

การออกแบบและสร้างเก้าอี้การยศาสตร์สำหรับห้องเรียนบรรยาย

DESIGN AND INSTRUCTION ERGONOMICS CHAIR

BY CLASSROOM LECTURES

นคร ดวงแก้ว, นัทธพงศ์ ชูนต์ และ พงศกร สุรินทร์

สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง
เลขที่ 200 หมู่ 17 ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

Nakon Dongkeaw, Nutthapong Choontu and Pongsakorn Surin

Department of Industrial Technology, Faculty of Engineering,

Rajamangala University of Technology Lanna Lampang

200 Moo 17 Tumbon Pichai, Amphur Muang, Lampang, 52000

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเก้าอี้การยศาสตร์สำหรับห้องเรียนบรรยายซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายทั้งหมด 86 คน มาจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง โดยให้นักศึกษาประเมินระดับความไม่สบายในร่างกายแต่ละส่วน พบว่า นักศึกษารู้สึกไม่สบายในร่างกายส่วนหลังส่วนล่าง 4.46 หลังส่วนบน 3.38 ต้นขา 3.32 เข่า 3.27 ไหล่ 3.25 และคอ 3.17 ตามลำดับ จากนั้นได้ออกแบบและสร้างเก้าอี้ให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์และให้มีความปลอดภัย สำหรับการออกแบบใช้ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของนักศึกษาจำนวน 12 ตำแหน่งเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ หลังการปรับปรุงเก้าอี้ปรากฏว่านักศึกษารู้สึกไม่สบายในร่างกายส่วนหลังส่วนบน 1.80 ต้นขา 1.67 หลังส่วนล่าง 1.64 คอ 1.59 เข่า 1.58 และไหล่ 1.43 ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ระดับความรู้สึกไม่สบายลดลง ในส่วนของไหล่ 56 % หลังส่วนล่าง 52.50 % เข่า 51.68 % คอ 49.84 % ต้นขา 49.69 % และหลังส่วนบน 46.74 % ตามลำดับ

คำสำคัญ: การออกแบบและสร้าง, เก้าอี้, การยศาสตร์, ห้องเรียนบรรยาย

ABSTRACT

This article aims to design and instruction ergonomic chair by classroom lectures. The sample was 86 male students in department of industrial technology, faculty of engineering,

Rajamangala University of Technology Lanna Lampang were selected as the samples by purposive sampling method. The students was assessed body using discomfortlevel-questionnaire. Whereas results from the discomfort level-questionnaire found that discomfort happened at lower back 4.46, upper back 3.38, thighs 3.32, knees 3.27, shoulders 3.25 and neck 3.17 respectively. The chairs were designed and constructed according to ergonomic principles and provides a secure manner. Designed for use of the student body of the 12 positions on the basis of design. Adjusted chairs that students was assessed body using discomfort level-questionnaire. Whereas results from the discomfort level-questionnaire found that discomfort happened at upper back 1.80, thighs 1.67, lower back 1.64, neck 1.59, knees 1.58 and shoulders 1.43 respectively. And the percentage level of discomfort decreases. Found that of the shoulders 56 %, lower back 52.50 %, knees 51.68 %, neck 49.84 %, upper back 49.69 % and thighs 46.74% respectively.

