โครงงานที่ 28/2562 (วศบ.อุตสาหการ)

การประเมินและการลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสารั้วลวดหนาม : บริษัทพิบูลย์คอนกรีต จำกัด

นาย ศิวนาถ	**ปวรรณา**	**รหัสนักศึกษา**	**590610341**
นาย ศุภเกียรติ์	**ไทยกรณ์**	**รหัสนักศึกษา**	**590610342**

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2562

โครงงานที่ 28/2562 (วศบ.อุตสาหการ)

การประเมินและการลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสารั้วลวดหนาม : บริษัทพิบูลย์คอนกรีต จำกัด

นาย ศิวนาถ	**ปวรรณา**	**รหัสนักศึกษา**	**590610341**
นาย ศุภเกียรติ์	**ไทยกรณ์**	**รหัสนักศึกษา**	**590610342**

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงงาน	การประเมินและการลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสาร์ั้วลวด หนาม : บริษัทพิบูลย์คอนกรีต จำกัด
โดย	นายศิวนาถ ปวรรณา รหัสนักศึกษา 590610341
	นายศุภเกียรติ์ ไทยกรณ์ รหัสนักศึกษา 590610342
ภาควิชา	วิศวกรรมอุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.นิวิท เจริญใจ
ปีการศึกษา	2562

ภาควิชาวิศวกรรมอุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้นับโครงงานนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงงาน

..... ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.นิวิท เจริญใจ)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.คมกฤต เล็กสกุล)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.กรกฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวงศ์)

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน “การประเมินและการลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสารั้วลวดหนาม” : บริษัทพิบูลย์คอนกรีต จำกัด สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รศ.ดร.นิวิท เจริญใจ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้ความรู้ และคำแนะนำตลอดเวลาในการทำโครงงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ รศ.ดร.คมกฤต เล็กสกุล ผศ.ดร.อรรถพล สมุทคุปติ์ และ ผศ.ดร.กรกฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวงศ์ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำโครงงานวิจัย รวมไปถึงบุคลากรในภาควิชาทุกท่านที่ช่วยให้โครงงานวิจัยนี้สำเร็จ

ขอขอบคุณ บริษัทพิบูลย์คอนกรีต จำกัด ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการทำโตรงงานวิจัยตลอดระยะเวลาในการทำโตรงงานวิจัยนี้จนสำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ พนักงานจากบริษัทพิบูลย์คอนกรีต จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อโครงงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และห่วงใย

ขอขอบคุณผู้ปกครอง ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาและคอยแสดงความห่วงใยตลอดระยะเวลาการทำโครงงานวิจัยนี้

ขอบขอบคุณสัตว์เลี้ยง (แมว) ที่คอยให้กำลังใจอยู่ข้างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำโครงงาน

ขอขอบคุณนักแสดงทั้งไทยและต่างชาติ ที่เป็นแรงผลักดันส่วนบุคคลให้โครงงานวิจัยนี้สำเร็จ

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมช่วยเหลือให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วง แต่ไม่อาจได้กล่าวนามมาทั้งหมด ณ ที่นี้ด้วย และหวังอย่างยิ่งว่าโครงงานวิจัยเล่มนี้จะสามารถเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจศึกษา หากมีส่วนใดบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยอย่างสูง และขอน้อมรับข้อเสนอแนะคำติชมอันเป็นประโยชน์ทุกประการ

ศิวนาถ ปวรรณา

ศุภเกียรติ์ ไทยกรณ์

หัวข้อโครงงาน	การประเมินและการลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสารั้วลวดหนาม : บริษัทพิบูลย์คอนกรีต จำกัด	
โดย	นายศิวนาถ ปวรรณา	รหัสนักศึกษา 590610341
	นายศุภเกียรติ์ ไทยกรณ์	รหัสนักศึกษา 590610342
ภาควิชา	วิศวกรรมอุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.นิวิท เจริญใจ	
ปีการศึกษา	2562	

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงและลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของงานยกย้ายที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนาม จากการใช้แบบสอบถามอาการบาดเจ็บจากการทำงานและสัมภาษณ์พนักงาน พบว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพนักงาน 8 คนมีระดับความรุนแรงของอวัยวะที่มีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยที่บริเวณหลังส่วนล่างอยู่ในระดับ 9 ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่รุนแรงมาก จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข จากนั้นจึงประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA การใช้สมการการยกของ NIOSH เพื่อหาค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) และคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 พบว่า ท่าทางการทำงานของพนักงานส่วนใหญ่เป็นงานที่มีการทำงานแบบก้มยกและนั่งก้ม โดยให้ผลการประเมินที่เกินค่าที่กำหนดบ่งบอกว่าการทำงานอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม ควรมีการปรับปรุงแก้ไขการทำงานทันที ดังนั้นจึงปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานจากการยกแบบ 1 คน เป็นยกแบบ 2 คน และปรับปรุงท่าทางจากการนั่งก้ม สลับไปยืนทำในบางครั้งเมื่อรู้สึกเมื่อยล้า รวมทั้งออกแบบอุปกรณ์ช่วยดึงเสาออกจากแบบโดยใช้เครน เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการทำงาน การประเมินงานที่มีความเสี่ยงสูงหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุง พบว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของพนักงานมีระดับความรุนแรงของอวัยวะที่มีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยที่บริเวณหลังส่วนล่าง อยู่ในระดับ 7 ซึ่งลดลงค่อนข้างมาก และผลการประเมินท่าทางการทำงานส่วนใหญ่มีค่าลดลงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ทำให้สามารถลดการทำงานของกล้ามเนื้อหลัง และลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บหรือการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อสะสมในระยะยาวได้

Project Title	Ergonomics Risk Reduction in Concrete Fencing Post Production : Piboon Concrete Co., Ltd.	
Name	Mr.Siwanat Pawanna	code 590610341
	Mr.Suphakiat Thaikorn	code 590610342
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University	
Project Advisor	Assistant Professor Nivit Charoenchai, D.Eng.	
Academic	2019	

ABSTRACT

The research objectives were to evaluate and reduce the ergonomics risks in lifting tasks in in Concrete Fencing Post Production. Questionnaire of working injury and interviews were used with 8 workers to ask for their work-related injuries. It was found that 50 percent of them had severe injuries and pain towards their lower back. Therefore, this problem needed to be solved urgently. Work postures of workers were assessed by REBA assessment tool, calculation of L5/S1-intervertebral loads and NIOSH lifting equation. Result from the assessment indicated that workers were in high risk and their work need to be improved immediately. Consequently, work methods were changed to reduce using employed two-person lifting method and take a rest when feel tired, as well as equipment for pull out Concrete Fencing Post from mold were designed to use by connect with crane. After improvement, 25 percent of workers experienced decreasing of low back pain. Further, work postures assessment values were decreased to the acceptable score. As a result, back muscle risk from chronic injuries and pain can were reduced as well.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ค

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

สารบัญตาราง ฌ

สารบัญภาพ ฎ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตการศึกษา 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 เนื้อหาโครงงานวิจัย 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการยศาสตร์ 5

2.2 การยกย้ายวัสดุด้วยแรงกาย 6

2.3 ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ 7

2.4 วิธีการประเมินภาระทางการยศาสตร์ (Ergonomics Load Assessment) 8

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

บทที่ 3 ข้อมูลโรงงาน

3.1 ประวัติโรงงาน 15

3.2 กระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนาม 17

บทที่ 4 วิธีการดำเนินงานโครงงานวิจัย

4.1 ขั้นตอนละวิธีการดำเนินงาน 19

4.2 แผนผังขั้นตอนวิธีการดำเนินโครงงานวิจัย 21

4.3 ขั้นตอนการประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้แบบประเมิน REBA 21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 การวิเคราะห์สมการการยกของ NIOSH 24

4.5 การศึกษาท่าทางการทำงานโดยการคำนวณ Biomechanics Load 25

บทที่ 5 ผลการดำเนินงาน

5.1 ข้อมูลทางด้านคุณลักษณะทางกายภาพของพนักงาน 26

5.2 ผลการประเมินทางการยศาสตร์ก่อนปรับปรุง 30

5.3 การวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการปรับปรุงงานที่เหมาะสมและการปรับปรุงงานที่มีความเสี่ยงสูง 42

5.4 ผลการประเมินทางการยศาสตร์หลังปรับปรุง 46

5.5 การอภิปรายผล 51

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย 52

6.2 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย 55

บรรณานุกรม 56

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบประเมิน REBA และตารางแสดงค่าแฟคเตอร์ตัวคูณระดับต่างๆ ประกอบการประเมินงานยกของด้วยมือของการประเมิน NIOSH 57

ภาคผนวก ข ระยะของจุดศูนย์กลางมวลของส่วนของร่างกาย มวลของส่วนของร่างกายเป็นเปอร์เซ็นต์ของมวลของร่างกาย และขนาดสัดส่วนร่างกายที่สำคัญของผู้ใช้แรงงานไทย 62

ภาคผนวก ค แบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานของคนงานก่อนและหลังการปรับปรุง 67

ภาคผนวก ง ผลการประเมินท่าทางด้วยเทคนิค REBA สมการการยกของ NIOSH และการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) ก่อนการปรับปรุง 74

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก จ ผลการประเมินท่าทางด้วยเทคนิค REBA สมการการยกของ NIOSH และการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) ก่อนการปรับปรุง 78

ประวัติผู้เขียน 82

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
4.1	การแบ่งงานย่อยที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์	20
4.2	การหาค่าคะแนนความเสี่ยงรวมและการสรุปผลคะแนน	24
5.1	ข้อมูลทั่วไป	27
5.2	ข้อมูลอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน	28
5.3	ท่าทางการทำงานของพนักงาน (ก่อนปรับปรุง)	31
5.4	ข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงาน (ก่อนปรับปรุง)	33
5.5	ตัวอย่างการคำนวณสมการการยกของ NIOSH ในงานย่อยที่ 1 ของพนักงานคนที่ 1 ตอนเริ่มดึง (ก่อนปรับปรุง)	35
5.6	ตัวอย่างการคำนวณสมการการยกของ NIOSH ในงานย่อยที่ 1 ของพนักงานคนที่ 1 ตอนหลังดึง (ก่อนปรับปรุง)	36
5.7	ตัวอย่างการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 ในงานย่อยที่ 4 พนักงานคนที่ 1 (ก่อนปรับปรุง)	38
5.8	สรุปความเสี่ยงที่พบและส่วนของร่างกายที่มีคะแนนความเสี่ยงสูงที่สุดของแต่ละวิธีการประเมินในแต่ละงานย่อย	41
5.9	ข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงาน (หลังปรับปรุง)	47
5.10	ข้อมูลความพึงพอใจในการทำงานหลังจากการปรับปรุงงาน	47
6.1	สรุปผลการประเมินและการปรับปรุงงานที่มีความเสี่ยงสูง	54
ก-1	แสดงตัวแปรที่ใช้ในสมการการยกของ NIOSH	58
ก-2	ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระดับความสูง	59
ก-3	ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระดับแนวตั้ง	59
ก-4	ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระยะ	60
ก-5	ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความเอียง	60
ก-6	ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความถี่ในการยก	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ก-7	ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความถนัดในการจับยึด	61
ข-1	ระยะของจุดศูนย์กลางมวลของส่วนของร่างกาย	63
ข-2	มวลของส่วนของร่างกายเป็นเปอร์เซ็นต์ของมวลของร่างกาย	64
ข-3	ขนาดสัดส่วนร่างกายที่สำคัญของผู้ใช้แรงงานไทย	65
ง-1	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA (ก่อนปรับปรุง)	75
ง-2	ข้อมูลแต่ละตัวแปรในสมการการยกของ NIOSH (ก่อนปรับปรุง)	75
ง-3	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH (ก่อนปรับปรุง)	76
ง-4	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 (ก่อนปรับปรุง)	77
จ-1	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA (หลังปรับปรุง)	79
จ-2	ข้อมูลแต่ละตัวแปรในสมการการยกของ NIOSH (หลังปรับปรุง)	79
จ-3	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH (หลังปรับปรุง)	80
จ-4	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 (หลังปรับปรุง)	81

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.1	แสดงท่าทางการทำงานของคนงานในกระบวนผลิตเสารั้วลวดหนาม	2
2.1	แสดงตัวแปรที่มีผลต่อขีดจำกัดของน้ำหนักในการยก H, D, V และ F	11
3.1	ที่ตั้ง บริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด	16
3.2	ภาพถ่ายมุมสูงของโรงงาน	16
3.3	ภาพถ่ายภายในสายการผลิต	17
4.1	แผนผังขั้นตอนวิธีการดำเนินงานโครงงานวิจัย	21
5.1	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA (ก่อนปรับปรุง)	34
5.2	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH เพื่อหาค่าดัชนีการยก (LI) (ก่อนปรับปรุง)	37
5.3	ผลการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 (ก่อนปรับปรุง)	41
5.4	ท่าทางการทำงานใส่หวี ขณะยืนปฏิบัติ	43
5.5	ท่าทางการตัดลวด ขณะยืนปฏิบัติ	43
5.6	ภาพฉายของอุปกรณ์ดึงเสาแต่ละด้าน	44
5.7	ภาพต้นแบบโดยรวมของที่ดึงเสา	45
5.8	ท่าทางการยกเสาเพื่อแพ็ค โดยใช้คน 2 คน	45
5.9	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA ก่อนและหลังปรับปรุง	48
5.10	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH ก่อนและหลังปรับปรุง	49
5.11	ผลการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 ก่อนและหลังปรับปรุง	50
ก-1	แผ่นประเมินท่าทางโดยวิธี REBA	58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

การทำงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันยังคงมีการใช้แรงงานคนในการปฏิบัติงานและยังมีการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้อง สามารถทำให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ เราจะสามารถพบเห็นอาการเมื่อยล้า ปวดข้อ ปวดหลัง ซึ่งอาการเหล่านี้เป็นอาการที่สืบเนื่องมาจากการทำงานผิดหลักการยศาสตร์ทั้งสิ้น ในประเทศไทย มีการศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของอาการเจ็บป่วยด้วยโรคโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงานของแรงงานที่ทำงานในสถานประกอบการประเภทกิจการคลังสินค้า (ศูนย์กระจายสินค้า) ธุรกิจค้าปลีก ในเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี และนนทบุรี กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มแรงงานที่มีอาการเจ็บป่วยเกี่ยวกับโรคโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน และกลุ่มที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น โรคโครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน จำนวน 30 คน ผลการสัมภาษณ์ พบว่า ส่วนใหญ่มีอาการปวดหลัง ขาและเข่า โดยร้อยละ 80 มีอาการดังกล่าวตั้งแต่เริ่มทำงาน 0-3 ปี กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ระบุว่า เกิดจากการทำงาน สาเหตุหลักมาจาก 1) การทำงานในลักษณะท่าทางซ้ำๆ เป็นเวลานาน เช่นการยกสินค้าขึ้นลงแม้น้ำหนักจะไม่เกินตามที่กฎหมายกำหนดแต่ความถี่ในการยกมากเกินไป 2) ทำงานด้วยความรีบเร่งเนื่องจากจำนวนสินค้าที่ต้องรวบรวมมากกว่า 700 ชิ้นต่อวัน 3) ไม่มีอุปกรณ์ทุ่นแรง อุปกรณ์ไม่เหมาะสมกับการทำงาน เช่น การใช้รถลากที่ไม่เหมาะสม ลากสินค้า ที่มีน้ำหนักมากกว่า 500-1,000 กิโลกรัม 4) อื่นๆ เช่น การยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 50 กิโลกรัม การเคลื่อนย้ายผิดท่าทาง เช่น การเรียงสินค้าให้ได้ความสูง 1.90 เมตรเท่ากับความสูงของตู้คอนเทนเนอร์ทำให้พนักงานต้องเอื้อม การเดินทำงานเป็นระยะทาง 8-10 กิโลเมตรต่อวัน เป็นต้น

บริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด ประกอบกิจการผลิตและจำหน่าย ผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูป ดังต่อไปนี้ เสาไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบกลวง แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบตัน เสาเข็ม คานสะพาน ท่อคอนกรีต รั้วสำเร็จรูป และ ชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปมีความมุ่งมั่นในการดำเนินงานด้วยความรับผิดชอบต่อผลกระทบในด้านต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการขององค์กร โดยยึดหลักการดำเนินธุรกิจที่โปร่งใส ตรวจสอบได้ มีจริยธรรม เคารพต่อหลักสิทธิมนุษยชนและผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้เสียมุ่งมั่นในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค คำนึงถึงผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม โดยปฏิบัติตามกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆ หรือแนวปฏิบัติสากลที่เกี่ยวข้องรวมทั้งมุ่งมั่นพัฒนา ปรับปรุง เพื่อสร้างรากฐานของความรับผิดชอบต่อสังคมอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

ภาพ 1.1 แสดงท่าทางการทำงานของคนงานในกระบวนผลิตเสารั้วลวดหนาม

งานยกย้ายในการผลิตเสารั้วลวดหนามของบริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด มีกระบวนการทำงานส่วนใหญ่เป็นงานที่ต้องใช้กำลังคนในการยกย้ายวัสดุสิ่งของและเป็นการยกด้วยมือ ดังแสดงในภาพ 1.1 และท่าทางการทำงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตล้วนเป็นท่าทางการทำงานแบบซ้ำๆ รวมทั้งพนักงานส่วนใหญ่มีอาการปวดเมื่อยตามหลังและที่ต่างๆ ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีความสนใจในเรื่องของการเคลื่อนไหวของร่างกายขณะยกหรือการเคลื่อนย้ายสิ่งของ เพื่อประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์และวิเคราะห์หางานที่อาจทำให้บาดเจ็บจากการยกหรือเคลื่อนย้ายสิ่งของโดยประเมินจากการยกของหนักในกระบวนการผลิตรวมทั้งปรับปรุงงานที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เพื่อลดความเสี่ยงในกระบวนการต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บของกระดูกหรือกล้ามเนื้อของพนักงานได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของงานยกย้ายที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนามของบริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด

1.2.2 เพื่อลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บและปรับปรุงงานยกย้ายให้ถูกตามหลักการยศาสตร์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 กระบวนการผลิตจนถึงแพ็คของเข้าสต็อกของแผนกเสารั้วลวดหนามใน บริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด 263/1 หมู่ที่ 10 ต.แม่แฝก อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290 โทร.053-849435

1.3.2 ศึกษาและประเมินความเสี่ยงของงานยกย้ายในกระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนาม โดยใช้ข้อมูลทางการยศาสตร์มาช่วยในการประเมินและหาทางปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงในงายยกย้าย

1.3.3 บ่งชี้ปัญหาและเสนอแนวทางปรับปรุงของงานยกย้ายในกระบวนการนั้นๆ เพื่อลดความเสี่ยง

1.3.4 ประเมินความเสี่ยงโดยใช้เครื่องมือ REBA NIOSH และ Biomechanics Load

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของงานยกย้ายในการผลิตเสารั้วลวดหนาม

1.4.2 สามารถลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ที่เกิดจากการยกย้ายและอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อและอาจเป็นปัญหาที่ทำให้โรงงานสูญเสียเวลาการทำงาน

1.5 เนื้อหาโครงงานวิจัย

1.5.1 บทที่ 1 จะกล่าวถึงความสำคัญและที่มาของปัญหา วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย ขอบเขตการศึกษาและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.2 บทที่ 2 จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้โดยมีทฤษฎีดังนี้ การยกย้ายวัสดุด้วยแรงกาย ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ วิธีการประเมินภาระทางการยศาสตร์

1.5.3 บทที่ 3 จะกล่าวถึงข้อมูลโรงงานกับกระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนามอย่างละเอียด

1.5.4 บทที่ 4 จะกล่าวถึงระเบียบวิธีการวิจัย ว่าในการทำวิจัยครั้งนี้จะมีวิธีการดำเนินการวิจัยอย่างไรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ ตามวัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1.5.5 บทที่ 5 จะกล่าวถึงผลการดำเนินงานวิจัยโดยในบทนี้จะมีข้อมูลที่ได้ดำเนินการเก็บมาและมีขั้นตอนการประเมินเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาและปรับปรุงเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โครงงานวิจัย

1.5.6 บทที่ 6 บทสรุปของโครงงานวิจัยว่าผลการดำเนินงานทั้งหมดที่ได้ทำไปในโครงงานวิจัยนี้ได้สรุปผลเป็นอย่างไร ได้มีการแก้ไขอย่างไร และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่ใช้จะประกอบไปด้วย การยกย้ายวัสดุด้วยแรงกาย เป็นการกล่าวถึงการใช้แรงจากร่างกายยกวัสดุขึ้นหรือลง การเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทางด้วยมือทั้งสองข้างโดยมีการกระทำที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้เกิดความเสี่ยงทางการยศาสตร์เป็นผลนำมาสู่วิธีการประเมินภาระทางการยศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย การประเมินด้วยวิธี REBA การวัดโดยการประเมินความเสี่ยงโดยใช้สมการ NIOSH หลังจากนั้นจะทำการวัดโดยการใช้การคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics)

2.1 ความหมายของการยศาสตร์

การยศาสตร์ เป็นคำที่ถูกบัญญัติขึ้นโดยราชบัณฑิตยสถานของไทยในภาษาไทย มาจากการสนธิของคำสองคำ คำแรกคือ “การ” มีความหมายว่า งาน และ “กาย” มีความหมายว่า คน ส่วนคำสุดท้าย คือ “ศาสตร์” มีความหมายว่า ความรู้ ตรงกับคำว่า เออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมาจากคำภาษากรีก 2 คำมาสนธิกัน คือ Ergon หมายถึง งาน (Work) และ Nomos หมายถึง กฎ (Law) เมื่อรวมแล้วจึงเป็น Ergonomics หรือ กฎของการทำงาน (Law of Work) ดังนั้น การยศาสตร์ จึงสื่อความหมายถึง องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของมนุษย์

สมาคมการยศาสตร์นานาชาติ (International Ergonomics Association, IEA) ได้ให้คำจำกัดความของการยศาสตร์ไว้ดังนี้ “การยศาสตร์ คือ ศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคน และ ส่วนต่างๆ ของระบบ และความเชี่ยวชาญในการประยุกต์ใช้ทฤษฎี หลักการ ข้อมูล และวิธีการ ในการออกแบบเพื่อทำให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีที่สุด และระบบได้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด”

การยศาสตร์เป็นเรื่องของการประยุกต์ใช้หลักการทางด้านชีววิทยา จิตวิทยา กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยา เพื่อขจัดสิ่งที่อาจเป็นสาเหตุทำให้พนักงานเกิดความไม่สะดวกสบาย ปวดเมื่อย หรือมีสุขภาพอนามัยที่ไม่ดี เนื่องจากการทำงานในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ การยศาสตร์จึงสามารถนำไปใช้ในการป้องกันมิให้มีการออกแบบงานที่ไม่เหมาะสมที่อาจเกิดมีขึ้นในสถานที่ทำงาน โดยให้มีการนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบงาน เครื่องมือ หรือหน่วยที่ทำงาน ดังตัวอย่างพนักงานที่ต้องใช้เครื่องมือในการทำงาน ความเสี่ยงในการเกิดอันตรายต่อระบบกล้ามเนื้อ-กระดูกจะสามารถลดลงได้ ถ้าพนักงานใช้เครื่องมือที่ได้มีการออกแบบอย่างถูกต้องเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ตั้งแต่เริ่มแรก

สรุปได้ว่าการยศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสภาพการทำงาน คนทำงานและสิ่งแวดล้อมในการทำงานเพื่อให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ป้องกันการบาดเจ็บในงาน และลดการบาดเจ็บจากการทำงาน ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในงานที่ทำไม่มากก็น้อย

2.2 การยกย้ายวัสดุด้วยแรงกาย

การยกย้ายวัสดุด้วยแรงกาย (Manual Material Handling) คือ การใช้แรงจากร่างกายยกวัสดุขึ้นหรือลง การเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทางด้วยมือทั้งสองข้าง ซึ่งการใช้แรงจากร่างกายยกวัสดุที่มีน้ำหนักมาก (Forceful Exertion) รวมทั้งการใช้ท่าทางในการยกที่ไม่เหมาะสม (Awkward Posture) การทำงานด้วยท่าทางซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานาน (Repetitive motion) การกดทับของวัตถุ (Contact Stress) และการทำงานในท่าเดิมเป็นเวลานาน (Static Posture) จะส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานได้การป้องกันการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการยกย้ายวัสดุด้วยแรงกายสามารถทำได้ดังนี้

1.การประเมินวัสดุสิ่งของที่จะทำการยก ผู้ปฏิบัติงานควรมีการประเมินวัสดุสิ่งของก่อนทำการยก ดังนี้

