การจัดทำแบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้วยหลักการยศาสตร์ โดยการประยุกต์โปรแกรมวิชวลเบสิค: กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

Ergonomics Assessment Utilizing Visual Basic: A Case Study of an Automotive Parts Manufacturing Firm

สาวิตรี พิบูลศิลป์[1] สุดาวรรณ ลี่ไพฑูรย์[2] กัญญาลักษณ์ ธรรมรักขิโต[3] และ จิรภัทร แถวหนองกุง[4]
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน[1]
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง[2, 3, 4]
E-mail: sawitree.p@pit.ac.th[1], sudawan.l@eat.kmutnb.ac.th[2], ก.thammarakkito@gmail.com[3],
jiraphatthaewnongkung@gmail.com[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในขั้นตอนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomics Assessment) ที่เกิดขึ้นในบริษัทกรณีศึกษาธุรกิจผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยการประยุกต์ใช้วิชวลเบสิคฟอร์แอพพลิเคชั่น (Visual Basic for Application) เพื่อช่วยในการประเมิน และสนับสนุนการตัดสินใจ จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์ทั้ง 7 ขั้นตอน พบว่า ในขั้นตอนการจัดทำรายการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน (Ergonomics Checklist Process) นั้นใช้เวลามากที่สุด จากรายละเอียดของมาตรฐานด้านหลักการยศาสตร์ และมีความซ้ำซ้อนด้านการจัดการเอกสาร ทำให้พนักงานจะต้องตรวจเอกสารซ้ำเพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการประเมิน อีกทั้งเกณฑ์การประเมินมีความคล้ายคลึงกัน ด้วยสาเหตุเหล่านี้ส่งผลกระทบกับระยะเวลาในการทำงานทั้งสิ้น ผลจากการนำโปรแกรมที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาไปทดลองใช้กับบริษัทกรณีศึกษาพบว่าสามารถลดเวลาในการจัดทำรายการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน จากเดิมด้วยวิธีปกติมีเวลาทำงานเฉลี่ย 45 นาที เมื่อปรับปรุงการทำงานสามารถลดลงเวลาการทำงานลงเหลือ 11.54 นาทีหรือลดลงได้ถึงร้อยละ 74.36 และมีเวลารวมในกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานตามหลักการยศาสตร์ ลดลงเหลือ 86.54 จาก 120 นาที หรือคิดเป็นร้อยละ 27.88

คำสำคัญ: การยศาสตร์, วิชวลเบสิคฟอร์แอพพลิเคชั่น, การศึกษาการทำงาน

Abstract

This research purpose is to reduce the time in ergonomics assessment processes that occur in automotive parts manufacturing firms. By implementing Visual Basic for Application (VBA) to support in assessment decision-making. Upon studying the operational steps of the 7-step ergonomic assessment process. The study

identifies that the creation of the assessment checklist is the most time-consuming step due to detailed standards, document redundancies, and repetitive tasks. After that, the program was created and designed. The assessment checklist was down from 45 minutes to 11.54 minutes or 74.36%. In total, the ergonomic assessment process took 86.54 minutes instead of 120 minutes or 27.88%

Keywords: Ergonomics, Visual Basic for Application, Work Study

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้นำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้กับธุรกิจอย่างแพร่หลายมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้กระบวนการผลิตได้ทำงานเต็มประสิทธิภาพสูงสุด อุตสาหกรรมจะต้องหาแนวทางในการดำเนินงานที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าให้น้อยที่สุด โดยความสูญเปล่าอาจเกิดขึ้นจากแรงงานไม่สามารถปฏิบัติงานได้เต็มประสิทธิภาพ จากความเมื่อยล้า หรือการใช้ท่าทางในการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม จึงส่งผลต่อกระบวนการผลิต เช่นเดียวกับบริษัทกรณีศึกษาที่ได้ให้ความสำคัญกับการประเมินท่าทางขณะปฏิบัติงานของแรงงาน เพื่อลดปัญหาที่ส่งผลกับแรงงานโดยตรง จึงได้นำหลักการยศาสตร์มาเป็นมาตรฐานในการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานให้แก่พนักงาน เพื่อให้พนักงานสามารถดำเนินงานได้เต็มประสิทธิภาพ และลดความเมื่อยล้าลง

บริษัทกรณีศึกษา ประกอบกิจการการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ได้ประสบปัญหาด้านระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการประเมินสภาพภาระงานของแรงงานตามหลักการยศาสตร์ ซึ่งใช้เวลาในการประเมินนาน จากการสำรวจและเก็บรวบรวมปัญหาจากขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 7 ขั้นตอน พบว่า ในขั้นตอนการทำรายการประเมินสภาพภาระงานของแรงงานนั้นใช้เวลาสูงที่สุด เนื่องด้วยรายละเอียดและมาตรฐานการตรวจสอบตามหลักการยศาสตร์มีความหลากหลาย ส่งผลต่อระยะเวลาในการตรวจสอบ และการจัดการด้านเอกสาร ทีมผู้วิจัยจึงพิจารณาหาขั้นตอนและวิธีการทำงานที่เหมาะสมเพื่อลดเวลาในขั้นตอนนี้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาการทำงาน (Work study)

เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีที่ง่ายที่สุด สะดวก รวดเร็ว ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาใช้แทนวิธีการทำงานเดิม หรือศึกษาวิธีการทำงาน คือ การพัฒนาวิธีการทำงานแบบใหม่ที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และต้นทุนต่ำ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผลผลิตสูงขึ้น ลดความสูญเสียให้น้อยลงและต้นทุนการผลิตลดลง มาโนช ริทินโย [1] ได้อธิบายความหมายของการศึกษาเวลา (Time Study) ว่าเป็นการวัดงานโดยเครื่องวัดเวลาและปรับค่าตามการแปรเปลี่ยนจากเวลาปกติ ซึ่งผลที่ได้เป็นหน่วยของเวลา คือ เป็นนาทีหรือวินาทีที่คนงานหนึ่งคนสามารถทำงานนั้นๆ ได้ตามวิธีที่กำหนดให้เวลาที่ได้นี้ก็คือ เวลามาตรฐาน ซึ่ง จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน [2] ได้กล่าวว่า ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานก็ต้องมีการวัดผลเวลาการทำงานเดิมเพื่อให้ได้ข้อมูลของผลผลิตเดิม และเมื่อมีการปรับปรุงงานใหม่

ก็ต้องอาศัยการกำหนดเวลามาตรฐานเพื่อกำกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ และเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับข้อมูลการศึกษาเดิม