KEYWORDS: Design and Instruction, Chair, Ergonomics, Classroom Lectures

1. บทนำ

จากข้อมูลจำนวนนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ปี 2556 ระดับปริญญาตรี จำนวน 1,881,816 คน [1] ที่เข้าสู่ระบบการจัดการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติของสถาบันการศึกษาตามรูปแบบชั้นเรียนเป็นลักษณะการเรียนการสอนด้วยวิธีบรรยายนักศึกษาจะต้องใช้เวลาในการนั่งเรียนบนเก้าอี้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อวิชาสำหรับเก้าอี้ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันมักไม่ได้ออกแบบมาให้มีความเหมาะสมหรือไม่ได้นำหลักการทางด้านการยศาสตร์มาใช้ในการออกแบบ จากสาเหตุการออกแบบไม่เหมาะสมกับสภาพร่างกายของคนนั้นมักจะก่อให้เกิดผลเสียที่สำคัญต่อผู้ใช้งานได้ [2] หากพิจารณาถึงองค์ประกอบของการเรียนการสอนด้วยวิธีบรรยายเก้าอี้ นับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการนั่งเรียนซึ่งการนำหลักการทางด้านการยศาสตร์มาช่วยในการจัดสภาพแวดล้อมนับเป็นสิ่งที่ควรจะให้ความสำคัญมากด้วยเหตุที่ว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้อย่อมมีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นเรื่องของขนาดความกว้าง ความสูง ของ โต๊ะ เก้าอี้ [3] ดังนั้นการยศาสตร์จึงเป็นการเรียนรู้ความสามารถและข้อจำกัดของมนุษย์สำหรับนำมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบทางวิศวกรรมสมัยใหม่ ได้แก่ เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ อาคาร ผลิตภัณฑ์ต่างๆ สภาพแวดล้อมการทำงาน และวิธีการทำงาน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับมนุษย์ทั้งร่างกายและจิตใจ และมีความปลอดภัย

2. การทบทวนวรรณกรรม

จากแนวคิดการยศาสตร์ปัจจุบันมีผู้ศึกษาวิจัยด้านการออกแบบโต๊ะเรียนให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อด้วยการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบสำหรับลดปัญหาความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อที่เกิดจากการนั่งเรียนหรือนั่งสอบเป็นเวลานานกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งออกแบบฐานที่นั่งกว้าง 47.5 เซนติเมตร พนักพิงกว้าง 45.5 เซนติเมตรระดับความสูงจากพื้นถึงที่นั่ง 46.0 เซนติเมตร และด้านข้างขวามือของโต๊ะเรียนสามารถปรับเลื่อนเข้าออกได้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเมื่อยล้าและรู้สึกสะดวกสบายกับโต๊ะเรียนที่ปรับปรุงใหม่ ($P - \text{Value} < 0.05$) มีความพึงพอใจต่อโต๊ะเรียนที่ปรับปรุงใหม่โดยภาพรวมมากที่สุด ($X = 4.36$) [4] นอกจากนี้ยังปรากฏงานวิจัยการออกแบบเชิงการยศาสตร์สำหรับเก้าอี้นั่งเรียนซึ่งทำการประเมินความเหมาะสมของการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบันโดยใช้แบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน การประเมินความเหมาะสมของท่าทางการทำงานโดยวิธี RULA (Rapid Upper Limb Assessment) และการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อคอบริเวณ Trapezius ของกลุ่มตัวอย่าง โดยการออกแบบใช้ข้อมูลความสูงของเก้าอี้ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของ Popliteal Height และบวกเพิ่มความสูงของที่รองเท้า 4 เซนติเมตร ความกว้างของเก้าอี้ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของ Hip Breadth และบวกเพิ่มค่าเผื่อในการนั่ง 5 เซนติเมตร ความลึกของเก้าอี้ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของ Buttock Popliteal Length ความสูงพนักพิงของเก้าอี้ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของ Popliteal Height และบวกเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของ Sitting Shoulder Height ความสูงของที่รองเขียนเก้าอี้ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของ Sitting Elbow Height มุมเอนของพนักพิงเก้าอี้ใช้มุม 100 องศา ความยาวของที่รองเขียนเก้าอี้ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของ Elbow – fingertip Length และขาของเก้าอี้เมื่อมองจากด้านบนจะต้องไม่เห็นขาของเก้าอี้ยื่นโผล่ออกมาซึ่งผลประเมินหลังการปรับปรุงเก้าอี้นั่งเรียนแบบใหม่ทำให้คะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่สอบถามมีค่ามากขึ้น ค่าคะแนนเฉลี่ยของ RULA ของร่างกายด้านซ้ายและด้านขวาลดลง และผลการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อคอบริเวณ Trapezius มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [5] สำหรับสภาพการทำงานในปัจจุบันมักจะมีความเสี่ยงจากทำงานแ่งอยู่ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถส่งผลกระทบต่อผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงดังที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนท่าทางและสภาพการปฏิบัติงาน เพื่อลดอาการปวดเมื่อยของพนักงานที่ปฏิบัติงานกับคอมพิวเตอร์ โดยประเมินดัชนีความผิดปกติ AI (Abnormal Index) การประเมินท่าทางและความเสี่ยงในการปฏิบัติงานด้วยแบบประเมิน RULA (Rapid Upper Limb Assessment) และการวัดค่าสัญญาณไฟฟ้าในกล้ามเนื้อ EMG (Electromyogram) โดยผลของการปรับปรุงทำให้ค่าเฉลี่ยของความผิดปกติอยู่ที่ 2.450 ลดลงร้อยละ 30.556 ค่าเฉลี่ยของระดับความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานทั้งด้านซ้ายและด้านขวาอยู่ที่ 3.400 ลดลงร้อยละ 43.333 และมีค่าเฉลี่ยของสัญญาณไฟฟ้าในกล้ามเนื้อ Neck Extensors,