- น้ำหนักของวัสดุสิ่งของที่จะทำการยก ตามกฎกระทรวง กำหนดอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ พ.ศ. 2547 ได้กำหนดน้ำหนักในการยก แบก หาม ทูน ลาก หรือหนักสำหรับสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นผู้หญิง คือ 25 กิโลกรัม สำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นผู้ชาย คือ 55 กิโลกรัม
- ความสมดุลของวัสดุสิ่งของ ความยากง่ายในการจับถือวัสดุสิ่งของ
- ระยะห่างของวัสดุในแนวนอนและแนวดิ่ง

2. การตรวจสภาพบริเวณที่จะยกโดยรอบ เช่น ตรวจสอบระยะทางที่ต้องยก ความถี่และระยะเวลาในการยกต้องไม่มีสิ่งกีดขวางทาง มีเนื้อที่ว่างมากพอในการยกเคลื่อนย้าย พื้นจะต้องไม่ลื่น และแสงสว่างเพียงพอเป็นต้น

3. การวางแผนการยกอย่างถูกวิธี เช่น ถ้าไม่สามารถยกคนเดียวได้ ต้องหาคนช่วยยก ไม่ควรพยายามยกเคลื่อนย้ายวัสดุสิ่งของที่หนักมากโดยลำพัง หรืออาจใช้เครื่องทุ่นแรงที่เหมาะสม เพื่อลดการใช้กำลังแรงงานคนมีการจัดวางตำแหน่งวัสดุสิ่งของที่จะยก ไม่สูงเกินกว่าระดับไหล่ ควรใช้ถุงมือเพื่อป้องกันการถลอก ขูดขีด และการถูกบาดจากของมีคม และสวมใส่รองเท้านิรภัยเพื่อป้องกันการลื่นไถล และป้องกันการบาดเจ็บจากวัสดุสิ่งของหล่นทับ

2.3 ความเสี่ยงทางการยศาสตร์

ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม มีหลายปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เช่นปัญหาการเจ็บป่วยและบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นอีกปัญหาที่ทำให้สถานประกอบกิจการสูญเสียเวลาการทำงาน ผลผลิตเสียหายไม่เป็นไปตามเป้าหมาย รวมถึงสูญเสียบุคลากรที่มีความรู้ ทักษะ และความสามารถขององค์การ เพราะไม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อันเนื่องมาจากปัญหาทางการยศาสตร์ที่มาจากการออกแบบพื้นที่การทำงาน สถานีงาน รวมถึงท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานไม่ถูกต้องเหมาะสม และนำไปสู่การบาดเจ็บและเจ็บป่วย

ท่าทางในการทำงาน เป็นการจัดรูปแบบของร่างกายระหว่างส่วนศีรษะ ลำตัว และรยางค์ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งตามหลักการยศาสตร์การยกหัวไหล่ การเหยียดศอกมากเกินไป การบิดข้อมือ การหยิบจับอุปกรณ์ชิ้นเล็กๆ อาจนำไปสู่การบาดเจ็บและโรคที่เกี่ยวกับระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้ (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2544)

การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) หมายถึง การจำแนกและพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยงที่มีอยู่ โดยการประเมินจากโอกาสที่จะเกิด (Likelihood) และผลกระทบ (Impact)

- โอกาสที่จะเกิด (Likelihood) เป็นการพิจารณาความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงในช่วงเวลาหนึ่ง หรือจะเรียกว่า ความถี่หรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงก็ได้

- ผลกระทบ (Impact) ระดับความรุนแรงของผลเสียหายที่เกิดขึ้น จากความเสี่ยงและ มีผลกระทบต่อองค์กรซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งในด้านบวกและด้านลบ โดยแบ่งผลกระทบได้หลายประเภท

ขั้นตอนในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เริ่มต้นจากการคัดเลือกกลุ่มประชากรที่จะทาการศึกษา จากนั้นทำการศึกษากระบวนการทำงาน รวมถึงเก็บข้อมูลทางการยศาสตร์ของการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน โดยการเก็บข้อมูลจะบันทึกภาพเคลื่อนไหวของท่าทางการทางาน จากนั้นนาภาพที่ได้มาวิเคราะห์ท่าทางการทำงานเพื่อหาระดับความเสี่ยงจากการทำงาน โดยพิจารณาผลการประเมินว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ แล้วจึงทาการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

2.4 วิธีการประเมินภาระทางการยศาสตร์ (ergonomics load assessment)

2.4.1 วัดโดยการประเมินความเสี่ยงโดยวิธี REBA

วิธีการประเมินทั่วทั้งร่างกาย (Rapid Entire Body Assessment, REBA) เป็นการประเมินท่าทางการทำงานที่เป็นการประเมิน ตั้งแต่ส่วนของ คอ ลำตัว ขา แขน และมือ เป็นเทคนิคที่คิดค้นโดย ซู ฮิกเน็ท (Sue Hignett) ซึ่งเป็นนักการยศาสตร์ของโรงพยาบาลแห่งเมือง Nottingham ประเทศสหราชอาณาจักร และ Lyn McAtamney ผู้อำนวยการของบริษัทที่ให้บริการทางด้านการยศาสตร์และอาชีวอนามัย (Occupational health and ergonomic services Ltd.) ในประเทศสหราชอาณาจักรเช่นกัน การประเมินด้วยวิธี REBA จะเหมาะสำหรับการประเมินส่วนต่างๆของร่างกายสำหรับงานที่มีลักษณะเปลี่ยนท่าทางอย่างรวดเร็วหรืองานที่ไม่อยู่กับที่ งานที่ไม่นั่งหรือยืนปฏิบัติงานในท่าทางเดิมๆ ซ้ำๆ ตลอดเวลา รวมถึงงานที่มีท่าทางการทำงานที่ไม่สามารถคาดเดาได้ เช่นงานบริการ เป็นต้น วิธี REBA ได้ถูกนำมาใช้ในการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานในภาคอุตสาหกรรมด้วย เช่น โรงงานเลื่อยไม้ (Jones & Kumar, 2010) เป็นต้น การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ควรมีการดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. การเตรียมการ

ในขั้นตอนนี้ผู้ประเมินควรต้องชี้แจงผู้ปฏิบัติงานที่จะได้รับการประเมินเพื่อสื่อสารวัตถุประสงค์ของการประเมินให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานอย่างเป็นปกติ ไม่เกิดการเกร็ง หรือทำงานเป็นท่าทางที่แตกต่างไปจากการปฏิบัติงานประจำ หลังจากนั้นผู้ประเมินควรต้องสัมภาษณ์ลักษณะงานและขั้นตอนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานรวมทั้งสังเกตการณ์ทำงาน ท่าทางการเคลื่อนที่ของผู้ปฏิบัติงาน หลายๆ รอบของการทำงานเพื่อให้เข้าใจลำดับและขั้นตอนการทำงาน รอบเวลาที่ใช้ตำแหน่ง และท่าทางผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้งานประกอบการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประเมินได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. การเลือกงานที่จะประเมิน

การประเมินด้วยวิธี REBA สามารถประเมินได้อย่างรวดเร็วจึงทำให้สามารถประเมินได้หลายตำแหน่งและหลายงานในรอบของการทำงาน การประเมินด้วย REBA สามารถประเมินเพียงร่างกายด้านซ้าย หรือด้านขวาเพียงด้านเดียวก็ได้ หรือในกรณีที่จำเป็นอาจจะประเมินทั้ง 2 ด้านก็ได้ การเลือกท่าทางที่จะประเมินอาจพิจารณาดังนี้

(1) เป็นท่าทางหรืองานที่ยากที่สุด (จากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานและจากการสังเกตของผู้ประเมิน) (2) เป็นท่าทางที่ใช้เวลานานที่สุด และ (3) เป็นท่าทางที่ต้องมีการใช้แรงมากที่สุด

3. การประเมินด้วยแบบประเมิน REBA

การประเมินด้วย REBA ได้มีการจัดทำเป็นรูปแบบ แบบประเมินเพื่อให้ง่ายต่อผู้ประเมินในการประเมินในพื้นที่ปฏิบัติงาน มีการประเมินเป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่ม A ประกอบด้วยการประเมินคอ ลำตัว และขา และกลุ่ม B ประกอบด้วยการประเมินส่วนแขนและข้อมือ โดยการประเมินแบ่งเป็น 15 ขั้น

2.4.2 วัดโดยการประเมินความเสี่ยงโดยใช้สมการ NIOSH

NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) เป็นหน่วยงานทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมในสหรัฐอเมริกา ที่ทำหน้าที่หลักเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและจัดทำข้อเสนอแนะต่างๆ ในการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการบาดเจ็บเนื่องจากการทำงาน (Work-related Injury and Illness) NIOSH ยังทำการตรวจสอบอันตรายทางด้านต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้จากการทำงาน ให้คำแนะนำในการออกข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เสนอแนะมาตรการใช้สารพิษและระดับของสารเคมีที่ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งเรียกว่า ค่าปริมาณขีดจำกัดของสารที่แนะนำ (Recommended Exposure Limits, RELs) นอกจากหน้าที่ดังกล่าวข้างต้น NIOSH ยังเสนอวิธีการในการวิเคราะห์และประเมิน ปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในสถานที่ทำงานที่มีลักษณะการทำงานที่ต้องมีการยกขนย้ายวัตถุด้ายแรงคน ซึ่งวิธีการดังกล่าวรู้จักกันในนามว่าสมการการยกของ NIOSH (NIOSH Lifting Equation)

NIOSH ได้เสนอสมการการยกครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1981 ต่อมา NIOSH ได้มีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงสมการดังกล่าวให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และในปี ค.ศ. 1991 จึงได้เสนอสมการการยกที่มีการปรับปรุงใหม่ (Revised NIOSH Lifting Equation) ซึ่งสมการนี้ก็ได้มีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบันนี้

สมการการยกของ NIOSH ใช้ในการประเมินสภาพการยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยพิจารณาความสามารถในการใช้แรงกล้ามเนื้อของมนุษย์รวมถึงความสำคัญของ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับงานยกนั้นๆ การประเมินโดยใช้สมการยกของ NIOSH จะใช้ประเมินได้ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัด ดังต่อไปนี้

1. เป็นการยกเคลื่อนย้ายด้วยมือทั้ง 2 ข้าง ไม่ฉุดกระชาก ยกทางด้านหน้าของลำตัว มือทั้ง 2 ข้างอยู่ในระดับเดียวกัน วัสดุที่จะยกมีขนาดไม่กว้างมากเกินไป และมีการกระจายน้ำหนักไปยังมือทั้ง 2 ข้างเท่าๆ กัน

2. สมการนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้กับการยกด้วยมือข้างเดียว ยกในขณะนั่งคุกเข่าหรือยกในบริเวณจำกัด ยกวัสดุสิ่งของที่ไม่มั่นคง การใช้รถเข็น การขุดตัก หรือการยกขึ้น - ยกลง ด้วยความเร็วสูงกว่า 30 นิ้ว/วินาที

3. สภาพแวดล้อมในการทำงาน ควรมีอุณหภูมิระหว่าง 19 ถึง 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 35 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (หากอยู่นอกเหนือช่วงดังกล่าว อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้)

4. พื้นรองเท้า และพื้นผิวงาน ควรอยู่ในสภาพที่สามารถยืนได้อย่างมั่นคงปลอดภัย

2.4.2.1) ค่าขีดจำกัดน้ำหนักที่แนะนาให้ยกได้ขณะทางาน (Recommended Weight Limit : RWL) เป็นค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่จะยกหรือขนย้ายได้โดยไม่เกินขีดจำกัดในการรับน้ำหนักของกล้ามเนื้อหลัง โดยค่า RWL ที่ได้เปรียบเสมือนค่าน้ำหนักที่มีความใกล้เคียงกับสภาวะของผู้ปฏิบัติงานที่มีสุขภาพดีโดยทั่วไป ซึ่งสามารถยกขนย้ายได้อย่างปลอดภัยในช่วงเวลาการทำงานปกติ คือ ไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่า RWL ได้มาจากการคำนวณโดยใช้สมการดังนี้

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \qquad (2.1)$$

เมื่อ LC คือ ค่าคงที่ของน้าหนักที่สามารถยกได้ปลอดภัย (เท่ากับ 23 กก.)

HM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระดับความสูง 25 / H เมื่อ H > 25

VM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระดับแนวตั้ง เท่ากับ 1- (0.003 |V-75|)

DM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระยะ เท่ากับ 0.82+(4.5/D) เมื่อ D > 25

AM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณ ความเอียง (1-0.0032A) เมื่อ A คือ มุมของการไม่สมมาตร หรือ เอี้ยวตัว มีหน่วยเป็น องศา

FM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความถี่ ในการยก

CM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความถนัดในการจับยึด (Coupling)

2.4.2.2) ค่าดัชนีการยก (Lifting Index :LI) เป็นค่าบ่งชี้ถึงอัตราความเสี่ยงของคนงานต่อการบาดเจ็บจากการยกย้าย สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างน้าหนักที่จะยกต่อค่า

RWL ค่าที่คำนวณได้จากสมการจะใช้เป็นแนวทางในการประเมินความเสี่ยงไม่ใช่ระบุถึงอันตราย ดังนั้นเมื่อทำการคำนวณค่าต่างๆ ในสมการการยกของ NIOSH แล้วจะสามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงได้ ดังสมการ

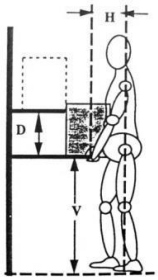
$$LI = \text{น้ำหนัก} / RWL \qquad (2.2)$$

ซึ่งค่า LI มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังต่อไปนี้

กรณีที่ค่า LI น้อยกว่า 1 แสดงว่า สถานการณ์งานยกย้ายที่ปฏิบัติอยู่นี้มีความปลอดภัยในการยกย้าย ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการแก้ไขปรับปรุงงานยกย้ายนี้แต่อย่างใด

กรณีที่ค่า LI ตกอยู่ระหว่าง 1 กับ 3 แสดงว่า สถานการณ์งานยกย้ายที่กำลังปฏิบัติอยู่ไม่มีความปลอดภัยในการยกย้าย แต่สามารถกระทำต่อไปได้ แต่ว่าจำเป็นต้องมีมาตรการทางด้านวิศวกรรมเข้ามากำกับแก้ไขปรับปรุงหรือควบคุมงานยกย้ายนี้

กรณีที่ค่า LI มากกว่า 3 แสดงว่า สถานการณ์งานยกย้ายที่ปฏิบัติอยู่มีอันตรายจากงานการยกย้ายมาก ต้องสั่งห้ามมิให้มีการทำงานยกย้ายดังกล่าวโดยเด็ดขาดและโดยทันที



ภาพ 2.1 แสดงตัวแปรที่มีผลต่อขีดจำกัดของน้ำหนักในการยก H, D, V และ F

ที่มา : NIOSH, 1994

2.4.3 วัดโดยการใช้การคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics)

ชีวกลศาสตร์หรือกลศาสตร์ชีวภาพ (Biomechanics) เป็นวิชาที่ใช้กฎของฟิสิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกฎของนิวตันเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว และแนวคิดรวบยอดทางด้านกลศาสตร์มาอธิบายถึงการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นที่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย และแรงที่กระทำต่อส่วนต่างๆ เหล่านั้น โดยมองมนุษย์ในแง่ที่เป็นระบบเครื่องจักรกลประเภทหนึ่ง ซึ่งจะพิจารณาว่าเมื่อมนุษย์เคลื่อนไหวหรือหยุดนิ่งอยู่กับที่นั้น ร่างกายของมนุษย์ซึ่งมีข้อต่อต่างๆ ที่เชื่อมกันอยู่เป็นระบบ ช่วงเชื่อมข้อต่อนั้นมีการเคลื่อนไหวได้อย่างไร มีแรงภายในใดบ้างที่กระทำต่อระบบช่วงเชื่อมข้อต่อนี้ขณะที่ร่างกายเคลื่อนไหวทำงานในท่าทางต่างๆ (สุทธิ์ ศรีบูรพา 2540)

นริศ เจริญพร (2550) พิจารณาการเคลื่อนไหวของมนุษย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบอยู่นิ่ง (Static Model) คือการศึกษาเรื่องแรงกระทำต่อร่างกายมนุษย์ที่อยู่นิ่งไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น การนั่งทำงานหรือการยืนที่ถูกหลักทางการยศาสตร์ เป็นต้น และแบบเคลื่อนที่ (Dynamic Model) คือการศึกษาแรงกระทำต่อร่างกายมนุษย์ขณะที่เคลื่อนไหวหรือร่างกายอยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุล เช่น การคำนวณแรงที่ใช้ในการตอกตะปู การเดิน การยกของ การควบคุมคันบังคับ เป็นต้น

ผลกระทบจากการยกวัตถุจะส่งผลมากที่สุดต่อกระดูกสันหลังส่วนเอว (lumbar) จึงได้มีการเลือกข้อต่อ L5/S1 เป็นจุดในการคำนวณหาความเค้นที่เกิดขึ้นกับกระดูกสันหลัง จากข้อมูลการศึกษาดังกล่าว NIOSH ได้แนะนำว่าหากค่าแรงกดบนหมอนรองกระดูกส่วน L5/S1 ที่ทำนายได้มีค่าสูงกว่า 3,400 นิวตัน เพียงพอที่จะทำให้เกิดอันตรายและมีศักยภาพสูงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อการแตกหักของกระดูกสันหลังของผู้ปฏิบัติงานได้ และหากค่าแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกมีค่ามากกว่า 6,400 นิวตัน งานดังกล่าวสามารถทำให้ผู้ปฏิบัติงานจำนวนมากอยู่ในภาวะที่อันตรายต่อการบาดเจ็บของหมอนรองกระดูกสันหลัง

2.4.4 วิธีการรายงานด้วยตัวผู้ให้ข้อมูลเอง (Self-Report Method)

การเก็บข้อมูลโดยวิธีการรายงานด้วยตัวผู้ให้ข้อมูลเองโดยทั่วไปเป็นการให้ผู้ปฏิบัติตอบแบบสอบถามด้วยตัวเอง ซึ่งแบบสอบถามควรต้องมีการออกแบบอย่างเหมาะสม โดยต้องให้ผู้ตอบเข้าใจวัตถุประสงค์ในการสอบถามและเข้าใจข้อคำถามที่มีในแบบสอบถามเหล่นนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด แบบสอบถามดังกล่าวควรมีการวิเคราะห์ความถูกต้องของเนื้อหาและความเชื่อถือได้ของแบบสอบถามก่อนที่จะนำไปเก็บข้อมูล ในกรณีที่สามารถทำได้ควรมีการชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดของข้อคำถามต่อผู้ตอบแบบสอบถามด้วยวาจาเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ตอบมีความเข้าใจในข้อคำถามอย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามในกรณีที่ไม่สามารถทำได้ก็ควรต้องมีคำอธิบายวัตถุประสงค์และรายละเอียดต่างๆ อย่างครบถ้วน วิธีการรายงานด้วยตัวผู้ให้ข้อมูลเอง โดยทั่วไปมักจะใช้กับข้อมูลที่ไม่มีความซับซ้อน และต้องการข้อมูลจำนวนมากเพื่อการวิเคราะห์ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นมักเป็นข้อมูลพื้นฐานการเก็บข้อมูลด้วยวิธีนี้ถือว่ามีความน่าเชื่อถือน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ

การสร้างแบบสอบถามที่ดี ผู้ออกแบบสอบถามต้องทราบว่าต้องการข้อมูลอะไร เพื่อจะนำมาใช้ประโยชน์อะไร โดยทั่วไปมักจะต้องสรุปกรอบแนวคิดของการศึกษา หรือการวิจัยนั้นก่อนว่ามีตัวแปรหรือปัจจัยอะไรบ้างที่ต้องการศึกษา เพื่อให้สามารถออกแบบสอบถามให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการศึกษาได้ครบถ้วนในการเขียนข้อคำถามในแบบสอบถาม ควรเขียนด้วยข้อความที่เข้าใจได้ง่าย ใช้ประโยคที่สั้น และมีความชัดเจน หลีกเลี่ยงคำถามนำ หรือคำถามที่ซับซ้อนเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้เกิด

ความสับสนได้ จำนวนข้อคำถามก็ไม่ควรมากเกินไปเพราะทำให้ผู้ตอบเกิดความเบื่อหน่ายได้ แต่ข้อคำถามก็ไม่ควรให้น้อยเกินไปจนไม่สามารถนำมาใช้สรุปผลการศึกษาได้ ดังนั้นจึงควรพิจารณาให้เหมาะสม นอกจากนั้นยังควรพิจารณาถึงการจัดพิมพ์แบบสอบถามด้วย เช่น ขนาดตัวอักษรที่ใช้ รูปแบบตาราง ขนาดของช่องหรือที่ว่างสำหรับการกรอกข้อมูล เป็นต้น แบบสอบถามที่ดีควรมีการอธิบายวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจ และยินดีที่จะให้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

โดยทางผู้จัดทำได้ออกแบบแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่มีความเหมาะสมกับพนักงานที่จะทำการตอบแบบสอบถามนี้ โดยจะประกอบไปด้วยข้อมูลทั่วไป ไปจนถึงอาการบาดเจ็บที่จะมีบริเวณที่บาดเจ็บให้ในรูปเพื่อให้สามารถตอบได้อย่างชัดเจนและเพื่อไม่ให้เกิดความสับสน

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตได้มีโครงงานวิจัยของ นางสาวชนิกาพร ใหม่ตัน (2557) เรื่อง การประเมินและการลดความเสี่ยงในงานยก-ย้ายในการผลิตโถสุขภัณฑ์แบบนั่งยอง โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในงานยกย้ายในโรงงานผลิตโถสุขภัณฑ์แบบนั่งยอง และเพื่อลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บจากการทางงานของพนักงานตามหลักการยศาสตร์ โดยมีการประเมินทั้งหมด 3 ประเภทคือ 1) การประเมินอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน ด้วยแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน 2) การประเมินท่าทางการทำงาน โดยการใช้แบบประเมิน REBA, การหาแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 และการใช้สมการการยกของ NIOSH คำนวณหาค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) และ 3) การประเมินด้วยการใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นหัวใจและเครื่องวัดการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (EMG)

ผลจากการประเมินพบว่างานยกส่วนใหญ่ในกระบวนการผลิตโถสุขภัณฑ์แบบนั่งยอง มีความเสี่ยงทางด้านการยศาตร์ต้องได้รับการแก้ไขหรือปรับปรุงและเมื่อนำคะแนนความเสี่ยงของส่วนของร่างกายที่มีคะแนนความเสี่ยงสูงของแต่ละวิธีการประเมินมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ในแต่ละงานที่มีความเสี่ยงสูงจะมีคะแนนความเสี่ยงสูงบริเวณลาตัวหรือหลัง, มือ, ข้อมือ, ขา, เท้า และแขนส่วนบนซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงานที่ได้จากแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทางาน จึงนำไปสู่การปรับปรุงงานยกที่มีความเสี่ยงสูง เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นโดยได้ทำการปรับปรุง 6 หัวข้อดังนี้ 1) ปรับระดับความสูงของแท่นวางแบบพิมพ์ 2) ปรับเปลี่ยนวิธีการยก จากยก 1 คน เป็นการยกแบบ 2 คน 3) เปลี่ยนตำแหน่งการวางแบบพิมพ์ตัวผู้ในงานย่อยที่ 1 ให้วางบนแท่นวางแบบพิมพ์ด้านข้างแบบพิมพ์ตัวเมีย 4) ออกแบบรถเข็นน้ำดินเพื่อช่วยในการเคลื่อนย้ายถังน้ำดิน (ถังใหญ่) เข้าไปให้แต่ละแถวของแท่นวางแบบพิมพ์ได้ 5) ปรับ

ระดับความสูงของชั้นวางโถสุขภัณฑ์ (ใหญ่) และออกแบบชั้นวางโถสุขภัณฑ์ (เล็ก) และ 6) การออกแบบโต๊ะวางโถสุขภัณฑ์ (หลังเผา) หลังจากการปรับปรุงงานยกที่มีความเสี่ยงสูง ทำให้ผลการประเมินในแต่ละวิธีมีความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ลดลง และพนักงานส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการทำงานด้วยวิธีการใหม่ อย่างไรก็ตาม สำหรับงานยกในกระบวนการผลิตบางงานยังไม่สามารถลดระดับความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านงบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุง

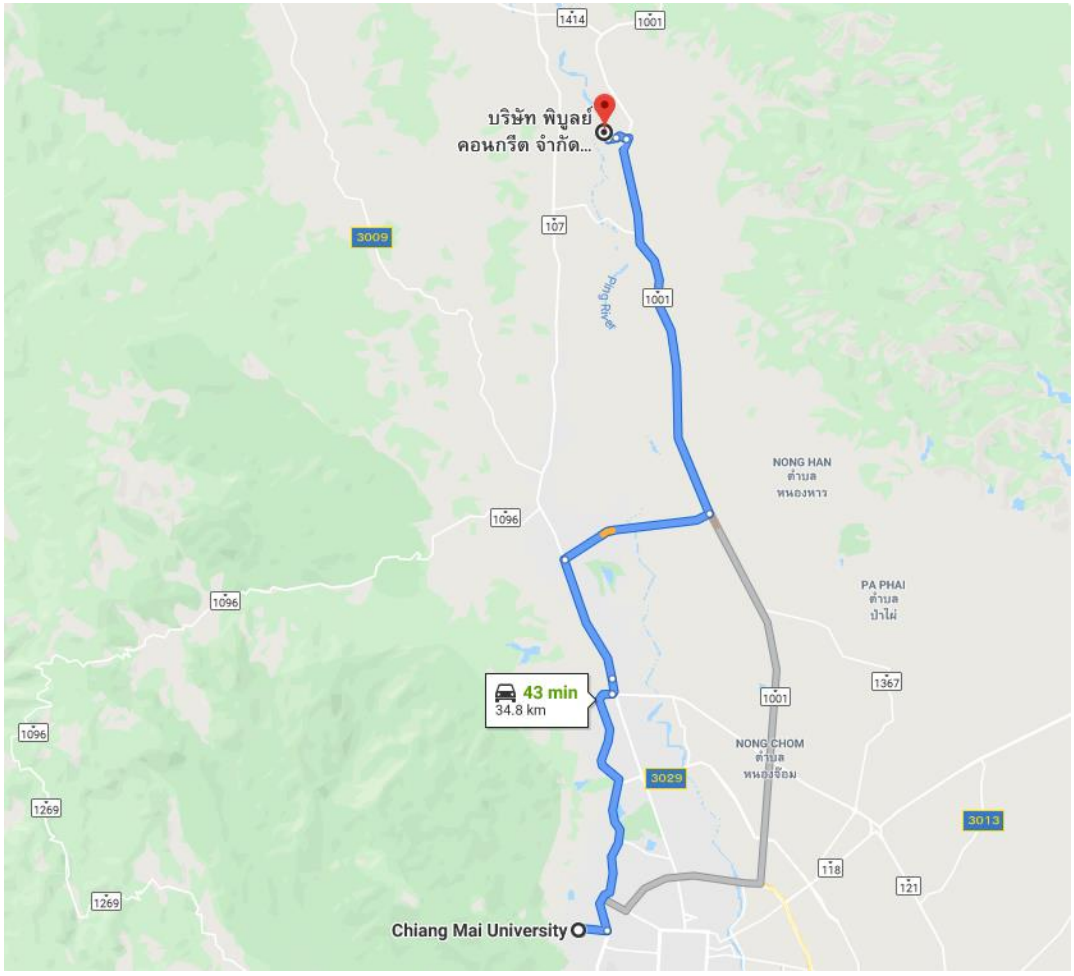
ผลงานวิจัยดังกล่าวได้มีการประเมินความเสี่ยงและปรับปรุงจนได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น จึงได้นำแนวทางการประเมินมาประยุกต์ใช้เข้ากับการผลิตเสารั้วลวดหนาม เนื่องจากเป็นการยกย้ายวัสดุด้วยแรงกายเช่นเดียวกัน

บทที่ 3

ข้อมูลโรงงาน

3.1 ประวัติโรงงาน

บริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด ตั้งอยู่ที่ 292/1 ถนนเชียงใหม่- ลำปาง ตำบลป่าตัน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ , 50300 จดทะเบียนเป็นนิติบุคคล เมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2535 ด้วยทุนจดทะเบียน 125 ล้านบาท (ชำระเต็ม)ประกอบกิจการผลิตจำหน่ายผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูปโดยมีโรงงานที่ทันสมัยบนพื้นที่กว่า 40 ไร่ ในเขตอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สามารถผลิตสินค้าและให้บริการที่ครอบคลุมเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ก่อตั้งขึ้นเพื่อประกอบกิจการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูป ตามาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ที่หลากหลายทั้งสินค้าและบริการอย่างครบวงจร จัดเป็นโรงงานที่ใหญ่ที่สุดในภาคเหนือ และยังเล็งเห็นถึงการจัดการด้านระบบคุณภาพเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับ ลูกค้า จึงได้รับการรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001: 2008 โดยตลอดระยะเวลาการดำเนินกิจการที่ผ่านมาของบริษัทฯ ได้มีการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูปออกมาสู่ตลาดอยู่เสมอ จนกระทั่งได้รับการรับรองอนุสิทธิบัตร ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปจากกรมทรัพย์สินทางปัญญา และเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานราชการและภาคเอกชน โดยแผนที่และภาพถ่ายของโรงงาน ดังแสดงในภาพ 3.1 - 3.3



ภาพ 3.1 ที่ตั้ง บริษัท พิบูลย์คอนกรีต จำกัด

ภาพ 3.2 ภาพถ่ายมุมสูงของโรงงาน

ภาพ 3.3 ภาพถ่ายภายในสายการผลิต

3.2 กระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนาม

กระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนามแบบออกเป็น 2 แผนกใหญ่ๆ ได้แก่ แผนกเทเสา และแผนกตัดยก ซึ่งแต่ละแผนกจะมีงานย่อยอยู่ 8 และ 4 งานย่อยตามลำดับ ดังนี้

3.2.1แผนกเทเสา แบ่งงานย่อยได้ 8 งานย่อยได้แก่

1) ทำความสะอาดแม่แบบ

2) พ่นน้ำยาเคลือบแบบ

3) เข้าแบบ และ ดึงลวด

4) ดึงลวดสปริง

5) ใส่หวีแล้วพ่นน้ำยาอีกครั้ง

6) เทปูน และรอปูนหม่าน

7) ดึงหวีออก

8) แต่งหน้าปูนให้เรียบ

3.2.2 แผนกตัดยก แบ่งงานย่อยได้ 4 งานย่อยได้แก่

1) ตัดลวด

2) เคาะแบบโดยใช้เครื่องเขย่าแบบ

3) ยกเสาออกจากแบบแล้วแพ็คเสา

4) ยกเข้าคลังเก็บสินค้าโดยใช้เครน

ซึ่งกระบวนการผลิตเสารั้วรวดหนามที่ได้ทำการแบ่งแผนกการทำงาน และแบ่งงานย่อยออกมาเป็นส่วนๆนี้ จะนำไปทำการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละงานย่อยตามหลักการประเมินต่อไป

บทที่ 4

วิธีการดำเนินงานโครงงานวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเพื่อประเมินและลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในในการผลิตเสารั้วลวดหนาม เริ่มจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานและกระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนามทุกขั้นตอน รวมทั้งสอบถามถึงข้อจำกัดต่างๆ ในกระบวนการผลิต ที่มีผลต่อการทำงานของพนักงานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน รวมทั้งกำหนดขั้นตอนต่างๆ วิธีการเก็บข้อมูล การประเมิน และการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียด ดังแสดงในภาพ 4.1

4.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

4.1.1 ศึกษาทฤษฎีของงานยกย้ายสิ่งของด้วยแรงกายคนตามหลักการยศาสตร์ และนำความรู้ที่ได้มากำหนดแนวคิด และหลักการในการทำวิจัย

4.1.2 เก็บข้อมูลทั่วไป เช่น น้ำหนักและสัดส่วนของพนักงาน เวลาในการทำงานในแต่ละวันของพนักงาน และข้อมูลทางด้านสุขภาพของพนักงาน โดยจะใช้แบบสอบถามอาการบาดเจ็บของพนักงานว่ามีอาการเจ็บปวดเมื่อยล้าหรือไม่ สามารถดูผลการเก็บข้อมูลทั่วไปได้จาก ตาราง 5.1 และสามารถดูผลแบบสอบถามอาการบาดเจ็บของพนักงานได้จากหัวข้อ 5.2.1

4.1.3 ศึกษากระบวนการผลิตและการทำงานของพนักงานในแต่ละแผนกและแต่ละขั้นตอนที่มีการการผลิตเสารั้วลวดหนาม ซึ่งมีทั้งหมด 2 แผนก 12 งานย่อย โดยได้เลือกศึกษาและประเมินทั้งหมด 5 งานย่อยที่เลือกศึกษา ดังแสดงในตาราง 4.1 หลังจากนั้นจึงทำการถ่ายภาพและบันทึก VDO ท่าทางการทำงานของพนักงานในมุมต่างๆ และแต่ละส่วนของร่างกายอย่างละเอียด

ตาราง 4.1 การแบ่งงานย่อยที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์

งานย่อย	การดำเนินการ
1	ดึงลวดพร้อมเข้าแบบ การดึงลวดใช้แรงประมาณ 700N ให้เข้าไปในแบบ
2	ใส่หวีลองแบบ
3	งานตัดลวด
4	ดึงเสาออกจากแบบ หนัก 30 กิโลกรัม
5	ยกเสาเพื่อแพ็คเสาเข้าสต๊อก หนัก 30 กิโลกรัม

4.1.4 ประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานก่อนการปรับปรุง ประกอบด้วย

1) การประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้แบบประเมิน REBA สามารถดูผลการประเมินได้จากข้อ 5.2.2

2) การประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้สมการการยกของ NIOSH เพื่อหาค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) สามารถดูผลการประเมินได้จากหัวข้อ 5.2.3

3) การศึกษาท่าทางการทำงานโดยการคำนวณ Biomechanics Load สามารถดูผลการประเมินได้จากหัวข้อ 5.2.4

4.1.5 นำผลการประเมินจากข้อ 4.2.4 มาวิเคราะห์หาความเสี่ยงจากการทำงานในแต่ละวิธีเทียบกับข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงานที่ได้จากแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน สามารถดูผลการประเมินได้จาก ตาราง 5.8

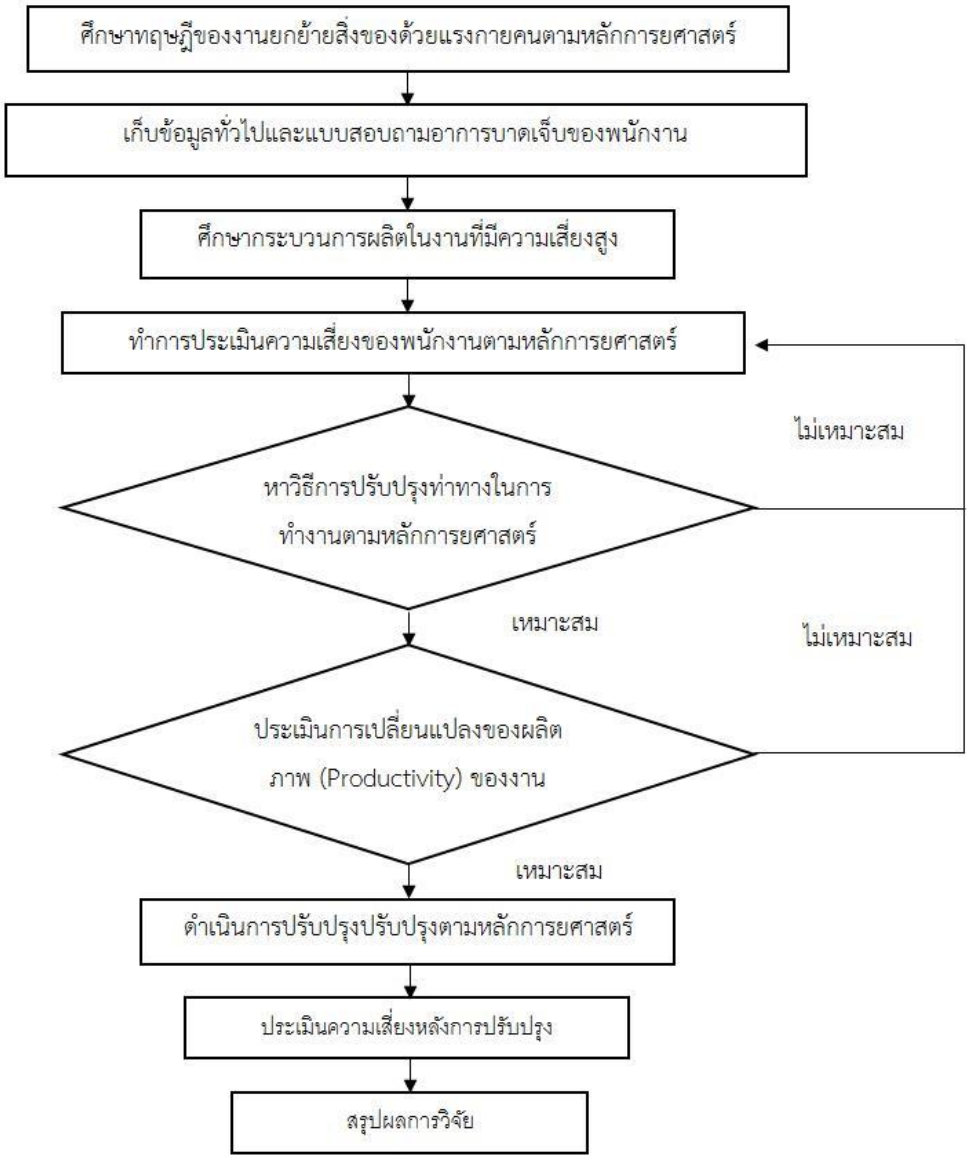
4.1.6 ดำเนินการปรับปรุงปรับปรุงความเสี่ยงตามหลักการยศาสตร์ พร้อมอธิบายให้พนักงานเข้าใจถึงวิธีการทำงานใหม่ และให้พนักงานได้ทดลองใช้ เป็นเวลา 1 เดือน สามารถดูผลได้จากบทที่ 5.3

4.1.7 ประเมินความเสี่ยงจากการทำงานหลังจากปรับปรุง ด้วยวิธีการที่เห็นสมควร และวิเคราะห์ผลการประเมิน เพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อน-หลังปรับปรุงเพื่อดูว่าสามารถลดความเสี่ยงได้มากน้อยเพียงใด สามารถดูผลการประเมินได้จากบทที่ 5.4 เป็นต้นไป

4.1.8 สรุปผลการดำเนินงาน

4.1.9 จัดทำรูปเล่มโครงงาน

4.2 แผนผังขั้นตอนวิธีการดำเนินโครงงานวิจัย



ภาพ 4.1 แผนผังขั้นตอนวิธีการดำเนินงานโครงงานวิจัย

4.3 ขั้นตอนการประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้แบบประเมิน REBA

เราจะนำภาพ วีดีโอการทำงานของพนักงานในแต่ละงานย่อยมา เพื่อเลือกท่าทางการทำงานของพนักงานในแต่ละงานย่อยที่มีความเสี่ยงที่สุดดูอันตรายที่สุด มาทำการประเมิน ซึ่งมีขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

4.3.1 พิจารณาท่าทางการทางานที่เลือกมา กลุ่ม A ประกอบด้วย

1) การประเมินตำแหน่งของศีรษะและคอ

- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 0 – 20 องศา ให้คะแนน 1

- ถ้ามุมก้มมากกว่า 20 องศา ให้คะแนน 2

- ถ้ามีการเงยศีรษะ (คอเอนไปด้านหลัง) มากกว่า 20 องศา ให้คะแนน 2

- ถ้ามีการหมุน (twist) ศีรษะ ให้คะแนนเพิ่ม +1

- ถ้ามีการเอียงศีรษะไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่ม +1

2) การประเมินตำแหน่งของลาตัว (Trunk)

- ลำตัวตั้งตรงที่มุมเอียงไม่เกิน -20 องศา ให้คะแนนเป็น 1

- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 1 – 20 องศา ให้คะแนน 2

- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 20 – 60 องศา ให้คะแนน 3

- ลำตัวโน้มไปด้านหน้ามากกว่า 60 องศา ให้คะแนน 4

- ลำตัวมีการหมุน ให้คะแนนเพิ่ม +1

- ลำตัวมีการเอียงไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่ม +1

3) การประเมินตำแหน่งของขาและเท้า (Legs)

- ขาอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวา ตั้งตรง ให้คะแนน 1

- ไม่สมดุลงอเพียงเล็กน้อย ให้คะแนน 2

- มุมงอระหว่าง 30 – 60 องศา ให้คะแนนเพิ่ม +1

- มุมงอมากกว่า 60 องศา ให้คะแนนเพิ่ม +2

4) สรุปผลคะแนนการประเมินของคอ ลำตัว และขาทั้งสองข้าง นำค่าที่ได้มาอ่านค่าในตาราง A ในแบบประเมิน

5) การประเมินภาระงานที่ทำ

- ถ้าภาระงานน้อยกว่า 4 กิโลกรัม ให้คะแนน 0

- ถ้าภาระงานอยู่ระหว่าง 4 – 10 กิโลกรัม ให้คะแนน 1

- ถ้าภาระงานมากกว่า 10 กิโลกรัม ให้คะแนน 2

- ถ้าเคลื่อนที่ซ้ำบ่อยๆ หรือมีการใช้แรงทำงานอย่างรวดเร็ว ให้คะแนนเพิ่ม +1

6) นำคะแนนจากข้อ 4) รวมกับคะแนนในข้อ 5) ได้เป็นคะแนนของกลุ่ม A

4.3.2 พิจารณาท่าทางการทำงานที่เลือกมา กลุ่ม B ประกอบด้วย

1) การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน (Upper Arm)

- แขนอยู่ในตำแหน่งไปข้างหน้าหรือมาข้างหลังไม่เกิน 20 องศา ให้คะแนน 1

- แขนอยู่ด้านหลัง เกิน 20 องศา ให้คะแนน 2

- แขนอยู่ด้านหน้าอยู่ระหว่าง 20-45 องศา ให้คะแนน 2

- แขนอยู่ด้านหน้าอยู่ระหว่าง 45-90 องศา ให้คะแนน 3

- แขนมีมุมเกิน 90 องศา เมื่อเทียบกับลำตัว ให้คะแนน 4

- ถ้ามีการยกของไหล่ ให้บวกคะแนนเพิ่ม +1

- ถ้ามีการกางแขน ให้บวกคะแนนเพิ่ม +1

- ถ้าแขนมีที่รองรับหรือวางพาดอยู่ ให้ลบคะแนน -1

2) การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (Lower Arm หรือ Forearm)

- แขนส่วนล่างอยู่ในช่วงประมาณ 60 – 100 องศา วัดจากแนวดิ่ง ให้คะแนน 1

- แขนส่วนล่างมีมุมน้อยกว่า 60 องศา หรือมีมุมมากกว่า 100 องศา ให้คะแนน 2

3) การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (Hand และ Wrist)

- ข้อมืออยู่ในแนวเดียวกับแขนส่วนล่างหรืองอขึ้นลงไม่เกิน 15 องศา ให้คะแนน 1

- ข้อมืองอขึ้นลงมากกว่า 15 องศา ให้คะแนน 2

- ถ้ามีการทำงานที่เกิดการเบี่ยงข้อมือออก (Deviation) ให้บวกคะแนนเพิ่ม +1

- ถ้ามีการหมุนข้อมือ ให้บวกคะแนนเพิ่ม +1

4) สรุปผลคะแนนการประเมินของแขนส่วนบน แขนส่วนล่าง และมือ นำค่าที่ได้มาอ่านค่าในตาราง B ในแบบประเมิน

5) การประเมินที่จับชิ้นงาน

- มีที่จับชิ้นงานที่ดี เหมาะสม สามารถทำให้เกิดแรงในการทำงาน ให้คะแนน 0

- มีที่จับชิ้นงานอยู่ในระดับพอใช้ ให้คะแนน 1

- มีที่จับชิ้นงานอยู่ในระดับไม่ดี ให้คะแนน 2

- ไม่มีที่จับ ทำให้เกิดท่าทางที่ไม่เหมาะสม ให้คะแนน 3

6) นำคะแนนจากข้อ 4) รวมกับคะแนนในข้อ 5) ได้เป็นคะแนนของกลุ่ม B

4.3.3 การประเมินการเคลื่อนไหวและกิจกรรมของงาน

- ถ้าร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งอยู่กับที่นานกว่า 1 นาที ให้คะแนน 1

- ถ้ามีการเคลื่อนไหวส่วนใดส่วนหนึ่งซ้ำๆ มากกว่า 4 ครั้งต่อนาที ให้คะแนน 1

- ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่าทางของร่างกายมากและเร็ว ให้คะแนน 1

4.3.4 นำคะแนนคะแนนของกลุ่ม A และ B ไปอ่านค่าจากตาราง C

4.3.5 นำคะแนนจากตาราง C มารวมกับคะแนนที่ได้จากการประเมินการเคลื่อนไหว และกิจกรรมของงาน จากข้อ 4.3.4 ทำให้ได้ค่าคะแนนความเสี่ยงรวมจากแบบประเมิน REBA

4.3.6 นำค่าคะแนนความเสี่ยงรวมจากแบบประเมิน REBA มาพิจารณาหาระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานของพนักงานในแต่ละงานย่อย โดยการแปลผลค่าคะแนนความเสี่ยงรวมแสดงดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 การหาค่าคะแนนความเสี่ยงรวมและการสรุปผลคะแนน

คะแนน	การแปลผล
1	ความเสี่ยงน้อยมาก
2-3	ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง
4-7	ความเสี่ยงปานกลาง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง
8-10	ความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง
≥11	ความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที

4.4 การวิเคราะห์สมการการยกของ NIOSH

4.4.1 ตรวจสอบลักษณะงานและสภาพของการทำงานของแต่ละงานย่อยว่าอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการใช้สมการการยกของ NIOSH หรือไม่

4.4.2 ทำการวัดค่าตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในท่าทางการทำงานตอนเริ่มยกและตอนวางในแต่ละงานย่อย ซึ่งตัวแปรต่างๆ ที่ต้องวัดมีดังนี้

L (Load Weight) คือ น้ำหนักของวัสดุที่ยก มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

H (Horizontal Location) ระยะห่างจากจุดกึ่งกลางระหว่างข้อเท้าด้านในทั้ง 2 ข้าง ถึงมือ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

V (Vertical Location) ระยะห่างจากพื้นถึงมือขณะยก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

D (Vertical Travel Distance) ค่า Absolute Value ของความแตกต่างระหว่างความสูงของการยกวัสดุที่จุดเริ่มต้น และจุดหมายปลายทาง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

A (Asymmetry Angle) มุมที่วัดได้จากการที่วัสดุถูกยกเบี่ยงเบนออกจากแนวตรงด้านหน้า (mid-sagittal plane) ของร่างกายผู้ยก มีหน่วยเป็นองศา

F (Lifting Frequency) จำนวนครั้งในการยกโดยเฉลี่ยต่อนาที

W (Work Duration) ระยะเวลาในการยก

C (Coupling Classification) การจำแนกคุณภาพในการยึด จับ วัสดุ

4.4.3 คำนวณหาค่าขีดจำกัดของน้ำหนักที่แนะนำ (RWL) ในท่าทางการทำงานตอนเริ่มยกและตอนวางในแต่ละงานย่อย โดยการหาค่าตัวแปรหรือค่าแฟคเตอร์ตัวคูณต่างๆ ในสมการการยกของ NIOSH

4.4.4 คำนวณหาค่าดัชนีการยก (LI) ในท่าทางการทำงานตอนเริ่มยกและตอนวางในแต่ละงานย่อย

4.5 การศึกษาท่าทางการทำงานโดยการคำนวณ Biomechanics Load

จะศึกษาในงานที่มีความเสี่ยงมากที่สุด ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาแรงและความเค้นที่กระทำต่อส่วนต่างๆ ของร่างกายอันเนื่องมาจากการที่ร่างกายต้องรับภาระจากภายนอก และท่าทรงตัวในการทำงาน (Working Posture) กิจกรรมการทำงานอาจมองจากภาพ 2 มิติ เมื่อใดที่มีการวิเคราะห์ด้านชีวกลศาสตร์จากภาพ 2 มิติ จะต้องทราบข้อมูล ดังนี้ 1) แรงภายนอกที่กระทำต่อส่วนต่างๆ ของร่างกาย และทิศทางของแรง 2) ท่าทรงตัวของร่างกาย และ 3) มวลและศูนย์กลางมวลของส่วนต่างๆ ของร่างกายบุคคลนั้น และ การคำนวณแรงและโมเมนต์บิดจำเป็นต้องอยู่ในสมมติฐานว่าระบบแรงอยู่ในสมดุลสถิต (Static Equilibrium) คือ ผลรวมของแรงในแนวนอนแกน X ผลรวมของแรงในแนวตั้งแกน Y และ ผลรวมของโมเมนต์รอบจุดหมุนใดๆ = 0
ซึ่งวิธีการประเมินภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) มีขั้นตอน ดังนี้