2.2 หลักการยศาสตร์ (Ergonomics)

เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการออกแบบสถานที่ในการทำงาน วิธีการทำงาน อุปกรณ์เครื่องจักรกล ผลิตภัณฑ์สิ่งแวดล้อมและระบบ โดยนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์หลักการ วิธีการและข้อมูลที่ได้จากความรู้ในสาขาต่างๆ เช่น ความรู้ทางการแพทย์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ความรู้ทางวิศวกรรม ความรู้ทางสิ่งแวดล้อม ความรู้ทางจิตวิทยา เป็นต้น ใช้ศึกษาความสามารถของมนุษย์ในแง่มุมลักษณะทางกายภาพ สรีรวิทยา กลศาสตร์ชีวภาพ และจิตวิทยา เพื่อเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาระบบการทำงานของมนุษย์ เพื่อให้ใช้งานหรือทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้านสุขภาพอนามัย และความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ปฏิบัติงานควบคู่ไปด้วย สสิธร เทพตระการพร [3] ได้กล่าวว่า มาตรฐานด้านการยศาสตร์ในเชิงอุตสาหกรรม มีดังนี้ มาตรฐานของระยะสถานีการทำงานในกระบวนการผลิต (DIN 33406) เป็นมาตรฐานที่มุ่งเน้นคุณภาพของสินค้า เช่น การควบคุมคุณภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม มาตรฐานเรื่องแสงในการทำงาน (EN 12464-1) เป็นมาตรฐานที่พิจารณาหาค่าต่างๆ ได้แก่ ความสว่างเฉลี่ย ค่าแสงแยงตา ค่าความสม่ำเสมอของแสง และความถูกต้องของสี ที่สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย [4] ได้กล่าวถึงมาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องจักร (DIN EN ISO 14738) เป็นมาตรฐานด้านความปลอดภัยตามหลักมานุษยวิทยาสำหรับการออกแบบสถานีการทำงานของเครื่องจักรโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านสรีระศาสตร์ ซึ่งสุดธิดา กรุงไกรวงศ์ [5] ได้กล่าวว่า มาตรฐานสถาบันความปลอดภัยและอนามัยในการทำงานแห่งชาติ (NIOSH) เป็นหน่วยงานด้านสุข-ศาสตร์อุตสาหกรรม ทำหน้าที่หลักเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และจัดทำข้อเสนอแนะต่างๆ ในการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการบาดเจ็บ จากงานวิจัยของรัฐวุฒิ สมบูรณ์ธรรม และคณะ [6] ได้ทำการปรับปรุงสภาพงานโดยใช้หลักการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วมเพื่อลดความเสี่ยงที่หลังส่วนล่างในพนักงานลอกยางของโรงงานยางพาราแผ่นรมควัน โดยทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงตามเงื่อนไขที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ได้แก่ แบบประเมิน วิธีการประเมินทั่วทั้งร่างกาย (Rapid Entire Body Assessment: REBA) แบบประเมินความรู้สึกปวดหลังส่วนล่าง และเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งผู้วิจัย ได้นำมาศึกษาการประเมินงานทางด้านการยศาสตร์ (Ergonomics Assessment) ด้วยเครื่องมือทางด้านการยศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินงานด้านการยศาสตร์ของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งเมื่อทำการศึกษาเครื่องมือที่จะประยุกต์ใช้ในการประเมินภาระงานทางการยศาสตร์ โดยอนันต์ชัย อู่คล้าย และประจวบ กล่อมจิตร [7] ได้นำระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เข้ามาประยุกต์ร่วมกับการประเมินภาระงานด้วย ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและประเมินท่าทางมาเป็นหลักพื้นฐานเพื่อนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาบนแอพพลิเคชั่นบนระบบแอนดรอยด์ พบว่าสามารถนำโปรแกรมไปใช้งานได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม

และผลประเมินอยู่ในระดับ 1 คือเป็นท่าทางที่ยอมรับได้

ในส่วนมาตรฐานด้านการยศาสตร์ที่นำมาใช้ในบริษัทกรณีศึกษา ได้อ้างอิงตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาใช้ภายในองค์กร ซึ่งอยู่ภายใต้มาตรฐานระดับสากลอย่าง ISO เป็นต้น โดยเรียกแต่ละมาตรฐานเป็นการ์ดต่างๆ ได้แก่ บลูการ์ด (Blue Card) เยลโล่การ์ด (Yellow Card) เยลโล่-บราวน์การ์ด (Yellow-Brown Card) และไวท์การ์ด (White Card) โดยอ้างอิงตามมาตรฐานดังนี้

บลูการ์ด เป็นมาตรฐานอ้างอิงระยะของขนาดและการวัดของสถานีการทำงานภายในบริษัทกรณีศึกษา โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน DIN EN ISO 14738 เป็นหลัก

เยลโลการ์ด เป็นมาตรฐานที่อ้างอิงจากสมการการยกของ NIOSH (NIOSH lifting equation)

เยลโล่-บราวน์การ์ด เป็นมาตรฐานการออกแบบชั้นวางของในระบบการทำงาน โดยคำนึงถึงการยกเป็นหลัก (Handling of loads)

ไวท์การ์ด เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับแสงในการทำงาน อ้างอิงจากมาตรฐาน EN 12464 part 1

2.3 โปรแกรมวิชวลเบสิคฟอร์แอพพลิเคชั่น (Visual Basic for Application: VBA)

เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล (Microsoft Excel) โครงสร้างภาษาเหมือนกับ Visual Basic แต่มีส่วนเพิ่มเติมในวิธีอ้างอิงถึงองค์ประกอบในโปรแกรมไมโครซอฟต์ออฟฟิศ (Microsoft Office) เช่นเดียวกับ ยศพล ครุธเวโช และสิรวิชญ์ วุฒิ [8] ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับการติดตามสินค้าคงคลังในระหว่างการผลิตผลิตภัณฑ์เกเบี้ยน โดยพัฒนา VBA เพื่อลดขั้นตอนการทำงาน ไม่ใช้เอกสารที่เป็นกระดาษและข้อมูลตรงตามเวลาจริงมากขึ้น

2.4 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS)