Infraspinatus Muscle, Trapezius Muscle และ Erector Spinae Muscle.ทางด้านซ้ายและด้านขวา อยู่ที่ 10.427 μV , 11.920 μV , 9.813 μV , 8.747 μV , 8.533 μV , 11.493 μV , 12.267 μV และ 9.760 μV ตามลำดับ ซึ่งลดลงร้อยละ 75.039, 67.538, 74.787, 77.579, 71.339, 41.681, 40.910 และ 32.843 ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าพนักงานที่ได้รับการปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงานมีระดับของอาการปวดเมื่อยลดลงตามหลักการยศาสตร์ [6] นอกจากนี้ยังปรากฏงานที่เกี่ยวกับการออกแบบเก้าอี้ที่เหมาะสมสำหรับทำเลืบท่างและการแต่งเลืบท่างในเกซอนชิตีประเทศฟิลิปปินส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบเก้าอี้ที่เหมาะสมสำหรับทำเลืบท่างและการแต่งเลืบท่างซึ่งได้ใช้การประเมินของร่างกายอย่างรวดเร็ว (REBA) และการวัดสัดส่วนของร่างกายในส่วนที่จำเป็นสำหรับนำมาใช้ในการออกแบบเก้าอี้ [7]

ดังนั้นผลกระทบของขนาดเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมส่งผลโดยตรงกับท่าทางการนั่งเรียนของนักศึกษาทำให้เกิดการหมุนเวียนของโลหิตที่ขาไม่สะดวก เกิดความเมื่อยล้าที่ขา เท้า และส่วนต่างๆ ของร่างกาย ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญในการนำหลักการทางด้านการยศาสตร์มาใช้เพื่อการออกแบบและสร้างเก้าอี้เชิงการยศาสตร์สำหรับห้องเรียนบรรยายให้มีความเหมาะสมและลดปัญหาความเมื่อยล้าจากการใช้งานที่จะเกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเก้าอี้การยศาสตร์สำหรับห้องเรียนบรรยาย

ซึ่งในการดำเนินงานวิจัยได้นำทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาวิจัยดังนี้

2.1 หลักสถิติพื้นฐานสำหรับข้อมูลสมบัติทางกายภาพและสัดส่วนร่างกาย

[8] ตัวแปรสุ่ม X เป็นตัวแทนค่าที่ได้จากการวัดสัดส่วนร่างกาย (เช่นความสูงที่หนึ่ง) สำหรับกลุ่มประชากรหนึ่ง และกำหนดต่อไปว่า X_p เป็นค่าของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ p ของ X จึงกำหนดให้

$$P(X \leq X_p) = p \quad (1)$$

แทนสัดส่วนของประชากรที่มีความสูงขณะนั่งไม่มากกว่า X_p ดังนั้น $100p$ จะเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนประชากรที่มีความสูงขณะนั่งไม่เกิน X_p

เปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นพื้นฐานสำหรับใช้ประมาณสัดส่วนของกลุ่มประชากรที่การออกแบบได้ครอบคลุมไว้ อาจใช้เป็นจุดที่แบ่งประชากรที่มีลักษณะสุด ๆ (extreme) ออกไปเพื่อลดต้นทุนในการออกแบบและสร้างได้

โดยทั่วไป จะสมมติให้ข้อมูลการวัดสมบัติทางกายภาพและสัดส่วนร่างกายเป็นการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ดังนั้น ตัวแปร X จะมีการกระจายแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และค่า