4.5.1 นำภาพถ่ายท่าทางการทำงาน ในมุมด้านข้าง (2 มิติ) ของพนักงานที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด มาวาดร่างแบบท่าทางการทา งานของพนักงาน

4.5.2 นำภาพร่างที่ได้มาเขียนแรง และวัดมุมส่วนของร่างกายที่ใช้ในการคำนวณ เป็นแบบเดียวกับที่ใช้ในวิชากลศาสตร์ ซึ่งต้องเขียนขึ้นมาแสดงทั้งขนาด และทิศทางของแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง

4.5.3 คำนวณแรงและโมเมนต์ที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของร่างกาย

บทที่ 5

ผลการดำเนินงาน

ผู้จัดทำได้ใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากการทำงานทั้งหมด 4 ประเภท ส่วนแรกเป็นการประเมินอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน ด้วยแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน ส่วนที่สองเป็นการประเมินท่าทางการทำงาน โดยการใช้แบบประเมิน REBA ส่วนที่สามเป็นการใช้สมการการยกของ NIOSH คำนวณหาค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) และส่วนสุดท้ายคือ คำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) ที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 โดยผู้จัดทำได้เลือกศึกษาและประเมินในแผนกที่เกี่ยวข้องกับงานยกย้ายเท่านั้น การประเมินด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้นจะใช้ประเมินทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง เพื่อเปรียบเทียบดูว่าสามารถลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินแบ่งเป็น 5 ส่วน คือ

5.1 ข้อมูลทางด้านคุณลักษณะทางกายภาพของพนักงาน

5.2 ผลการประเมินทางการยศาสตร์ก่อนปรับปรุง

5.3 การวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการปรับปรุงงานที่เหมาะสมและการปรับปรุงงานที่มีความเสี่ยงสูง

5.4 ผลการประเมินทางการยศาสตร์หลังปรับปรุง

5.5 การอภิปรายผล

5.1 ข้อมูลทางด้านคุณลักษณะทางกายภาพของพนักงาน

5.1.1 เก็บข้อมูลทั่วไป

จากการสำรวจและการสัมภาษณ์พนักงานสำหรับข้อมูลทั่วไป ของพนักงาน 8 คน ที่ทำงานใน 5 งานย่อยที่เลือกศึกษา สรุปได้ว่า พนักงานทั้งหมดมีอายุเฉลี่ย 31±4.29 ปี น้ำหนักและส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 60±8.77 กิโลกรัม และ 159±13 เซนติเมตร ตามลาดับ และมีประสบการณ์ในการทำงานเฉลี่ย เท่ากับ 6±2 ปี ใช้เวลาในการทำงานต่อวันและต่อสัปดาห์ เฉลี่ย 7±0.53 ชั่วโมง และ 6 วันต่อ

สัปดาห์ ตามลำดับ และพนักงานส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวและไม่ได้ทำงานอดิเรกในวันหยุดหรือหลังเลิกงาน ข้อมูลแสดงในตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ข้อมูลทั่วไป

หัวข้อ	ช่วง	ความถี่ (คน)	เปอร์เซ็นต์	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1.อายุ (ปี)	20-30 ปี	4	50	31	4.29
	31-40 ปี	4	50		
	41-50 ปี	0	0		
2. น้ำหนัก (กก.)	40-50 กก.	1	12.5	60	8.77
	51-60 กก.	3	37.5		
	61-70 กก.	4	50		
3. ความสูง (ซม.)	140-150 ซม.	3	37.5	160	10.61
	151-160 ซม.	0	0		
	161-180 ซม.	5	72.5		
4. ประสบการณ์ในการทำงาน (ปี)	น้อยกว่า 1 ปี	0	0		
	1-5 ปี	4	50		
	6-10 ปี	4	50		
5. เวลาในการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง)	1-4 ชั่วโมง	0	0	7	0.53
	5-8 ชั่วโมง	8	100		
	9-12 ชั่วโมง	0	0		
6. ทำงานต่อสัปดาห์ (วัน)	1-5 วัน	0	0	6	0
	5-7 วัน	8	100		
7. ท่านมีโรคประจำตัวดังต่อไปนี้ หรือไม่	มีโรคประจำตัว	0	0	-	-
	ไม่เป็นโรคใดๆ เลย	8	100		
8. ท่านทำงานอดิเรก(ในวันหยุดหรือหลังเลิกงาน) หรือไม่	ไม่ทำ	8	100	-	-
	ทำ	0	0		

5.1.2 ข้อมูลอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน

จากการสำรวจและการสัมภาษณ์พนักงานเพื่อรวบรวมข้อมูลอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน สรุปได้ว่า ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมาพนักงานทุกคนเคยมีอาการปวดกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้า โดยที่ 12.5 เปอร์เซ็นต์ เคยประสบอุบัติเหตุจนทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ และ 87.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่เคยประสบอุบัติเหตุเกี่ยวกับกล้ามเนื้อหรือป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อหรือกระดูกมาก่อน โดยบริเวณที่พนักงานมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเป็นประจำ คือ หลัง คิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ เข่า คิดเป็น 62.5 เปอร์เซ็นต์ ไหล่ คิดเป็น 37.5 เปอร์เซ็นต์ และคอ คิดเป็น 12.5 เปอร์เซ็นต์ และช่วงเวลาที่พนักงานทุกคนมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้ามากที่สุด คือ ช่วงหลังเลิกงาน ซึ่งความถี่ในการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและเมื่อยล้าเกิดขึ้นสูงสุด คือ ทุกวัน และสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลาดับ โดยอาการปวดเมื่อยดังกล่าวจะปวดสูงสุดนาน 1-3 วัน จึงทุเลา คิดเป็น 62.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือมากกว่า 1-3 วัน จึงทุเลา และไม่เกิน 1 วัน คิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลาดับ ทั้งนี้พนักงานมีวิธีการรักษาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นโดยการซื้อยามารับประทานเองและใช้ยาทา นวดสูงสุด คิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ และจากการสอบถามพนักงานเกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนที่ทำให้เกิดการปวดกล้ามเนื้อหรือปวดเมื่อยอื่นๆ พบว่า พนักงานส่วนใหญ่ไม่ค่อยออกกำลังสูงถึง 87.5 เปอร์เซ็นต์ และมีพนักงาน 75 เปอร์เซ็นต์ ไม่สูบบุหรี่ สูบบุหรี่ทุกวันและนานๆ ครั้ง คิดเป็น 12.5 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน โดยพนักงานส่วนมาก 75 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนพนักงานจะดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นานๆ ดื่มครั้ง และ 25 เปอร์เซ็นต์ ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ โดยจะดื่มแอลกอฮอล์ในช่วงหลังเลิกงาน 75 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลแสดงในตาราง 5.2

ตาราง 5.2 ข้อมูลอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน

หัวข้อ	ความถี่ (คน)	เปอร์เซ็นต์รวม
1. ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ท่านเคยมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้าหรือไม่		
ไม่เคย	0	0
เคย	8	100
2. ท่านเคยประสบอุบัติเหตุจนทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหรือกระดูกหรือไม่		
ไม่เคย	7	87.5
เคย	1	12.5
3. ส่วนของร่างกายที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเป็นประจา (ตอบได้มากกว่า 1)		
หลัง	6	75

ตาราง 5.2 ข้อมูลอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน (ต่อ)

หัวข้อ	ความถี่ (คน)	เปอร์เซ็นต์รวม
เข่า	5	62.5
ไหล่	3	37.5
คอ	1	12.5
4. ช่วงเวลาไหนที่มีความรู้สึกปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้ามากที่สุด		
ก่อนทำงาน	0	0
ระหว่างทำงานช่วงเช้า (8.00-12.00 น.)	0	0
ระหว่างทำงานช่วงบ่าย (13.00-17.00 น.)	0	0
หลังเลิกงาน	8	100
5. ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมาความถี่ (โดยประมาณ) ในการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้า		
ไม่เคยปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ	0	0
ทุกวัน	6	75
สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	2	25
2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง	0	0
3 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง	0	0
เดือนละ 1 ครั้ง	0	0
มากกว่า 1 เดือนต่อ 1 ครั้ง	0	0
6. เมื่อมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้า แต่ละครั้งจะปวดเมื่อยเป็นเวลานานเท่าใด		
ไม่เกิน 1 วัน	1	12.5
1-3 วัน จึงทุเลา	5	62.5
มากกว่า 1-3 วัน จึงทุเลา	2	25
7. ทำอย่างไรเมื่อมีอาการปวดกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้า (ตอบได้มากกว่า 1)		
ไม่ทำอะไรเลย	2	25
ซื้อยามารับประทาน	6	75
ปรึกษาแพทย์	0	0
หยุดงาน	0	0
ใช้ยาทา นวด	6	75
วิธีอื่นๆ	0	0
8. มีการออกกำลังกายประเภทใดบ้าง		
ไม่ออกกาลังกาย	7	87.5
เล่นฟุตบอล	1	12.5

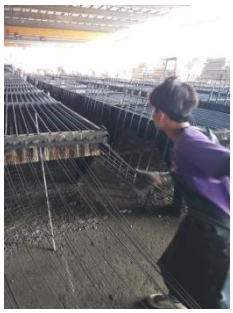
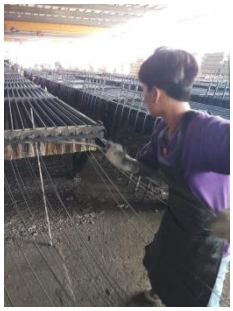
ตาราง 5.2 ข้อมูลอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน (ต่อ)

หัวข้อ	ความถี่ (คน)	เปอร์เซ็นต์รวม
วิ่งเหยาะ	0	0
ออกกำลังกายทั่วไป	0	0
กีฬาอื่นๆ	0	0
9. ความถี่ในการออกกาลังกาย (ตอบเฉพาะผู้ออกกาลังกาย)		
สม่ำเสมอ (ทุกวัน)	0	0
เป็นบางครั้ง (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง)	1	12.5
นานๆ ครั้ง (เดือนละ 1 ครั้ง)	0	0
10. ความถี่ในการสูบบุหรี่		
ไม่สูบบุหรี่	6	75
สูบทุกวัน	1	12.5
นานๆ สูบครั้ง	1	12.5
11. ความถี่ในการดื่มแอลกอฮอล์ (เช่น เหล้า ไวน์ กระแช่ สาโท เป็นต้น)		
ไม่ดื่มแอลกอฮอล์	2	25
ดื่มทุกวัน	0	0
นานๆ ดื่มครั้ง	6	75
12. ดื่มแอลกอฮอล์ก่อนและหลังเลิกงานหรือไม่ (ตอบเฉพาะผู้ที่ดื่มแอลกอฮอล์)		
ไม่ดื่ม	2	25
ดื่มก่อนมาทางานเป็นประจำ	0	0
ดื่มหลังเลิกงานเป็นประจำ	0	0
ดื่มก่อนมาทางานในบางครั้ง	0	0
ดื่มหลังเลิกงานในบางครั้ง	6	75

5.2 การประเมินทางการยศาสตร์ก่อนการปรับปรุง

สำหรับการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงาน ได้มีการเลือกท่าทางการทำงานของพนักงานที่ผู้ศึกษาสนใจมา 5 งานย่อยๆ ละ 1-3 คน แสดงดังตาราง 5.3 และจะทำการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานอย่างละเอียด มีดังนี้

ตาราง 5.3 ท่าทางการทำงานของพนักงาน (ก่อนปรับปรุง)

งานย่อย \ คนที่	1	2	3
1			
			
2			-
			-
3		-	-

ตาราง 5.3 ท่าทางการทำงานของพนักงาน (ก่อนปรับปรุง) (ต่อ)

คนที่ / งานย่อย	1	2	3
4		-	-
		-	-
5		-	-
		-	-

5.2.1 ข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงาน

จากการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน พบว่าพนักงานมีระดับความรุนแรงของอวัยวะที่มีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยอยู่ในระดับ 9 ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่มีความรุนแรงมาก คือ บริเวณหลังส่วนล่างมีมากที่สุด คือ 50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือบริเวณหลังส่วนกลาง เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ และเท่ากับ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ของบริเวณเข่าด้านซ้าย,ขวา สะโพก และแขนส่วนบนซ้าย-ขวา ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่ากระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนามในมีผลต่อการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของพนักงาน ดังตาราง 5.4

จากการสำรวจระดับความรุนแรงของอวัยวะที่มีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของพนักงาน พบว่ามีความสัมพันธ์กับข้อมูลทางด้านการมีประสบการณ์ทำงานของพนักงาน เนื่องจากพนักงานที่มีประสบการณ์ทำงานเป็นระยะเวลานาน จะมีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้ออยู่ในระดับกลางๆ (ช่วงระดับความปวดเมื่อยกล้ามเนื้อระหว่าง 3 ถึง 5) เป็นเพราะว่าพนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานเป็นระยะเวลานานหลายปี และมีความเคยชินกับการทำงานที่เป็นงานยกในกระบวนการผลิต

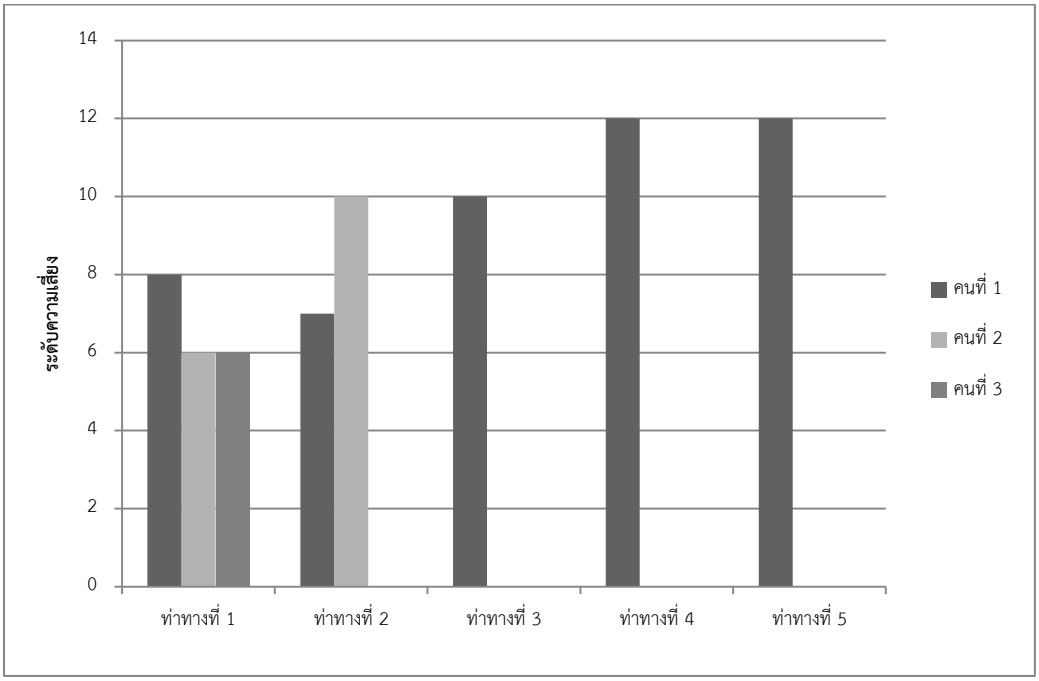
ตาราง 5.4 ข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงาน

(ก่อนการปรับปรุง)

คน/ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	2	2	2	0	0	0	0	2	2	1	1	3	3	4	5	9	0	0	0	5	5	0	0	0	0
2	5	3	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	5	0	0	9	4	0	0	0	0
3	0	6	0	5	3	0	0	1	1	5	0	0	0	1	9	9	5	1	1	4	0	0	0	0	0
4	5	0	3	9	9	0	0	3	0	0	3	3	3	3	5	0	5	2	0	7	0	0	0	0	0
5	0	2	2	0	2	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	9	0	0	0	5	7	0	0	2	0
6	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9	0	2	0	0
7	6	0	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	0	5	7	2	0	0	2	0	5	2	0	0	0
8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	9	2	9	0	2	0	5	0	0	0	2
จำนวนระดับ 9				1	1										2	4	1			1	1				
รวม				12.5	12.5										12.5	50	12.5			12.5	12.5				

5.2.2 ผลการประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้แบบประเมิน REBA

การประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้แบบประเมิน REBA จะประเมินตามแบบฟอร์มในภาคผนวก ก ภาพ ก-1 และผลการประเมินท่าทางการทำงานก่อนการปรับปรุง จะได้ดัง ภาคผนวก ง ตาราง ง-1



ภาพ 5.1 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA (ก่อนปรับปรุง)

จากภาพ 5.1 เป็นผลการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานก่อนการปรับปรุงของการประเมินด้วยแบบประเมิน REBA จะเห็นได้ว่าในท่าทางงานที่ 4 และ 5 มีคะแนนความเสี่ยงที่มีค่ามากกว่า 10 ทั้ง 2 ท่าทาง ซึ่งถือว่ามีปัญหาหรือความเสี่ยงทางการยศาสตร์ควรรีบปรับปรุงโดยเร็วและโดยทันที และในงานย่อยที่ 2 และ 3 มีคะแนนความเสี่ยงมากกว่า 8 ในบางท่าทางแต่ไม่เกิน 10 จึงถือว่างานดังกล่าวต้องได้รับการปรับปรุงการทำงานด้วยและวิเคราะห์เพิ่มเติม

5.2.3 ผลการประเมินโดยใช้สมการการยกของ NIOSH

ค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) ซึ่งเป็นค่าบ่งชี้ถึงอัตราความเสี่ยงของพนักงานต่อการบาดเจ็บจากการยกย้าย โดยค่าแฟคเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในสมการการยกของ NIOSH สามารถอ่านค่าได้จากภาคผนวก ก ตาราง ก1-ก7 และค่าดัชนีการยก (LI) มีเกณฑ์ในการพิจารณาแต่ละระดับความเสี่ยงตามแต่ละกรณีของค่าดัชนีการยก (LI) ที่คำนวณได้ดังแสดงในบทที่ 2 โดยเลือกประเมินทั้งหมด 5 งานย่อย ณ จุดเริ่มยก (Origin) และจุดวาง (Destination)

ตาราง 5.5 ตัวอย่างการคำนวณสมการการยกของ NIOSH ในงานย่อยที่ 1 ของพนักงานคนที่ 1 ตอนเริ่มดึง (ก่อนปรับปรุง)

ตัวแปร	การคำนวณ	ค่าที่ได้
	Load weight (L)	= 7.5 กิโลกรัม
	Horizontal (H_O)	= 25 เซนติเมตร
	Vertical (V_O)	= 147 เซนติเมตร
	Asymmetry Angle (A_O)	= 0 องศา
	Distance (D)= $\|V_D - V_O\|$= |147-142|	= 5 เซนติเมตร
	Lifting Frequency (F)	= 10 ครั้ง/นาที
	Lifting Duration	= 22 นาที
	Coupling	= ปานกลาง
	LC_O = Load constant (Origin)	= 23 กิโลกรัม
	HM_O = Horizontal Multiplier (Origin)	= 1.00 (ตาราง ก2)
	VM_O = Vertical Multiplier (Origin)	= 0.78 (ตาราง ก3)
	DM = Distance Multiplier (Origin)	= 1.00 (ตาราง ก4)
	AM_O = Asymmetric Multiplier (Origin)	= 1.00 (ตาราง ก5)
	FM_O = Frequency Multiplier (Origin)	= 0.45 (ตาราง ก6)
	CM = Coupling Multiplier	= 1.00 (ตาราง ก7)
RWL_O =Recommended Weight Limit (Origin)	= LC_O x HM_O x VM_O x DM x AM_O x FM_O x CM_O	= 8.11
LI_O = Lifting Index (Origin)	= L/RWL_O = 7.5/8.11	= 0.92

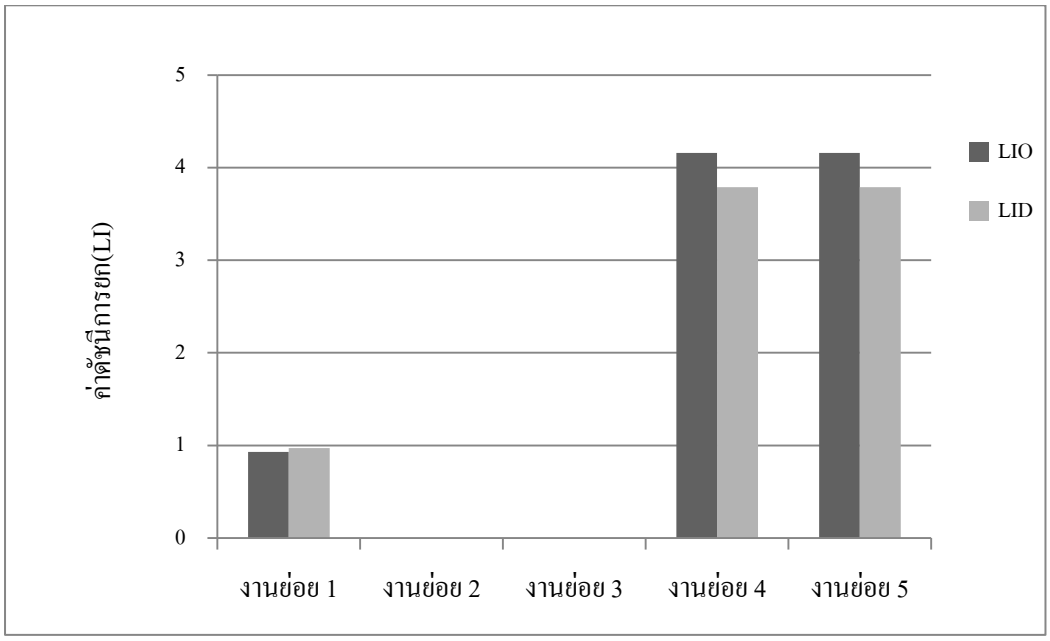
จากตาราง 5.5 เป็นตัวอย่างการประเมินท่าทางการคำนวณสมการการยกของ NIOSH ในงานย่อยที่ 1 ของพนักงานคนที่ 1 ตอนเริ่มดึง ผลการคำนวณจะเห็นได้ว่าค่าดัชนีการยกตอนเริ่มดึง (LI_O) ของพนักงานคนที่ 1 ในงานย่อยที่ 1 มีค่า 0.92 แสดงว่าสถานการณ์งานยกย้ายที่กำลังปฏิบัติอยู่มีความปลอดภัย ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการแก้ไขปรับปรุงงานยกย้ายนี้แต่อย่างใด

ตาราง 5.6 ตัวอย่างการคำนวณสมการการยกของ NIOSH ในงานย่อยที่ 1 ของพนักงานคนที่ 1 ตอนหลังดึง (ก่อนปรับปรุง)

ตัวแปร	การคำนวณ	ค่าที่ได้
	Load weight (L)	= 7.5 กิโลกรัม
	Horizontal (H_D)	= 25 เซนติเมตร
	Vertical (V_D)	= 142 เซนติเมตร
	Asymmetry Angle (A_D)	= 15 องศา
	Distance (D)= $\|V_D - V_O\|$= |147-142|	= 5 เซนติเมตร
	Lifting Frequency (F)	= 10 ครั้ง/นาที
	Lifting Duration	= 22 นาที
	Coupling	= ปานกลาง
	LC_D = Load constant (Destination)	= 23 กิโลกรัม
	HM_D = Horizontal Multiplier (Destination)	= 1.00 (ตาราง ก2)
	VM_D = Vertical Multiplier (Destination)	= 0.80 (ตาราง ก3)
	DM = Distance Multiplier (Destination)	= 1.00 (ตาราง ก4)
	AM_D = Asymmetric Multiplier (Destination)	= 0.95 (ตาราง ก5)
	FM_D = Frequency Multiplier (Destination)	= 0.45 (ตาราง ก6)
	CM = Coupling Multiplier	= 1.00 (ตาราง ก7)
RWL_D = Recommended Weight Limit (Destination)	= LC_D x HM_O x VM_D x DM x AM_D x FM_O x CM_O	= 7.87
LI_O = Lifting Index (Destination)	= L/RWL_D = 7.5/7.87	= 0.95

จากตาราง 5.6 เป็นตัวอย่างการประเมินท่าทางการคำนวณสมการการยกของ NIOSH ในงานย่อยที่ 1 ของพนักงานคนที่ 1 ตอนหลังดึง ผลการคำนวณจะเห็นได้ว่าค่าดัชนีการยกตอนหลังดึง (LI_D) ของพนักงานคนที่ 1 ในงานย่อยที่ 1 มีค่า 0.95 แสดงว่าสถานการณ์งานยกย้ายที่กำลังปฏิบัติอยู่มีความความปลอดภัย ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการแก้ไขปรับปรุงงานยกย้ายนี้แต่อย่างใดเหมือนตอนเริ่มดึง