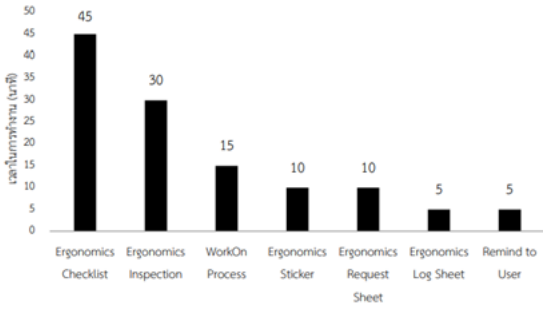
คือ โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขนาดเล็กหลายแบบจำลองที่มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลหรือทำงานร่วมกันเพื่อสร้างสารสนเทศที่ช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถวิเคราะห์หรือวางแผนบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบการตัดสินใจแบบผสม ซึ่งประกอบไปด้วย การใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ช่วยในการแยกประเภทและประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศที่มีความเชื่อมโยงกันของข้อมูล การใช้แบบจำลองขนาดเล็กซึ่งเป็นกฎของการตัดสินใจหลายแบบเพื่อช่วยให้ช่วยตัดสินใจง่ายขึ้น และใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาระบบทำให้โครงสร้างหลักของระบบถูกแก้ไขโดยไม่ตั้งใจได้ จากการศึกษางานวิจัยของกุลกันยา ศรีสุข และคณะ [9] ได้จัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกรีไซเคิล โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อการเป็นแนวทางในการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา โดยศึกษาข้อมูลจากแผนกสนับสนุนทางด้านเทคนิควิศวกรรม พบว่าในกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์

(Ergonomics Checklist) ใช้เวลาในการทำงานสูงที่สุดแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิเวลาการประเมินสถานีงานการยศาสตร์

จากรูปพบว่าในขั้นตอนการทำรายการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานตามหลักการยศาสตร์ใช้เวลามากที่สุดถึง 45 นาที ซึ่งในกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานนั้น มีการตรวจสอบหลายขั้นตอนตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน ISO ซึ่งบริษัทกรณีศึกษานำมาใช้โดยประยุกต์เป็นสติกเกอร์สีเทา (N/A Sticker) สีเขียว (Green Sticker) เหลือง (Yellow Sticker) และสีแดง (Red Sticker) เพื่อแสดงสถานะการประเมินสถานีงาน โดยระยะของกระบวนการประเมินจะแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การวางแผนการทำงาน ระยะนี้จะวางแผนการสั่งซื้อเครื่องจักรหรือสถานีงาน รวมไปถึงการออกแบบสถานีงาน โดยจะวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเครื่องจักร และสภาพแวดล้อมในการทำงานภายหลังจากการติดตั้ง มีการจำลองการเคลื่อนไหวของคนกับเครื่องจักรขณะทำงาน เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์

ระยะที่ 2 การประเมินขั้นต้น จะเริ่มเมื่อเครื่องจักรถูกติดตั้งเสร็จสิ้น

ระยะที่ 3 การประเมินตามรอบเวลา จะมีรอบเวลาในการทำงานหลังจากเสร็จสิ้นในระยะการประเมินขั้นต้น

ระยะที่ 4 การประเมินหลังจากการปรับปรุง ในระยะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อไม่ผ่านการประเมิน คือได้รับสติกเกอร์สีเหลือง หรือแดง ก่อนได้รับการประเมินระยะนี้ เครื่องจักรจะต้องถูกปรับปรุงและแก้ไขให้มีสภาวะพร้อมใช้งาน ในสภาพแวดล้อมตามหลักการยศาสตร์ก่อน ในทุกระยะของกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานจะถูกแบ่งขั้นตอนออกมาทั้งหมด 7 ขั้นตอนย่อยดังนี้

1. การตรวจสอบข้อมูลการประเมินของสถานีงาน
2. การแจ้งเตือนการประเมินแก่เจ้าของสถานีงาน
3. การจัดทำเอกสารเพื่อเข้าประเมิน
4. การตรวจสอบสภาพแวดล้อมการทำงาน
5. การจัดทำรายการการประเมินสภาพ แวดล้อมการทำงาน เป็นขั้นตอนการตอบแบบประเมิน 4 หัวข้อหลัก คือ ท่าทางในการทำงานและระยะของเครื่องจักรหรือสถานีงาน ระยะของการเอื้อมและระยะของสายตา เอกสารที่สำคัญและอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงาน และความเครียดทางด้านร่างกาย โดยในแต่ละหัวข้อของการประเมินสภาพแวดล้อม จำเป็นต้องใช้มาตรฐานทางด้านการยศาสตร์ของบริษัทกรณีศึกษาที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการประเมิน จากความหลากหลายของเกณฑ์มาตรฐานและความซ้ำซ้อนของมาตรฐาน แสดงมาตรฐานทางการยศาสตร์ที่ใช้ในแต่ละหัวข้อดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานด้านการยศาสตร์ที่ใช้ในแต่ละหัวข้อ

หัวข้อการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน (Ergonomics Checklist)	**มาตรฐานด้านการยศาสตร์ (Ergonomics Data Cards)**
ก) ท่าทางในการทำงานและระยะของเครื่องจักรหรือสถานีงาน (Body posture and Workplace dimension)	- Blue Card - Yellow-Brown Card
ข) ระยะของการเอื้อมและระยะของสายตา (Reach range and Field of vision)	- Blue Card - White Card
ค) เอกสารที่สำคัญ และอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงาน (Information and Working aids)	- Blue Card
ง) ความเครียดทางด้านร่างกาย (Physical Stress)	- Yellow Card

6. การอนุมัติการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์

7. การออกสติกเกอร์สำหรับสถานีงาน เป็นการแสดงผลประเมินไปแสดงหน้าเครื่องจักร แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ N/A Sticker (สีเทา) Green Sticker (สีเขียว) Yellow Sticker (สีเหลือง) และ Red Sticker (สีแดง) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินและประเภทของสติกเกอร์

จำนวนหัวข้อย่อยที่ไม่ผ่านใน (Ergonomics Checklist Process)	**ประเภทของสติกเกอร์ (Type of Ergonomics Sticker)**
0 ข้อ	N/A Sticker (สีเทา)
0 ข้อ	Green Sticker (สีเขียว)
1 ข้อ	Yellow Sticker (สีเหลือง)
> 1 ข้อ	Red Sticker (สีแดง)