เบี่ยงเบนมาตรฐาน σ นั่นคือ $Z = (X - \mu)/\sigma$ จึงมีการกระจายแบบปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 และสามารถเขียนสมการที่ (1) ได้ใหม่ดังนี้

$$P(X \leq X_p) = P[(X - \mu)/\sigma \leq (X_p - \mu)/\sigma] = p \text{ หรือ } P(Z \leq Z_p) = p \quad (2)$$

เมื่อ $Z_p = (X_p - \mu)/\sigma$ และค่าเหล่านี้อยู่ในตารางการกระจายแบบปกติ (ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่า การกระจายแบบ Z) สำหรับการหาค่าของ p (การที่จะใช้ค่านี้ได้ จำนวนข้อมูลต้องมากกว่า 30 เสมอ ถ้ามีน้อยว่านี้ต้องไปใช้สมมติฐานว่าข้อมูลมีการกระจายแบบ t และค่า t_p จะถูกนำมาใช้แทน Z_p) ดังนั้น $Z_p = (X_p - \mu)/\sigma$ เขียนสมการใหม่ได้เป็น

$$X_p = \mu + Z_p \cdot \sigma \quad (3)$$

เมื่อ X_p = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

X_p = ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ p ของตัวแปร X

Z_p = ค่าตัวเลขปกติมาตรฐานมีอยู่ในตารางและสอดคล้องกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ p ของ X

2.2 แบบสอบถามความรู้สึกไม่สบาย

เป็นแบบสอบถามที่นำมาใช้เพื่อสำรวจภาระงานของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการทำงานหรือกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทำงาน ซึ่งทำการประเมินความรู้สึกเหนื่อยหรือเจ็บกล้ามเนื้อระหว่างการงานติดต่อกันตั้งแต่ 1 ชั่วโมงขึ้นไป หรือหลังเลิกจากการทำงาน โดยจะระบุเป็นตัวเลข 0 หมายถึง ไม่รู้สึก ตัวเลข 1 หมายถึง รู้สึกนิดหน่อย ตัวเลข 2 หมายถึง รู้สึกปานกลาง ตัวเลข 3 หมายถึง รู้สึกมาก และตัวเลข 4 หมายถึง รู้สึกมากเกินไป แสดงดังรูปที่ 1 [9]

ด้านซ้าย			ด้านขวา	
ส่วนของร่างกาย	คะแนน		ส่วนของร่างกาย	คะแนน
1. คอ			1. คอ	
2. ไหล่			2. ไหล่	
3. หลังส่วนบน			3. หลังส่วนบน	
4. หลังส่วนล่าง			4. หลังส่วนล่าง	
5. แขนส่วนบน			5. แขนส่วนบน	
6. ข้อศอก			6. ข้อศอก	
7. แขนส่วนล่าง			7. แขนส่วนล่าง	
8. มือ/ข้อมือ			8. มือ/ข้อมือ	
9. สะโพก/ต้นขา			9. สะโพก/ต้นขา	
10. หัวเข่า			10. หัวเข่า	
11. น่อง			11. น่อง	
12. เท้า			12. เท้า	

รูปที่ 1 แบบสอบถามความรู้สึกไม่สบาย

2.3 การวัดสัดส่วนมนุษย์ในสภาวะร่างกายหยุดนิ่งอยู่กับที่

การวัดสัดส่วนมนุษย์ในสภาวะร่างกายหยุดนิ่งอยู่กับที่นั้นเป็นวิธีการวัดที่นิยมกันมากกว่าวิธีการวัดแบบสภาวะที่ร่างกายเคลื่อนไหว การวัดสัดส่วนวิธีนี้เป็นการวัดมิติขนาดร่างกายมนุษย์ที่อยู่ในท่าหนึ่งไม่มีการเคลื่อนไหวมาเกี่ยวข้อง โดยการวัดขนาดลำตัว ศีรษะ แขน ขา ทั้งทำยืนและทำนั่งมีการกำหนดจุดหรือตำแหน่งไว้แน่นอนเป็นแบบมาตรฐาน เช่น มาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากลระหว่างประเทศ (International Organization for Standardization: ISO) มีจำนวนการวัดทั้งทำยืนและทำนั่ง 39 ตำแหน่ง [10]