ข้อมูลของแต่ละตัวแปรในสมการการยกของ NIOSH (ก่อนปรับปรุง) แสดงในภาคผนวก ง ตาราง ง-2 และผลการประเมินท่าทางการทางานด้วยสมการการยกของ NIOSH (ก่อนปรับปรุง) เพื่อหาค่าน้าหนักที่แนะนาในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) แสดงในภาคผนวก ง ตาราง ง-3



ภาพ 5.2 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH เพื่อหาค่าดัชนีการยก (LI) (ก่อนปรับปรุง)

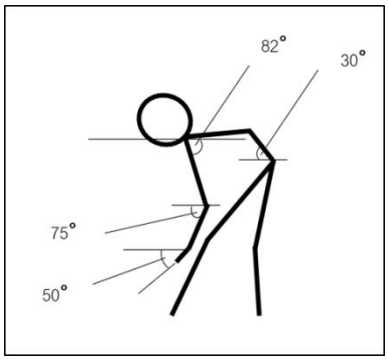
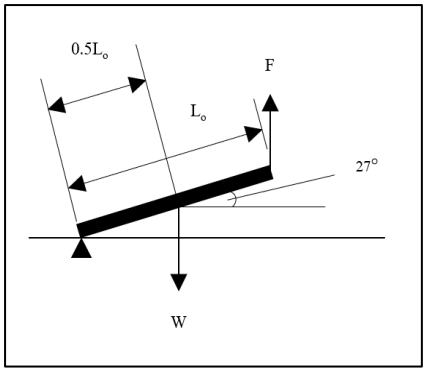
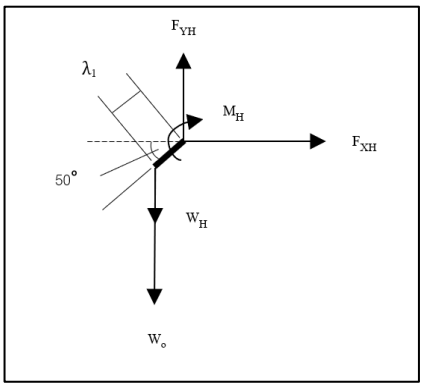
จากภาพ 5.2 แสดงผลการประเมินท่าทางการทางานด้วยสมการการยกของ NIOSH ก่อนการปรับปรุง ผลการจากคำนวณหาค่าดัชนีการยก (LI) ณ จุดเริ่มยก (LI_O) และจุดวาง (LI_D) พบว่า ในงานย่อยที่ 1 มีค่า LI น้อยกว่า 1 ทั้งตอนเริ่มดึงและตอนหลังดึง แสดงว่า สถานการณ์งานยกย้ายที่ปฏิบัติอยู่นี้มีความปลอดภัยไม่จำเป็นต้องมีมาตรการแก้ไขปรับปรุงงานนี้แต่อย่างใด

สำหรับงานย่อยที่ 4 และ 5 ในตอนเริ่มยกและตอนวาง มีค่าดัชนีการยก (LI) มากกว่า 3 แสดงว่าสถานการณ์งานยกย้ายที่ปฏิบัติอยู่มีอันตรายมาก ต้องสั่งห้ามมิให้มีการทำงานดังกล่าวโดยเด็ดขาดและโดยทันที และในส่วนของงานย่อยที่ 2 และ 3 ไม่สามารถคำนวณแบบ NIOSH ได้จึงจะใช้การคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) แทนในส่วนนี้

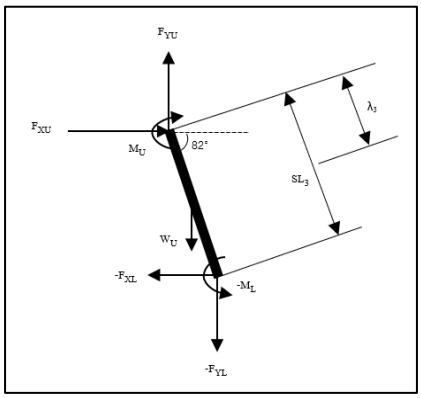
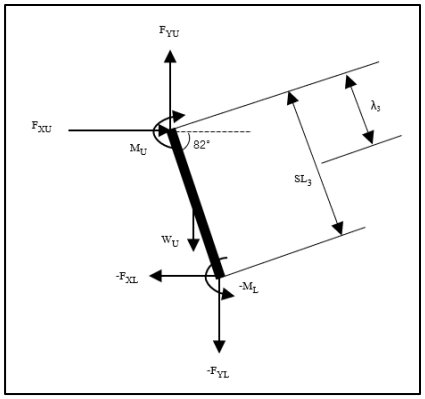
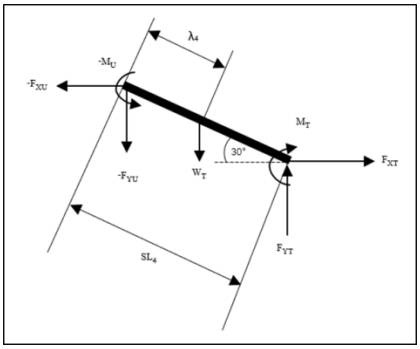
5.2.4 ผลการประเมินโดยใช้คำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics)

การประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้การคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 สำหรับก่อนการปรับปรุง โดยตัวอย่างวิธีการคำนวณเพื่อหาค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 แสดงในตาราง 5.8 ซึ่งได้ใช้ระยะของจุดศูนย์กลางมวลของส่วนของร่างกาย มวลของส่วนของร่างกายเป็นเปอร์เซ็นต์ของมวลของร่างกาย และขนาดสัดส่วนร่างกายที่สำคัญของผู้ใช้แรงงานไทยของกิตติ อินทรานนท์ (2548) ดังแสดงในภาคผนวก ข ตาราง ข-1 ข-2 และ ข-3 ตามลำดับ ผลการคำนวณค่าแรงที่กระทำต่อส่วนต่างๆ ของร่างกายและค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 แสดงในภาคผนวก ง ตาราง ง-4

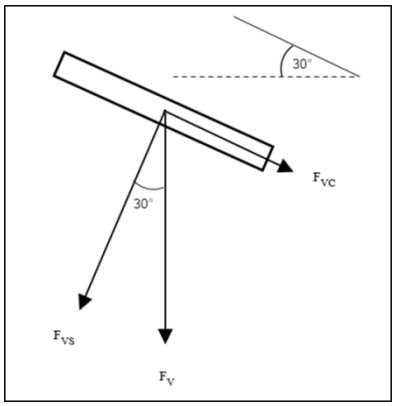
ตาราง 5.7 ตัวอย่างการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 ในงานย่อยที่ 4 พนักงานคนที่ 1 (ก่อนปรับปรุง)

Free Body Diagram	ตัวแปร	ค่าที่ได้ (หน่วย)
	พนักงานเป็นผู้ชาย กำลังยกเสารั้วลวดหนามหนัก	30 กิโลกรัม
	ความยาวเสารั้วลวดหนาม (L_o)	2.5 เมตร
	มุมของมือวัดกับแนวราบ (θ_1)	50 องศา
	มุมของแขนส่วนล่างวัดกับแนวราบ (θ_2)	75 องศา
	มุมของแขนส่วนบนวัดกับแนวราบ (θ_3)	82 องศา
	มุมของลำตัววัดกับแนวราบ (θ_4)	30 องศา
	น้ำหนักตัว (มวล)	70 กิโลกรัม
<u>วัตถุ</u>	W = 30 x 9.8	294 นิวตัน
	F = (294 x 0.5 x 2.5)/2.5	147 นิวตัน
<u>มือ</u>	W_o = 147/2	73.5 นิวตัน
	m_H = (70 x 0.65)/100	0.45 กิโลกรัม
	W_H = 0.455 x 9.8	4.459 นิวตัน
	θ_1	50 องศา
	SL_1	0.176 เมตร
	λ_1 = (0.176 x 42.82)/100	0.08 เมตร
	F_{XH}	0 นิวตัน
	$F_{YH} = W_o+W_H$ =73.5+4.459	77.96 นิวตัน
	$M_H = (W_o+W_H) \times \lambda_1 \times \cos\theta_1$ = 77.96 x 0.08 x cos60°	3.12 นิวตัน-เมตร

ตาราง 5.7 ตัวอย่างการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 ในงานย่อยที่ 4 พนักงานคนที่ 1 (ก่อนปรับปรุง) (ต่อ)

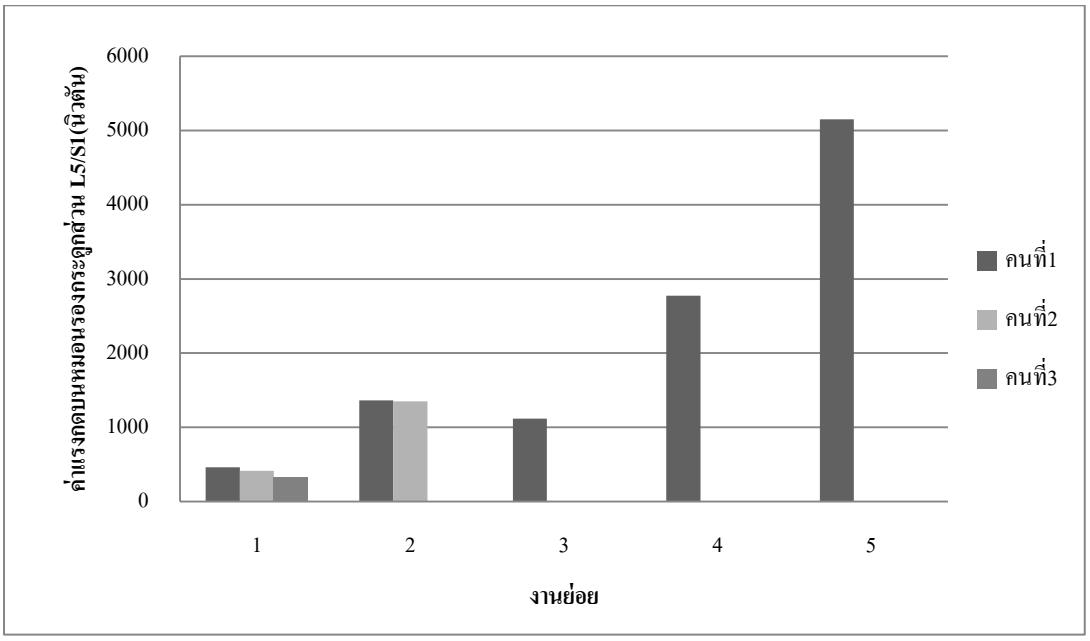
Free Body Diagram	ตัวแปร	ค่าที่ได้ (หน่วย)
<u>แขนส่วนล่าง</u> 	m_L = (70 x 1.67)/100	1.17 กิโลกรัม
	W_L = 1.17 x 9.8	11.47 นิวตัน
	θ_2	75 องศา
	SL_2 = 0.448-0.176	0.272 เมตร
	λ_2 = (0.272 x 42.22)/100	0.11 เมตร
	$F_{XL} = -F_{XH}$	0 นิวตัน
	$F_{YL} = F_{YH}+W_L$ = 77.96+11.47	89.43 นิวตัน
	$M_L = M_H+(W_L \times \lambda_2 \times \cos\theta_2) + (F_{YH} \times SL_2 \times \cos\theta_2) + (FXH \times SL2 \times \sin\theta 2)$ = 3.12 + (11.47 x 0.11 x cos75°) + (77.96 x 0.272 x cos75°) + (0 x 0.272 x sin75°)	8.97 N-เมตร
<u>แขนส่วนบน</u> 	m_u = (70 x 3.37)/100	2.36 กิโลกรัม
	W_u = 2.36 x 9.8	23.13 นิวตัน
	θ_3	82 องศา
	SL_3	0.343 เมตร
	λ_3 = (0.343 x 45.83)/100	0.16 เมตร
	$F_{XU} = -F_{XL}$	0 นิวตัน
	$F_{YU} = F_{YL}+W_U$ = 89.43+23.13	112.6 นิวตัน
	$M_U = M_L+(W_U \times \lambda_3 \times \cos\theta_3)+(F_{YL} \times SL_3 \times \cos\theta_3) + (F_{XU} \times SL_3 \times \sin\theta_3)$ = 8.97+ (23.13 x 0.16 x cos82°) + (89.43 x 0.343 x cos82°) + (0 x 0.343 x sin82°)	13.75 นิวตัน-เมตร
<u>ลำตัว</u> 	m_T = 70 x (48.72 x 7.88)/100	39.6 กิโลกรัม
	W_T = 39.62 x 9.8	388.3 นิวตัน
	θ_4	30 องศา
	SL_4	0.333 เมตร
	λ_4	0.2 เมตร
	$F_{XT} = -F_{XU}$	0 นิวตัน
	$F_{YT} = F_{YU}+W_T$ = 112.56+388.28	500.8 นิวตัน

ตาราง 5.7 ตัวอย่างการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 ในงานย่อยที่ 4 พนักงานคนที่ 1 (ก่อนปรับปรุง) (ต่อ)

Free Body Diagram	ตัวแปร	ค่าที่ได้ (หน่วย)
	$M_T = M_U+(W_T \times \lambda_4 \times \cos\theta_4)+(F_{YU} \times SL_4 \times \cos\theta_4) + (F_{XT} \times SL_4 \times \sin\theta_2) = 13.75 + (388.28 \times 0.16 \times \cos30°) + (112.56 \times 0.343 \times \cos30°) + (0 \times 0.343 \times \sin30°)$	101 นิวตัน
	$F = M_T/d = 101/0.04$	2525 นิวตัน
	$F_V = W_O + W_H + W_L + W_U + W_T$	500.789 นิวตัน
	$F_{VC}=F_V\sin30° = 500.789 \times \sin30°$	250.39 นิวตัน
	$F_{VS}=F_V\cos30° = 500.789 \times \cos30°$	433.7 นิวตัน
	$F_C=2525+250.39$	2775.39 นิวตัน
	$F_S=F_{VS}$	433.7 นิวตัน

จากตาราง 5.7 เป็นตัวอย่างการแสดงวิธีการคำนวณในงานย่อยที่ 4 พนักงานคนที่ 1 ผลการคำนวณจะเห็นได้ว่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 ในงานย่อยที่ 4 นี้ มีค่า 2775.39 นิวตัน ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 3,400 นิวตันอยู่เล็กน้อย จึงสรุปว่ามีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เพราะ NIOSH ได้แนะนำว่าหากค่าแรงกดบนหมอนรองกระดูกส่วน L5/S1 มีค่าสูงกว่า 3,400 นิวตัน จะทำให้เกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานได้

จากภาพ 5.3 เป็นผลการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 ก่อนปรับปรุงโดยสรุปพบว่า งานย่อยที่ 4 มีค่าแรงกดบริเวณหมอนรองกระดูก L5/S1 ประมาณ 3,400 นิวตัน ซึ่งถือว่ามีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต้องได้รับการปรับปรุง และในงานย่อยที่ 5 มีค่าแรงกดบริเวณหมอนรองกระดูก L5/S1 มากกว่า 3,400 นิวตัน จึงถือว่างานดังกล่าวต้องได้รับการปรับปรุงการทำงานด้วยเช่นกัน



ภาพ 5.3 ผลการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 (ก่อนปรับปรุง)

ตาราง 5.8 สรุปความเสี่ยงที่พบและส่วนของร่างกายที่มีคะแนนความเสี่ยงสูงที่สุดของแต่ละวิธีการประเมินในแต่ละงานย่อย

งานย่อย	ส่วนของร่างกายที่มีคะแนนความเสี่ยงสูงที่สุดของแต่ละวิธีการประเมิน		
	แบบประเมินREBA	สมการการยกของ NIOSH	คำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1
1	มีความเสี่ยงแต่ไม่สูงมากบริเวณลำตัวหรือแขนส่วนบน	ไม่มีความเสี่ยง	ไม่มีความเสี่ยงบริเวณลำตัว
2	มีความเสี่ยงสูงบริเวณลำตัวหรือหลัง ขา มือและข้อมือ	ไม่สามารถคำนวณได้	ไม่มีความเสี่ยงบริเวณลำตัว
3	มีความเสี่ยงสูงบริเวณลำตัวหรือหลัง ขา มือและข้อมือ	ไม่สามารถคำนวณได้	ไม่มีความเสี่ยงบริเวณลำตัว
4	มีความเสี่ยงสูงมากบริเวณลำตัวหรือหลัง ขาและเท้า แขนส่วนบน	มีความเสี่ยงสูง	มีความเสี่ยงบริเวณลำตัว
5	มีความเสี่ยงสูงมากบริเวณลำตัวหรือหลัง ขาและเท้า แขนส่วนบน	มีความเสี่ยงสูง	มีความเสี่ยงสูงบริเวณลำตัว

จากตาราง 5.8 เมื่อนำคะแนนความเสี่ยงของส่วนของร่างกายที่มีคะแนนความเสี่ยงสูงของแต่ละวิธีการประเมินมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ในแต่ละงานย่อยที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีคะแนนความเสี่ยงสูงบริเวณลำตัวหรือหลัง, มือ, ข้อมือ, ขา และแขนส่วนบน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทางานของพนักงานที่ได้จากแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน ดังนั้นงานย่อยที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ควรต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยในการปรับปรุงจะต้องมีการคำนึงถึงกระบวนการผลิตและข้อจากัดในการผลิตที่พนักงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวกและไม่ทำให้เสารั้วลวดหนามเสียหาย และไม่รบกวนการทำงานของพนักงานมากจนเกินเหตุ

5.3 การวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการปรับปรุงงานที่เหมาะสมและการปรับปรุงงานที่มีความเสี่ยงสูง

จากการประเมินทางการยศาสตร์ก่อนการปรับปรุง พบว่างานยกในกระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนาม ซึ่งผู้ศึกษาได้สนใจงานย่อย 5 งานย่อยที่มีความเสี่ยง โดยการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการปรับปรุงงานและการปรับปรุงงานย่อยที่มีความเสี่ยงทางการยศาตร์ ได้ทำการแบ่งวิเคราะห์และปรับปรุงแต่ละงานย่อยตามสถานีงานและลักษณะการทำงาน ดังนี้

5.3.1 การวิเคราะห์และการปรับปรุงงานย่อยที่ 1

จากผลการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานจากแบบประเมิน REBA และการประเมินอื่นๆ พบว่างาน ย่อยที่ 1 มีคะแนนความเสี่ยงแต่ไม่สูงมากในท่าทางที่พนักงานปฏิบัติ ดังนั้นสามารถทำต่อไปได้ แต่เน้นให้ความรู้กับพนักงานและให้พนักงานได้ปรับเปลี่ยนท่าทางเล็กน้อย รวมถึงเน้นใช้ลำตัวมากกว่าใช้แขนเพื่อลดอาการเจ็บปวดหรือเมื่อยล้าของแขนตามหลักการยศาสตร์

5.3.2 การวิเคราะห์และการปรับปรุงงานย่อยที่ 2

จากผลการประเมินความเสี่ยงด้วยแบบประเมิน REBA และคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 มีคะแนนความเสี่ยงสูง เนื่องจากท่าทางที่พนักงานปฏิบัตินั่งก้มเป็นเวลานาน และทำซ้ำ หลายครั้ง อีกทั้งยังต้องปฏิบัติอย่างระมัดระวัง จึงได้หาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงดังนี้

การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานจากการนั่งก้มสลับมายืนปฏิบัติสลับกันไป เพื่อลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อของพนักงาน ดังภาพ 5.4

ภาพ 5.4 ท่าทางการทำงานใส่หวี ขณะยืนปฏิบัติ

ข้อดี – ลดการนั่งก้มที่ทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ทำให้พนักงานทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อเสีย – ไม่มี

5.3.3 การวิเคราะห์และการปรับปรุงงานย่อยที่ 3

จากผลการประเมินความเสี่ยงด้วยแบบประเมิน REBA และคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 มีคะแนนความเสี่ยงสูง เนื่องจากท่าทางที่พนักงานปฏิบัตินั่งก้มเป็นเวลานาน และทำซ้ำ หลายครั้ง อีกทั้งยังต้องปฏิบัติอย่างระมัดระวัง และท่าทางเหมือนกับงานย่อยที่ 2 จึงได้หาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงดังนี้

การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานจากการนั่งก้มสลับมายืนปฏิบัติสลับกันไป เพื่อลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อของพนักงาน ดังภาพ 5.5

ภาพ 5.5 ท่าทางการตัดลวด ขณะยืนปฏิบัติ

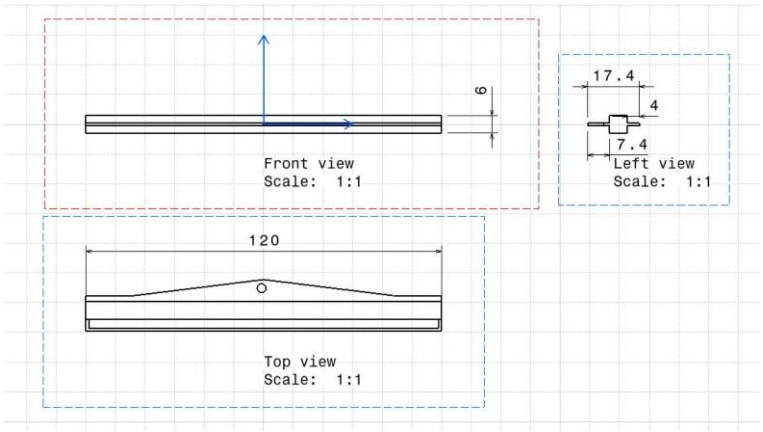
ข้อดี – ลดการนั่งก้มที่ทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ทำให้พนักงานทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อเสีย – ไม่มี

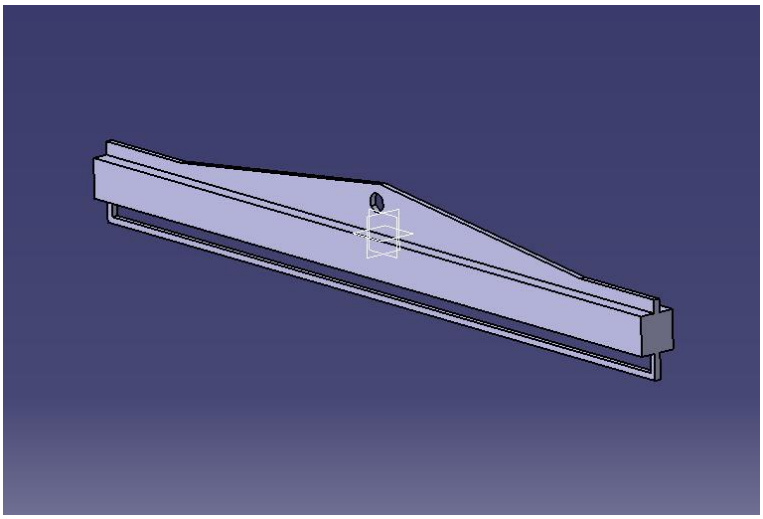
5.3.4 การวิเคราะห์และการปรับปรุงงานย่อยที่ 4

งานย่อยที่ 4 เป็นงานดึงเสาออกจากแบบ มีผลการประเมินความเสี่ยงด้วยแบบประเมิน REBA, การคำนวณด้วยสมการการยกของ NIOSH และคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 มีคะแนนความเสี่ยงสูงทั้งหมด เนื่องจากเสารั้วลวดหนามมีน้ำหนักค่อนข้างสูง และทำซ้ำหลายครั้ง มีการก้มลงไปดึงเสาบ่อยครั้ง แสดงว่าต้องรีบแก้ไขโดยทันที จึงได้หาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงดังต่อไปนี้

ออกแบบอุปกรณ์ดึงเสาโดยใช้เครนช่วยในการดึงเสา การดึงเสาออกจากแบบทำให้พนักงานต้องก้มตัวลงมาเพื่อดึงเสาออกจากแบบ และยังต้องระวังไม่ให้เสาเสียหายหรือเกิดอันตรายต่อพนักงาน เพื่อหลีกเลี่ยงการอันตรายต่างๆ จึงได้ออกแบบอุปกรณ์ดึงเสาโดยใช้เครนช่วย ซึ่งตัวดึงแบบจะมีความยาว 120 เซนติเมตร กว้างรวม 17.4 เซนติเมตร จึงสามารถตัดงานย่อย 4 ทิ้งไปได้ ดังภาพ 5.6 และรูปทรงโดยรวมดังภาพ 5.7