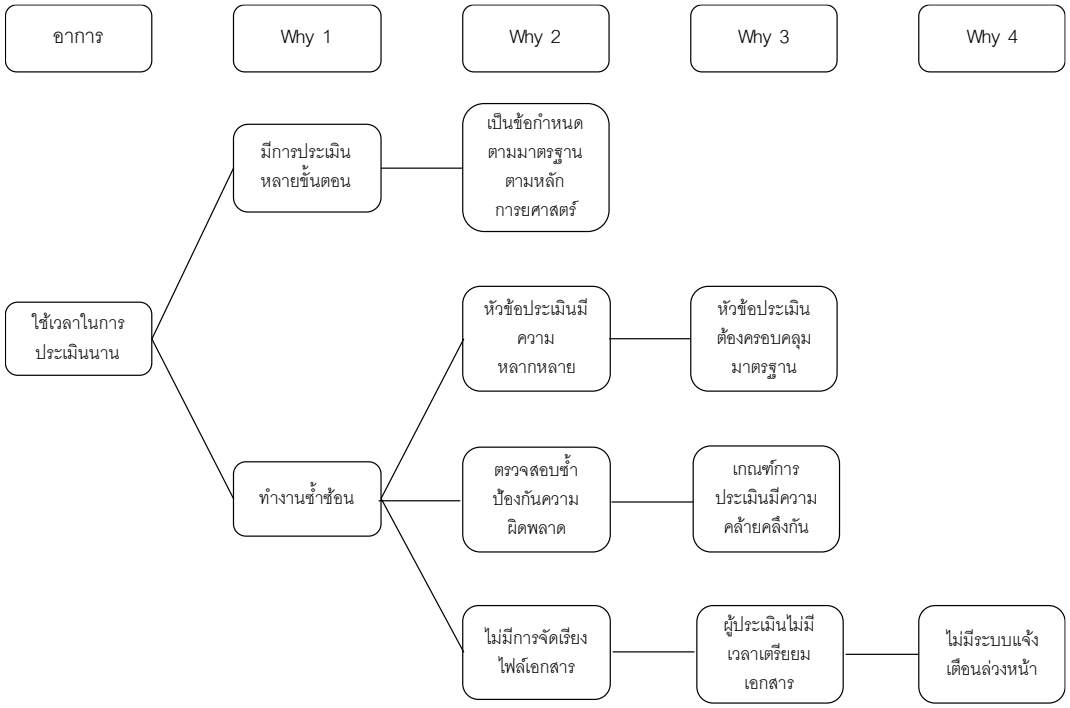
3.2 **การศึกษาเวลา** (Time Study)

ผู้วิจัย ศึกษาและเก็บข้อมูลขั้นตอนการทำงานในกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมด้านการยศาสตร์ทั้ง 7 ขั้นตอน จับเวลาการทำงาน เพื่อจัดทำแผนภูมิการไหลของกระบวนการก่อนการปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เวลาในขั้นตอนการทำงานของกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์

ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์ (Ergonomics Assessment Process)	**เวลาการทำงาน (นาที)**
การตรวจสอบข้อมูลการประเมินของสถานีงาน (Ergonomics Log Sheet Process)	5
การแจ้งเตือนการประเมินแก่เจ้าของสถานีงาน (Remind to User Process)	5
การจัดทำเอกสารเพื่อเข้าประเมิน (Ergonomics Request Sheet Process)	10
การตรวจสอบสภาพแวดล้อมการทำงาน (Ergonomics Inspection Process)	30
การจัดทำรายการการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน (Ergonomics Checklist Process)	45
การอนุมัติการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์ (Work On Process)	15
การออกสติกเกอร์สำหรับสถานีงาน (Ergonomics Sticker Process)	10
รวมเวลาการทำงาน	**120**

จากตารางพบว่าขั้นตอนการจัดทำรายการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานใช้เวลาสูงสุดคือ 44.4998 หรือ 45 นาที คิดเป็นร้อยละ 37.5 ของเวลารวมทั้งกระบวนการ จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์การทำงานด้วยเทคนิค Why-Why Analysis เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าในขั้นตอนการจัดทำรายการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานแสดง



รูปที่ 2 วิเคราะห์สภาพปัญหาด้วย Why-Why Analysis

ดังรูปที่ 2

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Why-Why Analysis นั้นพบว่า มาตรฐานด้านหลักการยศาสตร์มีความละเอียดและหลากหลาย มีความซ้ำซ้อนของเอกสาร ทำให้พนักงานจะต้องตรวจเอกสารซ้ำเพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการประเมิน มีรายละเอียดด้านเอกสารมาก ทำให้ต้องเตรียมเอกสารนาน อีกทั้งเกณฑ์การประเมินมีความคล้ายคลึงกัน ด้วยสาเหตุเหล่านี้ส่งผลกระทบกับระยะเวลาในการทำงานทั้งสิ้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าควรให้มีระบบมาช่วยจัดการด้านเอกสาร ขั้นตอน และรายละเอียดในการตรวจประเมินให้ตรงตามหลักการยศาสตร์ ลดความซ้ำซ้อน เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการประเมิน และระบบยังสามารถเตือนล่วงหน้าก่อนมีการประเมินรอบถัดไป จากนั้นได้ทำการศึกษาเวลาการทำงาน โดยใช้การจับเวลาการทำงานของคนงาน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน เก็บข้อมูลคนละ 5 ครั้ง และนำไปวัดผลก่อนการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 4 จากข้อมูลพบว่ามีจำนวนครั้งในการบันทึกเวลาที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นไม่บ่อยครั้ง และช่วงของการดำเนินกิจกรรมไม่ตรงกับช่วงของการบันทึกเวลา อีกทั้งความชำนาญและประสบการณ์ หรือความเมื่อยล้าของคนงานอาจส่งผลให้เวลาเฉลี่ยในการทำงาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความแตกต่างกัน

3.3 ออกแบบโปรแกรม

จากปัญหาดังกล่าวทีมผู้วิจัยจึงพิจารณาแนวทางในการช่วยสนับสนุนการทำงานในขั้นตอนนี้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ และตรวจสอบงานด้านหลักการยศาสตร์ในการประเมินได้รวดเร็ว และลดความซ้ำซ้อนให้มากขึ้น โดยพัฒนาโปรแกรมประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงานด้วยวิชวลเบสิคฟอร์-แอพพลิเคชั่น เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย เป็น

ตารางที่ 4 ใบบันทึกการจับเวลาการทำงาน (Time Study Observation Sheet) ก่อนปรับปรุง