2.4 การประยุกต์ระเบียบวิธีไฟไนต์อีเลเมนต์

เนื่องจากรูปแบบผลิตภัณฑ์งานทางวิศวกรรมทั่วไปมักมีความซับซ้อนทำให้ระเบียบวิธีไฟไนต์อีเลเมนต์จึงมีบทบาทเป็นอย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ เช่น ด้านกลศาสตร์ของแข็ง (Solid Mechanics) และโครงสร้างเป็นส่วนใหญ่ เพื่อคำนวณหาการเสียรูป ความเครียด และความเค้นที่เกิดขึ้นตามตำแหน่งต่างๆ ให้สามารถจำลองรูปแบบได้อย่างเที่ยงตรง [11]

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การสำรวจภาระงานของกล้ามเนื้อก่อนปรับปรุง

การศึกษาในขั้นตอนนี้ได้ดำเนินการโดยการการสำรวจภาระงานของกล้ามเนื้อก่อนปรับปรุง แก้อีกจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชายสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง จำนวน 86 คน โดยใช้แบบสอบถามภาวะความ

ไม่สบายเพื่อให้ทราบถึงความรู้สึกเหนื่อยหรือเจ็บกล้ามเนื้อระหว่างการใช้งานเก้าอี้ หรือหลังเลิกใช้งานเก้าอี้ของส่วนร่างกาย จำนวน 12 ส่วน



รูปที่ 2 ลักษณะเก้าอี้แบบเดิม

3.2 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

การวัดสัดส่วนขนาดร่างกายจะทำการกำหนดจุดวัดตำแหน่งสัดส่วนขนาดร่างกายที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการออกแบบเก้าอี้หนึ่งเรียน มีอยู่จำนวน 12 ตำแหน่ง โดยมีรายละเอียดการวัด ดังรูปที่ 3



(1) การวัด Sitting height



(2) การวัด Sitting eye height



(3) การวัด Sitting shoulder height



(4) การวัด Sitting elbow height



(5) การวัด Thigh thickness



(6) การวัด Buttock-knee length

รูปที่ 3 การกำหนดจุดวัดตำแหน่งสัดส่วนขนาดร่างกายที่สำคัญสำหรับการออกแบบเก้าอี้หนึ่งเรียน จำนวน 12 ตำแหน่ง



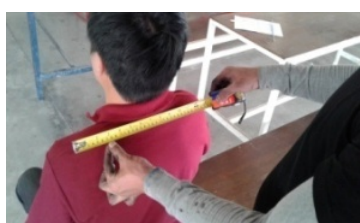
(7) การวัด Buttock-popliteal length



(8) การวัด Knee height



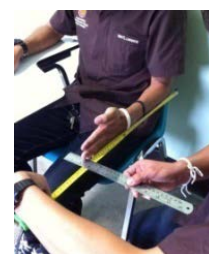
(9) การวัด popliteal height



(10) การวัด Shoulder breadth
(bideltoid)



(11) การวัด Hip breadth



(12) การวัด Elbow-fingertip
length

รูปที่ 3 การกำหนดจุดวัดตำแหน่งสัดส่วนขนาดร่างกายที่สำคัญสำหรับการออกแบบ
เก้าอี้หนึ่งเรียน จำนวน 12 ตำแหน่ง (ต่อ)

3.3 การออกแบบและสร้างเก้าอี้การยศาสตร์สำหรับห้องเรียนบรรยาย

การวัดสัดส่วนขนาดร่างกายวัดจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชายสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ลำปาง อายุตั้งแต่ 21 ปี - 25 ปี จำนวน 86 คน น้ำหนักเฉลี่ย 65.5 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 167.5 เซนติเมตร ค่า Body Mass Index (BMI) เฉลี่ยเท่ากับ 23.3 ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าที่ได้จากการคำนวณสัดส่วนขนาดร่างกาย (หน่วย: เซนติเมตร)

ตำแหน่ง	ค่าเปอร์เซ็นต์ ไทล์ที่ 5	ค่าเปอร์เซ็นต์ ไทล์ที่ 50	ค่าเปอร์เซ็นต์ ไทล์ที่ 95	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
Sitting height	75.07	84.6	94.12	5.79
Sitting eye height	63.09	72.5	81.90	5.72
Sitting shoulder height	42.55	55.6	68.64	7.93