ภาพ 5.6 ภาพฉายของอุปกรณ์ดึงเสาแต่ละด้าน



ภาพ 5.7 ภาพต้นแบบโดยรวมของที่ดึงเสา

ข้อดี – ลดภาระของพนักงานในตอนดึงเสาออกจากแบบ และตัดงานย่อยที่ 4 ออกไปได้

ข้อเสีย - ต้องใช้เครนในการดึงดังนั้นต้องให้ผู้ที่ควบคุมเครนเป็นผู้บังคับในการดึงในงานย่อยนี้แทนแรงงานคน

5.3.5 การวิเคราะห์และการปรับปรุงงานย่อยที่ 5

งานยกเสาเพื่อแพ็ค มีผลการประเมินความเสี่ยงด้วยแบบประเมิน REBA, การคำนวณด้วยสมการการยกของ NIOSH และคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 มีคะแนนความเสี่ยงสูงทั้งหมด เนื่องจากเป็นงานยกที่เสารั้วลวดหนามมีน้ำหนักค่อนข้างสูงและมีการก้มลงไปยกเสาซ้ำหลายครั้ง มีความอันตรายสูงในการทำงาน และมีความเสี่ยงต่อกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้สูง จึงได้หาแนวหาแก้ไขเพื่อปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยง ดังนี้

การเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น จึงได้ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานจากการยก 1 คน เปลี่ยนเป็นการยกแบบ 2 คนช่วยกันยก เพื่อเป็นการลดภาระงาน (Load) ที่พนักงานต้องรับน้ำหนักของเสารั้วลวดหนาม ดังภาพ 5.8

ภาพ 5.8 ท่าทางการยกเสาเพื่อแพ็ค โดยใช้คน 2 คน

ข้อดี – ลดภาระน้ำหนักจากการยกลงไปได้

– ทำให้ลดหรือช่วยป้องกันการเกิดอาการปวดหลังในระยะยาว

– ลดความเสี่ยงต่อการทำงาน

ข้อเสีย – พนักงานใช้เวลาในการทำงานเท่าเดิม

5.4 ผลการประเมินทางการยศาสตร์หลังปรับปรุง

จากการปรับปรุงงานที่มีความเสี่ยงสูง เป็นผลทำให้สามารถแก้ไขและตัดกระบวนการทำงานในงานย่อยที่ 4 ออกไปได้ พร้อมทั้งมีการอธิบายให้พนักงานเข้าใจถึงความรู้ความปลอดภัย วิธีการทำงานใหม่ และให้พนักงานได้ทดลองใช้วิธีการปรับปรุงวิธีใหม่ รวมทั้งใช้อุปกรณ์ที่ได้ออกแบบขึ้นในการผลิตจริงเพื่อให้พนักงานเกิดความเคยชิน เป็นเวลา 1 เดือน แล้วจึงทำการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง

ดังนั้นในการประเมินความเสี่ยงหลังการปรับปรุงจะมีงานย่อยที่ต้องประเมินทั้งหมด 4 งานย่อย คือ งานย่อยที่ 1, 2, 3 และ 5 ซึ่งการประเมินหลังการปรับปรุงเป็นการประเมินเพื่อเปรียบเทียบผลการประเมินก่อนและหลังปรับปรุงเพื่อดูว่าสามารถลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ได้มากน้อยเพียงใด ผลการประเมินความเสี่ยงหลังการปรับปรุง มีดังนี้

5.4.1 ผลจากแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานหลังปรับปรุง

จากการสำรวจและสัมภาษณ์อาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงานหลังจากทำการปรับปรุงงานยกที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมา พบว่าพนักงานมีระดับความรุนแรงของอวัยวะที่มีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน โดย 25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนพนักงานทั้งหมดมีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่างและส่วนกลางอยู่ในระดับ 7 ซึ่งลดลงจากระดับอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อก่อนการปรับปรุงค่อนข้างมาก และคือ 12.5 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนพนักงานทั้งหมดมีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณแขนส่วนบนด้านขวาและซ้ายอยู่ในระดับ 7 เช่นเดียวกัน ดังตาราง 5.9

จากการสำรวจข้อมูลในด้านความพึงพอใจในการทำงานหลังจากการปรับปรุงงานยกที่มีความเสี่ยงสูง พบว่า 62.5 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนพนักงานทั้งหมดมีความพึงพอใจมากต่อความปลอดภัยในการทำงาน, 87.5 เปอร์เซ็นต์พึงพอใจต่อท่าทางในการทำงาน, 37.5 เปอร์เซ็นต์พึงพอใจปานกลางต่อความสะดวกในการใช้งานเครนแทนคน เนื่องจากยุ่งยากและพนักงานไม่มีความถนัดในงานส่วนใหม่นี้,

พึงพอใจปานกลางกับการไม่มีผลกระทบต่องานที่ได้รับมอบหมายอยู่ที่ 37.5 เปอร์เซ็นต์ และส่วนสุดท้าย 75 เปอร์เซ็นต์ของพนักงานทั้งหมดพึงพอใจตอการปรับปรุงในครั้งนี้ ดังตาราง 5.10

ตาราง 5.9 ข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงาน (หลังการปรับปรุง)

คน/ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	2	2	2	0	0	0	0	2	2	1	1	3	3	4	5	4	0	0	0	5	5	0	0	0	0
2	2	1	3	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	5	5	0	0	9	4	1	0	0	0
3	0	6	0	7	7	0	0	1	1	5	0	0	2	5	4	2	5	1	0	4	0	0	0	1	0
4	4	0	3	5	5	2	0	3	0	0	2	2	0	4	5	0	5	2	4	4	0	0	0	1	0
5	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	7	0	0	0	5	0	0	0	2	0
6	0	0	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	1	0	0	0	4	0	2	0	1
7	6	0	1	0	0	0	5	0	3	0	0	0	1	5	7	2	0	0	2	0	5	2	0	0	0
8	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	4	0	2	0	5	0	0	0	2
จำนวนระดับ 7				1	1										2	2									
รวม				12.5	12.5										25	25									

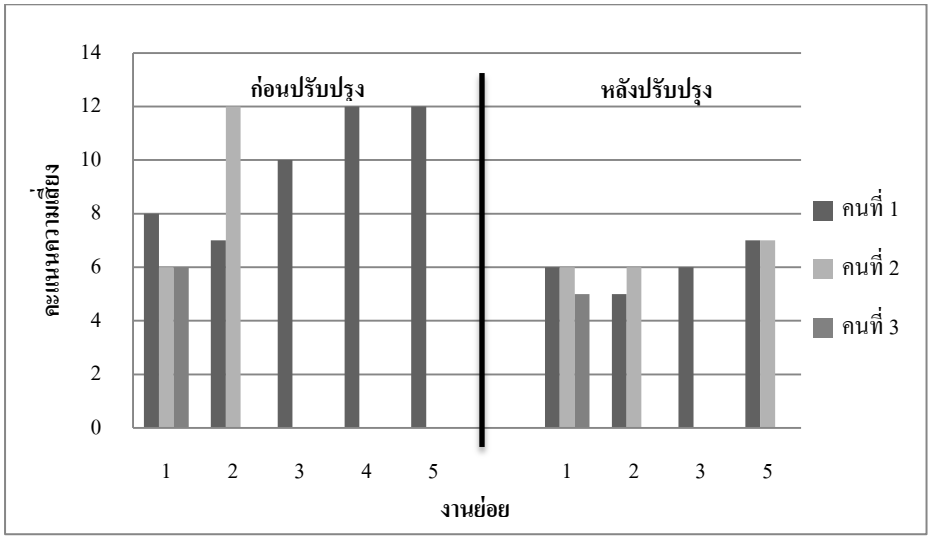
ตาราง 5.10 ข้อมูลความพึงพอใจในการทำงานหลังจากการปรับปรุงงาน

รายการประเมิน	**จำนวนพนักงานในแต่ละระดับความพึงพอใจ (เปอร์เซ็นต์)**				
	1	2	3	4	5
1. ความปลอดภัยในการทำงาน	-	-	-	3(37.5)	5(62.5)
2. ท่าทางในการทำงาน	-	-	-	7(87.5)	1(12.5)
3. ความสะดวกในการใช้งานเครนแทนคน	-	3(37.5)	3(37.5)	2(25)	-
4. ไม่มีผลกระทบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	-	-	3(37.5)	3(37.5)	2(25)
5. ความพึงพอใจโดยรวมในการปรับปรุง	-	-	-	6(75)	2(25)

5.4.2 ผลการประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้แบบประเมิน REBA

การประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้แบบประเมิน REBA ได้เลือกประเมินทั้งหมด 4 งานย่อย คือ งานย่อยที่ 1, 2, 3 และ 5 เนื่องจากงานย่อยที่ 4 มีการใช้เครนปรับปรุงจึงไม่มีการประเมินในงานย่อยนี้แล้วและงานย่อยที่ 5 มีคนทำงานเพิ่ม 1 คนจึงประเมินในงานย่อยที่ 5 เพิ่ม 1 คน ผลการประเมินของส่วนต่างๆ ของร่างกายทั้ง 4 งานย่อย ภาคผนวก ง ตาราง ง-1

จากภาพ 5.9 แสดงการเปรียบเทียบผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA ก่อนและหลังปรับปรุง จะเห็นได้ว่าหลังการปรับปรุงคะแนนความเสี่ยงจากแบบประเมิน REBA มีค่าลดลงอย่างชัดเจนโดยลดลงเฉลี่ย 36.67 เปอร์เซ็นต์ในทุกงานย่อย ทั้งนี้คะแนนความเสี่ยงหลังจากการปรับปรุงจากแบบประเมิน REBA ส่วนใหญ่มีคะแนนความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งหมายความว่าท่าทางการทำงานในงานย่อยดังกล่าว ควรได้รับการวิเคราะห์และปรับปรุงเพิ่มเติมต่อยอดในงานวิจัยต่อไป



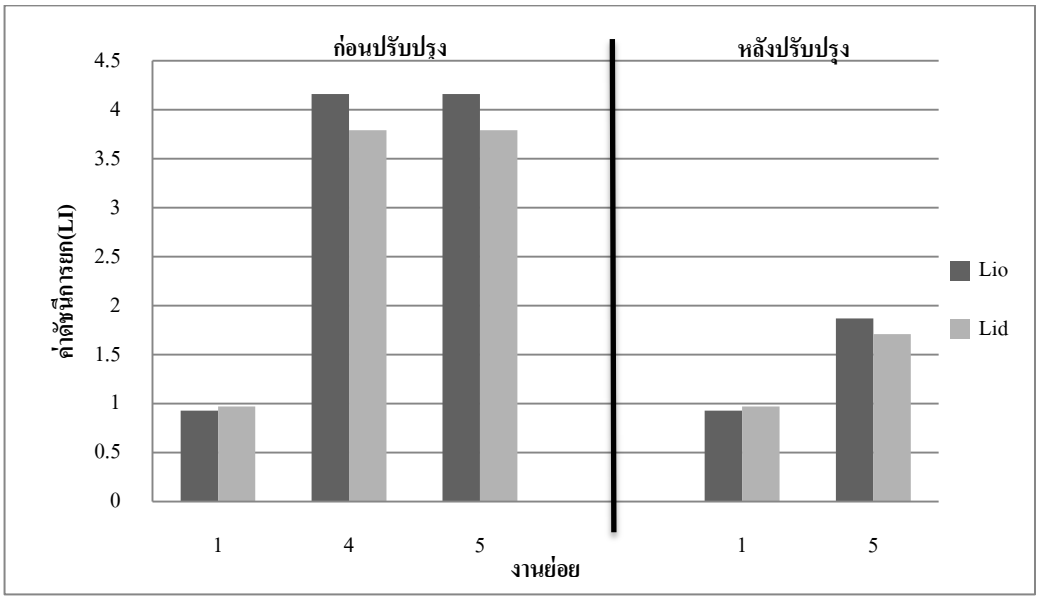
ภาพ 5.9 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมิน REBA ก่อนและหลังปรับปรุง

5.4.3 ผลการประเมินโดยใช้สมการการยกของ NIOSH

การประเมินท่าทางการทำงาน โดยใช้สมการการยกของ NIOSH เพื่อหาค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) สำหรับหลังการปรับปรุง ได้ประเมิน 1 งานย่อยที่คืองานย่อยที่ 5 เนื่องจากงานย่อยที่ 1 มีค่าที่เหมาะสมอยู่แล้ว งานย่อยที่ 2 และ 3 ประเมินไม่ได้ และงานย่อยที่ 4 ถูกตัดออกไปเนื่องจากใช้เครนช่วยในการยกแทนคนงาน ซึ่งข้อมูลของแต่ละตัวแปรในสมการการยกของ NIOSH (หลังปรับปรุง) แสดงในภาคผนวก จ ตาราง จ-2 และผลคำนวณด้วยการใช้สมการ

การยกของ NIOSH (หลังปรับปรุง) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) แสดงในภาคผนวก จ ตาราง จ-3

จากภาพ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH ก่อนและหลังปรับปรุง จะเห็นได้ว่าหลังการปรับปรุงค่าดัชนีการยก (LI) ณ จุดเริ่มยก (LI_O) และจุดวาง (LI_D) ในงานย่อยที่ 5 มีค่าลดลงอย่างชัดเจน โดยลดลงเฉลี่ย 54.97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเหลืออยู่ระหว่าง 1-3 แสดงว่างานยกย้ายที่กำลังปฏิบัติอยู่ยังไม่มีความปลอดภัย แต่สามารถกระทำต่อไปได้โดยจำเป็นต้องมีมาตรการทางด้านวิศวกรรมเข้ามาวิเคราะห์ และแก้ไขปรับปรุงเพิ่มเติมต่อไป



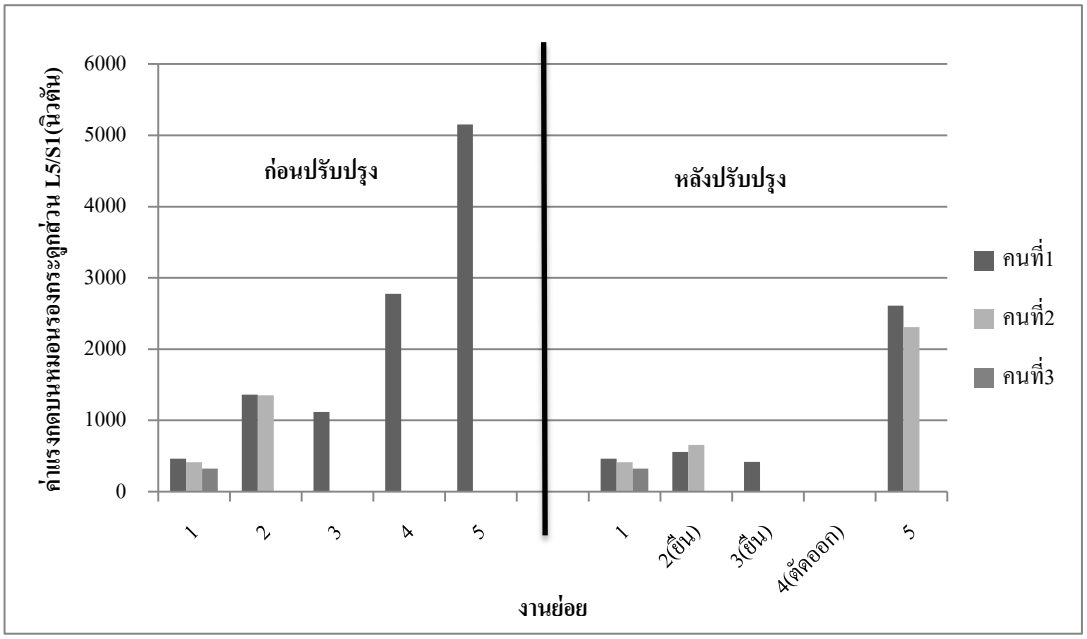
ภาพ 5.10 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH ก่อนและหลังปรับปรุง

5.4.4 ผลการประเมินโดยใช้คำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics)

การประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้การหาค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 สำหรับหลังการปรับปรุง ทั้งหมด 5 งานย่อย แต่เนื่องจากงานย่อยที่ 4 ได้ออกแบบอุปกรณ์โดยใช้เครนยกแทนคน จึงตัดงานย่อย 4 ออกไป ผลการคำนวณค่าแรงที่กระทาต่อส่วนต่างๆ ของร่างกายและค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 แสดงในภาคผนวก จ ตาราง จ-4

จากภาพ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบผลการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 ก่อนและหลังปรับปรุง จะเห็นได้ว่าหลังการปรับปรุงค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 มีค่าลดลงอย่างชัดเจน โดยลดลงเฉลี่ย 59.81 เปอร์เซ็นต์ ในทุกงาน

ย่อย โดยเฉพาะในงานย่อยที่ 5 สามารถลดค่าแรงกดบริเวณหมอนรองกระดูก L5/S1 ในงานดังกล่าวลงได้จนมีค่าน้อยกว่า 3,400 นิวตัน ซึ่งถือว่าไม่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์



ภาพ 5.11 ผลการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่บริเวณ L5/S1 ก่อนและหลังปรับปรุง

5.5 การอภิปรายผล

การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากการทำงานของพนักงาน สาหรับงานยกย้ายในการผลิตเสารั้วลวดหนาม โดยใช้วิธีการประเมินทั้งหมด 4 ประเภท คือ 1) การประเมินอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน ด้วยแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน 2) การประเมินท่าทางการทำงาน โดยการใช้แบบประเมิน REBA 3) การใช้สมการการยกของ NIOSH คำนวณหาค่าน้าหนักที่แนะนาในการยก (RWL) และค่าดัชนีการยก (LI) และ 4) การประเมินโดยใช้คำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics)

ผลจากการประเมินพบว่า งานยกส่วนใหญ่ในกระบวนการผลิตเสารั้วลวดหนาม มีความเสี่ยงทางด้านการยศาตร์ต้องได้รับการแก้ไขหรือปรับปรุง และเมื่อนำคะแนนความเสี่ยงของส่วนของร่างกายที่มีคะแนนความเสี่ยงสูงของแต่ละวิธีการประเมินมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ในแต่ละงานที่มีความเสี่ยงสูงจะมีคะแนนความเสี่ยงสูงบริเวณลำตัวหรือหลัง มือ ข้อมือ ขา และแขนส่วนบน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงานที่ได้จากแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทางาน จึงนำไปสู่การปรับปรุงงานยกที่มีความเสี่ยงสูง เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยได้ทำการปรับปรุงดังนี้

1) ให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานให้กับพนักงาน
2) ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน
3) ปรับเปลี่ยนวิธีการยก จากยก 1 คน เป็นการยกแบบ 2 คน
4) ออกแบบอุปกรณ์ดึงเสา โดยใช้เครนแทนคนงานในกระบวนการ

หลังจากการปรับปรุงงานยกที่มีความเสี่ยงสูง ทำให้ผลการประเมินในแต่ละวิธีมีความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ลดลง และพนักงานส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการทำงานด้วยวิธีการใหม่ อย่างไรก็ตาม สำหรับงานยกในกระบวนการผลิตบางงานยังไม่สามารถลดระดับความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยที่สุดได้ยังต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป เนื่องจากมีข้อจากัดในด้านเวลาและอื่นๆที่ใช้ในการปรับปรุง

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินและลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสารั้วลวดหนาม โดยใช้หลักทางการยศาสตร์เข้ามาปรับปรุงแก้ไขงานยกที่มีความเสี่ยงสูง ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากการทำงานทั้งหมด 4 ประเภท คือ 1) การประเมินการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน ด้วยแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน 2) การประเมินท่าทางการทำงาน โดยการใช้แบบประเมิน REBA 3) การใช้สมการการยกของ NIOSH เพื่อหาค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL) และ ค่าดัชนีการยก (LI) และ 4) การประเมินโดยใช้คำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) ซึ่งผลการประเมินแต่ละวิธีจะวิเคราะห์เทียบกับผลที่ได้จากแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน และวิธีการประเมินดังกล่าวจะใช้ประเมินทั้งก่อนหลังการปรับปรุง แล้วนำผลการประเมินมาเปรียบเทียบกัน เพื่อดูว่าสามารถลดความเสี่ยงได้มากน้อยเพียงใด

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้เลือกประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของพนักทั้งหมด 8 คน ประกอบด้วยผู้ชาย 5 คน ผู้หญิง 3 คน และเลือกประเมินทั้งหมด 5 งานย่อย ดังนี้ ดึงลวดพร้อมเข้าแบบ, ใส่หวีลองแบบ, งานตัดลวด ดึงเสาออกจากแบบ และยกเสาเพื่อแพ็คเสาเข้าสต๊อก ดังแสดงในตาราง 4.1 จากการสำรวจและสัมภาษณ์อาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงาน พบว่าพนักงานส่วนมากมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ และพนักงานมีระดับความรุนแรงของอวัยวะที่มีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยอยู่ในระดับ 9 ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับที่มีความรุนแรงมาก โดยตำแหน่งบริเวณหลังส่วนล่างมีมากที่สุด จึงจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงการทำงานของพนักงานเพื่อลดปัญหาการเจ็บปวดดังกล่าว

การประเมินท่าทางการทำงานของพนักงาน พบว่าท่าทางการทำงานในงานยกย้ายทั้งหมด 5 งานย่อยส่วนใหญ่มีคะแนนความเสี่ยงสูงถึงสูงมาก เมื่อนำคะแนนความเสี่ยงของส่วนของร่างกายที่มี

คะแนนความเสี่ยงสูงของแต่ละวิธีการประเมินมาเปรียบเทียบกัน พบว่าในแต่ละงานย่อยที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีคะแนนความเสี่ยงสูงบริเวณลำตัวหรือหลัง, มือ และแขนส่วนบน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงานที่ได้จากแบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน ดังนั้นงานย่อยที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ควรต้องได้รับการปรับปรุง เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น จึงได้ทำการศึกษาหลักการทำงานที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์และการปรับปรุงท่าทางการทำงานที่เหมาะสมกับงานยกย้าย ซึ่งในการปรับปรุงงานได้มีการคำนึงถึงข้อจากัดในการผลิตที่พนักงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวกและไม่ทำให้เสารั้วลวดหนามและผลิตภัณฑ์เสียหาย โดยได้แยกปรับปรุงแต่ละงานย่อย ดังนี้

งานย่อยที่ 1 เน้นให้ความรู้กับพนักงานและให้พนักงานได้ปรับเปลี่ยนท่าทางเล็กน้อย รวมถึงเน้นใช้ลำตัวมากกว่าใช้แขนเพื่อลดอาการเจ็บปวดหรือเมื่อยล้าของแขนตามหลักการยศาสตร์

งานย่อยที่ 2 และ 3 ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานจากการนั่งก้มสลับมายืนปฏิบัติสลับกันไป เพื่อลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อของพนักงาน

งานย่อยที่ 4 การดึงเสาออกจากแบบทำให้พนักงานต้องก้มตัวลงมาเพื่อดึงเสาออกจากแบบและยังต้องระวังไม่ให้เสาเสียหายหรือเกิดอันตรายต่อพนักงาน เพื่อหลีกเลี่ยงการอันตรายต่างๆ จึงได้ออกแบบอุปกรณ์ดึงเสาโดยใช้เครนช่วย จึงสามารถตัดงานย่อย 4

งานย่อยที่ 5 ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่จากการยก 1 คน เปลี่ยนเป็นการยกแบบ 2 คนช่วยกันยก เพื่อเป็นการลดภาระงาน (Load) ที่พนักงานต้องรับน้ำหนักของเสารั้วลวดหนาม

ผลการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานหลังการปรับปรุงงานย่อยที่มีความเสี่ยงสูงเปรียบเทียบกับการทางานก่อนการปรับปรุง พบว่า คะแนนความเสี่ยงจากแบบประเมิน REBA ค่าดัชนีการยก (LI) ณ จุดเริ่มยก (LI_O) และจุดวาง (LI_D) ที่คำนวณได้จากสมการการยกของ NIOSH และการประเมินโดยใช้คำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) สำหรับทุกงานย่อยที่มีความเสี่ยงสูงมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ดังนั้นหลังจากการปรับปรุงงานย่อยที่มีความเสี่ยงสูงทำให้สามารถลดการทำงานของกล้ามเนื้อหลังได้ และจากการสัมภาษณ์อาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของพนักงานหลังการปรับปรุง พบว่า พนักงานมีระดับความรุนแรงของอวัยวะที่มีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยบริเวณหลังส่วนล่างมีอาการบาดเจ็บและปวดเมื่อยกล้ามเนื้ออยู่ในระดับ 7 ซึ่งลดลงค่อนข้างมาก และผลที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน อีกทั้งการสำรวจข้อมูลในด้านความพึงพอใจในการทำงานหลังจากการปรับปรุงงานยกที่มีความเสี่ยง พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการทำงานด้วยวิธีการใหม่ อย่างไรก็ตาม สำหรับงานยกใน

กระบวนการผลิตบางงานยังไม่สามารถลดระดับความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยได้ที่สุดได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ ที่ใช้ในการปรับปรุง

