทำการทดลองโดยการวัดนักศึกษาภาควิศวกรรมอุตสาหการชั้นปีที่ 4 จำนวน 10 คน โดยแบ่งเป็นชาย 7 คนและหญิง 3 คน โดยใช้เครื่องมือวัดจำนวน 5 รายการ ได้ผลการวัดทั้ง 27 รายการดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวัดขนาดความสูงยืน ความสูงระดับสายตา ความสูงระดับคาง ความสูงระดับไหล่ ความสูงระดับปลายนิ้ว

ID	เพศ	อายุ	ความสูงยืน	ความสูงระดับสายตา	ความสูงระดับคาง	ความสูงระดับไหล่	ความสูงระดับปลายนิ้ว
1	ชาย	23	168	158.7	145.5	135.1	63
2	ชาย	23	170	162.2	150.6	140	62.2
3	ชาย	22	165.8	155.5	144.2	130.1	63.1
4	ชาย	21	170	160.8	147.5	137.5	64.1
5	ชาย	21	168.5	159.7	143.1	135.5	64.1
6	หญิง	20	160	150.2	137.1	130	60.2
7	หญิง	20	157.2	147	133.8	128.5	60.3
8	หญิง	21	162.6	151.4	139.2	130	60.7
9	ชาย	22	172	163.7	149.1	140.3	64.8
10	ชาย	21	174.5	165.6	152.3	142.5	63.3
AVG		21.4	166.86	157.48	144.24	134.95	62.58

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวัดขนาดความสูงระดับข้อศอก(นั่ง) ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง(นั่ง) ความสูงระดับขาอ่อนด้านบน(นั่ง)

ID	เพศ	อายุ	ความสูงระดับข้อศอก(นั่ง)	ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง(นั่ง)	ความสูงระดับขาอ่อนด้านบน(นั่ง)
1	ชาย	23	67.9	44.9	58.5
2	ชาย	23	67.6	46.1	60
3	ชาย	22	66.2	43.7	56.5
4	ชาย	21	68.8	45.7	54.7
5	ชาย	21	67.7	45.2	57.4
6	หญิง	20	58.1	41.9	55
7	หญิง	20	56.2	41.2	52.3
8	หญิง	21	59.7	42.5	52.3
9	ชาย	22	67.8	45.4	60.1
10	ชาย	21	70.4	48.1	62.9
AVG		21.4	65.04	44.47	56.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดขนาดความสูงระดับเข่า(นั่ง) ระยะจากปั้นท้ายถึงข้อพับใน ความลึกหน้าอก ความกว้างไหล่

ID	เพศ	อายุ	ความสูงระดับเข่า(นั่ง)	ระยะจากปั้นท้ายถึงข้อพับใน	ความลึกหน้าอก	ความกว้างไหล่
1	ชาย	23	55.4	43.3	19.6	45.8
2	ชาย	23	57.8	45.5	19.8	41.7
3	ชาย	22	56.2	40.2	19.2	40.5
4	ชาย	21	51.9	48.8	21.8	42.6
5	ชาย	21	56.7	44.2	22.4	42.7
6	หญิง	20	53.1	39.1	19.3	41.5
7	หญิง	20	51.7	38.2	17.4	38.2
8	หญิง	21	53	40.1	19.5	40.9
9	ชาย	22	58.1	42.7	19.5	43.8
10	ชาย	21	60.6	45.3	20	43.1
AVG		21.4	55.45	42.74	19.85	42.08

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวัดขนาดความกว้างของศีรษะ(ด้านหน้า) ความกว้างจากหลังศีรษะถึงหน้าผาก ความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมูก

ID	เพศ	อายุ	ความกว้างของศีรษะ(ด้านหน้า	ความกว้างจากหลังศีรษะถึงหน้าผา	ความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมู
1	ชาย	23	16.3	18.5	20.1
2	ชาย	23	15.7	20	21.3
3	ชาย	22	16.6	18.1	20.5
4	ชาย	21	16.2	18.2	21.2
5	ชาย	21	16.7	20.6	23.4
6	หญิง	20	14.2	18.6	20
7	หญิง	20	14.5	18.4	19.8
8	หญิง	21	14.8	18.5	20.2
9	ชาย	22	15.7	20.4	21.3
10	ชาย	21	15.3	20.5	19.4
AVG		21.4	15.6	19.18	20.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวัดขนาดความยาวรอบคอ ความยาวรอบอก ความยาวรอบเอว ความยาวรอบสะโพก ความยาวรอบแขนท่อนบน

ID	เพศ	อายุ	ความยาวรอบคอ	ความยาวรอบอก	ความยาวรอบเอว	ความยาวรอบสะโพก	ความยาวรอบแขนท่อนบน
1	ชาย	23	36.9	92.1	76.7	91.2	29.8
2	ชาย	23	35.5	89.8	79.8	91	26.8
3	ชาย	22	33.7	87.2	76.6	90.2	25.6
4	ชาย	21	34.1	88.3	76.7	93.7	32.1
5	ชาย	21	39.4	97.3	81.8	93.2	29.1
6	หญิง	20	32.1	83.8	72.3	96.6	27.7
7	หญิง	20	29.5	75.6	68.5	91	22.2
8	หญิง	21	32.9	91.2	72.8	96.4	26.6
9	ชาย	22	35	91.4	75.6	90.5	29.3
10	ชาย	21	35.1	85.3	72.5	89	27
AVG		21.4	34.42	88.2	75.33	92.28	27.62

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวัดขนาดความยาวรอบแขนท่อนล่าง ความยาวรอบน่อง ความยาวรอบขาอ่อน

ID	เพศ	อายุ	ความยาวรอบแขนท่อนล่าง	ความยาวรอบน่อง	ความยาวรอบขาอ่อน
1	ชาย	23	27.6	36.8	48.6
2	ชาย	23	25.6	38	53.1
3	ชาย	22	22.9	33.8	49.4
4	ชาย	21	26	37.3	56.3
5	ชาย	21	27.2	37.9	54.5
6	หญิง	20	25.5	37	57.6
7	หญิง	20	21	33	43.5
8	หญิง	21	24.5	36	50
9	ชาย	22	27.3	36.3	51.4
10	ชาย	21	24.6	33.3	50
AVG		21.4	25.22	35.94	51.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวัดขนาดความยาวรอบข้อมือ ความยาวรอบข้อเท้า น้ำหนักร่างกาย

ID	เพศ	อายุ	ความยาวรอบข้อมือ	ความยาวรอบข้อเท้า	น้ำหนักร่างกาย
1	ชาย	23	15.9	21.6	62
2	ชาย	23	15.8	22.6	61.5
3	ชาย	22	14.8	20.2	56
4	ชาย	21	15.3	21.2	62
5	ชาย	21	16.5	23.3	68.5
6	หญิง	20	15	22.6	58.5
7	หญิง	20	15.9	19.5	48.5
8	หญิง	21	19.8	20.1	55
9	ชาย	22	17.4	22.3	65
10	ชาย	21	16.4	21.1	58
AVG		21.4	16.28	21.45	59.5

4.2 การแปลงข้อมูลให้พร้อมสำหรับการเรียกใช้

เมื่อคำค่าจากตารางที่ 4.1- 4.7 มาคำนวณค่า Percentile สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า Percentile ที่ 1,50 และ 99