ตารางที่ 1 ค่าที่ได้จากการคำนวณสัดส่วนขนาดร่างกาย (หน่วย: เซนติเมตร) (ต่อ)

ตำแหน่ง	ค่าเปอร์เซ็นต์ ไทม์ที่ 5	ค่าเปอร์เซ็นต์ ไทม์ที่ 50	ค่าเปอร์เซ็นต์ ไทม์ที่ 95	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
Sitting elbow height	19.77	29.1	38.42	5.67
Thigh thickness	12.75*	17.3	21.84	2.76
Buttock-knee length	49.51	54.8	60.08	3.21
Buttock-popliteal length	39.27	45.1	50.92	3.54
Knee height	48.91	54.2	59.48	3.21
popliteal height	40.01	44.7*	49.38	2.85
Shoulder breadth (bideltoid)	29.89	37.2	44.50	4.44
Hip breadth	31.14	42	52.86*	6.60
Elbow-fingertip length	32.66	40	47.33	4.46

จากการคำนวณค่าสำหรับการออกแบบเก้าอี้ในตารางที่ 1 ซึ่งคณะผู้วิจัยได้เลือกสัดส่วนขนาดร่างกายที่เป็นผลโดยตรงต่อการออกแบบเก้าอี้ ได้แก่ 1) ความสูงของเก้าอี้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 50 ของ Popliteal Height 45 เซนติเมตร ซึ่งสามารถปรับระดับความสูงได้สูงสุด 57 เซนติเมตร 2) ความกว้างของเก้าอี้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 95 ของ Hip Breadth 53 เซนติเมตรบวกค่าเผื่อในการนั่ง 5 เซนติเมตร 3) ความลึกของเก้าอี้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 5 ของ Buttock Popliteal Length 40 เซนติเมตร 4) ความสูงของพนักพิงหลังเก้าอี้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 95 ของ Sitting shoulder height 69 เซนติเมตร 5) ความกว้างของพนักพิงใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 95 ของ Shoulder breadth (bideltoid) 45 เซนติเมตร 6) ความสูงที่รองเขียนเก้าอี้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 50 ของ Sitting Elbow Height 29 เซนติเมตร ซึ่งสามารถปรับระดับความสูงได้ 7) ความยาวของที่รองเขียนเก้าอี้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 95 ของ Elbow – fingertip Length 47 เซนติเมตร ซึ่งสามารถปรับระยะเข้าออกและปรับมุมเอียงได้ 20 องศา 8) มุมเอนของพนักพิงเก้าอี้ 110 องศา 9) เก้าอี้สามารถทำการพับเก็บเมื่อต้องการขนย้ายได้ และ 10) เก้าอี้มีที่สำหรับพักแขนทั้งสองข้างสามารถปรับระดับสูงต่ำได้ 11) ฟองน้ำเก้าอี้มีความหนา 25 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แนวคิดการออกแบบและสร้างเก้าอี้การยศาสตร์สำหรับห้องเรียนบรรยาย

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการสำรวจภาระงานของกล้ามเนื้อก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

จากการดำเนินการโดยการการสำรวจภาระงานของกล้ามเนื้อก่อนปรับปรุงเก้าอี้และหลังปรับปรุง เพื่อให้ทราบถึงความรู้สึกเหนื่อยหรือเจ็บกล้ามเนื้อระหว่างการใช้งานเก้าอี้ หรือหลังเลิกใช้งานเก้าอี้ของส่วนร่างกาย จำนวน 12 ส่วน ซึ่งแสดงผลตามตารางที่ 2