ตาราง 6.1 สรุปผลการประเมินและการปรับปรุงงานที่มีความเสี่ยงสูง

งานย่อย	ก่อนปรับปรุง	การปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	มีความปลอดภัยที่สามารถรับได้ ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงสูง บริเวณลำตัว/หลัง แขนส่วนบน และมือ ทำงานหนักที่สุด	ให้ความรู้กับพนักงานและให้พนักงานได้ปรับเปลี่ยนท่าทางเล็กน้อย รวมถึงการใช้ลำตัวมากกว่าใช้แขนเพื่อลดอาการเจ็บปวดหรือเมื่อยล้าของแขน	ปลอดภัย ท่าทางการทำงานไม่มีความเสี่ยง
2	ไม่มีความปลอดภัย ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงสูง บริเวณลำตัว/หลัง ขา มือและข้อมือ	ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานจากการนั่งก้มสลับมายืนปฏิบัติสลับกันไป เพื่อลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อของพนักงาน	ความเสี่ยงปานกลางสามารถทำต่อไปได้ ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง
3	ไม่มีความปลอดภัย ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงสูง บริเวณลำตัว/หลัง ขา มือและข้อมือ	ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานจากการนั่งก้มสลับมายืนปฏิบัติสลับกันไป เพื่อลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อของพนักงาน	ความเสี่ยงปานกลางสามารถทำต่อไปได้ ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง
4	ไม่มีความปลอดภัย ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงสูง บริเวณลำตัว/หลัง ขา และกล้ามเนื้อหลังส่วนกลาง ทำงานหนักที่สุด	ใช้เครนช่วยในการดึงเสาออกจากแบบแทนแรงงานคน	ปลอดภัย ท่าทางการทำงานไม่มีความเสี่ยง
5	ไม่มีความปลอดภัย ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงสูง บริเวณลำตัว/หลัง ขาและเท้า และแขนส่วนบน และกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ทำงานหนักที่สุด	การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน - ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานจากยก 1 คนเป็นการยกแบบ 2 คน	ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงลดลง และการทำงานของกล้ามเนื้อหลังลดลง แต่ยังไม่มีความปลอดภัย สามารถทำต่อไปได้โดยวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุงเพิ่มเติม

6.2 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย

6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1) การปรับปรุงงานทั้งหมดที่มีความเสี่ยงในการผลิตเสารั้วลวดหนาม สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและการปวดเมื่อยกล้าเนื้อจากการทำงานได้ และยังสามารถช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดการบาดเจ็บหรือการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อสะสมในระยะยาวได้ด้วย

2) การออกแบบอุปกรณ์ช่วยดึงเสาโดยใช้เครนยกและ เป็นการออกแบบเพื่อลดภาระของพนักงานในการดึงเสาออกจากแบบเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดการบาดเจ็บหรือการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในงานส่วนนี้ได้เลยแบบถาวร

6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับพนักงานหรือผู้ปฏิบัติงาน

1) พนักงานควรมีการหยุดพักในระหว่างการทำงานเมื่อเริ่มมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเพื่อให้ร่างกายได้หยุดพักและเปลี่ยนท่าทางการทำงานไปทำงานอื่นแทนก่อน

2) พนักงานควรมีการพักผ่อนให้เพียงพอ เพื่อให้ร่างกายได้พักผ่อนและฟื้นฟูสภาพเพื่อให้พร้อมกับการทำงานในวันต่อไป

6.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญทางด้านสุขภาพและการบาดเจ็บของพนักงานที่เกิดขึ้นจากการทำงาน โดยการให้ความรู้ในด้านวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง ปลอดภัย รวมถึงการนำเครื่องทุ่นแรงมาใช้แทนคนในบางงานที่เป็นงานหนัก เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้น

6.2.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทาวิจัยอาจมีจำนวนน้อย เนื่องจากพนักงานของโรงงานมีจำนวนน้อย หากสามารถเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากกว่านี้ อาจจะช่วยให้ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยามากยิ่งขึ้น

2) ควรหาแนวทางในการลดภาระงานของพนักงานเพิ่มเติม โดยการประยุกต์ใช้เครื่องทุ่นแรง เช่น เครื่องช่วยยกประเภทอื่นๆ เพื่อให้พนักงานออกแรงในการทำงานน้อยที่สุด แต่ด้วยข้อจำกัดทางด้านด้านต่างๆ ในการปรับปรุง จึงไม่สามารถใช้อุปกรณ์ดังกล่าวได้

3) ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องผลกระทบด้านเวลาการทำงาน เพื่อดูผลกระทบในด้านเวลาด้วยวิธีการทำงานใหม่เทียบกับเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง

4) ควรมีการประเมินแบบต่างๆ เพิ่มเติม เพื่อความแม่นยำมากขึ้น แต่ด้วยการมีข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ ด้านเวลา และงบประมาณ จึงไม่สามารถประเมินเพิ่มได้ในงานวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

กิตติ อินทรานนท์. (2548). **การยศาสตร์ (Ergonomics)**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติ อินทรานนท์. 2538. “การศึกษาปัญหาของการเคลื่อนย้ายวัสดุและวิเคราะห์สาเหตุของการบาดเจ็บ: กรณีในโรงงานบริษัทจอห์นสันแอนด์จอห์นสัน (ประเทศไทย) จำกัด.” โครงการวิจัยโดยเงินทุนอุดหนุนการวิจัยภายนอก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

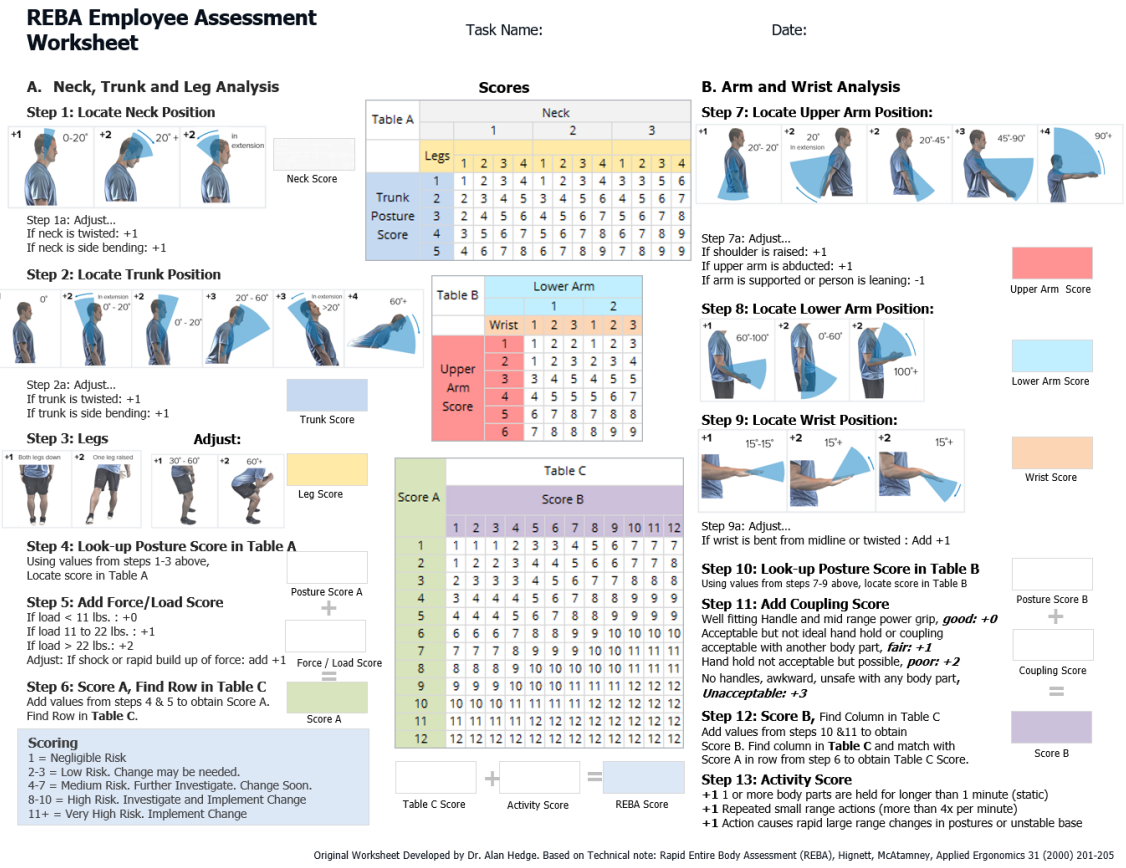
ชนิกาพร ใหม่ตัน การประเมินและการลดความเสี่ยงในงานยก-ย้าย ในการผลิตโถสุขภัณฑ์แบบนั่งยอง: กรณีศึกษา บริษัท ประยูรเซรามิค เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2557

อาทิตยา จิตจำนงค์. (2560). Ergonomics Applications สำหรับงานยกย้ายวัสดุด้วยแรงกายศาสตร์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ.com/คอลัมน์ใหม่%20รศ.สราวุธ/บทความ%20อ.อาทิตยา%20(การยาศาสตร์)/งานยกย้าย_August_03/Ergonomics%20Applications%20.pdf. (10 กันยายม 2562).

Thai-Ergonomic-Assessment. (2557). หลักการประเมินด้านการยศาสตร์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://thai-ergonomic-assessment.blogspot.com/2014/07/. (17 กันยายม 2562).

ภาคผนวก ก

แบบประเมิน REBA และตารางแสดงค่าแฟคเตอร์ตัวคูณระดับต่างๆ ประกอบการประเมินงานยกของด้วยมือของการประเมิน NIOSH



ภาพ ก-1 แผ่นประเมินท่าทางโดยวิธี REBA

ตาราง ก-1 แสดงตัวแปรที่ใช้ในสมการการยกของ NIOSH

ตัวแปร	คำเต็ม	ความหมาย (หน่วย)
L	Load Weight	น้ำหนักจริงของวัตถุที่ยก (กก.)
H	Horizontal Location	ระยะในแนวระนาบจากกึ่งกลางของผู้ยกหรือกึ่งกลางหลังถึงกึ่งกลางของวัตถุที่ถูกยกหรือวัดจากระยะในแนวระนาบบนพื้นจากจุดกึ่งกลางกระดูกข้อเท้า(ตาตุ่ม) ด้านใน ไปยังจุดกึ่งกลางข้อนิ้วมือที่จับยก (ซม.)
V	Vertical Location	ระยะในแนวดิ่งจากมือถึงพื้น (ซม.)
D	Vertical Travel Distance	ระยะห่างในแนวตั้งฉากจากจุดที่ยกถึงตำแหน่งวัตถุ (ซม.)
A	Asymmetry Angle	มุมของการเอี้ยวตัว (องศา)
F	Lifting Frequency	ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งของการยกใน 1 นาที (ครั้ง/นาที)
W	Work Duration	ระยะเวลาทำงาน (ชม.)
C	Coupling Classification	ลักษณะการจับยึด (ดี/พอใช้/ไม่ดี)

ตาราง ก-2 ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระดับความสูง

ระดับความสูง (cm)	ตัวคูณปรับระดับความสูง	ระดับความสูง (cm)	ตัวคูณปรับระดับความสูง
≤25	1	46	0.54
28	0.89	48	0.52
30	0.83	50	0.50
32	0.78	52	0.48
34	0.74	54	0.46
36	0.69	56	0.45
38	0.66	58	0.43
40	0.63	60	0.42
42	0.60	63	0.40
44	0.57	>63	0.00

ตาราง ก-3 ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระดับแนวตั้ง

ระดับแนวตั้ง (cm)	ตัวคูณปรับระดับแนวตั้ง	ระดับแนวตั้ง (cm)	ตัวคูณปรับระดับแนวตั้ง
0	0.78	100	0.96
10	0.81	110	0.90
20	0.84	120	0.87
30	0.87	130	0.84
40	0.90	140	0.81
50	0.93	150	0.78
60	0.96	160	0.75
70	0.99	170	0.72
80	0.99	175	0.70
90	0.96	>175	0.00

ตาราง ก-4 ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระยะ

ระยะ (ซม.)	ตัวคูณปรับระยะ
≤ 25	1.00
40	0.93
55	0.90
70	0.88
85	0.87
100	0.87
115	0.86
130	0.86
145	0.85
160	0.85
175	0.85
≥175	0.00

ตาราง ก-5 ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความเอียง

ความเอียง (องศา)	ตัวคูณความเอียง
0	1.00
15	0.95
30	0.90
45	0.86
60	0.81
75	0.76
90	0.71
105	0.66
120	0.62
135	0.57
>135	0.00

ตาราง ก-6 ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความถี่ในการยก

ความถี่ (F) (ครั้ง/นาที)	ระยะเวลาทำงาน (Work Duration, W)					
	W ≤ 1 ชม.		1 ชม. < W ≤ 2 ชม.		2 ชม. < W ≤ 8 ชม.	
	V < 75 ซม.	V ≥ 75 ซม.	V < 75 ซม.	V ≥ 75 ซม.	V < 75 ซม.	V ≥ 75 ซม.
≤0.2	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.81	0.81
1	0.94	0.94	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
>15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง ก-7 ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความถนัดในการจับยึด

ลักษณะการจับยก	ตัวคูณความถนัดในการจับยึด	
	V < 75 ซม.	V ≥ 75 ซม.
ระดับดี	1.00	1.00
ระดับปานกลาง	0.95	1.00
ระดับไม่ดี	0.90	0.90

ภาคผนวก ข

ระยะของจุดศูนย์กลางมวลของส่วนของร่างกาย มวลของส่วนของร่างกายเป็นเปอร์เซ็นต์ของมวลของร่างกาย และขนาดสัดส่วนร่างกายที่สำคัญของผู้ใช้แรงงานไทย

ตาราง ข-1 ระยะของจุดศูนย์กลางมวลของส่วนของร่างกาย

ส่วนของร่างกาย	Braune and Fischer (บุคคล)				Dempster (บุคคล)		กิตติ อินทรานนท์			
							ผู้ทดสอบชาย		ผู้ทดสอบหญิง	
	ตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลเทียบกับความยาวของส่วนนั้นวัดจาก									
	ส่วนใน	ส่วนนอก	ส่วนใน	ส่วนนอก	ส่วนใน	ส่วนนอก	ส่วนใน	ส่วนนอก	ส่วนใน	ส่วนนอก
แขนขวาส่วนบน แขนซ้ายส่วนบน	47	53	45.9	54.1	43.6	56.4	45.83 45.62	54.17 54.38	46.62	53.38
แขนขวาส่วนล่าง แขนซ้ายส่วนล่าง	42.1	57.9	-	-	43	57	42.22 42.28	57.78 57.72	45.37	54.63
มือขวา มือซ้าย	-	-	-	-	50.6	49.4	42.82 42.77	57.18 57.23	39.22	60.88
ขาขวาส่วนบน ขาซ้ายส่วนบน	43.9	56.1	43.4	56.6	43.3	56.7	44.07 44.12	55.93 55.88	39.79	60.21
ขาขวาส่วนล่าง ขาซ้ายส่วนล่าง	41.95	58.05	42.4	57.6	53.3	56.7	42.76 42.55	57.21 57.45	41.15	58.85
เท้าขวา เท้าซ้าย	43.4[c]	56.6[c]	41.7	58.3	d	d	40.54[a] 61.55[b] 40.9[a] 60.57[b]	59.46[a] 38.45[b] 59.1[a] 39.43[b]	33.9	66.1
ลำตัว	29.55	46.3	-	-	-	-	47.83	52.17	48.85	51.15
ศีรษะและคอ	-	-	-	-	-	-	42.91	58.09	49.33	50.67

(ที่มา : กิตติ อินทรานนท์, 2548)

หมายเหตุ : ส่วนนอกคือวัดจาก Distal Point ของส่วนนั้น ส่วนใน คือ วัดจาก Proximal Point ของส่วนนั้น

(a) Percent of length from front to rear of foot II

(b) Percent of length from ankle to rear of foot

(c) Percent of length from front to rear of foot

(d) 24.9% of foot link dimension to ankle axis (oblique); 43.8% of foot link dimension to heel (oblique); 59.4% of foot link dimension to toe II (oblique). Alternately, a ratio of 42.9 to 57.1 along the heel to toe distance establishes a point above which the center of gravity lies on a line between ankle axis and ball of foot.

ตาราง ข-2 มวลของส่วนของร่างกายเป็นเปอร์เซ็นต์ของมวลของร่างกาย

ส่วนของร่างกาย	Braune & Fischer (1889)[a]		Braune & Fischer (1893)[b]		Dempster (1855)[c]		กิตติ อินทรานนท์ (2543)[d]			
							เพศชาย		เพศหญิง	
	มวล (กก.)	ร้อยละเมื่อเทียบกับมวลของร่างกาย	มวล (กก.)	ร้อยละเมื่อเทียบกับมวลของร่างกาย	มวล (กก.)	ร้อยละเมื่อเทียบกับ มวลของร่างกาย	มวล (กก.)	ร้อยละเมื่อเทียบกับมวลของร่างกาย	มวล (กก.)	ร้อยละเมื่อเทียบกับมวลของร่างกาย
แขนขวาส่วนบน แขนซ้ายส่วนบน	2.127	3.3	1.51	2.93	1.61 1.53	2.77 2.63	1.87 1.8	3.37 3.24	1.49	2.63
แขนขวาส่วนล่าง แขนซ้ายส่วนล่าง	1.34	2.1	1.3	2.54	0.95 0.91	1.64 1.57	0.92 0.88	1.67 1.58	0.73	1.29
มือขวา มือซ้าย	0.53	0.85	-	-	0.39 0.38	0.67 0.66	0.36 0.39	0.65 0.61	0.29	0.51
ขาขวาส่วนบน ขาซ้ายส่วนบน	6.79	10.75	5.78	11.23	5.76 5.81	9.86 9.95	5.75 5.65	10.23 10.06	7.59	13.41
ขาขวาส่วนล่าง ขาซ้ายส่วนล่าง	3.03	4.8	2.32	4.53	2.71 2.732	4.69 4.68	2.83 2.728	5.06 4.88	2.37	4.19
เท้าขวา เท้าซ้าย	1.067	1.7	0.95	1.88	0.832 0.87	1.42 1.49	0.866 0.84	1.56 1.5	0.65	1.15
ลำตัว ศีรษะและคอ	29.55	46.3	-	-	- 4.61	- 7.9	27.18 4.096	48.72 7.88	24.92 5.44	44.03 9.61
มวลของร่างกาย	63.85	100	51.25	100	58.36	100	55.75	100	50.85	100

(ที่มา : กิตติ อินทรานนท์, 2548)

หมายเหตุ : (a) ทำการศึกษาจากศพจำนวน 3 ศพ เมื่อปี ค.ศ. 1889 อ้างจาก Roebuck et al. (1975)

(b) ทำการศึกษาจากศพจำนวน 2 ศพ เมื่อปี ค.ศ. 1893 อ้างจาก Roebuck et al. (1975)

(c) ทำการศึกษาจากศพจำนวน 7 ศพ เมื่อปี ค.ศ. 1955 อ้างจาก Winter (1979)

(d) การศึกษาครั้งนี้กับบุคคลที่มีชีวิต เพศชายจำนวน 12 คน และเพศหญิงจำนวน 10 คน

ตาราง ข-3 ขนาดสัดส่วนร่างกายที่สำคัญของผู้ใช้แรงงานไทย

ลำดับที่	รายการขนาดสัดส่วนที่สำคัญ		ขนาดสัดส่วนร่างกาย	เปอร์เซ็นต์ไทล์	
				5^{th}	95^{th}
1	น้ำหนักตัว (Body Weight) กก.	ชาย	53.7 (7.0)	42.22	65.18
		หญิง	53.1 (8.2)	39.65	66.55
2	ความสูงยืน (Stature) ซม.	ชาย	160.7 (5.7)	151.35	170.05
		หญิง	151.2 (4.8)	143.33	157.07
3	ความสูงกระดูกคอ (Cervical Height) ซม.	ชาย	136.5 (5.4)	127.64	145.36
		หญิง	128.2 (5.9)	118.52	137.88
4	ความสูงหัวไหล่ (Acromial Height) ซม.	ชาย	132.4 (5.6)	123.22	141.58
		หญิง	124.7 (4.9)	116.66	132.74
5	ความยาวขาส่วนบน (Thigh Length) ซม.	ชาย	52.7 (2.8)	48.11	57.29
		หญิง	51.6 (2.8)	47.01	56.19
6	ความกว้างจากศอก-ศอก (Elbow-Elbow Breadth) ซม.	ชาย	41.3 (3.3)	35.89	46.71
		หญิง	39.5 (4.1)	32.78	46.22
7	ความยาวแขนล่างถึงปลายนิ้ว (Lower-Arm Length) ซม.	ชาย	44.8 (2.6)	40.54	49.06
		หญิง	41.3 (2.1)	37.86	44.74
8	ความกว้างของเท้า (Foot Breadth) ซม.	ชาย	9.9 (0.9)	8.42	11.38
		หญิง	8.7 (0.8)	7.39	10.01
9	ความยาวของเท้า (Foot Length) ซม.	ชาย	24.2 (1.6)	21.58	26.82
		หญิง	22.2 (2.1)	18.76	25.64
10	ความสูงยืนปลายนิ้ว-เอื้อม (Functional Reach) ซม.	ชาย	71.7 (5.7)	62.35	81.05
		หญิง	67.9 (5.4)	59.04	76.76
11	ความสูงยืนปลายนิ้ว-เหยียด (Functional Reach - Extended) ซม.	ชาย	81.4 (4.7)	73.69	89.11
		หญิง	75.7 (5.0)	67.5	83.9
12	ความกว้างมือ (Hand Breadth) ซม.	ชาย	8.1 (0.2)	7.77	8.43
		หญิง	7.4 (0.5)	6.58	8.22
13	ความยาวมือ (Hand Length) ซม.	ชาย	17.6 (1.0)	15.96	19.24
		หญิง	16.9 (3.3)	11.49	22.31
14	ความสูงกำมือเหยียด (Overhead Reach Height) ซม.	ชาย	194.5 (7.6)	182.04	206.96
		หญิง	183.1 (6.1)	173.1	193.1
15	ระยะรอบแขนล่าง (Forearm Circumference) ซม.	ชาย	25.9 (2.1)	22.46	29.34
		หญิง	24.2 (2.4)	20.26	28.14
16	ระยะรอบแขนบน (Biceps Circumference) ซม.	ชาย	27.1 (3.5)	21.36	32.84
		หญิง	25.4 (3.5)	19.66	31.14

ตาราง ข-3 ขนาดสัดส่วนร่างกายที่สำคัญของผู้ใช้แรงงานไทย (ต่อ)

ลำดับที่	รายการขนาดสัดส่วนที่สำคัญ		ขนาดสัดส่วนร่างกาย	เปอร์เซ็นต์ไทล์	
				5^{th}	95^{th}
17	ระยะรอบน่อง (Calf Circumference) ซม.	ชาย	33.7 (4.5)	26.32	41.08
		หญิง	33.6 (3.0)	28.68	38.52
18	ระยะรอบขาอ่อนบน (Upper Thigh Circumference) ซม.	ชาย	47.1 (4.5)	39.72	54.48
		หญิง	50.7 (6.4)	40.2	61.2
19	ระยะไหล่-ศอก (Shoulder-Elbow Height) ซม.	ชาย	34.3 (1.7)	31.51	37.09
		หญิง	31.9 (1.6)	29.28	34.52
20	ความสูงนั่งจากก้น-ศีรษะ (Sitting Height) ซม.	ชาย	83.3 (3.4)	77.72	88.88
		หญิง	78.8 (3.2)	73.55	84.05
21	ความยาวแขนบน (Upper-Arm Length) ซม.	ชาย	34.3 (1.7)	31.51	37.09
		หญิง	31.9 (1.6)	29.28	34.52
22	ความสูงเอว-ยืน (Standing Waist Height) ซม.	ชาย	99.1 (5.4)	90.24	107.96
		หญิง	92.7 (4.9)	84.66	100.74
23	ความสูงข้อพับเข่า-นั่ง (Popliteal Height-Sitting) ซม.	ชาย	40.1 (2.2)	36.49	43.71
		หญิง	37.9 (2.0)	34.62	41.18
24	ความยาวลำตัวจากเอวถึงหัวไหล่ (Torso Length) ซม.	ชาย	33.3 (5.5)	24.28	42.32
		หญิง	32.0 (4.9)	23.96	40.04

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานของคนงาน ก่อนและหลังการปรับปรุง

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย ก่อนปรับปรุง

เรื่อง การประเมินและการลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสารั้วลวดหนาม

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.1 ชื่อ – นามสกุล..... อายุ .....ปี

1.2 เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง ทำงานแผนก.....