Percentile / รายการ	1 ของทั้งหมด	50 ของทั้งหมด	99 ของทั้งหมด	1 ของผู้ชาย	50 ของผู้ชาย	99 ของผู้ชาย	1 ของผู้หญิง	50 ของผู้หญิง	99 ของผู้หญิง
ความสูงยืน	157.452	169.25	174.275	165.932	170	174.35	157.256	160	162.548
ความสูงระดับสายตา	147.288	159.2	165.429	155.692	160.8	166.486	147.064	150.2	151.376
ความสูงระดับคาง	134.097	144.85	152.147	143.166	147.5	152.198	133.866	137.1	139.158
ความสูงระดับไหล่	128.635	135.3	142.302	130.4	137.5	142.368	128.53	130	130
ความสูงระดับปลายนิ้ว	60.209	63.05	64.737	62.248	63.3	64.758	60.202	60.3	60.692
ความสูงนั่ง	122.461	133.4	138.183	129.052	134.6	138.222	122.258	125.1	126.472
ความสูงระดับข้อศอก(นั่ง)	56.371	67.65	70.256	66.284	67.8	70.304	56.238	58.1	59.668
ความสูงระดับขาอ่อนด้านล่าง(นั่ง)	41.256	45.05	47.92	43.772	45.4	47.98	41.214	41.9	42.488
ความสูงระดับขาอ่อนด้านบน(นั่ง)	52.3	56.95	62.648	54.808	58.5	62.732	52.3	52.3	54.946
ความสูงระดับเข่า(นั่ง)	51.718	55.8	60.375	52.11	56.7	60.45	51.718	53	53.098
ระยะจากปั้นท้ายถึงข้อพับใน	38.281	43	48.503	40.35	44.2	48.602	38.281	39.1	40.08
ความลึกหน้าอก	17.562	19.55	22.346	19.218	19.8	22.364	17.562	19.3	19.496
ความกว้างไหล่	38.407	42.15	45.62	40.572	42.7	45.68	38.407	40.9	41.488
ความกว้างของศีรษะ(ด้านหน้า)	14.227	15.7	16.691	15.324	16.2	16.694	14.227	14.5	14.794
ความกว้างจากหลังศีรษะถึงหน้าผาก	18.109	18.55	20.591	18.106	20	20.594	18.109	18.5	18.598
ความกว้างจากหลังศีรษะถึงปลายจมูก	19.436	20.35	23.211	19.442	21.2	23.274	19.436	20	20.196
ความยาวรอบคอ	29.734	34.55	39.175	33.724	35.1	39.25	29.734	32.1	32.884
ความยาวรอบอก	76.338	89.05	96.832	85.414	89.8	96.988	76.338	83.8	91.052
ความยาวรอบเอว	68.842	76.1	81.62	72.696	76.7	81.68	68.842	72.3	72.79
ความยาวรอบสะโพก	89.108	91.1	96.582	89.072	91	93.67	89.108	96.4	96.596
ความยาวรอบแขนท่อนบน	22.506	27.35	31.893	25.672	29.1	31.962	22.506	26.6	27.678
ความยาวรอบแขนท่อนล่าง	21.171	25.55	27.573	23.002	26	27.582	21.171	24.5	25.48
ความยาวรอบน่อง	33.027	36.55	37.991	33.33	36.8	37.994	33.027	36	36.98
ความยาวรอบขาอ่อน	43.959	50.7	57.483	48.648	51.4	56.192	43.959	50	57.448
ความยาวรอบข้อมือ	14.818	15.9	19.584	14.83	15.9	17.345	14.818	15.9	19.722
ความยาวรอบข้อเท้า	19.554	21.4	23.237	20.254	21.6	23.258	19.554	20.1	22.55
น้ำหนักร่างกาย	49.085	60	68.185	56.12	62	68.29	49.085	55	58.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุปโครงงาน

4.3.1 การศึกษาทฤษฎี ทำการศึกษาวิชาการยศาสตร์(Ergonomics) หรือวิศวกรรมมนุษยปัจจัย (Hunman Factory Engineering) โดยมุ่งเน้นในการศึกษาด้าน การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Anthropometry) เป็นสำคัญ

4.3.2 ส่วนการออกแบบ ไม่สามารถออกแบบเครื่องมือวัดได้ตามที่คาดหวังไว้แต่แรกได้ โดยเริ่มแรกนั้นคาดหวังว่าจะสามารถออกแบบเครื่องมือชิ้นเดียวซึ่งสามารถใช้สำหรับวัดร่างกายได้ทุกรายการ แต่ในการออกแบบจริงนั้นต้องใช้เครื่องมือทั้งสิ้น 5 รายการเพื่อวัดขนาดร่างกายทั้งหมด 27 รายการ โดยสาเหตุสำคัญซึ่งทำให้ความคาดหวังแต่เริ่มแรกไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องมาจาก ไม่มีกระบวนการผลิตเครื่องมือวัดที่มีความเที่ยงตรงสูงมากๆ ได้ ถ้าสร้างเครื่องมือจากการประกอบชิ้นส่วนที่มีจำนวนมากเกินไปก็จะทำให้เกิดค่าความผิดพลาดสูง ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดสะสม

4.3.3 ส่วนการทดลอง

1. เครื่องมือวัด ผลจากการทดลองไม่มีความเที่ยงตรงเท่าที่ควร เนื่องมาจากเครื่องมือวัดเกิดจากการผลิตที่ไม่เที่ยงตรง

2. ค่าจากการวัด ขนาดร่างกายรายการเดียวกัน ในตัวคนคนเดียว มีค่าไม่เท่ากันในการวัดแต่ละครั้ง เนื่องจากร่างกายของมนุษย์มีความยืดหยุ่น และยังเกิดจากความหนาของเสื้อผ้าที่ผู้ถูกวัดสวมใส่ ฉะนั้นแนะนำว่า การวัดเพื่อเก็บข้อมูลจริง จึงควรวัดจุดเดียวกันหลายๆ ครั้งและหาค่าเฉลี่ยของรายการนั้น แต่จะทำให้ต้องใช้เวลาในการวัดต่อคนสูงมาก

3. ทดลองกลุ่มตัวอย่างได้เพียง 10 คนจากจำนวนที่คาดหวัง 35 คน เนื่องจากต้องใช้เวลานานในการวัดขนาดของคนหนึ่งคนซึ่งต้องวัดถึง 27 รายการ

4.4 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุง

4.4.1 พัฒนาการวัด ผลิตเครื่องมือวัดที่เที่ยงตรงและใช้วัดขนาดได้จำนวนรายการมากๆ ได้ในเครื่องเดียว หรือพัฒนาให้เป็นการวัดด้วยคอมพิวเตอร์โดยการสแกนหรือการจับภาพและแปรให้เป็นภาพ 3D แล้วให้ค่าของขนาดออกมาแม่นยำ และเพื่อให้การวัดมีความเร็วสูง

4.4.2 พัฒนาการเก็บข้อมูลและเรียกใช้ โดยสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมาสำหรับช่วยเก็บและเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

4.4.3 พัฒนาฐานข้อมูลให้เป็นแบบ Knowledge Base เพื่อผู้ที่จะทำการออกแบบอุปกรณ์ เครื่องใช้หรืองานต่างๆ นั้น สามารถใช้ขนาดต่างๆ ที่กำหนดโดยผู้ที่ชำนาญและมีประสบการณ์สูงในงานนั้นๆ ได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. น.ต. สุทธิ์ ศรีบูรพา **เออร์กอนอมิกส์ : วิศวกรรมมนุษยปัจจัย Ergonomics : Human Factory Engineering** กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2540
2. ณรงค์ ณ เชียงใหม่ **การจัดการความปลอดภัยในอุตสาหกรรม** กรุงเทพ : สนพ.โอเดียน สโตร์ , 2537
3. พรเทพ ขอขจายเกียรติ **ความน่าจะเป็นและสถิติวิศวกรรม** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , มปป.
4. พิชิต ภูติจันทร์ และคณะ **วิทยาศาสตร์การกีฬา** กรุงเทพ : บริษัท ต้นอ้อ จำกัด , 2533
5. พิบูลย์ ดิษฐอุดม **การออกแบบระบบแสงสว่าง** กรุงเทพ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) , 2535
6. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ **การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และเออร์กอนอมิกส์ หน่วยที่** 9-15 สนพ. มสธ., 2534
7. วิฑูรย์ สิมะโชคดี, กฤษฎา ชัยกุล. **เออร์กอนอมิกส์.** กรุงเทพ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี-ไทยญี่ปุ่น), 2537
8. อนันต์ อัตชู **สรีระวิทยาการออกกำลังกาย** กรุงเทพ : สนพ. ไทยวัฒนาพานิช, 2527
9. อารี เพชรผุด **สภาพการทำงานและองค์ประกอบด้านบุคคล** กรุงเทพ : เนติกุลการพิมพ์, 2536
10. Bridger, R.S. **Introduction to Ergonomics** McGraw-Hill Inc., 1995
11. Bailey, R.W. **Human Performance Engineering** 2nd ed., Prentice-Hall International Inc., 1989
12. Fernandez, J.E. IE 549 **Human Factors Engineering Class Notes** Dept. of Industrial Engineering. The Wichita State University, 1992.
13. Grandjean, E. **Fitting the Task to the Man.** 4th ed., Taylor and Francis, 1988
14. Kroemer, K., Thomson, W. **Engineering Anthropometry Methods** Roebuck Publ.
15. McCormick, E.J. **Human Factors Engineering** McGraw Hill Inc., 1970
16. Mundel, M.E. **Motion and Time Study-Improving Productivity** 5th ed., Prentice Hall Inc., 1981
17. Parker, K.G. and Imbus, H.R. **Cumulative Trauma Disorders** Lewis Publishers U.S.A., 1992
18. Panero Julius and Zelnik Martin **Human Dimension & Interior Space** Whitney Library of Design., 1979
19. Salvendy, Gavriel, editor **Handbook of Industrial Engineering** 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., 1991
20. Sanders, M.S. and McCormick, E.J. **Human Factors in Engineering and Design** Mcgraw Hill Inc., 1993
21. Singleton, W.T. **Introduction to Ergonomics** World Health Organization (WHO), 1972
22. Tichauer, E. **The Biomechanical Basis of Ergonomics** Wiley & Sons Inc., 1978
23. The Center for Compliance Information **Noise Control** in The Workplace Aspen System Corp., 1978
24. Woodson, W.E., Tillman, Barry & Peggy **Human Factorys Design Handbook** 2nd ed McGraw-Hill, Inc., 1992
25. Alvin R. Tilley **The Measure of Man and Woman** Whitney Library of Design., 1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้