รูปที่ 5 ลักษณะเก้าอี้แบบใหม่

ตารางที่ 2 สรุปการสำรวจภาระงานของกล้ามเนื้อก่อนปรับปรุงเก้าอี้และหลังปรับปรุง

ส่วนของร่างกาย	ค่าเฉลี่ยระดับความรู้สึกไม่สบาย (ก่อนปรับปรุง)	ส่วนของร่างกาย	ค่าเฉลี่ยระดับความรู้สึกไม่สบาย (หลังปรับปรุง)	เปอร์เซ็นต์ระดับความรู้สึกไม่สบาย ที่ลดลง
1. หลังส่วนล่าง	3.46	1. หลังส่วนล่าง	1.64	52.50
2. หลังส่วนบน	3.38	2. หลังส่วนบน	1.80	46.74
3. ต้นขา	3.32	3. ต้นขา	1.67	49.69
4. เข่า	3.27	4. เข่า	1.58	51.68
5. ไหล่	3.25	5. ไหล่	1.43	56
6. คอ	3.17	6. คอ	1.59	49.84

จากในตารางที่ 2 จะแสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยระดับความรู้สึกไม่สบายจากภาระงานของกล้ามเนื้อก่อนปรับปรุงเก้าอี้ ได้แก่ ส่วนของหลังส่วนล่าง 4.46 รู้สึกมากเกินทนไหว หลังส่วนบน 3.38 รู้สึกมาก ต้นขา 3.32 รู้สึกมาก เข่า 3.27 รู้สึกมาก ไหล่ 3.25 รู้สึกมาก คอ 3.17 รู้สึกมาก ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยระดับความรู้สึกไม่สบายจากภาระงานของกล้ามเนื้อหลังปรับปรุงเก้าอี้ ได้แก่ ส่วนของหลังส่วนบน 1.80 รู้สึกนิดหน่อย ต้นขา 1.67 รู้สึกนิดหน่อย หลังส่วนล่าง 1.64 รู้สึกนิดหน่อย คอ 1.59 รู้สึกนิดหน่อย เข่า 1.58 รู้สึกนิดหน่อย ไหล่ 1.43 รู้สึกนิดหน่อย ตามลำดับ

4.2 การวิเคราะห์ความแข็งแรงด้วยวิธีไฟไนต์อีเลเมนต์

ในตารางที่ 3 จะแสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงที่รับแรงแบบคงที่ซึ่งกระทำต่อชิ้นงาน ได้แก่ ขาเก้าอี้มีค่าความเครียด $5.87962e-014$ ถึง $1.7993e-004$ ไม่เสียรูปร่าง ที่รองแขนมีค่าความเครียด $6.11246e-010$ ถึง $2.961e-004$ ไม่เสียรูปร่าง รางเลื่อนที่รองเขียนมีค่าความเครียด $9.187e-008$ ถึง $9.064e-004$ ไม่เสียรูปร่าง พนักพิงหลังมีค่าความเครียด $3.712e-010$ ถึง $1.607e-004$ ไม่เสียรูปร่าง ที่รองนั่งมีค่าความเครียด $7.577e-016$ ถึง $4.801e-005$ ไม่เสียรูปร่าง ฐานเก้าอี้มีค่าความเครียด $8.174e-013$ ถึง $2.660e-004$ ไม่เสียรูปร่าง ดังนั้นตัวโครงสร้างของเก้าอี้จึงมีความสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 150 กิโลกรัม

5. สรุปผลการทดลอง

ค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อก่อนปรับปรุงเก้าอี้และหลังปรับปรุงเก้าอี้ ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ระดับความรู้สึกไม่สบายที่ลดลงได้แก่ ส่วนของไหล่ 56 หลังส่วนล่าง 52.50 เข้า 51.68 คอ 49.84 ต้นขา 49.69 หลังส่วนบน 46.74 ตามลำดับ อันเป็นผลโดยตรงจากการปรับปรุงเก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 1) ที่รองนั่งใช้ฟองน้ำหุ้มหนัง 2) ที่รองเขียนสามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้ตามความต้องการของแต่ละบุคคล 3) ขาเก้าอี้สามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้ตามความต้องการของแต่ละบุคคล 4) พนักพิงสามารถพับได้ 5) ที่ปรับระยะความห่างสามารถปรับระดับความกว้างได้ตามความต้องการของแต่ละบุคคล 6) ตัวเก้าอี้สามารถพับเก็บได้ต่อเมื่อไม่ใช้งาน 7) ที่รองแขนมีที่รองแขนด้านซ้าย เพื่อความสะดวกในการนั่งระหว่างที่รองเขียนกับตัวผู้นั่ง ซึ่งมีความสอดคล้องไปในทิศทางของการวิจัยการปรับปรุงท่าทางการนั่งทำงานของพนักงานในอุตสาหกรรมที่มีติดด้วยหลักการยศาสตร์ ซึ่งได้ออกแบบเก้าอี้สำหรับงานยึดจับมีด ออกแบบเก้าอี้สำหรับงานเจียรนัย ออกแบบเก้าอี้สำหรับงานตะไบที่มุ่งเน้นในด้านการปรับสภาพแวดล้อมการทำงานโดยอาศัยหลักการออกแบบทางวิศวกรรมตามหลักการยศาสตร์ [12] แต่อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบกับวิธีการประเมินแบบต่างๆ จะทำให้มีความแม่นยำ เช่น การประเมินท่าทางด้วยวิธี RULA การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้าในกล้ามเนื้อ EMG (Electromyogram) เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบที่มีกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ และสำหรับด้านความปลอดภัยวิธีการหาตำแหน่ง CG ของเก้าอี้จะทำให้ทราบถึงความสมดุลในการใช้งานในอนาคตต่อไป