1.3 น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

1.4 ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

1.5 ทำงานเฉลี่ยวันละ.....ชั่วโมง (รวมงานล่วงเวลา)

1.6 ทำงานเฉลี่ยสัปดาห์ละ.....วัน

1.7 ท่านมีโรคประจำตัวดังต่อไปนี้ หรือไม่

( ) ไม่มีโรค

( ) โรคพิษสุราเรื้อรัง ( ) โรคเบาหวาน ( ) โรคอ้วน ( ) โรคเก๊าท์

( ) โรคความดันโลหิตสูง ( ) โรคไต ( ) โรคมะเร็ง ระบุอวัยวะ.....

( ) โรคข้อเสื่อมหรืออักเสบ ( ) โรควัณโรคของกระดูก

( ) โรคกระดูกหรือโครงสร้างผิดรูป ( ) ไม่เป็นโรคใด ๆ เลย

( ) โรคอื่น ๆ ระบุ.....

1.8 ท่านทำงานอดิเรก (ในวันหยุดหรือหลังเลิกงาน) ดังต่อไปนี้หรือไม่

( ) ไม่ทำ ( ) เย็บปักเสื้อผ้า ( ) ขนของหรือยกของหนัก ( ) อุ้มเด็ก

( ) ทำงานที่ต้องออกแรงมาก ระบุ.....

( ) ขับรถเป็นระยะเวลานาน ๆ ( ) อื่น ๆ ระบุ.....

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน

2.1 ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ท่านเคยมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้าหรือไม่

( ) ไม่เคย ( ) เคย ระบุอวัยวะที่มีอาการปวด.....

2.2 ท่านเคยประสบอุบัติเหตุจนทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหรือกระดูกหรือไม่

( ) ไม่เคย ( ) เคย ระบุอวัยวะที่บาดเจ็บ.....

2.3 ส่วนของร่างกายที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเป็นประจำ คือ .....

2.4 ช่วงเวลาไหนที่มีความรู้สึกปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้ามากที่สุด

( ) ก่อนทำงาน ( ) ระหว่างทำงานช่วงเช้า(8.00-12.00 น.)

( ) ระหว่างทำงานช่วงบ่าย(13.00-17.00 น.) ( ) หลังเลิกงาน

2.5 ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมาความถี่ (โดยประมาณ) ในการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้า

( ) ไม่เคยปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ( ) ทุกวัน ( ) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ( ) 2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง

( ) 3 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง ( ) เดือนละ 1 ครั้ง ( ) มากกว่า 1 เดือนต่อ 1 ครั้ง

2.6 เมื่อมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้า แต่ละครั้งจะปวดเมื่อยเป็นเวลานานเท่าใด

( ) ไม่เกิน 1 วัน ( ) 1-3 วัน จึงทุเลา ( ) มากกว่า 1-3 วัน จึงทุเลา

( ) ระยะเวลาที่นอกเหนือจากนี้

ระบุ.....

2.7 ทำอย่างไรเมื่อมีอาการปวดกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้า

( ) ไม่ทำอะไรเลย ( ) หยุดงาน

( ) ซื้อยามารับประทาน ( ) ใช้ยาทา นวด

( ) ปรึกษาแพทย์ ( ) วิธีอื่นๆ (ระบุ).....

2.8 มีการออกกาลังกายประเภทใดบ้าง

( ) ไม่ออกกาลังกาย ( ) วิ่งเหยาะ

( ) เล่นฟุตบอล ( ) ออกกาลังกายทั่วไป

( ) กีฬาอื่นๆ (ระบุ) .....

2.9 ความถี่ในการออกกาลังกาย (ตอบเฉพาะผู้ออกกาลังกาย)

( ) สม่ำเสมอ (ทุกวัน) ( ) เป็นบางครั้ง (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง)

( ) นานๆ ครั้ง (เดือนละ 1 ครั้ง) ( ) อื่นๆ (ระบุ) .....

2.10 ความถี่ในการสูบบุหรี่

( ) ไม่สูบบุหรี่ ( ) สูบทุกวัน

( ) นานๆ สูบครั้ง (ระบุระยะเวลา.....)

2.11 ความถี่ในการดื่มแอลกอฮอล์ (เช่น เหล้า ไวน์ กระแช่ สาโท เป็นต้น)

( ) ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ ( ) ดื่มทุกวัน

( ) นานๆ ดื่มครั้ง (ระบุระยะเวลา.....)

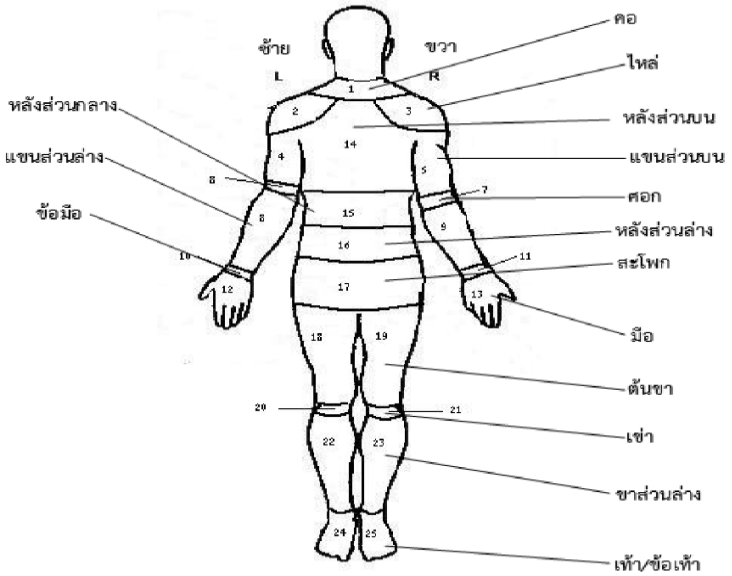
2.12 ดื่มแอลกอฮอล์ก่อนและหลังเลิกงานหรือไม่ (ตอบเฉพาะผู้ที่ดื่มแอลกอฮอล์)

( ) ไม่ดื่ม ( ) ดื่มก่อนมาทางานในบางครั้ง

( ) ดื่มก่อนมาทางานเป็นประจา ( ) ดื่มหลังเลิกงานในบางครั้ง

( ) ดื่มหลังเลิกงานเป็นประจา

2. 13 ถ้าเคยมีอาการปวดกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้าในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ให้วงกลมอวัยวะที่มีการปวดเมื่อยหรือเมื่อยล้าในภาพด้านล่างและขีดเส้นแสดงความรุนแรงของความปวดเมื่อยหรือเมื่อยล้าในตาราง โดยเกณฑ์การประเมินคือ เลข 0 หมายถึง ไม่ปวดเลย ไปจนถึงเลข 10 ซึ่งหมายถึง ปวดอย่างรุนแรงมากที่สุด



หมายเลข	ส่วนของร่างกาย	ระดับความปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ
1	คอ	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
2	ไหล่ด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
3	ไหล่ด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
4	แขนส่วนบนซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
5	แขนส่วนบนขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
6	ศอกด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
7	ศอกด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
8	แขนส่วนล่างด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
9	แขนส่วนล่างด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด

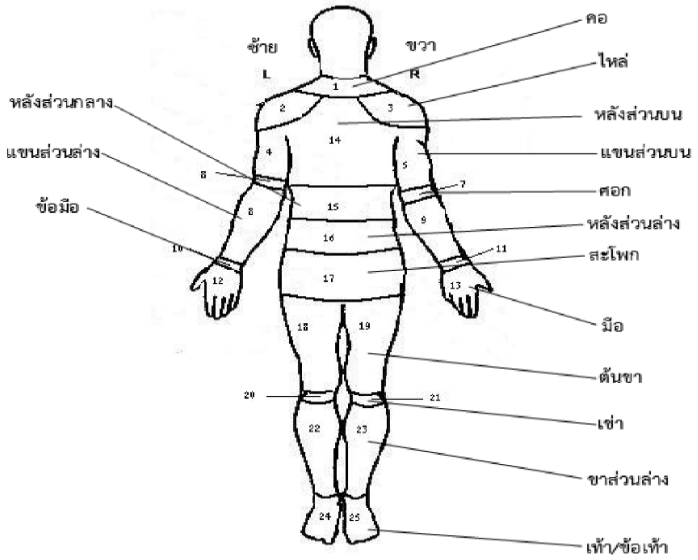
10	ข้อมือด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
11	ข้อมือด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
12	มือด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
13	มือด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
14	หลังส่วนบน	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
15	หลังส่วนกลาง	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
16	หลังส่วนล่าง	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
17	สะโพก	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
18	ต้นขาด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
19	ต้นขาด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
20	เข่าด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
21	เข่าด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
22	ขาส่วนล่างด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
23	ขาส่วนล่างด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
24	เท้า/ข้อเท้าด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
25	เท้า/ข้อเท้าด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย หลังปรับปรุง

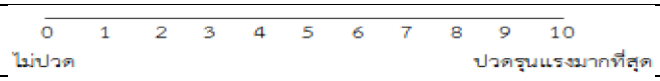
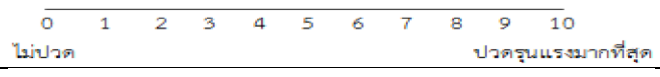
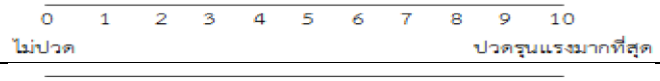
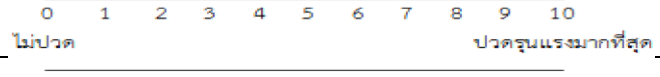
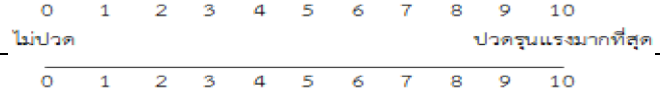
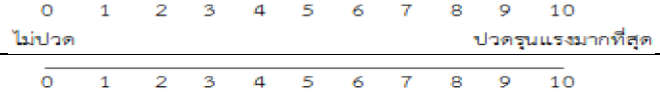
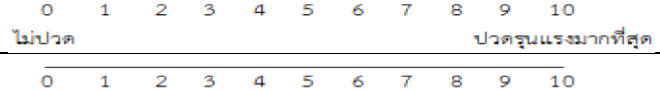
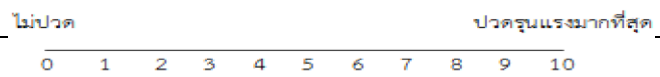
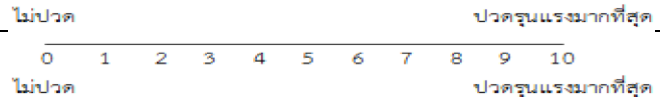
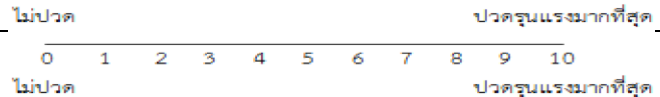
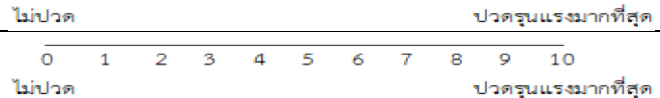
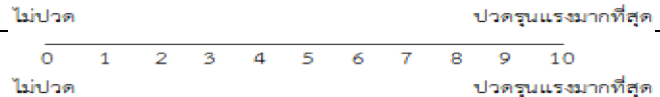
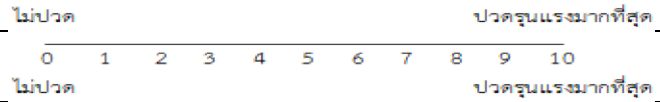
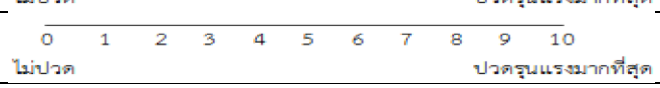
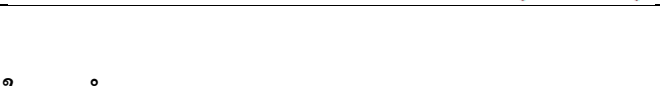
เรื่อง การประเมินและการลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสารั้วลวดหนาม

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามอาการผิดปกติหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในการทำงาน

1. ถ้าเคยมีอาการปวดกล้ามเนื้อหรือเมื่อยล้าในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา ให้วงกลมอวัยวะที่มีการปวดเมื่อยหรือเมื่อยล้าในภาพด้านล่างและขีดเส้นแสดงความรุนแรงของความปวดเมื่อยหรือเมื่อยล้าในตาราง โดยเกณฑ์การประเมินคือ เลข 0 หมายถึง ไม่ปวดเลย ไปจนถึงเลข 10 ซึ่งหมายถึง ปวดอย่างรุนแรงมากที่สุด



หมายเลข	ส่วนของร่างกาย	ระดับความปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ
1	คอ	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
2	ไหล่ด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
3	ไหล่ด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
4	แขนส่วนบนซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
5	แขนส่วนบนขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
6	ศอกด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
7	ศอกด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
8	แขนส่วนล่างด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
9	แขนส่วนล่างด้านขวา	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด
10	ข้อมือด้านซ้าย	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด

11	ข้อมือด้านขวา	
12	มือด้านซ้าย	
13	มือด้านขวา	
14	หลังส่วนบน	
15	หลังส่วนกลาง	
16	หลังส่วนล่าง	
17	สะโพก	
18	ต้นขาด้านซ้าย	
19	ต้นขาด้านขวา	
20	เข่าด้านซ้าย	
21	เข่าด้านขวา	
22	ขาส่วนล่างด้านซ้าย	
23	ขาส่วนล่างด้านขวา	
24	เท้า/ข้อเท้าด้านซ้าย	
25	เท้า/ข้อเท้าด้านขวา	

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจในการทำงาน

รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	1	2	3	4	5
1. ความปลอดภัยในการทำงาน					
2. ท่าทางในการทำงาน					
3. ความสะดวกในการใช้งานเครนแทนคน					
4. ไม่มีผลกระทบต่องานที่ได้รับมอบหมาย					
5. ความพึงพอใจโดยรวมในการปรับปรุง					

เกณฑ์การประเมิน 1 = ไม่พึงพอใจเลย 2 = ไม่พึงพอใจ 3 = พึงพอใจปานกลาง 4 = พึงพอใจ

5 = พึงพอใจมาก

ภาคผนวก ง

ผลการประเมินท่าทางด้วยเทคนิค REBA สมการการยกของ NIOSH และการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) ก่อนการปรับปรุง

ตาราง ง-1 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA (ก่อนปรับปรุง)

ท่าทางที่	คนที่	ส่วนคอ (Neck)	ส่วนลำตัว (Truck)	ส่วนขา (Legs)	Table A	แรง/ภาระงาน (Force/Load)	Score A	แขนส่วนบน (Upper Arm)	แขนส่วนล่าง (Lower Arm)	ข้อมือ (Wrist)	Table B	การจับยึดวัตถุ (Coupling)	Score B	Score C	ค่าความสามารถ (Activity)	Score REBA เฉลี่ย
1	1	1	3	2	4	2	6	2	1	3	3	0	3	6	2	6.6
	2	1	2	1	2	2	4	2	1	3	3	0	3	4	2	
	3	1	3	1	2	2	4	2	1	3	3	0	3	4	2	
2	1	3	4	1	3	1	4	3	1	3	5	0	5	5	2	10.5
	2	3	3	3	7	1	8	3	1	3	5	0	5	10	2	
3	1	3	4	3	8	0	8	1	1	2	2	0	2	8	2	10
4	1	2	5	2	7	2	9	2	1	2	2	2	4	10	2	12
5	1	2	5	2	7	2	9	3	1	1	3	2	5	10	2	12

ตาราง ง-2 ข้อมูลแต่ละตัวแปรในสมการการยกของ NIOSH (ก่อนปรับปรุง)

ท่าทางที่	คนที่	น้ำหนัก (kg.)	ตำแหน่งของมือ (cm)				ตำแหน่งแนวตั้ง (cm)	มุมของการอี้ยวตัว (degrees)		ความถี่ (lilt/min)	ระยะเวลา (min)	ความถนัดในการจับ
			จุดเริ่มยก (Origin)		จุดวาง (Destination)			จุดเริ่มยก (Origin)	จุดวาง (Destination)			
		L	H_O	V_O	H_D	V_D	D	A_O	A_D	F		C
1	1	7	25	147	25	142	5	0	15	10	22	2
	2	7	25	137	25	130	8	0	10	11	24	2
	3	7	25	132	25	130	2.5	0	30	10	25	2
2	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
	2	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
3	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
4	1	30	25	0	25	25	25	0	0	10	30	3
5	1	30	25	0	25	25	25	0	0	10	40	3

ตารางที่ ง-3 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH (ก่อนปรับปรุง)

ท่าทางที่	คนที่	น้ำหนัก (kg.)	ตัวคูณ (Multiplier)										ค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL)		ค่าดัชนีการยก (LI)		LI(เฉลี่ย)	
				ตำแหน่งของมือ					มุมของการเอี้ยวตัว		ความถี่	ความฉับไวในการจับ						
				จุดเริ่มยก (Origin)		จุดวาง (Destination)			จุดเริ่มยก (Origin)	จุดวาง (Destination)								
		L	LC	HM_O	VM_O	HM_D	VM_D	DM	AM_O	AM_D	FM	CM	RWL_O	RWL_D	LI_O	LI_D	LI_O	LI_D
1	1	7.5	23	1	0.78	1.00	0.80	1	1	0.95	0.45	1	8.11	7.87	0.92	0.95	0.93	0.97
	2	7.5	23	1	0.81	1.00	0.84	1	1	0.97	0.41	1	7.68	7.62	0.98	0.98		
	3	7.5	23	1	0.83	1.00	0.84	1	1	0.90	0.45	1	8.58	7.81	0.87	0.96		
2	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
	2	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##		
3	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
4	1	30	23	1	0.78	1.00	0.85	1	1	1	0.45	0.9	7.22	7.92	4.16	3.79	4.16	3.79
5	1	30	23	1	0.78	1.00	0.85	1	1	1	0.45	0.9	7.22	7.92	4.16	3.79	4.16	3.79

ตาราง ง-4 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 (ก่อนปรับปรุง)

ท่าทาง	คนที่	แรงกระทำ (N)				แรงเฉื่อนที่ L5/S1 (F_S)	แรงกดที่ L5/S1 (F_C)	เฉลี่ย(นิวตัน)	
		มือ (F_{YW})	แขนส่วนล่าง (F_{Ye})	แขนส่วนบน (F_{YS})	ลำตัว (F_{YT})			F_S	F_C
1	1	51.15	56.59	67.67	361.38	31.77	462.48	32.58	400.08
	2	51.45	57.64	70.27	398.13	41.91	412.41		
	3	51.9	59.23	74.18	453.25	24.07	325.36		
2	1	32.53	37.97	49.05	324.14	11.56	1,363.18	9.97	1357.76
	2	35.44	44.37	63.43	459.66	8.38	1,352.33		
3	1	33.28	40.61	55.56	416.01	65.37	1,117.09	65.37	1,117.09
4	1	77.96	89.43	112.56	500.84	433.7	2775.39	433.7	2775.39
5	1	155.72	165.54	185.36	703.52	531.12	5,153.01	531.12	5,153

ภาคผนวก จ

ผลการประเมินท่าทางด้วยเทคนิค REBA สมการการยกของ NIOSH และการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) หลังการปรับปรุง

ตาราง จ-1 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA (หลังปรับปรุง)

ท่าทางที่	คนที่	ส่วนคอ (Neck)	ส่วนลำตัว (Truck)	ส่วนขา (Legs)	Table A	แรง/ภาระงาน (Force/Load)	Score A	แขนส่วนบน (Upper Arm)	แขนส่วนล่าง (Lower Arm)	ข้อมือ (Wrist)	Table B	การจับยึดวัตถุ (Coupling)	Score B	Score C	ค่าความสามารถ (Activity)	Score REBA เฉลี่ย
1	1	1	2	2	3	2	5	2	1	1	1	0	1	4	2	5.6
	2	1	2	1	2	2	4	2	1	3	3	0	3	4	2	
	3	1	3	1	2	2	4	2	1	1	1	0	3	3	2	
2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	2	2	0	2	3	2	5.5
	2	2	3	1	4	1	5	1	1	2	2	0	2	4	2	
3	1	2	2	2	4	1	5	1	1	2	2	0	2	4	2	6
5	1	3	2	1	4	1	5	3	1	1	3	1	4	5	2	7
	2	2	2	2	4	1	5	3	1	1	3	1	4	5	2	

ตาราง จ-2 ข้อมูลแต่ละตัวแปรในสมการการยกของ NIOSH (หลังปรับปรุง)

ท่าทางที่	คนที่	Weight (kg.)	ตำแหน่งของมือ (cm)				ตำแหน่งแนวตั้ง (cm)	มุมของการอี้ยวตัว (degrees)		ความถี่ (lilt/min)	ระยะเวลา (min)	ความถนัดในการจับ
			จุดเริ่มยก (Origin)		จุดวาง (Destination)			จุดเริ่มยก (Origin)	จุดวาง (Destination)			
		L	H_O	V_O	H_D	V_D	D	A_O	A_D	F		C
1	1	7	25	147	25	142	5	0	15	10	22	2
	2	7	25	137	25	130	8	0	10	11	24	2
	3	7	25	132	25	130	2.5	0	30	10	25	2
2	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
	2	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
3	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
4	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
5	1	15	25	0	25	25	25	0	0	10	40	3
	2	15	25	0	25	25	25	0	0	10	40	3

ตารางที่ จ-3 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยสมการการยกของ NIOSH (หลังปรับปรุง)

ท่าทางที่	คนที่	น้ำหนัก (kg.)	ตัวคูณ (Multiplier)										ค่าน้ำหนักที่แนะนำในการยก (RWL)		ค่าดัชนีการยก (LI)		LI(เฉลี่ย)	
				ตำแหน่งของมือ					มุมของการเอี้ยวตัว		ความถี่	ความนัดในการจับ						
				จุดเริ่มยก (Origin)		จุดวาง (Destination)			จุดเริ่มยก (Origin)	จุดวาง (Destination)								
		L	LC	HM_O	VM_O	HM_D	VM_D	DM	AM_O	AM_D	FM	CM	RWL_O	RWL_D	LI_O	LI_D	LI_O	LI_D
1	1	7.5	23	1	0.78	1.00	0.80	1	1	0.95	0.45	1	8.11	7.87	0.92	0.95	0.93	0.97
	2	7.5	23	1	0.81	1.00	0.84	1	1	0.97	0.41	1	7.68	7.62	0.98	0.98		
	3	7.5	23	1	0.83	1.00	0.84	1	1	0.90	0.45	1	8.58	7.81	0.87	0.96		
2	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
	2	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##		
3	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
4	1	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
5	1	15	23	1	0.78	1.00	0.85	1	1	1	0.45	1	8.02	8.80	1.87	1.71	1.87	1.71
	2	15	23	1	0.78	1.00	0.85	1	1	1	0.45	1	8.02	8.80	1.87	1.71		

ตาราง จ-4 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยการคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์หาค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 (หลังปรับปรุง)

ท่าทาง	คนที่	แรงกระทำ (N)				แรงเฉือนที่ L5/S1 (F_S)	แรงกดที่ L5/S1 (F_C)	เฉลี่ย(นิวตัน)	
		มือ (F_{YW})	แขนส่วนล่าง (F_{Ye})	แขนส่วนบน (F_{YS})	ลำตัว (F_{YT})			F_S	F_C
1	1	51.15	56.59	67.67	361.38	31.77	462.48	32.58	400.08
	2	51.45	57.64	70.27	398.13	41.91	412.41		
	3	51.9	59.23	74.18	453.25	24.07	325.36		
2	1(ยืน)	33.53	39.44	50.52	327.08	21.54	557.76	16.56	606.31
	2(ยืน)	35.44	44.37	63.43	459.66	11.58	654.85		
3	1(ยืน)	34	39.44	50.52	327.08	11.67	417.37	11.67	417.37
4	1	##	##	##	##	##	##	##	##
5	1	83	88.44	99.52	425.08	360.55	2,607.90	283.42	2459.04

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายศิวนาถ ปวรรณา

วันเดือนปีเกิด 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2539

ภูมิลำเนา หมู่บ้านจำผักกูด บ้านเลขที่ 60 หมู่ 5
ต.แม่อ้อ อ.พาน จ.เชียงราย 57120

ประวัติการศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพานพิเศษพิทยา

ปัจจุบัน กำลังศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชื่อ สกุล นายศุภเกียรติ์ ไทยกรณ์

วันเดือนปีเกิด 22 เมษายน พ.ศ. 2544

ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 30 หมู่ 5 ต.แม่โป่ง
อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220

ประวัติการศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดาราวิทยาลัย จ. เชียงใหม่

ปัจจุบัน กำลังศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่