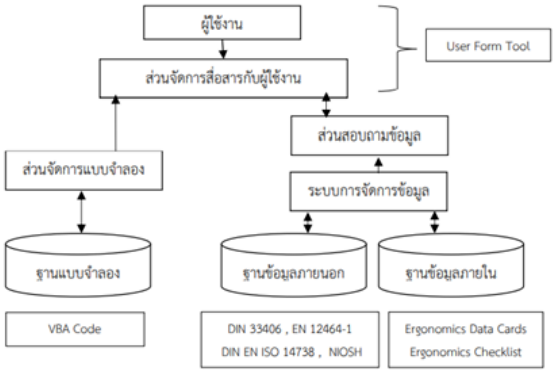
ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page NO.1/1 TS. NO.1/2
ชื่อผลิตภัณฑ์ Ergonomics Checklist Sheet	**กระบวนการ** การประเมินสถานีงานทางด้านการยศาสตร์	**วันที่** 2 สิงหาคม 2564
รุ่น -		**เวลาเริ่ม** 10.00 น. สิ้นสุด 16.00 น.
ขนาดการผลิต 1	**ขั้นตอน** การจัดทำรายการการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน	**ผู้ปฏิบัติงาน** ชายและหญิง
แผนก Technical Engineering Function		
สาย Industrial Engineer	**วิธีการ** **ปัจจุบัน** ปรับปรุง	**ผู้จับเวลา** น.ส.กัญญาลักษณ์ ธรรมรักขิโต
รายงานสถานที่ทำงาน พื้นที่สำนักงาน โต๊ะ เก้าอี้ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานมีการควบคุมทางด้านการยศาสตร์ สภาพอากาศเย็นสบาย ไม่มีเสียงรบกวน		**เครื่องจักร** -
		อุปกรณ์ คอมพิวเตอร์

ลำดับ	**พนักงาน**	**บันทึกเวลาครั้งที่**					**เวลาการทำงานเฉลี่ย (นาที)**	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
		1	2	3	4	5		
1	พนักงาน 1	45.21	48.31	44.11	43.54		45.293	2.128
2	พนักงาน 2	22.80	23.10	22.23			22.710	0.442
3	พนักงาน 3	35.23	38.10	34.08	35.42		35.708	1.701
4	พนักงาน 4	63.34	59.34	57.54	58.12	65.03	60.674	3.324
5	พนักงาน 5	64.09	57.34	63.56	57.43		60.605	3.725
เวลาการทำงานเฉลี่ย (นาที)							**44.998**	**2.264**

ฟังก์ชั่นเสริมในไมโครซอฟต์เอ็กเซล และผู้ใช้งานสามารถปรับปรุงรูปแบบการทำงานได้ง่ายอีกด้วย

3.3.1 ดำเนินการเขียนโปรแกรม

1. โครงสร้างของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจำแนกเป็น 3 โครงสร้างหลักๆ คือ การจัดการข้อมูล (Data Management) ประกอบด้วย ฐานข้อมูลและวิธีการดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูลเหล่านี้อาจมาจากฐานข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา การติดต่อระหว่างผู้ใช้งานและคอมพิวเตอร์ (User Interface) การติดต่อระหว่างกันจะช่วยให้สื่อสารและสั่งงานระบบได้ โดยวิธีที่ง่ายที่สุดคือโปรแกรมสเปรดชีทที่เป็นเครื่องมือภายใต้ไมโครซอฟต์เอ็กเซล บนระบบการจัดการของวิชวลเบสิค และการจัดการแบบจำลอง (Model Management) ในส่วนนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิชวลเบสิคฟอร์แอพพลิเคชั่นมาจัดการแบบจำลองการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3 โครงสร้างของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2. ขั้นตอนการจัดทำรายการรับเข้าข้อมูล (เลือกประเภทของขั้นตอน) โดยต้องมีหน้าต่างนำเข้าข้อมูล (Data Input Sheet I) กรอกข้อมูลเกี่ยวกับ

สถานี กดปุ่ม OK และระบบทำการประมวลผล จากนั้นโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างที่สอง (Data Input Sheet II) เพื่อให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูล หากมีการกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน ระบบจะแจ้งเตือนเพื่อให้กรอกข้อมูลให้ครบถ้วนก่อนผ่านไปขั้นตอนถัดไป

3. แผนภาพการทำงานของการประเมินสภาพแวดล้อมฯ หลังจากที่หน้าต่างแสดงข้อมูลที่ต้องการจะตรวจสอบ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ท่าทางในการทำงานและระยะของเครื่องจักร 2) ระยะของการเอื้อมและระยะของสายตา 3) เอกสารสำคัญและอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงาน 4) ความเครียดทางด้านร่างกาย จากนั้นระบบทำการประมวลผลค่าที่ได้กรอกลงไป แล้วผลลัพธ์จะปรากฏในไมโครซอฟต์เอ็กเซล พร้อมกับแสดงผลลัพธ์

4. การจัดทำหน้าต่างนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย หน้าต่างนำเข้าข้อมูล I จะเป็นหน้าต่างแรกหลังจากกดปุ่ม Start เป็นการนำเข้าข้อมูลเบื้องต้นของสถานีงาน ประกอบไปด้วย ข้อมูลทั่วไป ระยะของการประเมิน ชนิดการทำงานของสถานีงาน และหน้าต่างนำเข้าข้อมูล II จะแสดงข้อมูลที่จะต้องทำการกรอกให้ครบทุกช่อง จากนั้นระบบจะประมวลผลข้อมูลที่ได้กรอกลงไป แล้วแสดงผลลัพธ์ในไมโครซอฟต์เอ็กเซล โดยหน้าต่างนำเข้าข้อมูล II จะแสดงแตกต่างกันไปตามที่กรอกข้อมูลในหน้าต่างนำเข้าข้อมูลที่ I โดยหน้าต่างนำเข้าข้อมูล II จะแสดงภาพประกอบและข้อมูลทั้ง 4 ด้านสำหรับการประเมิน คือ ท่าทางในการทำงานและระยะของเครื่องจักร ระยะของการเอื้อมและระยะของสายตา เอกสารสำคัญและอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงาน และความเครียดทางด้านร่างกาย ดังรูปที่ 4 คือตัวอย่างหน้าต่างนำเข้าข้อมูล II และตารางที่ 5 ส่วนประกอบต่างๆ ในหน้าต่างนำเข้าข้อมูล (ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามการกรอกข้อมูลในหน้าต่างที่ 1)

5. หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล จะแสดงด้วยเครื่องหมาย X ในช่อง Yes, No และ N/A พร้อมช่องแสดงความคิดเห็นต่อการประเมิน จากนั้นระบบจะประเมินความเสี่ยงออกมาเป็นสติกเกอร์เพื่อแสดงสัญลักษณ์ รวมทั้งสรุปผลการประเมินสถานีงานตามหลักการยศาสตร์ หากมีการปรับปรุงจะต้องปรับปรุงในจุดใดบ้าง ระบบจะแสดงออกมาทั้งหมด

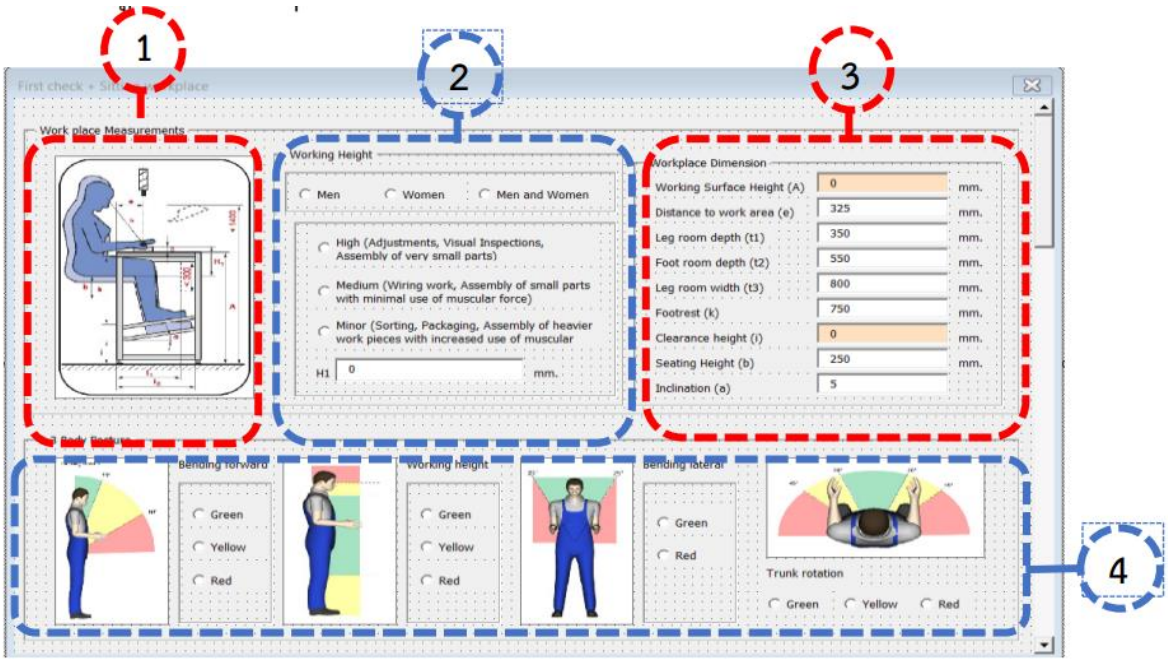
6. การออกแบบควบคุมการทำงานและประมวลผลโดยใช้ภาษาวิชวลเบสิคฟอร์แอพพลิเคชั่น

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบต่างๆ ในหน้าต่างนำเข้าข้อมูล

หมายเลข	ชื่อ	หน้าที่/ความหมาย
1	Picture	แสดงภาพประกอบของค่าที่ต้องการวัด
2	Work Height	เพศ และลักษณะของการทำงาน
3	Workplace Dimension	กรอกข้อมูลที่ได้จากการวัดที่สถานีงาน
4	Body Posture	ลักษณะท่าทางในการทำงาน

3.3.2 การทดสอบโปรแกรม

เพื่อให้แน่ใจว่าผลการประเมินจากโปรแกรมมีความถูกต้องและใช้งานได้จริง จึงทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรม และวัดประสิทธิภาพการทำงานด้วยวิธีการศึกษาการทำงานภายหลังการปรับปรุง และเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงงาน



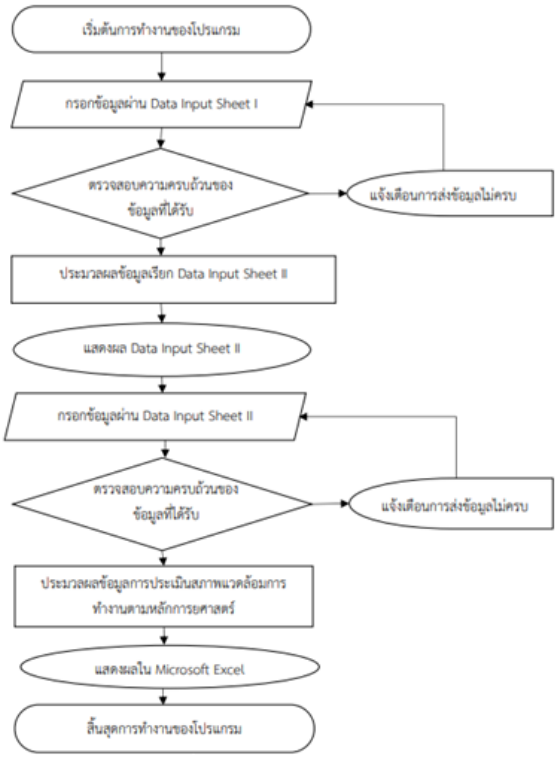
รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าต่างนำเข้าข้อมูล (Data Input Sheet II)

4. ผลจากการออกแบบและการสร้างโปรแกรม

สามารถจำแนกได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 การออกแบบและสร้างโปรแกรม มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการทำงานในกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานตามหลักการยศาสตร์ ให้ข้อมูลมีความถูกต้องจากการประมวลผลและให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยดำเนินการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยโปรแกรมวิชวลเบลิคฟอร์แอพพลิเคชั่น แสดงดังรูปที่ 5

จากนั้นเปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมและการวิเคราะห์ด้วยคนสำหรับการประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงานตามหลักการยศาสตร์ดังตารางที่ 6



รูปที่ 5 การทำงานของโปรแกรม

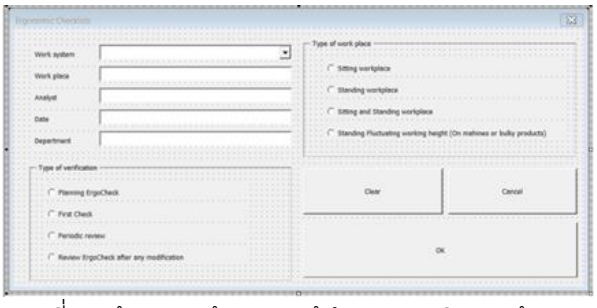
ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรม และการวิเคราะห์คน

หัวข้อในการเปรียบเทียบ	รูปแบบ	
	พนักงานวิเคราะห์	**โปรแกรม**
Input	1. ข้อมูลของผู้ทำการประเมินและข้อมูลพื้นฐานของสถานีงาน 2. ท่าทางในการทำงานและระยะของเครื่องจักรหรือสถานีงาน 3. ระยะของการเอื้อมและระยะของสายตา 4. เอกสารที่สำคัญ และอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงาน 5. ความเครียดทางด้านร่างกาย	1. ข้อมูลของผู้ทำการประเมินและข้อมูลพื้นฐานของสถานีงาน 2. ท่าทางในการทำงานและระยะของเครื่องจักรหรือสถานีงาน 3. ระยะของการเอื้อมและระยะของสายตา 4. เอกสารที่สำคัญและอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงาน 5. ความเครียดทางด้านร่างกาย
Output	แสดงผลการประเมินและประเภทของสติกเกอร์	แสดงผลการประเมินและประเภทของสติกเกอร์
หลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์	- Blue Card - Yellow Card - Yellow-Brown Card - White Card	- Blue Card - Yellow Card - Yellow-Brown Card - White Card
ข้อจำกัด	1. ใช้เวลาในการประเมินนาน 2. มาตรฐานมีความซ้ำซ้อนกันในแต่ละหัวข้อการประเมิน	1. จำเป็นต้องมีการปรับปรุงระบบ หากบริษัทมีการเปลี่ยนแบบฟอร์มการประเมิน หรือเปลี่ยนแปลงเกณฑ์ในการประเมิน

ส่วนที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพของการทำงาน

ผลการประเมิน จะวัดจากการศึกษาเวลาการทำงาน วัดผลการทำงานของพนักงานโดยใช้เทคนิคการจับเวลาการทำงานจากกลุ่มตัวอย่างคนงาน 5 คน ซ้ำ 5 ครั้งพบว่าหลังการปรับปรุงการทำงานมีเวลาทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 11.54 นาที ดังตารางที่ 7

ส่วนที่ 3 การนำโปรแกรมไปใช้งานบริษัทกรณีศึกษา แสดงดังรูปที่ 6 หน้าต่างรับข้อมูลของผู้ทำการประเมิน และรูปที่ 7 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินสถานีงาน



รูปที่ 6 หน้าต่างรับข้อมูลของผู้ทำการประเมินและข้อมูลพื้นฐาน

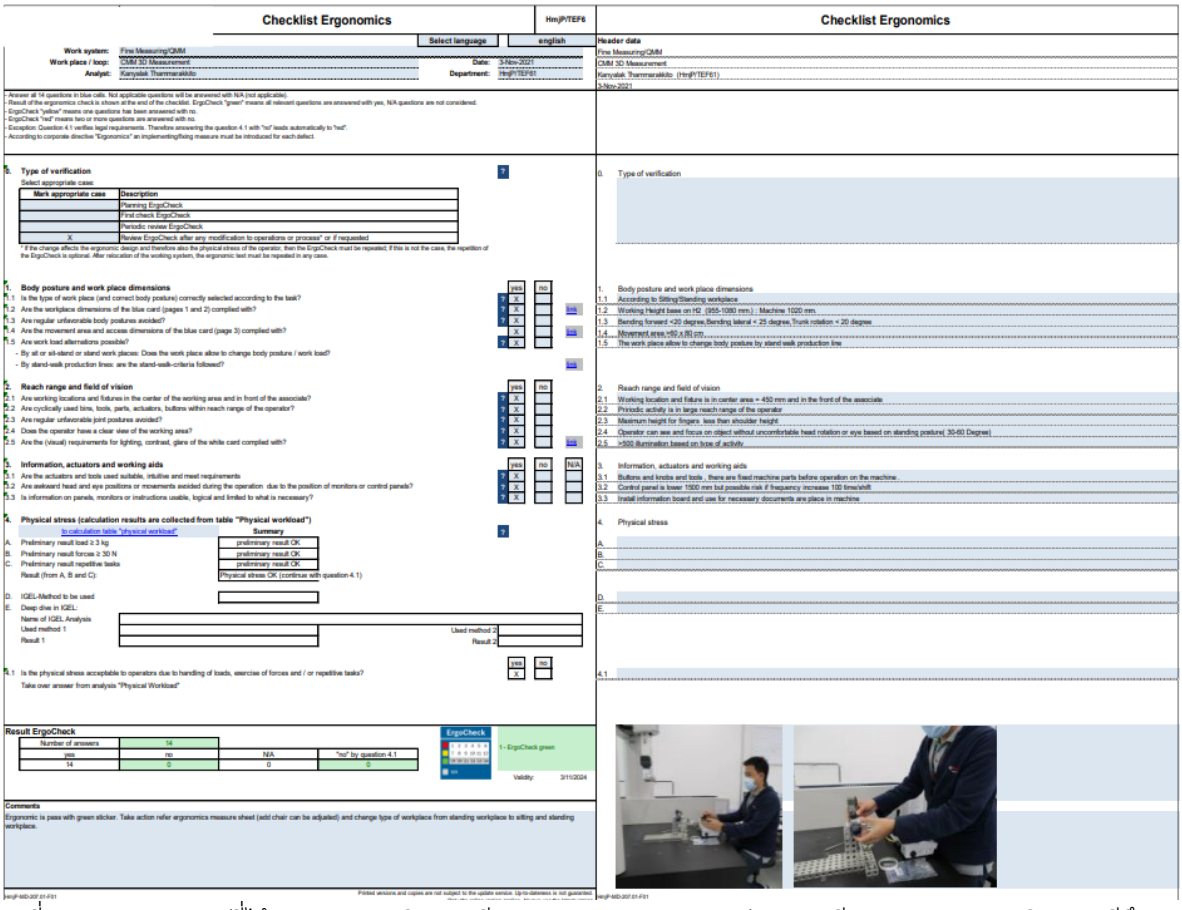
5. สรุปผลการดำเนินงาน

ผลจากการนำโปรแกรมที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาไปทดลองใช้กับบริษัทกรณีศึกษา พบว่าสามารถลดเวลา ในกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์ จากเดิมวิธีปกติมีเวลาทำงานเฉลี่ย 45 นาที เมื่อปรับปรุงการทำงานโดยนำโปรแกรมเข้ามาช่วย สามารถลดลงเวลาการทำงานลงเหลือ 11.54 นาทีหรือลดลงได้ถึงร้อยละ 74.36 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ใบบันทึกการจับเวลาการทำงาน (Time Study Observation Sheet) หลังปรับปรุง

ใบบันทึกการจับเวลา TIME STUDY OBSERVATION SHEET		Page NO.1/1 TS. NO.2/2
ชื่อผลิตภัณฑ์ Ergonomics Checklist Sheet	**กระบวนการ** การประเมินสถานีงานทางด้านการยศาสตร์	**วันที่** 29 พฤศจิกายน 2564
รุ่น -		**เวลาเริ่ม** 10.00 น. สิ้นสุด 16.00 น.
ขนาดการผลิต 1	**ขั้นตอน** การจัดทำรายการการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน	**ผู้ปฏิบัติงาน** ชายและหญิง
แผนก Technical Engineering Function		
สาย Industrial Engineer	**วิธีการ** ปัจจุบัน **ปรับปรุง**	**ผู้จับเวลา** น.ส.กัญญาลักษณ์ ธรรมรักขิโต
รายงานสถานที่ทำงาน พื้นที่สำนักงาน โต๊ะ เก้าอี้ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานมีการควบคุมทางด้านการยศาสตร์ สภาพอากาศเย็นสบาย ไม่มีเสียงรบกวน		**เครื่องจักร** - **อุปกรณ์** คอมพิวเตอร์

ลำดับ	พนักงาน	บันทึกเวลาครั้งที่					เวลาการทำงานเฉลี่ย (นาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
		1	2	3	4	5		
1	พนักงาน 1	12.76	12.56	12.95			12.757	0.195
2	พนักงาน 2	7.56	7.72	6.89			7.390	0.440
3	พนักงาน 3	9.43	9.73	8.81			9.323	0.469
4	พนักงาน 4	13.56	13.83	13.89			13.760	0.176
5	พนักงาน 5	14.56	13.34	14.89	15.04		14.458	0.772
เวลาการทำงานเฉลี่ย (นาที)							**11.538**	**0.410**



รูปที่ 7 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินสถานีงานตามหลักการยศาสตร์ของสถานีงานตัวอย่างของบริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบเวลาการทำงานของวิธีปกติและวิธีใช้งานโปรแกรม

กลุ่มตัวอย่าง	วิธีปกติ (นาที)	วิธีใช้งานโปรแกรม (นาที)	ลดลง (ร้อยละ)
พนักงาน 1	45.293	12.757	71.835
พนักงาน 2	22.710	7.390	67.459
พนักงาน 3	35.708	9.323	73.890
พนักงาน 4	60.674	13.760	77.321
พนักงาน 5	60.605	14.458	76.145
เวลาการทำงานเฉลี่ย (นาที)	**44.998**	**11.538**	**74.360**

เมื่อปรับปรุงขั้นตอนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์ลง ทำให้เวลาทำงานเฉลี่ยตลอดทั้งกระบวนการทั้ง 7 ขั้นตอน ลดเวลาในการทำงานลงจากเดิมใช้เวลา 120 นาทีลดลงเหลือ 86.54 นาที หรือลดลงร้อยละ 27.88 แสดงดังตารางที่ 9

6. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย

1. มาตรฐานการทำงานด้านการยศาสตร์มีความหลากหลาย จึงต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นระยะเวลานาน

2. มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบตัวรับข้อมูล และคำสั่งหลายครั้ง เพื่อให้ระบบมีความสอดคล้องกับความต้องการให้มากที่สุด

7. ข้อเสนอแนะ

หากบริษัทกรณีศึกษามีการเปลี่ยนแปลงเกณฑ์ใหม่ จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงระบบการรับข้อมูลและประมวลผล เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการให้มากที่สุด

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบเวลาในแต่ละขั้นตอนการทำงานของกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์

ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์	วิธีปกติ (นาที)	วิธีใช้งานโปรแกรม (นาที)
การตรวจสอบข้อมูลการประเมินของสถานีงาน	5	5
การแจ้งเตือนการประเมินแก่เจ้าของสถานีงาน	5	5
การจัดทำเอกสารเพื่อเข้าประเมิน	10	10
การตรวจสอบสภาพแวดล้อมการทำงาน	30	30
การจัดทำรายการการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน	45	11.54
การอนุมัติการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์	15	15
การออกสติกเกอร์สำหรับสถานีงาน	10	10
รวมเวลาการทำงาน	**120**	**86.54**

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากความอนุเคราะห์หลายฝ่ายในการสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำในการพัฒนาโปรแกรม ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการใช้งาน ขอขอบคุณพนักงาน และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านของบริษัทกรณีศึกษาที่อนุญาตให้นำข้อมูลมาทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] มาโนช ริทินโย, การศึกษางาน, พิมพ์ครั้งที่ 3. นครราชสีมา: แผนกงานเอกสารการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, 2551.

[2] จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, การวิเคราะห์กระบวนการ, เข้าถึงเมื่อ: 7 มิถุนายน 2565. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้ : https://pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch8.pdf.

[3] สสิธร เทพตระการพร, เอกสารการอบรมการยศาสตร์, กรุงเทพมหานคร: บริษัท ริชเทค บิสซิเนส จำกัด, 2546.

[4] สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย, คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร, กรุงเทพมหานคร, 2563.

[5] สุดธิดา กรุงไกรวงศ์, การบ่งชี้และวิเคราะห์งานด้านการยศาสตร์เพื่อปรับปรุงสภาพการทำงาน, นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2551.

[6] รัฐวุฒิ สมบูรณ์ธรรม และคณะ, “การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของพนักงานลอกยางในโรงงานยางพาราแผ่นรมควันแห่งหนึ่งจังหวัดจันทบุรี,” การประชุมสัมมนาทางวิชาการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ครั้งที่ 10, ระหว่างวันที่ 29-31 พฤษภาคม 2560, หน้า 443-451.

[7] อนันต์ชัย อู่คล้าย และประจวบ กล่อมจิตร, "การประยุกต์ใช้โปรแกรมประเมินภาระงานทางการยศาสตร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในโรงงานอุตสาหกรรม," วารสารการยศาสตร์, ปีที่ 2, ฉบับที่ 1, หน้า 1-11, เดือนมกราคม-มิถุนายน, 2562.

[8] ยศพล ครุธเวโช และสิรวิชญ์ วุฒิ, “การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการติดตามสินค้าคงคลังในระหว่างการผลิตผลิตภัณฑ์เกเบี้ยน,” โครงงานการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2562.

[9] กุลกันยา ศรีสุข และคณะ, “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการ อุตสาหกรรมพลาสติกรีไซเคิล,” วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, ปีที่ 9, ฉบับที่ 2, หน้า 59-68, เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม, 2557.