References

- [1] Office of the education council. (2014). **Statistical studies of the academic year 2012-2013**. Edition 1th. Bangkok: Research and development education Office of the education council. (In Thai)
- [2] Sarawut Sutummasa, Jaroinporn Tornranin and Jakkign Siwadachatep. (2003). **Ergonomics and Work Psychology**. Edition 6th. Nonthaburi: Sukhothaihammatirat University. (In Thai)
- [3] Vichit Teprasit. (2010). [Online] **"The learning environment in the classroom computer (2)"**. Accessed on 20 July 2016. Available: <https://www.gotoknow.org/posts/46083>. (In Thai)
- [4] Phonnipha Boriboonsuksri and Natth Junkrob. (2012). "Design the Desk Base on Ergonomics Principle for Reduce the Muscular Fatigue". **Seminar or Industrial Engineering Network2012**. 17–19 October .2012. Phetchaburi. (In Thai)

- [5] Butee Kaden. (2012). **Ergonomics Design for Lecture Chair**. North University -Chiang Mai. (In Thai)
- [6] Wanchalem Chatorn, Yuthachai Bunternngchit and Sagemart Na Vichieng. (2013). "The Adjustment of the Figure and the Work Station for Reduce the Level of Muscular Fatigue of the Computer Operation". **Journal of Graduate College King Mongkut's University of Technology North Bangkok**. Vol.5 (1): 1–9. (In Thai)
- [7] Rosanna Alojado, Benette Custodio, Klarissa Mai Lasala and Paco Lorenzo Marigomen. (2015). "Designing an ergonomic chair for pedicurists and manicurists in Quezon City, Philippines". **6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015**. [Online] Accessed on 10 July 2016. Available: www.sciencedirect.com
- [8] Kiti Intranon. (2005). **Ergonomics**. Edition 1th. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (In Thai)
- [9] Institute for Safety at Work, Department of Labor Protection and Welfare Ministry of Labour. (2008). **The improved working conditions, worker fatigue from working muscles**. Edition 1th. Bangkok: Rengsamgraphic design. (In Thai)
- [10] Thachanon Lippapakun. (2005). **Ergonomics and Anatomymechanical**. Edition 1th. Bangkok: Watsin. (In Thai)
- [11] Pramote Dechaumphai. (2012). **Finite Element Method in Engineering**. Edition 5th. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (In Thai)
- [12] Onnicha Yomkerd, Piyawat Trevittaya and Nivit Charoenchai. (2015). "The Improvement of Worker Sitting Postures in Knife Forging Industry by Ergonomics Principles". **Engineering Journal Chiang Mai University**. Vol.22 (3): 10–20. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



พงศกร สุรินทร์ อาจารย์ประจำหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง 52000 โทรศัพท์ 054-342547-8 โทรสาร 054-342549 E-mail : p.surin1980@yahoo.co.th



นคร ดวงแก้ว ที่อยู่ 172 หมู่ 5 ตำบลวอแก้ว อำเภอห้วยฉัตร จังหวัดลำปาง 52190 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง



นัทธพงศ์ จันทู ที่อยู่ 24 หมู่ 7 ตำบลขุนฝาง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 53000 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง