



การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก

Cost Reduction in Roof Truss Installation



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขา การจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย



ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม
(สาขาวิชา)

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
(หลักสูตร)

(ภาษาไทย)
(ภาษาอังกฤษ)

การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก
Cost Reduction in Roof Truss Installation

ผู้แต่ง นาย วีระยุทธ วงษ์ดี
Mr. Weerayut Wongdee

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

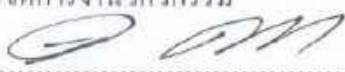
(ดร. วีระกานต์ ชอกจันทร์)

.....(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทงจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

วันที่ 25 เดือน มี.ย. พ.ศ. 2564

บทคัดย่อ


งานค้นคว้าเรื่อง : การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภท โครงถัก
 โดย : นาย วีรยุทธ วงษ์ดี
 ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม
 อาจารย์ที่ปรึกษา : 
 (ดร.วีระกานท์ วงษ์จันทร์)

25 มิ.ย. 2564

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น และเพื่อลดเวลาการติดตั้งโครงหลังคาประเภท โครงถักในงานก่อสร้างอาคาร โดยการประยุกต์ใช้นวัตกรรมของดิน เพื่อลดความสูญเสียเปล่า 7 ประการ ได้แก่ 1) การขนส่งที่ไม่จำเป็น 2) การเก็บสินค้าที่มากเกินไป 3) การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น 4) การรอคอย 5) การผลิตมากเกินไป 6) การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ และ 7) ของเสีย เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จากนั้นเปรียบเทียบข้อมูลต้นทุนและเวลาระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง ผลของงานวิจัยสรุปได้ว่า หลังจากปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน สามารถลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคาต่อพื้นที่ลงได้ ในส่วนของ โครงการที่ 1 ก่อนการปรับปรุงมีต้นทุนในการติดตั้ง 104.43 บาทต่อตารางเมตร และในโครงการที่ 2 หลังจากได้ปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน โดยเน้นให้ขั้นตอนการประกอบโครงถักหลังคาให้แล้วเสร็จเป็นช่วงๆ โดยการทำงานและตรวจสอบแก้ไขในเนวราบ ทำให้ต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคาเป็น 89.91 บาทต่อตารางเมตร ลดลง 104.52 บาทต่อตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 63.76 และความสามารถในการทำงานโครงการที่ 1 รวม 194.43 ตารางเมตรต่อวัน ในโครงการที่ 2 รวม 393.67 ตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นเป็น 198.99 ตารางเมตรต่อวัน หรือร้อยละ 49.46 เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้ คือ 5 วัน โดยไม่ต้องทำงานล่วงเวลาซึ่งสามารถลดต้นทุนและเวลาได้จริง

คำสำคัญ: การลดต้นทุน การติดตั้ง โครงหลังคา โครงหลังคา ประเภท โครงถัก

ABSTRACT

Title : Cost Reduction in Roof Truss Installation
 By : Mr. Weerayut Wongdee
 Degree : Master of Engineering
 Major Field : Engineering Management
 IS Advisor : 

(Dr. Weerakarj Dokchan)

25 June 2021

The objectives of this research were to reduce the expenses incurred and to reduce the time in roof trusses installation in building construction work by applying Lean's approach to reduce the seven wastages as follows: 1) unnecessary transportation; 2) over inventory; 3) unnecessary movements; 4) waiting time; 5) overproduction; 6) nonproductive activities; and 7) defectives. To ensure high efficient operations, the comparison of cost data and the time between before and after the improvement was made. The analytical results indicated that the cost and the time were decreased. Before the improvement, in the first project, the installation cost was 194.43 Baht per square meter. For the second project, after the improvement focusing on the process of assembly the roof truss to be completed on the ground, the cost of installing roof truss was 89.91 Baht per square meter, 104.52 Baht or 53.76% lower. The working capacity of the first project, was 194.43 square meters per day and the second project was 393.67 square meters per day. The working capacity was 198.99 square meters per day or 49.46% higher. Also, the new capacity was in compliance with the 5 days planned work without having overtime, which really could lower the cost and the time of the projects.

Keywords: Cost reduction, Roof truss installation, Roof truss, Roof truss structure

Approved by





กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาชี้แนะช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบพระคุณ และอาจารย์ ดร.วิระกาส ดอกจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบ ติดตามความก้าวหน้า แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้การวิจัยมีความสมบูรณ์อย่างดียิ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำสารนิพนธ์ ทำให้สารนิพนธ์นี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ อันมีผลทำให้สารนิพนธ์สำเร็จได้ด้วยดี

นอกจากนี้ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงศ์พัฒน์ เพ็ชรรุ่งเรือง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการงานวิศวกรรม ที่ให้คำปรึกษากระตุ้นเตือนให้คำแนะนำการนำหลักวิชาการที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการดำเนินชีวิต เพื่อนพ้องพี่น้องที่ได้ร่วมใช้ชีวิตระหว่างเรียน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

คุณงามความดีและประโยชน์อันพึงเกิดจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ มารดา บิดา ภรรยาครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่ง คณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ ให้ความเมตตา และเป็นกำลังใจที่สำคัญ ที่ทำให้การศึกษาวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่สนับสนุน ช่วยเหลือจนประสบความสำเร็จ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

วิรุทธ วงษ์ดี
มหาวิทยาลัยสยาม
พ.ศ.2563

สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	4
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การบริหารงานก่อสร้าง	6
2.2 หลักการของสินค้าคอนกรีตชั้น (Lean Construction)	7
2.3 การลดความสูญเสีย 7 ประการ	8
2.4 หลักการวิเคราะห์แบบ (Why - Why Analysis)	8
2.5 แผนผังก้างปลา หรือ แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)	9
2.6 การลดความสูญเปล่า (E CRS)	10
2.7 การศึกษาเวลา (Time Study)	12
2.8 กระบวนการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก (ROOF TRUSS INSTALLATION)	14
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 Flow chart แสดงขั้นตอนการวิจัย	18
3.2 วิธีการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานและกระบวนการผลิต	19
3.3 ข้อมูลการทำงานก่อนนำมาวิเคราะห์ปรับปรุง	19

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้าที่
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.4 การเลือกใช้นาครน	21
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	23
3.6 ข้อมูลการทำงานก่อนนำมาวิเคราะห์ปรับปรุงของโครงการที่ 2	28
3.7 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของโครงการที่ 1	29
3.8 รายละเอียดของโครงการและแผนงานก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน	29
3.9 การเลือกใช้นาครนที่เหมาะสม ปลอดภัยและคุ้มค่า	30
3.10 การตรวจสอบพื้นที่หน้างานโดยรอบ	34
3.11 การนำเสนอขั้นตอนการปรับปรุงวิธีการทำงานในการติดตั้งโครงถักแก่ผู้บริหาร	35
3.12 การวางแผนขั้นตอนการทำงานกับผู้ปฏิบัติงานโดยการประชุมและจัดทำเอกสาร	36
3.13 การตรวจสอบและประกอบโครงถักหลังคาและใส่อุปกรณ์โครงถักหลังคา	39
3.14 การตรวจสอบระหว่างการติดตั้งโครงถักหลังคา	45
3.15 การติดตั้งโครงถักหลังคา	47
บทที่ 4 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
4.1 โครงการที่ 1 การทำงานแบบเดิม	51
4.2 การบันทึกหลังการปรับปรุงการทำงาน	53
4.3 การเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง	55
4.4 การวิเคราะห์ผลของการปรับปรุง	59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา	60
5.2 สรุปผลการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น	62
5.3 การอภิปรายผลการวิจัย	63
5.4 ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้สำหรับธุรกิจก่อสร้าง	65
5.5 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	65
บรรณานุกรม	66
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์	69

สารบัญรูปรูปภาพ

รูป	หน้าที่
2.1 Concept Framework ของขั้นตอนสตริคชั่น (Lean Construction)	7
2.2 โครงสร้างของผังสาเหตุและผล	9
2.3 แสดงการกำหนดปัจจัยบนก้างปลา	10
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพนักงาน กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์และความสูญเสีย 7 อย่าง	11
2.5 แสดงตัวอย่างโพลดชาร์ตเกรนขนาด 50 ตัน	14
3.1 Flow chart แสดงขั้นตอนการวิจัย	18
3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานในการติดตั้งโครงถักหลังคา ก่อนปรับปรุงแผนงาน	20
3.3 แสดงตารางน้ำหนัก (Rated Loads Chart)	21
3.4 แสดงขั้นตอนการเตรียมการยกติดตั้ง (ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน)	22
3.5 แสดงขั้นตอนการยกติดตั้งโครงถักหลังคา (ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน)	22
3.6 การประชุมทำความเข้าใจและอธิบายขั้นตอนการทำงาน ก่อนถึงวันติดตั้งจริง 1 วัน	23
3.7 ประชุมตอนเช้าก่อนปฏิบัติงาน เพื่อให้ทุกคนในหน่วยงานรับทราบการทำงานที่จะก่อให้เกิดอันตราย (วันที่ 1)	23
3.8 การทดสอบความพร้อมโมบายเครน ขนาด 25 ตัน และรถเทรลเลอร์บรรทุกโครงถัก (วันที่ 1)	24
3.9 การทดสอบความพร้อมโมบายเครน ขนาด 25 ตัน และรถเทรลเลอร์บรรทุกโครงถัก (วันที่ 1) (ต่อ)	24
3.10 ภาพแสดงการยกโครงถักลงเพื่อจัดเก็บและแยกเบอร์โครงถักไว้เพื่อง่ายต่อการติดตั้ง (วันที่ 1)	24
3.11 ภาพแสดงการยกโครงถักลงเพื่อจัดเก็บและแยกเบอร์โครงถักไว้เพื่อง่ายต่อการติดตั้ง (วันที่ 1) (ต่อ)	25
3.12 เริ่มการติดตั้ง Main of Truss (วันที่ 2)	25
3.13 เริ่มการติดตั้ง Main of Truss (วันที่ 2) (ต่อ)	25
3.14 ระหว่างติดตั้งแป (Purlin) (วันที่ 3)	26
3.15 ระหว่างติดตั้งแป (Purlin) (วันที่ 4)	26
3.16 การติดตั้งโครงถักหลังคาแล้วเสร็จ (วันที่ 5)	26

สารบัญรูปรูป (ต่อ)

รูป	หน้าที่
3.17 การติดตั้งโครงถักหลังคาแล้วเสร็จ (วันที่ 5) (ต่อ)	27
3.18 ระหว่างการติดตั้งตาข่ายกันตก และเก็บสีโครงถักหลังคา (วันที่ 6)	27
3.19 สิ้นสุดขั้นตอนในการติดตั้งโครงถักหลังคา (วันที่ 6)	27
3.20 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา	29
3.21 แสดงการแบ่งกลุ่มในการนำมาคำนวณหาน้ำหนักเพื่อเปรียบเทียบ	30
3.22 แสดงความสามารถในการรับของโมบายเครนน้ำหนัก (Rated Loads Chart)	33
3.23 รูปแสดงผังบริเวณทั้งหมดภายในพื้นที่โรงงาน	34
3.24 รูปแสดงการสำรวจพื้นที่โดยรอบอย่างละเอียด	35
3.25 รูปแสดงการนำเสนอขั้นตอนการปรับปรุงวิธีการทำงาน	35
3.26 แสดงลำดับในการติดตั้งโครงถักหลังคา	36
3.27 แสดงการย้ายโครงถักจากรถบรรทุกเพื่อประกอบ ณ ตำแหน่งเตรียมยก	36
3.28 แสดงการย้ายโครงถักจากรถบรรทุกเพื่อประกอบ ณ ตำแหน่งเตรียมยก (ต่อ)	36
3.29 แสดงรูปแบบวิธีการประกอบชิ้นงาน	37
3.30 แสดงรูปแบบลำดับการประกอบชิ้นงานเป็นใน 1 ช่วง (SPANS)	37
3.31 แสดงการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักร อุปกรณ์และปิดพื้นที่อันตราย ก่อนทำงานยกติดตั้งหลังประกอบโครงถักหลังคาแล้วเสร็จทั้งหมด	37
3.32 แสดงขั้นตอนการยกติดตั้งโครงถักหลังคา	38
3.33 แสดงขั้นตอนการย้ายนั่งร้านเพื่อเริ่มติดตั้งชุดถัดไป	38
3.34 แสดงขั้นตอนการยกติดตั้งโครงถักหลังคา GROUP : A-F แล้วเสร็จภายใน 1 วัน	38
3.35 แสดงขั้นตอนเก็บงานในช่วงที่เว้นไว้	39
3.36 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลของ Bolts (Film data)	41
3.37 ตรวจสอบสภาพ รูปทรง ความโค้ง บิดงอ รอยเชื่อม และอื่นๆ โดยทั่วไปของโครงสร้างเหล็ก	42
3.38 ตรวจสอบสภาพ รูปทรง ความโค้ง บิดงอ รอยเชื่อม และอื่นๆ โดยทั่วไปของโครงเหล็ก	42
3.39 แสดงขั้นตอนการทำงานของน้ำยาเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบรอยเชื่อมแบบ PT	43
3.40 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบรอยเชื่อมแบบ PT	43
3.41 แสดงการตรวจสอบสีกันไฟที่โรงงานผลิต (1)	44

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป	หน้าที่
3.42 แสดงการตรวจสอบสีกันไฟที่โรงงานผลิต (2)	44
3.43 แสดงตัวอย่างการขนส่งโครงสร้างเหล็กเข้าหน่วยงาน	45
3.44 การประชุมภายในหน่วยงานก่อสร้างก่อนทำการติดตั้ง 1 วัน	46
3.45 การประชุมตอนเช้าของทุกวัน เพื่อชี้แจงจุดอันตรายให้ทุกคนในหน่วยงานทราบ	46
3.46 การประชุมหุ้มนัดติดตั้ง ก่อนทำการยกโครงถักหลัง	47
3.47 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่ม (1)	47
3.48 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่ม (2)	48
3.49 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่ม (3)	48
3.50 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่ม (4)	48
3.51 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่ม (5)	49
3.52 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่ม (6)	49
3.53 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่ม (7)	49
3.54 แสดงการยกโครงถักหลังคาแล้วเสร็จทั้งหมด	50
4.1 แสดงน้ำหนักโครงถักหลังคา	54
4.2 แสดงอัตราส่วนพื้นที่โครงถักหลังคา และเวลาที่ใช้จริงในการทำงาน	54
4.3 แสดงอัตราส่วนต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในการทำงาน	54
5.1 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่	61

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้าที่
1.1 แสดงการคาดการณ์ต้นทุนของงานติดตั้งโครงถักหลังคาที่คาดการณ์ไว้	3
1.2 แสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของงานติดตั้งโครงถักหลังคา	3
3.1 แสดงแผนงานการติดตั้งก่อนปรับปรุงวิธีการ	20
3.2 แผนงานการติดตั้งโครงการที่ 2	29
3.3 รายการคำนวณน้ำหนักกลุ่มของโครงการที่มีขนาดน้ำหนักมากที่สุดของโมบายเครน	31
3.4 แสดงความสามารถในการรับน้ำหนักของโมบายเครน 50 ตัน	33
4.1 แสดงการคาดการณ์เวลาที่ใช้ในการทำงาน และสถิติในการทำงานจริง	51
4.2 แผนงานและความคืบหน้าของงานในแต่ละวันก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน	52
4.3 แสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของงานติดตั้งโครงถักหลังคา (ก่อนปรับปรุง)	53
4.4 แสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานในโครงการที่ 2	55
4.5 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลในการทำงานจริงของทั้ง 2 โครงการ	56
4.6 แผนงานและความคืบหน้าของงานในแต่ละวันหลังปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน	56
4.7 แสดงการค่าใช้จ่ายจริงที่เกิดขึ้นในการทำงานจริงในโครงการที่ 2	56
4.8 เปรียบเทียบต้นทุนโครงการที่ 1 (ก่อนการปรับปรุง) และโครงการที่ 2 (หลังการปรับปรุง)	58
5.1 การเปรียบเทียบข้อมูล การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา	60
5.2 การเปรียบเทียบการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ	62

บทที่ 1

บทนำ

การบริหารงานก่อสร้าง คือ การจัดการทรัพยากรเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการก่อสร้างนั้น ๆ ก็คือ ตัวอาคารหรือสิ่งก่อสร้างที่ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการต้องการนำไปงานต่อไป การบริหารโครงการก่อสร้างไม่ได้เพียงแค่ต้องการสิ่งก่อสร้างขึ้นมาเท่านั้น แต่จำเป็นต้องมีการจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ในโครงการให้เหมาะสม ถูกต้อง ถูกเวลาและถูกหน้าที่ เพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้จะเห็นได้ว่า การบริหารงาน ก่อสร้างนั้น ไม่ได้เพียงแค่การบริหารโครงการก่อสร้างให้สิ่งก่อสร้างแล้วเสร็จแต่ยังต้องคำนึงถึงเป้าหมายต่างๆ อีก ซึ่งเป้าหมายเหล่านั้น คือ ต้นทุน (Cost) เวลา (Time) และคุณภาพงาน (Quality) รวมถึงด้านความปลอดภัยในการทำงาน (Safety) ดังนั้นการบริหารงานก่อสร้างจะต้องนำส่วนผสมทั้ง 4 ข้อมาอยู่รวมกันได้เป็นอย่างดี โดยจะต้องใช้ต้นทุนที่ต่ำในเวลาน้อยที่สุดและได้งานออกมามีคุณภาพ มีความปลอดภัยในการทำงาน แต่อาจขึ้นอยู่กับการให้ความสำคัญในข้อกำหนดนั้นๆ ได้ เช่น เจ้าของโครงการมีความต้องการให้โครงการก่อสร้างแล้วเสร็จอย่างรวดเร็วโดยยอมเพิ่มต้นทุนขึ้นและให้คุณภาพงานออกมามีเหมือนเดิมเป็นต้น ดังนั้น “เวลา” จึงเป็นทรัพยากรที่มีค่าและมีความสำคัญต่อการบริหารงานก่อสร้างเพื่อให้ประสบผลสำเร็จต่อไป

เนื่องจากโครงการก่อสร้างได้รับผลกระทบจากปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าหลากหลายปัจจัย เช่น ปัจจัยด้านการเงิน แรงงาน วัสดุเครื่องจักรอุปกรณ์ก่อสร้างกระบวนการก่อสร้างข้อตกลงระหว่างผู้รับเหมากับเจ้าของงาน สภาพภูมิประเทศที่ไม่เหมาะสมกับการทำงานและอื่นๆ การวางแผนงานจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ เพื่อลดความผิดพลาดในขั้นตอนการทำงาน ถึงแม้การวางแผนงานนั้นจะรอบคอบแค่ไหน แต่ก็อาจผิดพลาดได้ เพราะปัญหาและอุปสรรคในงานก่อสร้างนั้น หน้างานจริงความผิดพลาดที่ไม่สามารถกำหนดได้ ดังนั้นผู้บริหารโครงการจะต้องมีความรู้และแนวทางใหม่ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารต้นทุน เป็นผู้รู้ในการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีวิธีการที่ยืดหยุ่นเป็นหลักในการกำหนดและจัดความสูญเสียต่างๆ สามารถลดระยะเวลาการทำงานและลดต้นทุนในส่วนงานต่างๆ ลงให้เสร็จก่อนจากแผนงานที่กำหนดไว้ เพื่อมีปัจจัยอื่นๆ เกิดขึ้นระหว่างก่อสร้าง และสามารถนำเวลาส่วนที่เหลือไปใช้กับงานอื่นๆ เพื่อให้ภาพรวมของแผนงานการทำงานอยู่ในสภาวะปกติ หรืออาจทำให้แผนงานเร็วกว่าแผนงานที่กำหนด และส่งผลไปถึงความเชื่อมั่นของลูกค้าและยังสามารถลดต้นทุนค่าก่อสร้าง รวมถึงด้านความปลอดภัยในการทำงานได้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมก่อสร้าง เป็นสาขาเศรษฐกิจสำคัญสาขาหนึ่งที่เป็นตัวแปรในด้านการพัฒนา และการลงทุนของประเทศ ซึ่งการก่อสร้างของประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ภาค คือ ภาครัฐบาลและ ภาคเอกชน งานก่อสร้างของภาครัฐส่วนใหญ่เป็นโครงสร้างพื้นฐานในการพัฒนาประเทศในระบบ สาธารณูปโภค ได้แก่ ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ ถนน ทางด่วน ทางรถไฟ และบริการของรัฐต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนมีความสะดวกในการดำรงชีวิต ส่วนภาคเอกชนจะเน้นการก่อสร้างที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ อาคารสำนักงานและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่ได้รับ อนุญาตก่อสร้างในปี 2/2561 เทียบกับปี 2/2562 พบว่า พื้นที่ของสิ่งก่อสร้างที่ได้รับอนุญาตในปี 2562 ทั่วประเทศมีจำนวนลดลงจากปี 2561 ประมาณร้อยละ 4.7 เมื่อเปรียบเทียบกับไตรมาสที่ผ่านมาและไตรมาสเดียวกันของปี 2561 (การประมวลพื้นที่ก่อสร้าง พ.ศ. 2562 สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2562, หน้า 9) และจากข้อมูลทำคาดการณ์ถึงสถานะเศรษฐกิจได้ว่าการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของ ไทยลดลง ดังนั้นการแข่งขันทางด้านธุรกิจก่อสร้างจึงเพิ่มสูงขึ้น จึงต้องหาวิธีการและขั้นตอนต่างๆ เพื่อลดต้นทุนและเวลาในงานแต่ละประเภทได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระยะเวลาในการก่อสร้างใน 1 โครงการส่วนใหญ่จะใช้เวลา 6-12 เดือน และใน 1 ปี บริษัท จะมียานที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งโครงถักหลังคา หากสามารถลดต้นทุนในงานติดตั้งโครงถักหลังคา ได้ ก็อาจสามารถลดต้นทุน และเวลาในงานต่อเนื่องอื่นได้

ปัญหาความล่าช้าและต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในการก่อสร้างเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ บางส่วนเกิด จากความล่าช้าในขั้นตอนการทำงาน วิธีการทำงานแบบเดิมๆ ทำให้ส่งผลกระทบต่อแผนการ ดำเนินงานที่ต่อเนื่องกัน เช่น งานเทคอนกรีตพื้น งานตกแต่งภายใน ทั้งนี้ควรขจัดความสูญเปล่าใน ขั้นตอนการทำงานที่สำคัญให้ได้ หัวใจหลักขององค์การนั้นคือ งานหลังคา หากสามารถลด ต้นทุนและเวลาในการติดตั้งโครงหลังคาได้ก็จะสามารถเริ่มงานอย่างอื่นที่ต่อเนื่องได้

ในกรณีนี้ ต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา ขนาดพื้นที่ 1,269.33 ตารางเมตร น้ำหนักของ โครงถักหลังคา 25 ตัน จะมีต้นทุนที่แสดงในตารางที่ 1.1 และ 1.2

ตารางที่ 1.1 แสดงการคาดการณ์ต้นทุนของงานติดตั้งโครงถักหลังคาที่คาดการณ์ไว้

การคาดการณ์ค่าใช้จ่าย ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน

1/1

ตารางค่าใช้จ่ายในงานติดตั้งโครงถักหลังคา											
หัวข้อ	ลำดับ	รายละเอียด	ปริมาณ	หน่วย	จำนวน	ค่า	จำนวนวัน	OT / วัน	จำนวน / บาท	รวม	หมายเหตุ
เครื่องจักร	1	- โม่บดคอนกรีต ขนาด 25 ลิ้น	1	คัน	10,000	1,250	5	-	50,000	50,000	ไม่ทำค่าแรง
		- บูนลิฟท์	2	คัน	6,500	-	3	-	65,000	65,000	
		- ค่าขนส่งโม่บดคอนกรีต ขนาด 25 ลิ้น	1	เที่ยว	20,000	-	1	-	20,000	20,000	
		- ค่าขนส่งบูนลิฟท์	1	เที่ยว	2,000	-	1	-	2,000	2,000	
ค่าแรงงานติดตั้ง	2	- หัวหน้างาน	1	คน	1,200	225	4	-	4,800	4,800	
		- ช่างเชื่อม	1	คน	800	150	4	-	3,200	3,200	
		- ช่างประกอบและติดตั้ง	6	คน	750	141	4	-	18,000	18,000	
		- สอนงาน	4	คน	450	84	4	-	7,200	7,200	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เที่ยว	5,000	-	1	-	5,000	5,000	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เที่ยว	5,000	-	1	-	5,000	5,000	
งานสี	3	- หัวหน้างาน	1	คน	500	94	-	-	2,000	2,000	หน่วยงาน 1 วัน
		- ช่างสี	5	คน	420	79	4	-	8,400	8,400	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เที่ยว	5,000	-	1	-	5,000	5,000	
งานค่าจ้างกันสาด	4	- หัวหน้างาน	1	คน	500	94	1	-	500	500	
		- ช่างติดตั้ง	5	คน	450	84	1	-	2,250	2,250	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เที่ยว	2,000	-	1	-	2,000	2,000	
รวม									195,350 บาท		

ตารางที่ 1.2 แสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของงานติดตั้งโครงถักหลังคา

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน

1/2

ตารางค่าใช้จ่ายในงานติดตั้งโครงถักหลังคา											
หัวข้อ	ลำดับ	รายละเอียด	ปริมาณ	หน่วย	จำนวน	ค่า	จำนวนวัน	OT / วัน	จำนวน / บาท	รวม	หมายเหตุ
เครื่องจักร	1	- โม่บดคอนกรีต ขนาด 25 ลิ้น	1	คัน	10,000	1,250	6	5	60,000	66,250	ไม่ทำค่าแรง
		- บูนลิฟท์	2	คัน	6,500	-	4	0	78,000	78,000	
		- ค่าขนส่งโม่บดคอนกรีต ขนาด 25 ลิ้น	1	เที่ยว	20,000	-	1	0	20,000	20,000	
		- ค่าขนส่งบูนลิฟท์	1	เที่ยว	2,000	-	1	0	2,000	2,000	
ค่าแรงงานติดตั้ง	2	- หัวหน้างาน	1	คน	1,200	225	6	5	7,200	8,325	
		- ช่างเชื่อม	1	คน	800	150	6	5	4,800	5,550	
		- ช่างประกอบและติดตั้ง	6	คน	750	141	6	5	27,000	27,703	
		- สอนงาน	4	คน	450	84	6	5	10,800	11,222	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เที่ยว	5,000	-	1	0	5,000	5,000	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เที่ยว	5,000	-	1	0	5,000	5,000	
งานสี	3	- หัวหน้างาน	1	คน	500	94	5	0	2,500	2,500	หน่วยงาน 2 วัน
		- ช่างสี	5	คน	420	79	5	0	10,500	10,500	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เที่ยว	5,000	-	1	0	5,000	5,000	
งานค่าจ้างกันสาด	4	- หัวหน้างาน	1	คน	500	94	1	0	500	500	
		- ช่างติดตั้ง	5	คน	450	84	1	0	2,250	2,250	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เที่ยว	2,000	-	1	0	2,000	2,000	
รวม									246,800 บาท		

จากตารางที่ 1.1 และ 1.2 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายและเวลาในการติดตั้งโครงถักหลังคานั้นมีต้นทุนเพิ่มขึ้นจากที่คาดการณ์ไว้ถึง 51,450 บาท มีสาเหตุของปัญหาดังต่อไปนี้

การประกอบชิ้นงานผิด การตรวจสอบชิ้นงานที่ยากลำบาก เนื่องจากวิธีการทำงานที่ไม่ปลอดภัย ผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้เข้าใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น และอาจทำให้แผนงานที่ต่อเนื่องจากงานโครงหลังคา เกิดความล่าช้าลง เป็นต้น

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก และปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษามีดังนี้

- 1.2.1 เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น
- 1.2.2 เพื่อลดเวลาการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก โดยการประยุกต์แนวทางของดินเพื่อลดความสูญเปล่า 7 ประการ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

เปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานในงานการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก (ROOF TRUSS) ของการก่อสร้างอาคารประเภทโรงงานอุตสาหกรรม 2 แห่ง เพื่อนำผลการศึกษาปัญหาต้นทุนและเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานในแต่ละหน่วยงานที่เกิดขึ้น โดยใช้การเก็บสถิติการทำงานของทั้ง 2 แห่งและการถ่ายรูปขั้นตอนการทำงานเพื่อช่วยในการปรับปรุงขั้นตอน การติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก ให้น่างานให้ได้ต้นทุนที่ลดลงและเพิ่มประสิทธิภาพในงานติดตั้งโครงถักหลัง ทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการดำเนินงานดียิ่งขึ้น ช่วยลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคาลงได้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

การเก็บรวบรวมสถิติในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถักของ 2 หน่วยงาน

- 1.4.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก
- 1.4.2 กำหนดแนวทางและวิธีการในการลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถักปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก
- 1.4.3 สรุปผลการศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนที่เกิดขึ้น ในงานติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถักได้
2. ปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้
3. ทำให้ทราบถึงขั้นตอนที่ทำให้ต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก
4. ลดความล่าช้าในบางขั้นตอนการทำงานในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก
5. ลดความเสี่ยงในการทำงานบนที่สูงได้



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบริหารงานก่อสร้าง

งานก่อสร้างเป็นงานที่สลับซับซ้อน มีหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องหลายหน่วยงาน ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะมีลักษณะและความเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างที่แตกต่างกัน ต้องมีการประสานงานอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา เช่น เจ้าของงาน ผู้ออกแบบ ผู้รับจ้าง ผู้ควบคุมงาน ก่อสร้าง กรรมการตรวจการจ้าง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรมทางหลวง ฯลฯ และรูปแบบการบริหารงานที่เป็นการเฉพาะแต่ละโครงการซึ่งแตกต่างกันไปตามรูปแบบ ก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างรวมทั้งเงื่อนไขแห่งเวลา การจัดสรรทรัพยากร ตลอดจนสถานะแวดล้อมของแต่ละสถานที่สถิติแรงงานและอื่นๆ ก็แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยมีเป้าหมายของการบริหารงานก่อสร้าง คือ

- ดำเนินงานก่อสร้างให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- งานมีความถูกต้องตามรูปแบบรายการ ตรงตามหลักวิชาการและหลักปฏิบัติ
- ควบคุมการใช้ทรัพยากรและเวลาอย่างเหมาะสมและประหยัด
- มีความปลอดภัยในการทำงาน

ผู้บริหารผลิตภาพเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อกิจกรรมการเพิ่มผลิตภาพขององค์กร จึงเป็นผู้ที่ต้องมีความรู้ และความพยายามในการรับรู้แนวคิดหลักการและแนวทางเพื่อการเพิ่มผลิตภาพใหม่ๆ เพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารผลิตภาพ ผู้บริหารเองจะต้องมีความมั่นใจในการผลักดันโครงการเพิ่มผลิตภาพต่างๆ ให้ประสบความสำเร็จอย่างต่อเนื่องได้

การเข้าใจปัญหาและกำหนดปัญหาได้อย่างถูกต้องอย่างแน่นชัดเป็นหลักการง่ายที่ช่วยให้ผู้บริหารไม่ต้องเสียเวลาในการแก้ปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหา แก้ปัญหาแล้วยังไม่จบสิ้น แก้ปัญหาที่ก่อให้เกิดปัญหาใหม่ ฯลฯ

การศึกษาการทำงาน (Work Study) “การศึกษาการทำงาน” เป็นวิชาการศึกษาค้นคว้าเคลื่อนที่ และศึกษาเวลา (Motion and Time Study) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นต้นกำเนิดของหลักวิชาการตามแนวคิดและหลักการของ Federick W.Taylor และ Frank B.Gilberth ต่อมาขอบข่ายการศึกษาเคลื่อนที่และการศึกษาเวลาได้ขยายเพิ่มขึ้นโดยเดิมที่การศึกษาเคลื่อนที่จะพิจารณาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการทำงานของร่างกายประกอบรวมกับการจัดสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของคนงาน โดยเฉพาะต่อเมื่อมีการใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตขอข่ายการศึกษาจึงกว้างขึ้นมากกลายเป็น “การศึกษาวิธี” (Method

Study) ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาการเคลื่อนที่โดยที่จะเป็นการศึกษาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมและใช้หลักการปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ที่ดีกว่าเดิม ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น ความสูญเสีย น้อยลง และต้นทุนการผลิตต่ำลง ในส่วนของการศึกษาเวลาเนื่องจากกระบวนการวัดเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานและเก็บข้อมูลเวลาทำงานใช้เป็นการวัดผลงานอย่างหนึ่ง การวัดผลงานสามารถทำได้ด้วยกระบวนการวิธีการอื่นๆ อีกนอกเหนือจากการศึกษาเวลา โดยการใช้นาฬิกาจับเวลา จึงพัฒนาเป็นวิชา "การวัดผลงาน" (Work Measurement) ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาเวลาการสู่่งานการใช้เวลามาตรฐานปริดิเทอร์มินและการใช้มาตรฐานเวลาที่วิจัยฐานข้อมูลประกอบการใช้งานการวัดผลงาน

2.2 หลักการของลีนคอนสตรัคชัน (Lean Construction)

ลีนคอนสตรัคชัน (LEAN Construction) คือแนวคิดหรือกระบวนการทำงาน ที่ประยุกต์จากแนวความคิด LEAN Manufacturing หรือ LEAN Production ในอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งหลักการของ ลีน (LEAN) คือ การออกแบบและการจัดการกระบวนการ, ระบบ, ทรัพยากร และมาตรการต่างๆ อย่างเหมาะสม โดยพยายามให้เกิดความสูญเสียน้อยที่สุดหรือมีส่วนเกินที่ไม่จำเป็นเป็นน้อยที่สุด ลดตัวแปรต่างๆ ที่เป็นปัญหาต่อกระบวนการเพื่อให้มีการดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ (Workflow) และ เป็นการกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในการผลิต (Non-Value Added) ลดขั้นตอน การทำงานซ้ำซ้อน (ไทยเอ็นจีเนียริง, 2560)



รูปที่ 2.1 Concept Framework ของลีนคอนสตรัคชัน (Lean Construction)
(ไทยเอ็นจีเนียริง, 2560)

2.2.1 การประยุกต์ใช้แนวความคิด LEAN ในงานก่อสร้าง

เครื่องมือและปัจจัยที่สนับสนุนแนวความคิดของลีน (LEAN Tools) ประยุกต์ใช้กับงานก่อสร้าง คือ เครื่องมือ PDCA (Plan - Do - Check - Act) เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพของการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอน คือ วางแผน ปฏิบัติ ตรวจสอบ ปรับปรุง การดำเนินกิจกรรม PDCA อย่างเป็นระบบให้ครบวงจร อย่างต่อเนื่อง หมุนเวียนไปเรื่อยๆ การนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการก่อสร้างนั้นมีความต้องการลดความสูญเสียให้มากที่สุดโดย มุ่งเน้นไปที่การพัฒนากระบวนการในงานก่อสร้างทั้งระบบ ดังนี้

2.2.1.1 การออกแบบโครงการก่อสร้าง ออกแบบลักษณะรูปร่างและมีความชัดเจน ลูกค้าได้รับรู้ถึงรายละเอียด เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงแบบภายหลัง

2.2.1.2 การจัดเตรียมทรัพยากรระหว่างผู้รับเหมากับบริษัทผู้จัดหาวัสดุและ จัดหาวัสดุ แบบ Just in Time

2.2.1.3 การวางแผนในงานก่อสร้าง กำหนดบรรทัดฐานการทำงาน (Benchmarking) ระบุสายงานวิกฤตอย่างชัดเจนและจัดระบบการบริหารความเสี่ยง (Risk Management)

2.2.1.4 การก่อสร้าง การสื่อสารที่ชัดเจนตลอดแผนงานโครงการ รายงานประจำวัน ฝึกอบรมให้บุคลากรมีความเชี่ยวชาญในงานและสร้างแรงจูงใจในการทำงาน (วรุฒิ บุญมาพบ, 2557)

2.3 การลดความสูญเสีย 7 ประการ (The 7 Wastes)

ความสูญเปล่า หรือ MUDA หรือ WASTE ล้วนแต่มีความหมายเดียวกัน หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ซึ่งความสูญเปล่านั้นมีอยู่ 7 ประการด้วยกันคือ 1) การผลิตมาก เกินไป (Overproduction) 2) การรอคอย (Waiting) 3) การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting) 4) การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์(Inappropriate Processing) 5) การเก็บสินค้าที่มาก เกินไป (Unnecessary Inventory) 6) การเคลื่อนที่เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions) และ 7) ของเสีย (Defect) (Pro Ind Solutions, 2560)

2.4 หลักการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis

เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้า และ กำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดขึ้น หากปัญหาเดิมเกิดขึ้น แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมา ผิดทาง หรือ อาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่ เครื่องมือนี้เป็น เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ สูงมาก หากผู้วิเคราะห์มีความเข้าใจ และมีความชำนาญในงานที่ตนทำ อยู่ รวมถึงความรู้ด้านวิศวกรรม การวิเคราะห์ Why-Why Analysis นั้น เป็นเพียงเครื่องมือ ในการ วิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าเท่านั้น การจะทำให้ปัญหานั้นหมดไป จึงจำเป็นต้อง ประยุกต์ หลักการอื่นๆ เข้ามาช่วย (ไมตรี บุญจันทร์, 2561)

2.5 แผนผังก้างปลา หรือ แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับ สาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผัง สาเหตุและผล ในชื่อของ "ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) " เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะ คล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผัง อิชิคาว่า (Ishikawa Diagram) ผัง ก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.5.1 ส่วนประกอบของแผนผังก้างปลา

2.5.1.1 ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา

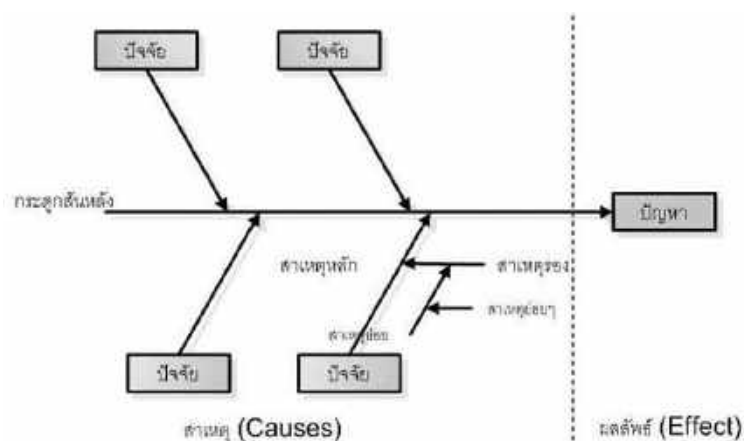
2.5.1.2 ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

2.5.1.2.1 ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)

2.5.1.2.2 สาเหตุหลัก

2.5.1.2.3 สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้าง รองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของผังสาเหตุและผล (ศุภพัฒน์ ปิงตา, 2557)

2.5.2 การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผล

โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

2.5.2.1 M Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร

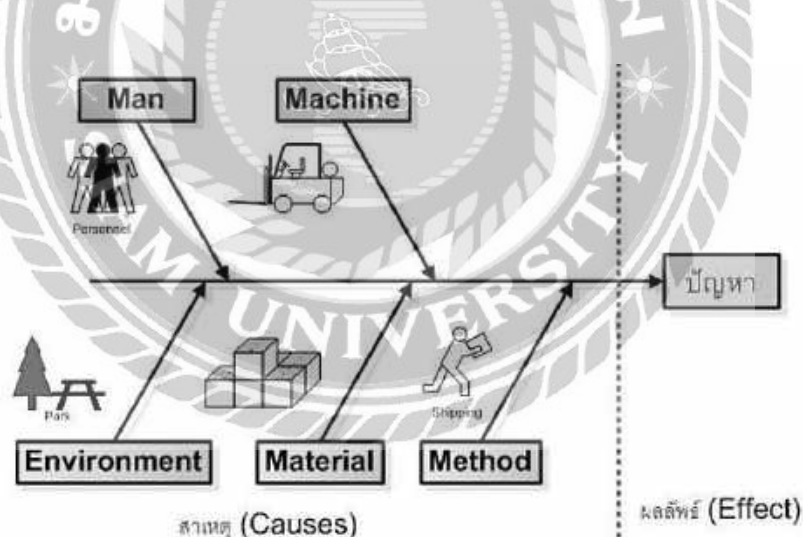
2.5.2.2 M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

2.5.2.3 M Material วัสดุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

2.5.2.4 M Method กระบวนการทำงาน

2.5.2.5 E Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

(ศุภพัฒน์ ปิงตา, 2557)



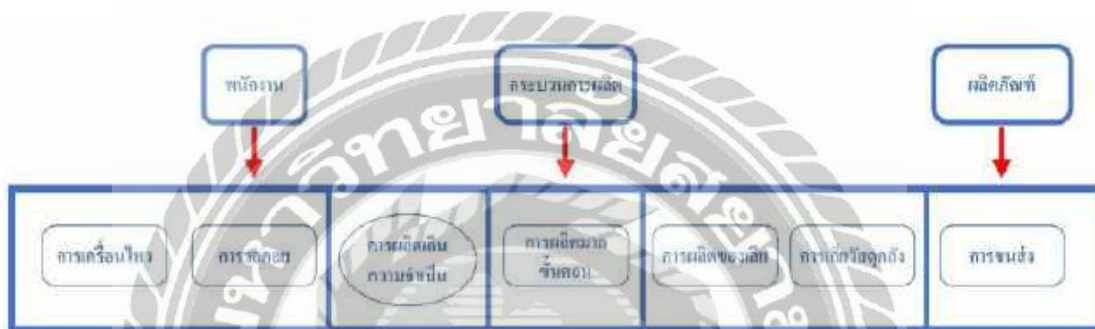
รูปที่ 2.3 แสดงการกำหนดปัจจัยบนก้างปลา (ศุภพัฒน์ ปิงตา, 2557)

2.6 การลดความสูญเปล่า ECRS

ECRS คือ แนวคิดในการลดความสูญเปล่าในการดำเนินงาน หรือที่เรียกว่า Waste ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยไม่สร้างผลตอบแทนหรือประโยชน์ใดๆ เพิ่มเติมให้กับองค์กร และในบางกรณีอาจทำให้การดำเนินงานช้าลงจากที่ควรจะเป็น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในการดำเนินงานเพิ่มขึ้น

โดยชื่อของ ทฤษฎี ECRS คือ E : Eliminate (การกำจัด) C : Combine (การรวบรวม) Rearrange (การจัดเรียงใหม่) และ S : Simplify (การทำให้ง่ายขึ้น) ซึ่งเป็น หลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเสียเปล่าหรือ MUDA ลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความสูญเสีย 7 ประการเป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่องค์กร โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างพนักงาน กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ และความสูญเสีย 7 ประการ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ดังนั้นจึงควรลดความสูญเสียให้เหลือน้อยที่สุด และการลดความสูญเสียนอกจากจะเป็นการปรับปรุงการผลิตและเพิ่มผลผลิตได้แล้วยังช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพนักงาน กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์และความสูญเสีย 7 อย่าง

การลดความสูญเสียในการผลิต เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการอย่างรีบด่วนเพราะความสูญเสียจะทำให้ต้นทุนสินค้าเพิ่มสูงขึ้น หากสามารถลดความสูญเสียลงได้ก็จะส่งผลให้ประหยัดต้นทุนการผลิตลงได้ อีกทั้งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้สูงขึ้น แนวทางการลดความสูญเสียด้วยหลักการ ECRS เป็นมีดังนี้

2.6.1 E = Eliminate การกำจัดหมายถึงการพิจารณาขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็นและไม่เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์แล้วกำจัดขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็นออกไป รวมทั้งการกำจัดความสูญเสียทั้ง 7 ประการคือการผลิตเกินจำเป็น การเก็บวัสดุคงคลังการขนส่งการเคลื่อนไหวการผลิตมากขึ้นตอน การรอกอยและการผลิตของเสียการกำจัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผลสูงสุดในการปรับปรุงงาน

2.6.2 C = Combine การรวมกันหมายถึงการรวมขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงโดยพิจารณาว่า สามารถรวมขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงได้หรือไม่ถ้าลดขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงก็จะสามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่ทำให้ใช้เวลาในการผลิตน้อยลง

2.6.3 R = Rearrange การจัดใหม่หมายถึงการจัดลำดับการผลิตใหม่โดยการโยกย้ายลำดับเปลี่ยนขั้นตอนการผลิตให้เหมาะสมเพื่อลดการเคลื่อนที่เกินจำเป็นหรือลดการรอกอยและอาจจะสามารถรวมขั้นตอนการผลิตบางส่วนเข้าด้วยกัน

2.6.4 S = Simplify การทำให้ง่าย หมายถึงการปรับปรุงวิธีการทำงานให้สะดวกและง่ายขึ้น โดยอาจจะออกแบบ Method stamen มาช่วยเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำซึ่งจะสามารถลดของเสียลงได้เพราะเป็นการลดการเคลื่อนที่และลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

หลัก E-C-R-S นี้ไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมดพร้อมกันจะเลือกใช้ E C R S ตัวใดตัวหนึ่งก็ได้ตามความเหมาะสม (ฐานันต์ ประจักษ์วินัยบดี และนันทิ สุทธิการณฤณย์, 2561)

2.7 การศึกษาเวลา (Time Study)

2.7.1 เวลามาตรฐาน (Standard time)

การที่จะวิเคราะห์ห้อัตรากำลังคนด้วยหน่วยการผลิตของโครงหลัง เช่น ขึ้น อัน ชุด กลุ่ม ฯลฯ ไม่ใช่วิธีการที่ดีนักเนื่องจากมีอัตราส่วนของการคำนวณที่ผิดพลาดสูงอีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นในการคำนวณต่ำ ดังนั้นการสร้างหน่วยของข้อมูลให้เป็นหน่วยเดียวกันหรือเป็นหน่วยมาตรฐาน ทั้งปริมาณการผลิตและอัตรากำลังการผลิต น่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งหน่วยมาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณห้อัตรากำลังคนก็คือ หน่วยของเวลามาตรฐาน จะเป็นจำนวนชั่วโมงจำนวนนาทีหรือจำนวนวินาทีก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม ดังนั้น เมื่อปริมาณการผลิตผ่านการวิเคราะห์กระบวนการผลิตมาแล้ว ก็จะเข้าสู่การศึกษาเวลาในการทำงาน หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า เวลามาตรฐาน นั่นเอง

เมื่อก้าวถึงการวิเคราะห์ห้อัตรากำลังคน โดยอาศัยหน่วยของเวลามาตรฐาน ก็คงต้องอ้างถึงวิชาหนึ่งทางด้านวิศวกรรม คือ การศึกษาเวลาหรือการวัดงาน (Work Measurement) ซึ่งเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคในการวัดปริมาณงานออกมาเป็นหน่วยของเวลา หรือจำนวนแรงงานที่ใช้ในการทำงาน ซึ่งมีสูตรที่ควรทราบเกี่ยวกับการคำนวณเวลามาตรฐาน คือ

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + \text{เวลาเผื่อ}$$

$$\text{Standard time} = \text{Normal time} + \text{Allowance}$$

2.7.2 เวลาปกติ (Normal time)

เวลาปกติ Normal time คือ เวลาการทำงานโดยเฉลี่ยที่อัตราความเร็วในการทำงานแบบ ปกติ และไม่มีปัจจัยใดเข้ามารบกวนให้ต้องหยุดพักหรือติดขัด

2.7.3 เวลาเผื่อ (Allowance)

เวลาเผื่อ (Allowance) หมายถึง ปริมาณของเวลาที่ชดเชยส่วนของเวลาที่สูญเสียไปอันเนื่องมาจากปัจจัยที่ไม่ก่อให้เกิดงาน เช่น เวลาหยุดพักของพนักงานเมื่อเกิดความเหนื่อย หรือทำธุระ

ส่วนตัว เวลาที่สูญเสียเนื่องจากสภาพแวดล้อม อย่างเช่น มีฝนตก ทำให้ต้องหยุดการทำงาน เป็นต้น เวลาเพื่อที่ยอมให้มีอยู่ 3 อย่าง คือ

2.7.3.1 เวลาเพื่อสำหรับบุคคล (personal allowance)

2.7.3.2 เวลาเพื่อสำหรับความเครียด (fatigue allowance)

2.7.3.3 เวลาเพื่อสำหรับความล่าช้า (delay or contingency)

2.7.4 ประโยชน์ของการศึกษาเวลามาตรฐานในการทำงาน

2.7.4.1 เพื่อใช้ในการวางแผนการทำงานให้กับหน่วยงาน หรือพนักงาน

2.7.4.2 เพื่อใช้พิจารณาอัตราค่าจ้างคนว่าต้องใช้มากน้อยเพียงใด จึงจะเพียงพอกับ

ปริมาณการผลิต

2.7.4.3 นำมาคิดหาต้นทุนค่าแรงสำหรับการผลิต

2.7.4.4 เพื่อใช้ในการจัดสรรส่วนงานต่างๆ ให้พนักงานได้อย่างสมดุล หรือการ

ทำ Line balancing

2.7.4.5 เพื่อใช้เป็นฐานในการประเมินผลการทำงาน หรือประสิทธิภาพของการทำงาน ประกอบการจ่ายผลตอบแทนเป็นค่าจ้าง โบนัส เพื่อสร้างแรงจูงใจ

2.7.4.6 การคิดต้นทุนแรงงานและเครื่องจักร

2.7.4.7 การคำนวณประสิทธิภาพหรือผลิตภาพของแรงงาน

2.7.5 ประเภทของการศึกษาเวลาแบ่งออกเป็นประเภทได้ 4 ประเภท

2.7.5.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) คือการจับเวลาการทำงานของพนักงาน โดยตรง โดยใช้นาฬิกาจับเวลาเป็นเครื่องมือแล้วนำไปคำนวณเป็น เวลามาตรฐาน (Standard time) ต่อไป

2.7.5.2 การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นวิธีแบบสุ่มจับเวลาการทำงานของพนักงาน ตาม สัดส่วนทางสถิติแล้วนำไปคำนวณเวลามาตรฐาน

2.7.5.3 การศึกษาเวลาจากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นวิธีการศึกษาเวลาจากสูตรคำนวณเฉพาะหรือข้อมูลในอดีตมาใช้คำนวณเวลามาตรฐาน

2.7.5.4 การศึกษาเวลาแบบกำหนดเวลาที่ไว้ล่วงหน้า (Predetermined Motion Time System) เป็นวิธีการศึกษาเวลาจากตารางหรือสูตรที่ได้สร้างไว้ล่วงหน้าซึ่งวิธีการคำนวณหรือตารางข้อมูลเวลาที่แล้วแต่วิธีที่ผู้คิดค้นจะกำหนดขึ้นมา (บุษกร สุขโรดม, 2562)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

วรวิภา บุญมาพบ (2557) การประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง กรณีศึกษาบ้าน เดียว 2 ชั้น แบบมาตรฐาน : บริษัท ภาพร พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด ศึกษาแนวคิดแบบลีน (Lean) และนำไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงและลดความสูญเปล่าในการ ก่อสร้างบ้านจัดสรร 2 ชั้น แบบมาตรฐาน โดยเน้นศึกษาแนวคิดแบบลีน โดยได้ทำการเก็บรวบรวม ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะ นำมาใช้ระบุคุณค่ากิจกรรม อีกทั้งยังใช้เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจาก กระบวนการก่อสร้างจาก การใช้ฟังก์ชันปลา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างฟังก์ชันกระบวนการก่อสร้างในแบบ ปัจจุบัน เพื่อใช้หา ความสัมพันธ์ของกระบวนการ และทำการจัดสมดุลสายการผลิตที่ทำให้เกิดการ ไหลที่ต่อเนื่อง และนำมาสรุปและปรับปรุงในรูปแบบของฟังก์ชันกระบวนการก่อสร้างที่ได้รับการ ปรับปรุงและทำการ เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งด้านระยะเวลา ความสามารถของพนักงาน วัสดุในการ ก่อสร้าง และราคาใน การก่อสร้าง ก่อนและหลังใช้ทฤษฎีของลีนเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อนำมาหาค่า เปรียบเทียบ ผล การศึกษาพบว่า การให้ผลตอบแทนพิเศษเพื่อให้เกิดแรงจูงใจของพนักงาน ซึ่งผล ของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถลดรอบเวลาการผลิตจาก 187 วัน เหลือ 117.85 วัน หรือคิดเป็น ร้อยละ 36.98 และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ถึงร้อยละ 11.53

วุฒิพงษ์ อ่อนศรีสมบัติ (2556) การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้าง อาคาร ผลการวิจัยพบว่า ความคิดเห็นร่วมของกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม เกี่ยวกับปัจจัยที่เป็นสาเหตุ ที่ ก่อให้เกิดความล่าช้า 5 อันดับแรกคือ 1. การที่มีแรงงานก่อสร้างไม่เพียงพอ 2. การขาดสภาพ คล่อง ทางการเงินของผู้รับเหมา 3. การจ่ายเงินงวดไม่เป็นไปตามกำหนด 4. ผู้ควบคุมงานมีจำนวน บุคลากรไม่เพียงพอ 5. การออกคำสั่งเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของแบบที่ใช้ในการก่อสร้างและ รายละเอียดกำหนดการต่าง ๆ โดยความคิดเห็นต่อปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดความล่าช้าที่จำแนก ออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) สาเหตุของความล่าช้าประเภทต้องขาดเลย 2) สาเหตุของความล่าช้า ประเภท ยอมรับได้ 3) สาเหตุของความล่าช้าประเภทยอมรับไม่ได้ ในด้านผลกระทบที่มีต่อโครงการ โดยรวม อยู่ในระดับมากและในด้านระดับความถี่ที่มีต่อโครงการ โดยรวมอยู่ในระดับที่เกิดขึ้นบาง โครงการ

ศรัณย์ ชลไพศาล (2552) การใช้หลักการของลีนคอนสตรัคชันในการลดความสูญเสียในการ ดำเนินงาน ก่อสร้างที่เกิดขึ้นจากการออกแบบงานระบบกรณีศึกษา : โครงการก่อสร้าง คอนโดมิเนียมแห่ง หนึ่งย่านถนนศรีนครินทร์กรุงเทพฯ ผลการศึกษาพบความสูญเปล่าที่มาจาก กระบวนการทำงานและกระบวนการทำงานที่ผิดพลาด ซึ่งของเสียและของสูญเปล่าที่เก็บข้อมูลได้ มีทั้งหมด ประเภท คือ เศษฝุ่น เศษคอนกรีต เศษเหล็ก บรรจุภัณฑ์ และเศษไม้ สาเหตุการเกิดของ

สูญเสียค่ามาจาก ขั้นตอน (1) ขั้นตอนการออกแบบก่อสร้าง (2) ขั้นตอนวางแผนการก่อสร้าง (3) ขั้นตอนการก่อสร้าง เมื่อทราบถึงสาเหตุจึงได้นำหลักการลีนคอนสตรัคชันมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างในการลดความสูญเสียในงานก่อสร้าง ทำให้สามารถลดปริมาณของสูญเสียประเภทเศษคอนกรีตได้ ลบ.ม. และเศษเหล็ก 62,333 กก. ซึ่ง ค่าใช้จ่ายส่วนของสูญเสียในการก่อสร้างที่เกิดขึ้นก่อนปรับปรุงเป็นจำนวนเงิน 1,756,994 บาท หลัง ปรับปรุงค่าใช้จ่ายส่วนของสูญเสียในงานก่อสร้างลดเหลือเพียง 321,020 บาท สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายส่วนของสูญเสียในการก่อสร้างที่ต้องสูญเสียไปอย่างเปล่าประโยชน์เป็นจำนวนเงินถึง 1,435,974 บาท โดยคิดเป็นร้อยละของความสูญเสีย

สินีพันธุ์ สมบุญญฤทธิ (2550) การใช้หลักการของลีนคอนสตรัคชันในการควบคุมการก่อสร้างโครงการ บ้านกู้ภัย ผลการศึกษาพบว่า 1) เมื่อมีการวางแผนในการดำเนินการก่อสร้าง จะช่วยลดปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างและจากการวางแผนการก่อสร้าง โดยการจัดทำคู่มือผลิตชิ้นส่วนประกอบ และคู่มือประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนประกอบ การก่อสร้างและการศึกษาคาดว่าการใช้คู่มือ และการวางขั้นตอนการทำงาน จะช่วยลดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนและจะสามารถลดระยะเวลาในการดำเนินการก่อสร้างลงได้ ประมาณ 5 วัน 2) ซึ่งจากศึกษา พบว่าในวัสดุบางชนิดมีการใช้วัสดุเพิ่มเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากความต้องการด้านความแข็งแรงของวัสดุนั้น แต่อย่างไรก็ตามจากการวางแผนการใช้วัสดุ จะสามารถลดปริมาณการใช้วัสดุหลักซึ่งส่งผลให้ค่าก่อสร้างทั้งหมดของโครงการลดลง 5860 บาท ต่อหลัง หรือ เป็น 281,280 บาทของทั้งโครงการ 3) จากการศึกษา ด้านแรงงานในการก่อสร้างเมื่อกำหนดลักษณะการใช้แรงงานในแต่ละขั้นตอนในการดำเนินการก่อสร้างแล้ว เมื่อกำหนดวันในการก่อสร้างเป็นเวลา 24 วันแล้ว จะสามารถสรุปจำนวนแรงงานในการก่อสร้างบ้านกู้ภัยในโครงการตัวอย่างทั้งหมด 48 หลัง ได้ดังนี้ แรงงานที่ที่ทักษะ จำนวน 98 คน และแรงงานทั่วไป 360 คน โดยการก่อสร้างจริงนั้นถ้าแรงงานมีอยู่อย่างจำกัด ก็จะทำให้ระยะเวลาในการก่อสร้างเลื่อนออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ที่ประสบภัยนั้นๆ สรุปผลการศึกษา การใช้หลักการ ลีนคอนสตรัคชัน (Lean Construction) มาใช้ในการควบคุมการก่อสร้างบ้านในโครงการบ้านกู้ภัย โดยการวางแผนการวางแผนการปฏิบัติงานก่อสร้าง ศึกษาด้านระยะเวลา ด้านการใช้วัสดุ และแรงงานอย่างละเอียดทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาในการก่อสร้างที่สัมพันธ์กับจำนวนแรงงานในการก่อสร้างได้ ซึ่งสามารถใช้ควบคุมและกำหนดระยะเวลาและแรงงานได้กับโครงการในอนาคต นอกจากนั้นในการศึกษาการใช้วัสดุประกอบการก่อสร้าง เพื่อที่จะกำหนดแนวทางในการใช้วัสดุที่เป็นวัสดุที่ได้มาจากการบริจาคให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเหลือเศษน้อยที่สุด จนสามารถกำหนดปริมาณวัสดุที่แน่นอนได้ซึ่งเมื่อสามารถลดการใช้วัสดุหลักลง ก็ส่งผล

โดยตรงกับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ซึ่งสามารถตอบสนองหลักการของทางโครงการเพื่อผู้ประสภักย์ได้อย่างสมบูรณ์

ชนวรรณ อัสวไพบูลย์ (2562) การจัดการสมดุลการประกอบแผงวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ เทคนิค ECRS และการนำสายพานลำเลียงมาใช้ในการขนถ่าย ซึ่งแผงวงจรรนี้ จัดอยู่ในกลุ่มของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ปัจจุบันมีกำลังการผลิตเพียง 2,010 ชิ้นต่อวัน แต่มีความต้องการสูงถึง 3,780 ชิ้นต่อวันหรือ 20 วินาทีต่อชิ้น จึงเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูล โดยบันทึกการทำงานด้วยแผนภูมิกระบวนการสองมือ ค้นหาปัญหาและสาเหตุด้วยแผนผังเหตุและผล ซึ่งพบว่าปัญหาคือการผลิตไม่ทันตามความต้องการ โดยสาเหตุจากวิธีการทำงานที่ไม่เกิดงานและซ้ำซ้อน กล่องบรรจุในการเคลื่อนย้ายระหว่างสถานีงาน และการจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม ก่อนปรับปรุงมีสถานีงานทั้งหมด 11 สถานี รอบการผลิต 37.61วินาที และมีเพียง 3 สถานี คือสถานีงาน ที่ 6, 7 และ 8 ที่มีเวลาในการทำงานเกินกว่า 20วินาที คือสถานีประกอบแผงระบายความร้อน ประกอบแท่นรองรับ และ ติดฉนวน โดยก่อนปรับปรุงแต่ละสถานีงานมีขั้นตอนการทำงานเป็น 26, 30 และ 24 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาในแต่ละสถานีงาน เป็น 25.10 , 27.19 และ 37.61 วินาที ตามลำดับ ประสิทธิภาพของสายการประกอบเป็น 53.84% จึงทำการปรับลด รวมและเปลี่ยนวิธีการทำงานโดยใช้หลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว เทคนิค ECRS และการนำสายพานลำเลียงมาใช้ในการขนถ่ายระหว่างสถานีงาน ซึ่งพบว่าหลังปรับปรุงการทำงาน ทำให้แต่ละสถานีงานลดขั้นตอนการทำงานเหลือ 19, 18 และ 14 ขั้นตอน โดยแต่ละสถานีงานมีเวลาดลดลงเหลือ 18.82, 18.37 และ 14.68 วินาที ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพของสายการประกอบเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 83.97

นคร กนกแก้ว (2545) การศึกษาแนวทางในการลดปริมาณของเสียจากการก่อสร้างในประเทศไทย ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ปัญหาและอุปสรรคสำคัญของผู้รับเหมาคือ การขาดการเก็บข้อมูลปริมาณความสูญเสียของวัสดุที่เป็นระบบ ทำให้ไม่สามารถกำหนดแนวทางการทำงานเพื่อลดปริมาณความสูญเสียของวัสดุได้อย่างเหมาะสม และผลที่ได้จากการศึกษาหาปริมาณความสูญเสียของวัสดุทั้ง 4 ชนิดที่ศึกษาจากโครงการตัวอย่างพบว่า อิฐมอญ และคอนกรีตบดลือกมีปริมาณความสูญเสียที่สูง และจากการศึกษาการใช้งานวัสดุหน้างาน 3 ชนิดคือ อิฐมอญ กระเบื้องปูพื้น และคอนกรีตบดลือก พบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้อิฐมอญมีโอกาสเกิดความสูญเสียมากมาจากการขาดความระมัดระวังในการขนย้าย และสาเหตุสำคัญที่ทำให้กระเบื้องปูพื้นเกิดความสูญเสียมากคือการตัดขนาด ส่วนสาเหตุสำคัญที่ทำให้คอนกรีตบดลือกเกิดความสูญเสียมากคือ การขาดความระมัดระวังในการขนย้าย และการขาดการจัดการนำส่วนที่เหลือมาใช้งาน และผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามเพื่อหาปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้วัสดุเกิดความสูญเสียคือ การเร่งงาน และการขาดประสิทธิภาพในการทำงานของคนงาน

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถักในหน่วยงานก่อสร้าง 2 หน่วยงาน โดยศึกษาพฤติกรรมการทำงานและวิธีการของผู้ปฏิบัติงานโดยการจับเวลาในแต่ละขั้นตอน เพื่อนำผลข้อมูลการทำงานมาทำการวิเคราะห์ และพัฒนาการทำงาน สำหรับตัวอย่างการเก็บข้อมูลการวิเคราะห์จำนวน โครงหลังคาประเภทโครงถัก ที่ติดตั้งได้ในแต่ละวันจนแล้วเสร็จ โดยมีระยะและขนาดใกล้เคียงกันทั้ง 2 หน่วยงาน ก่อนทำการวิเคราะห์และเปลี่ยนแปลงการวางแผนขั้นตอนการทำงาน จากการเก็บผลการวิเคราะห์ก่อนการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน ได้เก็บข้อมูลตัวอย่างการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก โดยยกตัวอย่าง การติดตั้งในแต่ละช่วง (SPANS) ระหว่างเสาถึงเสา แล้วทำการประเมินวิเคราะห์การทำงาน และนำมาปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น และดูผลจากการปฏิบัติงาน โดยมีวิธีการดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 Flow chart แสดงขั้นตอนการวิจัย



รูปที่ 3.1 Flow chart แสดงขั้นตอนการวิจัย

3.2 วิธีดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานและกระบวนการผลิต

3.2.1 ศึกษาข้อมูลการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก

3.2.2 เก็บข้อมูลการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถักก่อนการปรับปรุง

3.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนในการประกอบโครงถัก การติดตั้ง และการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

3.2.4 หาแนวทางการปรับปรุงการประกอบโครงหลังคาประเภทโครงถัก ก่อนติดตั้งเพื่อลดต้นทุน

3.2.5 การวางแผนขั้นตอนการทำงานกับผู้ปฏิบัติงาน โดยการประชุมเพื่อกำหนดแนวทางการทำงานแต่ละขั้นตอน

3.2.6 ปรับวิธีการขั้นตอนการทำงาน แต่ละขั้นตอน ให้ปฏิบัติตามวิธีการและแบบแผนตามที่ได้ประชุมและกำหนดไว้

3.2.7 เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ต้นทุนในการติดตั้ง

3.2.8 วิเคราะห์การทำงานหลังจากการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน เปรียบเทียบ ขั้นตอนการทำงานแต่ละขั้นตอน เวลา และค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้น ระหว่างงานติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก

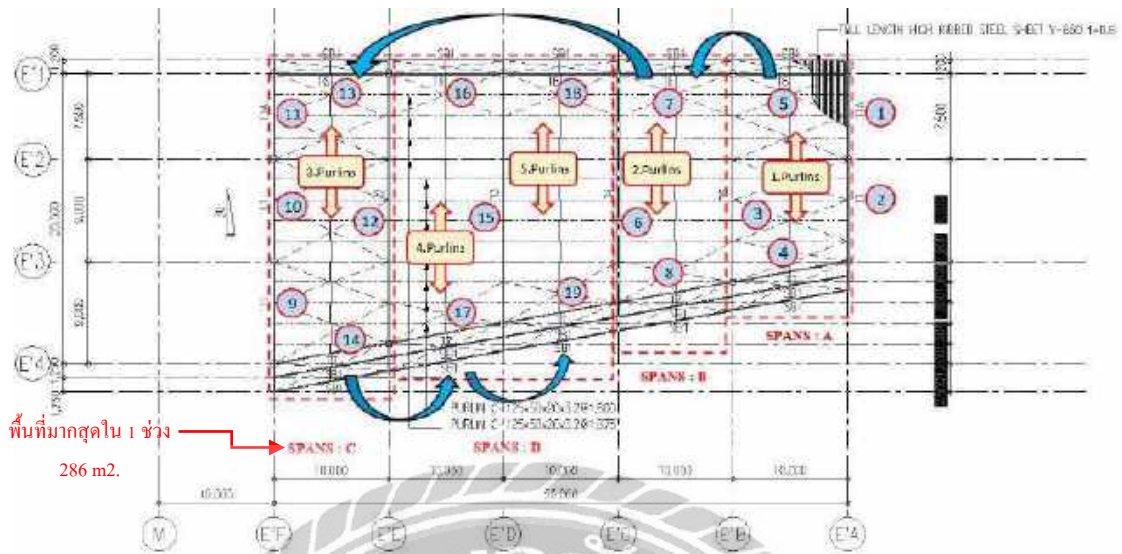
3.2.9 ผู้ปฏิบัติงานสามารถลดต้นทุนและเวลาการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถักได้เร็วขึ้น

3.3 ข้อมูลการทำงานก่อนนำมาวิเคราะห์ปรับปรุง

เก็บข้อมูลจากหน้างานก่อสร้างในหน่วยงานตัวอย่าง โดยศึกษาพฤติกรรมผู้ปฏิบัติและขั้นตอนการทำงานก่อนการปรับปรุง โดยขอยกตัวอย่างในขั้นตอนที่สำคัญและมีผลต่อการลดต้นทุนมากที่สุด ดังต่อไปนี้

3.3.1 รายละเอียดของโครงการและแผนงาน ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน

โครงการที่ 1 จำนวนโครงถักที่ต้องติดตั้ง 19 ชุด ขั้นตอนติดตั้งตามตัวเลขที่ระบุในแบบแปลน พื้นที่ทั้งหมด 1,269.33 ตารางเมตร น้ำหนักของโครงถักทั้งหมด 23.5 ตัน รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานในการติดตั้งโครงถักหลังคา ก่อนปรับปรุงแผนงาน

กำหนดให้แล้วเสร็จจากแผนงาน 5 วัน พร้อมติดตั้งตาข่ายกันตก (Safety net) ให้แล้วเสร็จ นับตั้งแต่วันที่วัสดุเข้ามาในหน่วยงาน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนงานการติดตั้งก่อนปรับปรุงวิธีการ

SCHEDULE INSTALLATION OF ROOF TRUSS																	
NOVEMBER' 2019																	
DESCRIPTION	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	DAY	DELAY	REMARK
		START					FINISH										
ROOF TRUSS															1		
															4		
TOTAL															5		

3.4 การเลือกใช้ขนาดเครน

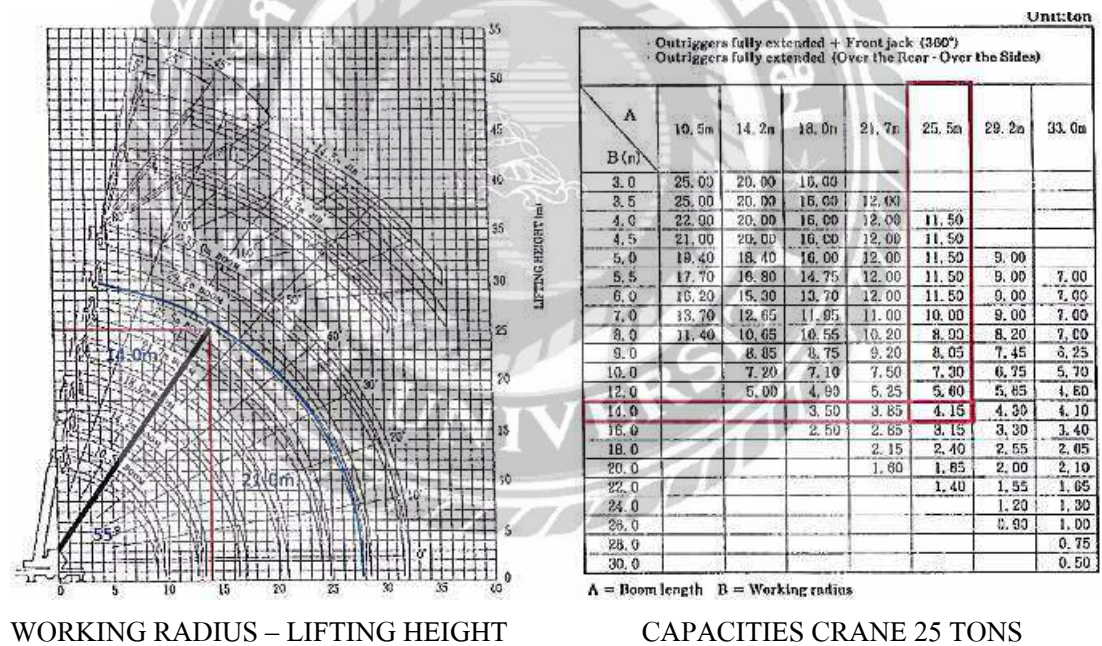
วิธีการการคำนวณน้ำหนักของโครงถักหลังคา พิจารณาจากข้อมูลดังต่อไปนี้

1. Number of Truss 19 Set.
2. Maximum length of Truss 27.4 M.
3. Maximum weight of Truss 1.90 Ton.

Maximum weight = (W max.of truss + W hoist+sing) / safety factor

W total = (1.90+1) / 0.75 = 3.87 Ton.

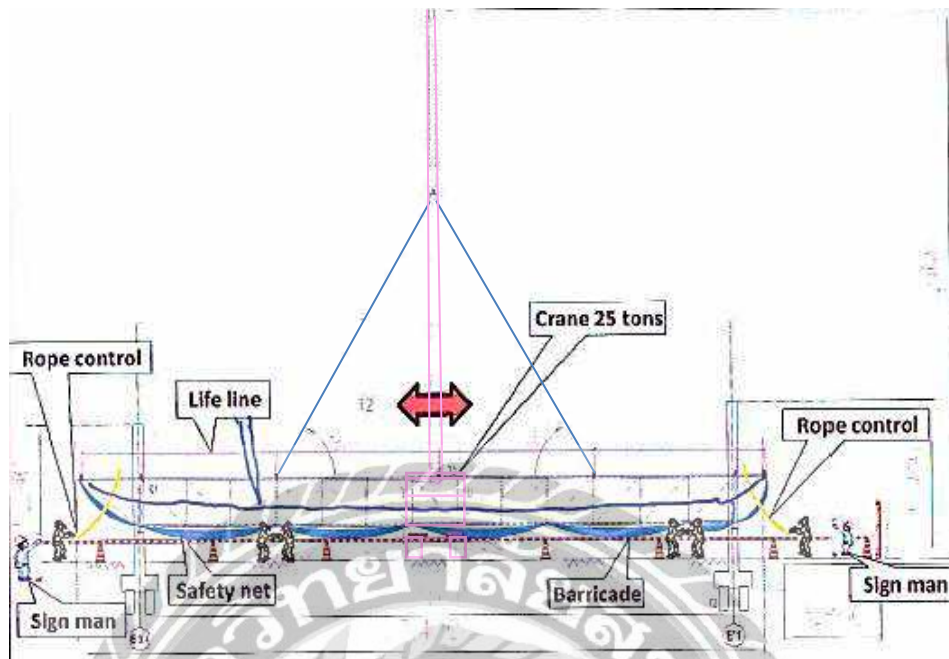
เพราะฉะนั้น เลือกใช้โมบายเครนขนาด 25 ตัน ให้พิจารณาระยะยกปลอดภัยจากตารางน้ำหนัก (Rated Loads Chart) ดังรูปที่ 3.4



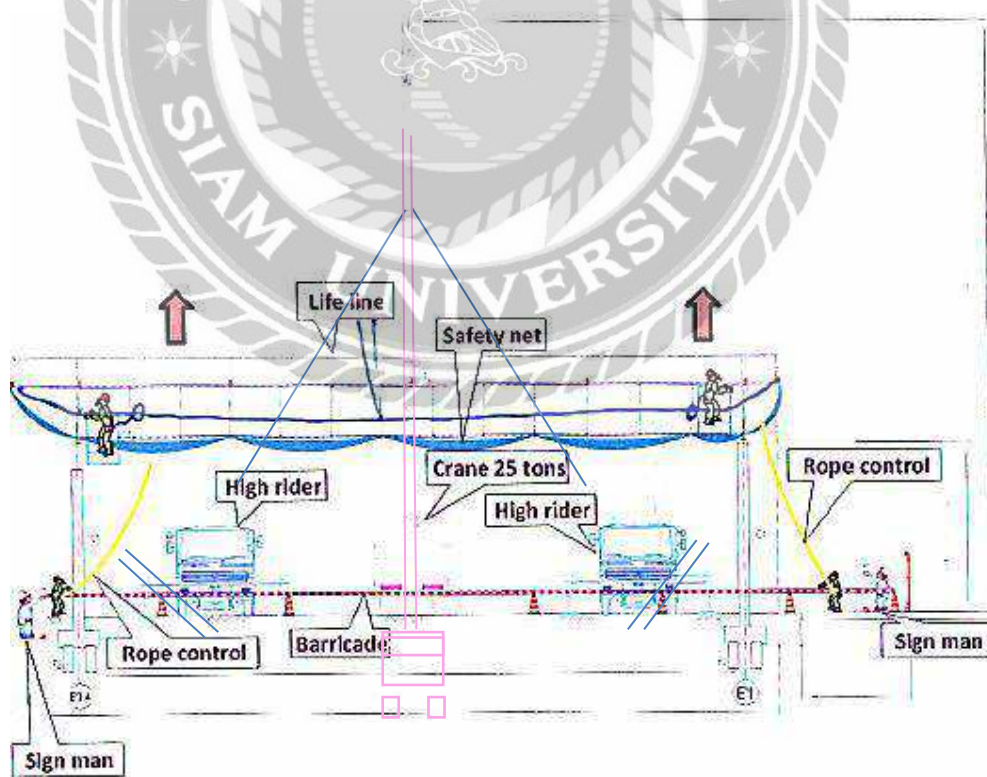
รูปที่ 3.3 แสดงตารางน้ำหนัก (Rated Loads Chart)

ความหมายต่างๆ

- A คือ ช่วงความยาวบูม C คือ ความยาวจิบ E คือองศาบูม
- B คือ รัศมีห่างจากจุดยก D คือ องศาจิบ



รูปที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการเตรียมการยกติดตั้ง (ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน)



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการยกติดตั้งโครงถักหลังคา (ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน)

การยกโดยวิธีนี้ ระยะห่างจากโอบายครนถึงจุดติดตั้ง ต้องไม่เกิน 14 เมตร และความยาวในการยึดบูมต้องไม่เกิน 25.5 เมตร ตามที่ได้คำนวณไว้

ขั้นตอนการที่ได้เสนอเพื่อขออนุมัติ ในการยกติดตั้ง โครงถักหลังคา จากรูปที่ 3.5 แสดง ขั้นตอนการเตรียมการยกติดตั้ง (ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน) ตามที่ได้วางแผนและประชุมผู้เกี่ยวข้องไว้ และรูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการยกติดตั้ง โครงถักหลังคา (ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน)

3.5 เริ่มดำเนินการ (ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน)



รูปที่ 3.6 การประชุมทำความเข้าใจและอธิบายขั้นตอนการทำงาน ก่อนถึงวันติดตั้งจริง 1 วัน



รูปที่ 3.7 ประชุมตอนเช้าก่อนปฏิบัติงาน เพื่อให้ทุกคนในหน่วยงานรับทราบ การทำงานที่จะก่อให้เกิดอันตราย (วันที่ 1)



รูปที่ 3.8 การทดสอบความพร้อมโมบายเครน ขนาด 25 ตัน และรถเทรลเลอร์บรรทุกโครงถัก
(วันที่ 1)



รูปที่ 3.9 การทดสอบความพร้อมโมบายเครน ขนาด 25 ตัน และรถเทรลเลอร์บรรทุกโครงถัก
(วันที่ 1) (ต่อ)



รูปที่ 3.10 ภาพแสดงการยกโครงถักลงเพื่อจัดเก็บและแยกเบอร์โครงถักไว้เพื่อง่ายต่อการติดตั้ง
(วันที่ 1)



รูปที่ 3.11 ภาพแสดงการยกโครงถักลงเพื่อจัดเก็บและแยกเบอร์โครงถักไว้เพื่อง่ายต่อการติดตั้ง (วันที่ 1) (ต่อ)



รูปที่ 3.12 เริ่มการติดตั้ง Main of Truss (วันที่ 2)



รูปที่ 3.13 เริ่มการติดตั้ง Main of Truss (วันที่ 2) (ต่อ)

การติดตั้งในวันที่ 2 ถึงวันที่ 4 เป็นการยก Main truss และ Sup Truss จึงต้องทำงานล่วงเวลา ในวันที่ 4 เพื่อทำการติดตั้ง แป้ (Purlin) และเลื่อนการติดตั้งตาข่ายกันตกไปเป็นวันที่ 6 แทน เพื่อให้ทันตามแผนงานที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.14 ระหว่างติดตั้งแป (Purlin) (วันที่ 3)



รูปที่ 3.15 ระหว่างติดตั้งแป (Purlin) (วันที่ 4)



รูปที่ 3.16 การติดตั้งโครงถักหลังคาแล้วเสร็จ (วันที่ 5)



รูปที่ 3.17 การติดตั้งโครงถักหลังคาแล้วเสร็จ (วันที่ 5) (ต่อ)



รูปที่ 3.18 ระหว่างการติดตั้งตาข่ายกันตก และเก็บสี โครงถักหลังคา (วันที่ 6)



รูปที่ 3.19 สิ้นสุดขั้นตอนในการติดตั้งโครงถักหลังคา (วันที่ 6)

3.6 ข้อมูลการทำงานก่อนนำมาวิเคราะห์ปรับปรุงของโครงการที่ 2

แนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก โดยทำการคำนวณน้ำหนักของโครงถักแต่ละชั้น และประกอบบริเวณพื้นที่ทำงานที่จะทำการยกติดตั้งให้ใกล้เคียงกับจุดติดตั้งมากที่สุด เพื่อความปลอดภัยในการติดตั้ง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆเช่น สภาพดินบริเวณที่โอบายครนจะจอดเพื่อทำการยก ว่าสภาพดินมีความหนาแน่นเพียงพอ และสามารถยกโดยวิธีที่ปรับปรุงได้หรือไม่ การตรวจสอบสภาพอากาศในวันติดตั้ง โดยหน่วยงานที่นำมาเป็นตัวอย่างในที่นี้ มีขนาดของโครงการที่ใหญ่กว่าหน่วยงานที่ 1 ก่อนปรับปรุงวิธีการ แต่ขนาดของโครงถักและช่วงเสาแต่ละช่วงใกล้เคียงกัน

3.6.1 ขั้นตอนในการปรับปรุงในการติดตั้งโครงถักหลังคา

3.6.1.1 นำข้อมูลโครงการที่ 1 มาวิเคราะห์

3.6.1.2 ตรวจสอบรายละเอียดแบบของชิ้นงาน

3.6.1.3 เลือกใช้ขนาดครนที่เหมาะสม ปลอดภัย และคุ้มค่า

3.6.1.4 ตรวจสอบพื้นที่หน้างานโดยรอบและจัดทำวิธีการทำงานเพื่อขออนุมัติ

3.6.1.5 นำเสนอขั้นตอนการปรับปรุงวิธีการทำงานในงานติดตั้งโครงถักให้แก่

ผู้บริหารโครงการเพื่อรับทราบ

3.6.1.6 การวางแผนขั้นตอนการทำงานกับผู้ปฏิบัติงานโดยการประชุมเพื่อกำหนดแนวทางการทำงานแต่ละขั้นตอนที่ปรับปรุง

3.6.1.7 การตรวจสอบและประกอบโครงถักหลังคาและ ใส่อุปกรณ์โครงถักหลังคา

3.6.1.8 ตรวจสอบเช็คความสมบูรณ์ของโครงถักก่อนยกติดตั้ง รอยเชื่อม รอยต่อ สีกัน

สนิม สีทนไฟ นี้อัดขันแป ว่าเรียบร้อยหรือไม่

3.6.1.9 ติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัย ตาข่ายกันตก เชือกช่วยชีวิต

3.6.1.10 ทำการยกติดตั้งโครงหลังคาโครงถักตามที่ได้วางแผนงานไว้

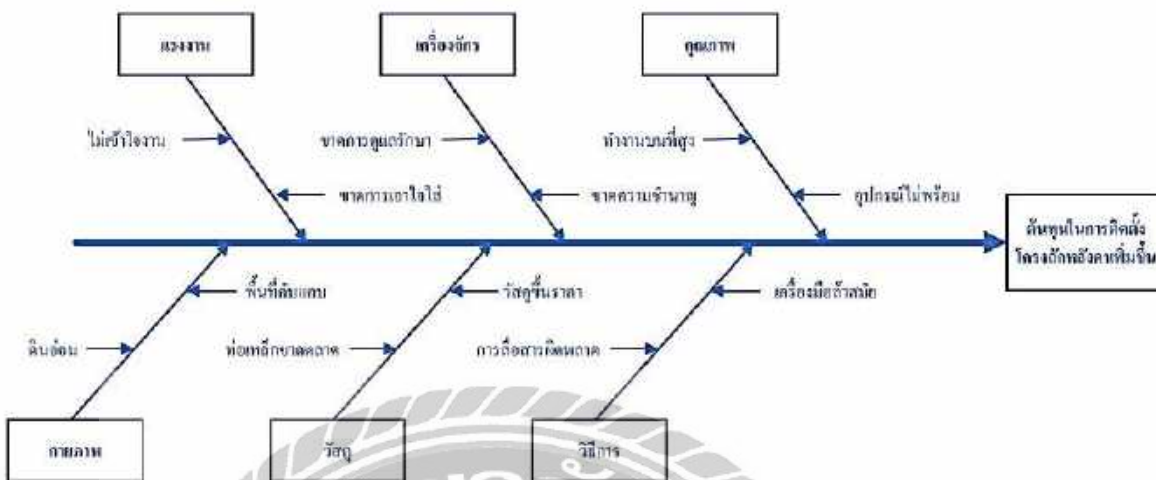
3.6.1.11 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุง

3.6.1.12 สรุปผลการดำเนินการที่ปรับปรุงในหน่วยงานที่ 2

3.6.1.13 เปรียบเทียบต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถักที่เกิดขึ้นของ 2

ขั้นตอน

3.7 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของโครงการที่ 1



รูปที่ 3.20 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหานั้นเพื่อนำมาปรับปรุงและวางแผนการทำงานและปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน ให้สะดวกและปลอดภัยมากขึ้น รวมถึงเพื่อลดต้นทุนในงานติดตั้งโครงถักหลังคา

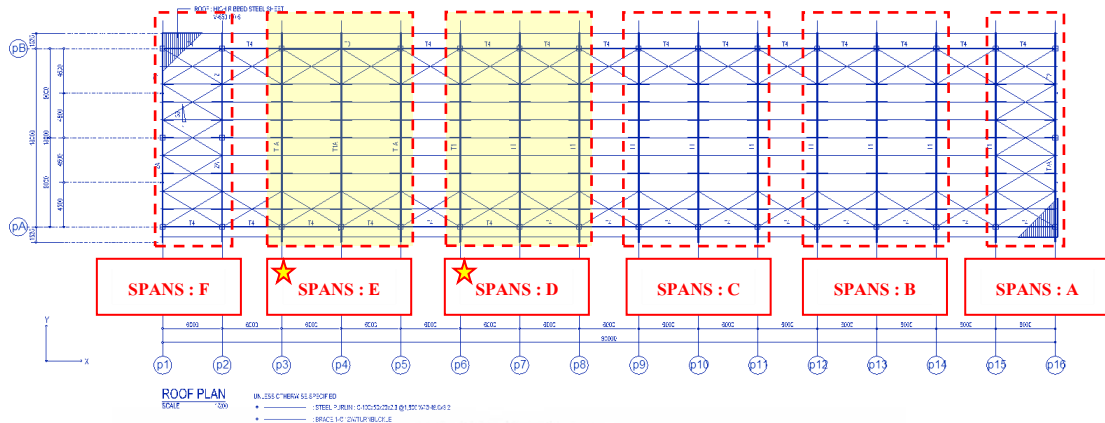
3.8 รายละเอียดของโครงการและแผนงานก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน

3.8.1 แผนงานการติดตั้งโครงหลังคา โครงการที่ 2

ตารางที่ 3.2 แผนงานการติดตั้งหลังคาโครงการที่ 2

SCHEDULE INSTALLATION OF ROOF TRUSS																		
DESCRIPTION	FEBRUARY 2020															DAY	DELAY	REMARK
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
ROOF TRUSS	START																	
	FINISH																	
	INSTALLATION															2		
	SAFETY NETS															1		
FABRICATION															3		A,B,C,D,E,F	
TOTAL															5		Day	

3.8.2 แผนการติดตั้งโครงถักหลังคาลังการปรับปรุงขั้นตอนและวิธีการทำงาน



รูปที่ 3.21 แสดงการแบ่งกลุ่มในการนำมาคำนวณน้ำหนักเพื่อเปรียบเทียบ

- ทั้งนี้จะเลือก กลุ่มที่มีขนาด และน้ำหนักมากที่สุด 2 ช่วง (SPANS) มาคำนวณน้ำหนักรวมเพื่อพิจารณาการเลือกใช้ โยบายเครน ดังขั้นตอนต่อไปนี้ไป
- โดยกำหนดให้แล้วเสร็จจากแผนงาน 5 วัน พร้อมติดตั้งตาข่ายกันตก (Safety net) ให้แล้วเสร็จ นับตั้งแต่วันที่วัสดุเข้ามาในหน่วยงาน
- ใช้หลักการตามแนวทางบริหารของ Tayloy “การบริการอย่างมีหลักการเชิงวิทยาศาสตร์” (Scientific Management) แนวคิดทดแทนสิ่งที่มีอยู่แต่เดิม โดยเสนอแนวคิด “การบริหารไม่เป็นเพียงศิลป์เพียงอย่างเดียว แต่เป็นศาสตร์ที่สามารถเรียนรู้กันได้ด้วย”

3.9 การเลือกใช้ขนาดเครนที่เหมาะสม ปลอดภัยและคุ้มค่า

วิธีการการคำนวณน้ำหนักของ โครงถักหลังคา พิจารณาจากข้อมูลดังต่อไปนี้

เนื่องจาก การติดตั้งวิธีการนี้จะทำการติดตั้งแบ่งเป็นกลุ่ม ดังนั้นจึงต้องนำน้ำหนักของชิ้นงานแต่ละชิ้นมารวมกัน

* เพราะฉะนั้น เลือกรุ่นโม่บายนขนาด 50 ตัน ให้พิจารณาระยะยกปลอดภัยจากตารางน้ำหนัก (Rated Loads Chart) ดังตารางที่ 3.6 ตารางน้ำหนัก (Rated Loads Chart)

* ทั้งนี้การเลือก Rated Loads Chart ในการคำนวณการยกติดตั้งโครงถักหลังคานั้น เกรนที่มาในวันที่กำหนดติดตั้งนั้นต้องตรงกับ Code และ Loads Chart ต้องตรงกับที่นำมาคำนวณ หากเกรนในวันติดตั้งนั้น มาถึงหน่วยงานก่อสร้างในวันติดตั้งไม่ตรงกับที่ได้คำนวณไว้ ต้องให้ผู้ประกอบการเช่าโม่บายนรุ่นนั้น นำ Loads Chart ประจำรถคันดังกล่าวมาให้วิศวกรควบคุมโครงการตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนัก และไปรับรองการตรวจสอบสภาพของโม่บายนรุ่นนั้นใหม่ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และความปลอดภัย จึงจะสามารถอนุมัติให้ใช้เครื่องจักรนั้นได้ หากไม่ผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนต่าง ๆ นั้น ห้ามมิให้ใช้ในการติดตั้ง และผู้ประกอบการเกรนต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในวันและเวลาดังกล่าว

* ผู้บริหารผลิตภาพและพนักงานทุกคนในองค์กรจึงต้องได้รับการปลูกฝังให้มีความรับผิดชอบต่อความปลอดภัยในการทำงาน การออกแบบกระบวนการผลิตต่างๆ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยโดยยึดหลัก “อุบัติเหตุต้องเป็นศูนย์”

ตารางที่ 3.4 แสดงความสามารถในการรับน้ำหนักของโมบายเครน 50 ตัน

KATO

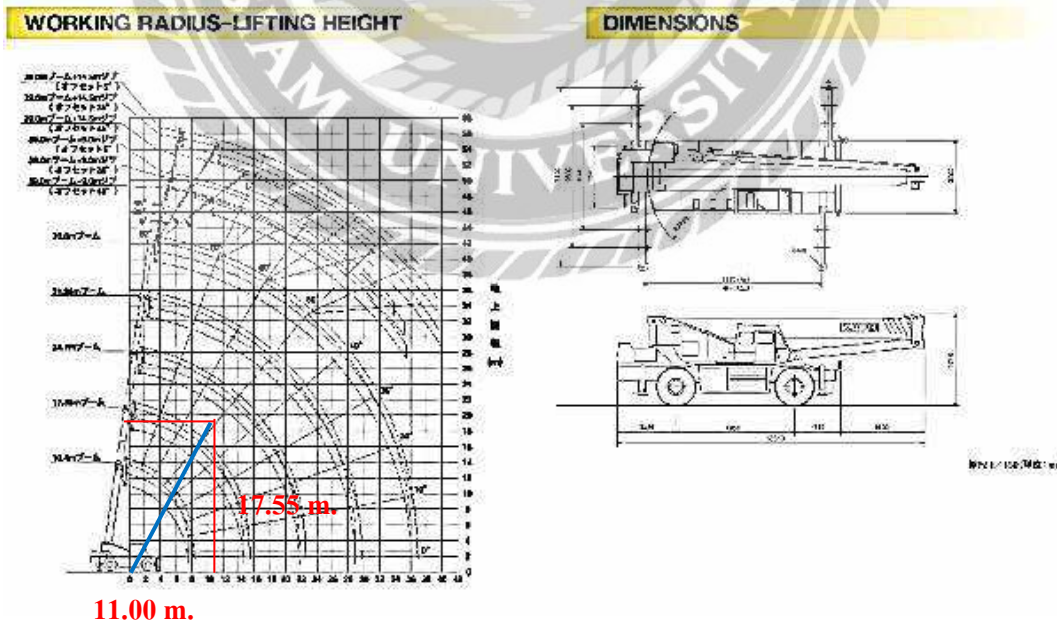
SS500

TOTAL RATED LOADS

アウトリガ最大(7.3m) 張出(全周)

作業半径 (m)	10.4mブーム		17.55mブーム		24.7mブーム		31.85mブーム		39.0mブーム		作業半径 (m)
	定格総荷重 (t)	アウトリガ反力 (t)	定格総荷重 (t)	アウトリガ反力 (t)	定格総荷重 (t)	アウトリガ反力 (t)	定格総荷重 (t)	アウトリガ反力 (t)	定格総荷重 (t)	アウトリガ反力 (t)	
3.0	45.00	35.08	26.00	24.98	20.00	20.90	14.00	19.39			3.0
3.5	41.00	35.53	26.00	26.97	20.00	21.75	14.00	17.39			3.5
4.0	37.00	35.56	26.00	28.92	20.00	22.34	14.00	16.43	7.00	13.70	4.0
4.5	33.50	35.50	26.00	31.16	20.00	24.79	14.00	15.49	7.00	14.32	4.5
5.0	30.20	35.19	26.00	33.37	20.00	26.39	14.00	14.56	7.00	14.84	5.0
5.5	27.50	35.02	26.00	35.81	20.00	28.04	14.00	13.71	7.00	15.56	5.5
6.0	25.00	34.71	24.40	34.23	20.00	29.74	14.00	12.86	7.00	16.23	6.0
6.5	22.70	34.29	22.40	34.70	18.70	30.64	14.00	12.04	7.00	16.90	6.5
7.0	20.70	33.91	20.90	33.63	17.00	30.42	13.50	11.50	7.00	17.58	7.0
7.5			18.90	33.64	16.00	30.78	13.00	11.27	7.00	18.27	7.5
8.0			17.50	33.51	15.00	31.01	12.50	11.00	7.00	18.96	8.0
8.5			16.20	33.32	14.70	31.25	11.90	10.74	7.00	19.70	8.5
9.0			16.00	33.10	13.90	31.51	11.30	10.41	7.00	20.43	9.0
10.0			15.04	32.79	12.90	31.71	10.30	10.02	7.00	21.93	10.0
11.0			10.80	31.51	10.50	31.06	8.47	11.55	7.10	22.64	11.0
12.0			9.00	30.35	8.90	30.37	8.15	10.12	6.90	23.22	12.0
13.0			7.80	29.53	7.50	29.41	8.03	10.70	6.15	23.78	13.0
14.0			6.50	29.07	6.40	29.82	7.10	10.52	6.75	24.34	14.0
15.0					5.50	29.30	6.30	10.31	5.35	24.79	15.0
16.0					4.70	27.94	5.55	10.00	5.00	25.26	16.0
18.0					3.40	27.19	4.30	10.40	4.60	26.21	18.0
20.0					2.50	26.88	3.30	10.05	3.80	27.14	20.0
21.0						26.80	2.80	10.60	3.50	27.60	21.0
22.0						26.50	2.55	10.50	3.10	28.71	22.0
24.0							1.80	10.21	2.40	26.18	24.0
26.0							1.40	10.08	1.80	26.08	26.0
28.0								10.80	1.45	25.83	28.0
30.0									1.10	25.82	30.0
32.0									0.75	25.60	32.0
34.0									0.50	25.70	34.0

MAXIMUM 10.80 TON



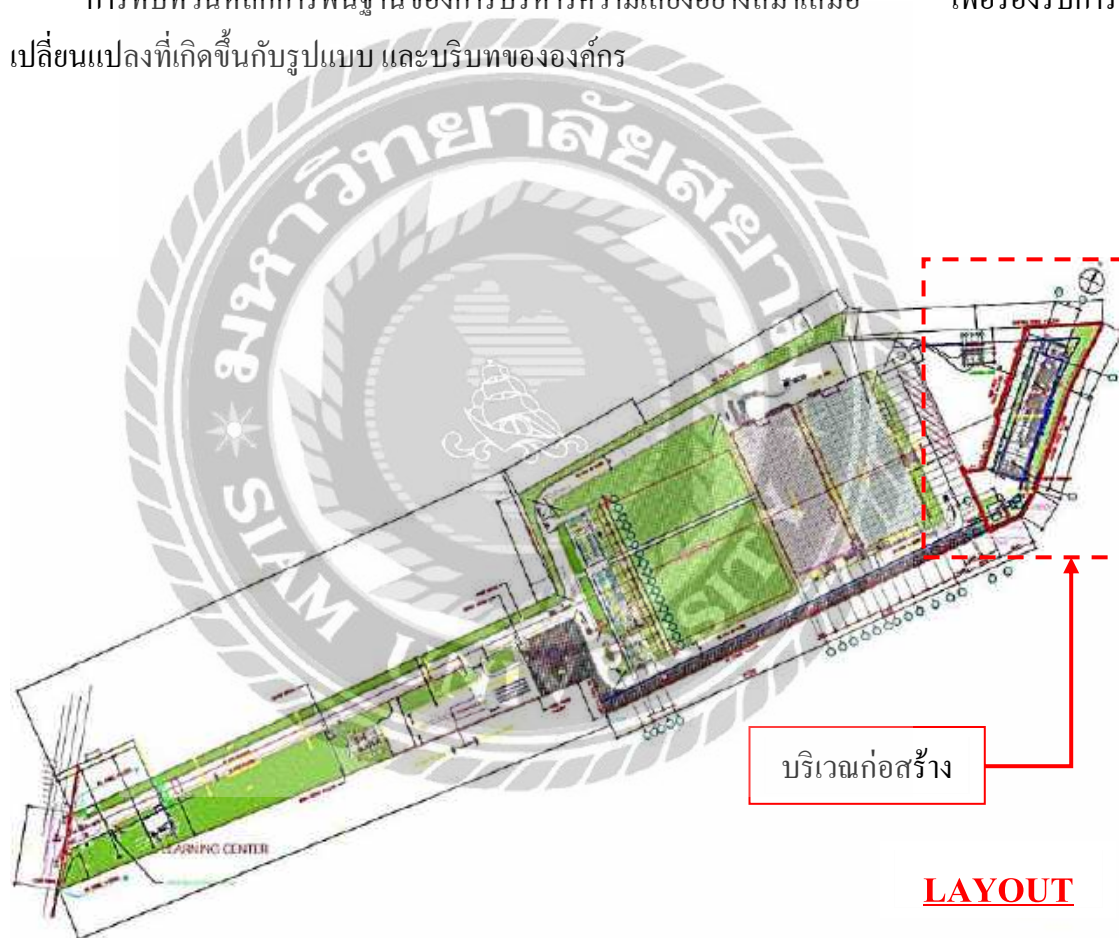
รูปที่ 3.22 แสดงความสามารถในการรับของโมบายเครนน้ำหนัก (Rated Loads Chart)

3.10 ตรวจสอบพื้นที่หน้างานโดยรอบ

การบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ และมีโครงสร้างการทำงานที่ชัดเจน รวมถึงการนำแนวทางการจัดการความเสี่ยงมาใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าผลลัพธ์ของการบริหารความเสี่ยง มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำมาเปรียบเทียบได้ รวมถึงช่วยให้ผู้บริหารมีความเชื่อมั่นในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การสนับสนุนต่อการตัดสินใจ จากความเข้าใจในความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยคำนึงถึงความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และความสามารถในการจัดการความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพ

การทบทวนหลักการพื้นฐานของการบริหารความเสี่ยงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับรูปแบบ และบริบทขององค์กร



รูปที่ 3.23 รูปแสดงผังบริเวณทั้งหมดภายในพื้นที่โรงงาน



รูปที่ 3.24 รูปแสดงการสำรวจพื้นที่โดยรอบอย่างละเอียด

3.11 นำเสนอขั้นตอนการปรับปรุงวิธีการทำงานในงานติดตั้งโครงถักแก่ผู้บริหาร

กระบวนการ วิธีการ เพื่อให้รู้ ให้ทราบ ให้เข้าใจ ในกิจกรรมขององค์กร ของสถาบัน ของหน่วยงาน ได้อย่างชัดเจน การนำเสนอ คือ การถ่ายทอดเนื้อหาสาระที่ผสมผสานกันระหว่าง ศิลปะการพูด กับ การแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่างๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

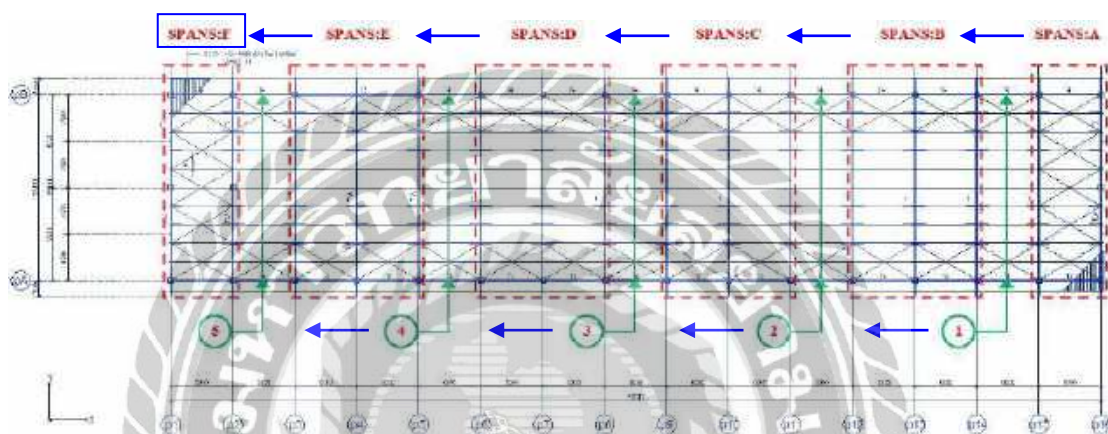


รูปที่ 3.25 รูปแสดงการนำเสนอขั้นตอนการปรับปรุงวิธีการทำงาน

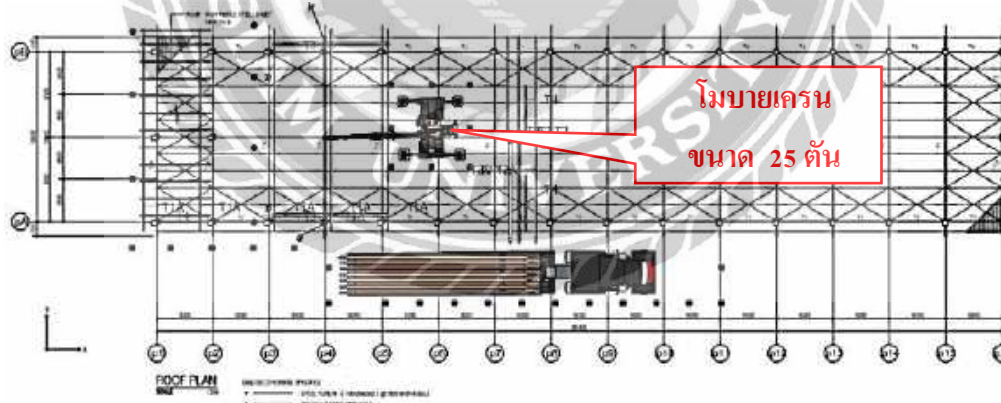
3.12 การวางแผนขั้นตอนการทำงานกับผู้ปฏิบัติงานโดยการประชุมและจัดทำเอกสาร

แผนการติดตั้งโครงถักหลังคาโดยจะเริ่มต้นจาก GROUP:A ไปยัง GROUP:B,C,D,E,F โดยที่การยกใน GROUP:F จะเป็นการยกแบบกลุ่มจุดสุดท้ายและหลังจากนั้น จะทำการเก็บงานในส่วนโครงถักเดี่ยวที่ได้เว้นระยะไว้สำหรับการยก คือ 1,2,3,4,5 ตามลำดับ

แต่การประกอบจะประกอบถอยหลังจาก GROUP:F ไปยัง GROUP:E,D,C,B, ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการประกอบ



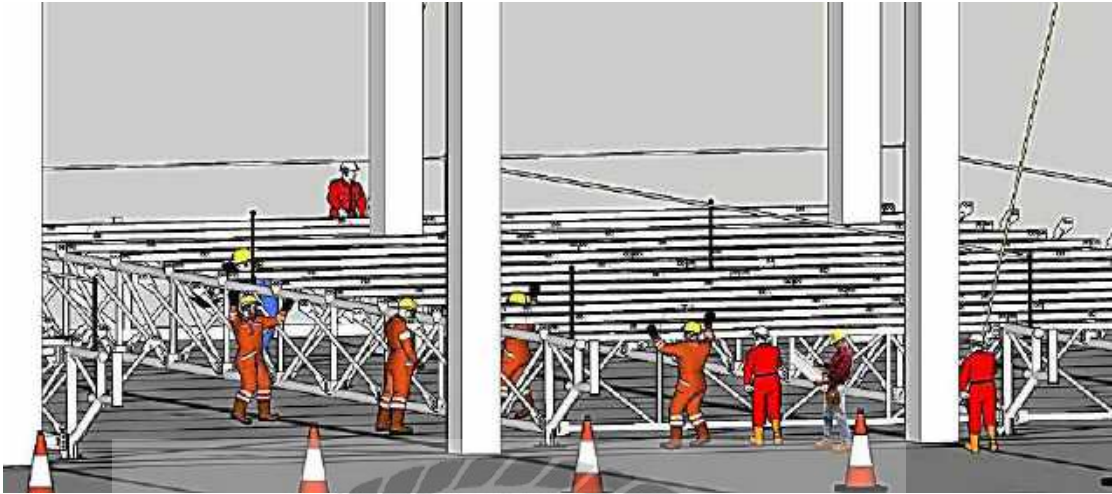
รูปที่ 3.26 แสดงลำดับในการติดตั้งโครงถักหลังคา



รูปที่ 3.27 แสดงการย้ายโครงถักจากรถบรรทุกเพื่อประกอบ ณ ตำแหน่งเตรียมยก



รูปที่ 3.28 แสดงการย้ายโครงถักจากรถบรรทุกเพื่อประกอบ ณ ตำแหน่งเตรียมยก (ต่อ)



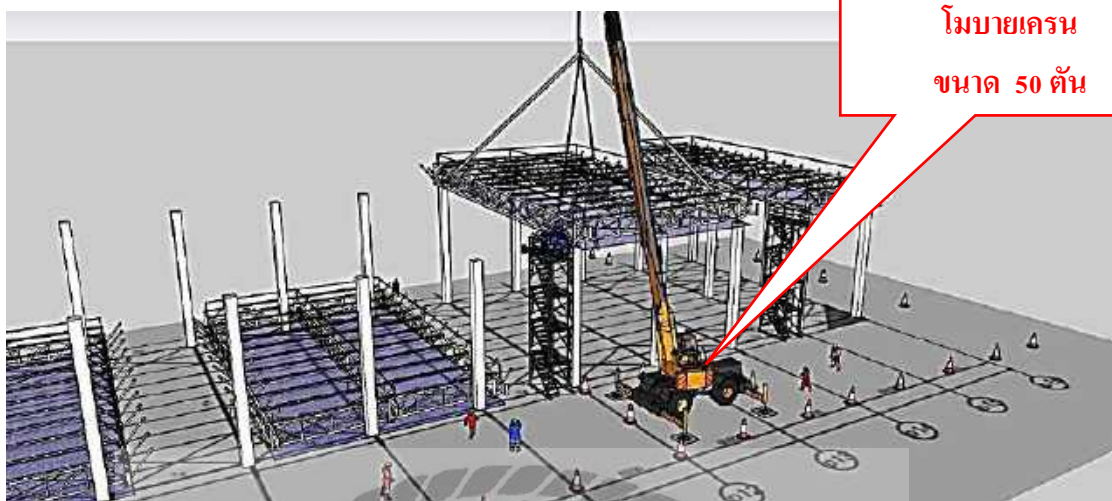
รูปที่ 3.29 แสดงรูปแบบวิธีการประกอบชิ้นงาน



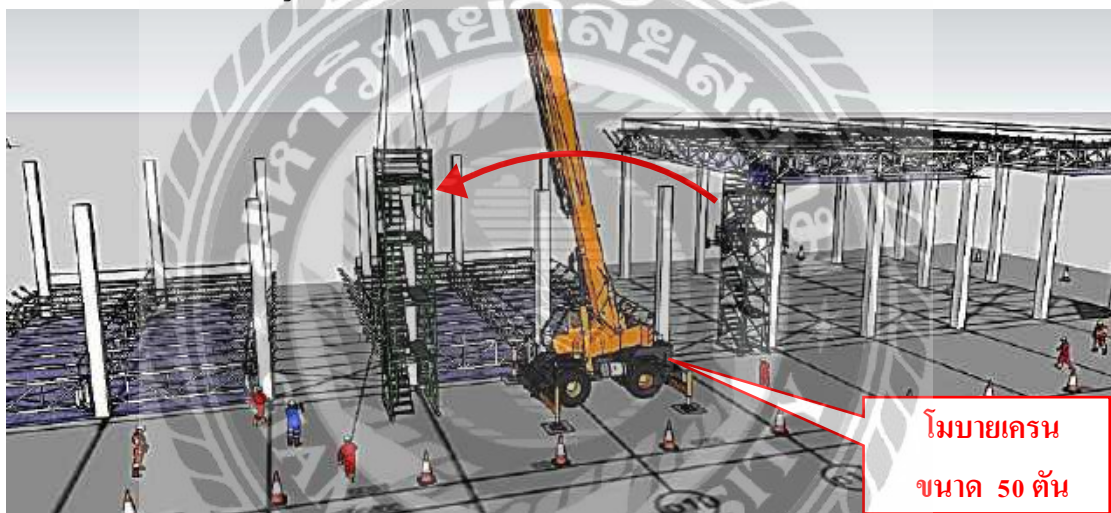
รูปที่ 3.30 แสดงรูปแบบลำดับการประกอบชิ้นงานเป็นใน 1 ช่วง (SPANS)



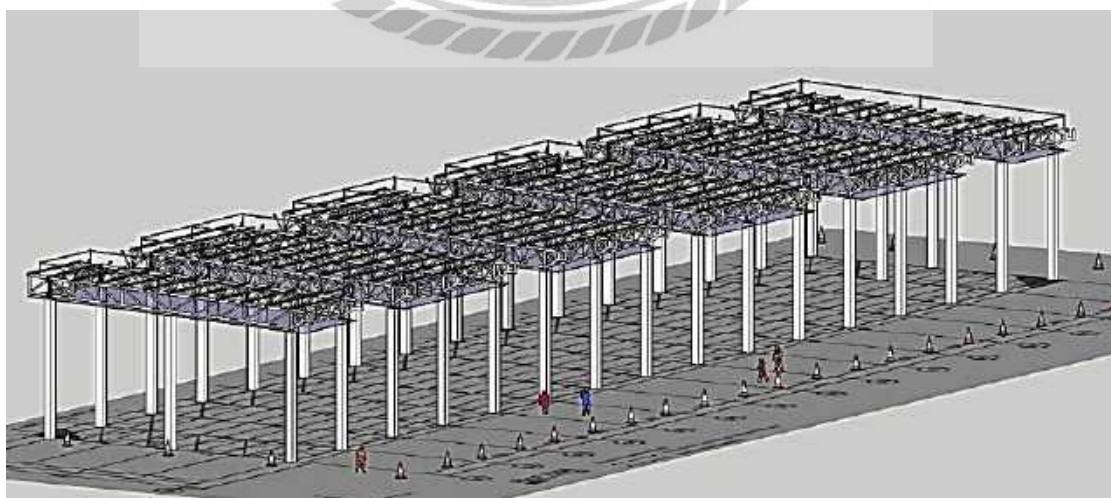
รูปที่ 3.31 แสดงการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักร อุปกรณ์และปิดพื้นที่อันตราย ก่อนทำงาน
ขุดติดตั้งหลังประกอบโครงถักหลังคาแล้วเสร็จทั้งหมด



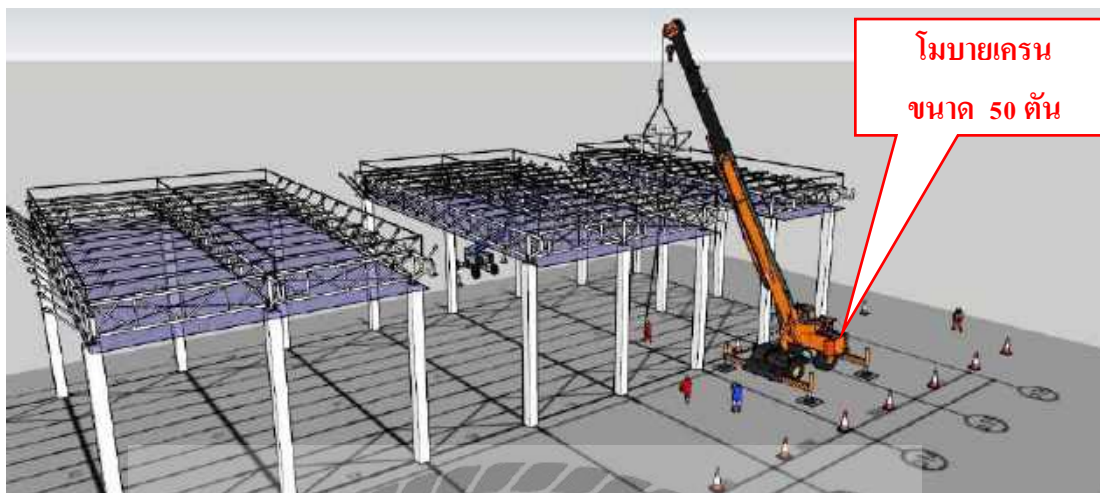
รูปที่ 3.32 แสดงขั้นตอนการยกติดตั้งโครงถักหลังคา



รูปที่ 3.33 แสดงขั้นตอนการย้ายนั่งร้านเพื่อเริ่มติดตั้งชุดถัดไป



รูปที่ 3.34 แสดงขั้นตอนการยกติดตั้งโครงถักหลังคา GROUP : A-F แล้วเสร็จภายใน 1 วัน



รูปที่ 3.35 แสดงขั้นตอนเก็บงานในช่วงที่เว้นไว้

จากรูปที่ 3.27 – 3.35 เป็นการประกอบโครงถักหลังคาในส่วนของขั้นตอนการยกแบบปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ประกอบ Main Truss T1A และ Sub Truss T3
2. ติดตั้งแป (Purlin)
3. ตรวจสอบความเรียบร้องของชิ้นงาน เก็บรายละเอียดงานให้เรียบร้อย เช่น เก็บรอยเชื่อมและเก็บงานสี
4. ติดตั้ง เชือกช่วยชีวิต (LIFT LINE)
5. ติดตั้งตาข่ายกันตก (SAFETY NET)
6. การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักร อุปกรณ์และปิดพื้นที่อันตราย ก่อนทำงาน
7. การทำ KY หรือ KIKEN YOSHI การวิเคราะห์จุดอันตราย
8. ทำการยกโครงถักหลังคาเพื่อติดตั้ง

3.13 การตรวจสอบและประกอบโครงถักหลังคาและ ใส่อุปกรณ์โครงถักหลังคา

ในระหว่างกระบวนการตรวจสอบแบบ Shop Drawing นั้น โดยทั่วไปจะทำการสั่ง วัสดุเหล็กรูปพรรณเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโครงสร้างเหล็ก ซึ่งการจัดส่งจะส่งโดยตรงไปที่โรงงานผู้ผลิตโดยใช้ระยะเวลาหนึ่ง ทำให้การตรวจรับสินค้ามักจะให้ทางโรงงานผู้ผลิตเป็นผู้ตรวจรับแทนบริษัท เพราะไม่สามารถส่งพนักงานไปประจำที่โรงงานผู้ผลิตเพื่อตรวจรับสินค้าเองได้

ดังนั้นเมื่อมีกระบวนการตรวจสอบแบบร่างเท่าขนาดจริง Full Scale Inspection จึงมักทำการตรวจสอบการตรวจรับและจัดเก็บเหล็กรูปพรรณที่นำเข้าไปที่โรงงานผู้ผลิตไปพร้อมๆกัน

ทางโรงงานจะต้องทำการตรวจสอบหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ขนาด ความยาว และความหนา ของเหล็กรูปพรรณในแต่ละชนิด
2. จำนวนของเหล็กรูปพรรณแต่ละขนาด
3. ใบรับรองสินค้าของเหล็กรูปพรรณแต่ละขนาด ว่าชั้นคุณภาพตรงตามที่สั่งซื้อหรือไม่

หากการตรวจสอบยอมรับได้ ทางโรงงานผู้ผลิตจะทำการรับสินค้าและจัดเก็บเพื่อรอใช้งานในกระบวนการผลิตต่อไป แต่หากผลการตรวจสอบไม่เป็นที่ยอมรับทางโรงงานต้องทำการปฏิเสธไม่รับสินค้านั้นๆและแจ้งข้อมูลให้ทางบริษัททราบต่อไป จากนั้นจึงทำการบันทึกการตรวจรับและแจ้งรายละเอียดให้ทางบริษัททราบเป็นระยะ

3.13.1 FULL SCALE INSPECTION การตรวจสอบแบบร่างเท่าขนาดจริงที่โรงงานผู้ผลิต

3.13.1.1 การตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิต

โดยทั่วไป วัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน

- เหล็กรูปพรรณ
- Bolts & Nuts
- สลักสนิม สิจริง และ/หรือ สีสทนไฟ

3.13.2 PRODUCT INSPECTION การตรวจสอบในขั้นตอนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบผลิตภัณฑ์หรือ โครงสร้างเหล็กที่ผลิตแล้วเสร็จนั้น จะกระทำเมื่อทางโรงงานผู้ผลิต ทำการประกอบหรือเชื่อมต่อชิ้นงานแล้วเสร็จในแต่ละชนิดของชิ้นงาน เช่น เมื่อโครงหลังคา ชื่อ T1, T2, T3... แล้วเสร็จ ทางโรงงานจะทำการนัดหมายให้ทุกฝ่าย ที่เกี่ยวข้องเข้าตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งควรเข้าตรวจสอบตั้งแต่ที่โครงสร้างแรกของแต่ละชนิดแล้วเสร็จ เพื่อตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องก่อนที่จะทำการผลิตโครงสร้างชิ้นถัดไป เนื่องจากหากมีข้อผิดพลาดหรือข้อเสนอนะต่างๆ จะสามารถปฏิบัติตามในชิ้นถัดไปได้โดยไม่เกิดความเสียหาย แต่หากทำการผลิตแล้วเสร็จเป็นจำนวนมาก แล้วจึงเข้าตรวจสอบผลิตภัณฑ์ หากเกิดความผิดพลาดหรือมีข้อเสนอนะจะต้องทำการแก้ไขชิ้นงานเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความล่าช้าและเสียหายเป็นจำนวนมาก

วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ Product Inspection

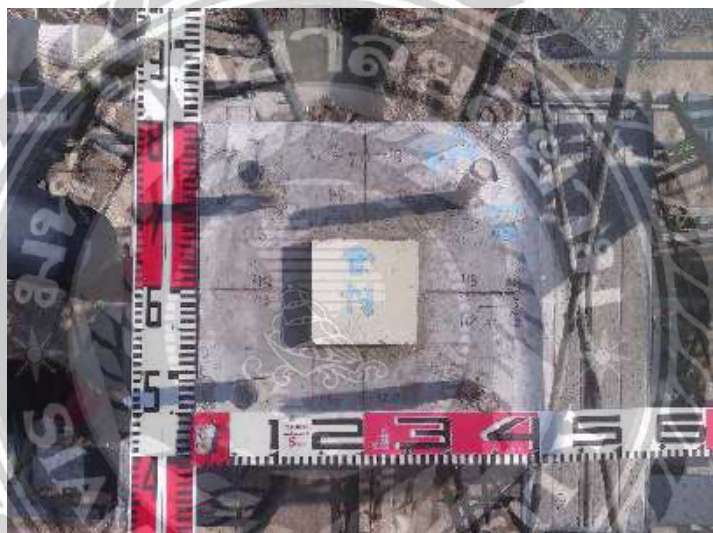
1. เพื่อเป็นการตรวจสอบและยืนยันจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมามีความถูกต้อง เป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดที่ทุกฝ่ายยอมรับได้

2. เพื่อช่วยกันตรวจสอบ ค้นหา ข้อบกพร่อง หรือข้อควรระวัง และหาวิธีแก้ไขร่วมกันเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น

3. เพื่อป้องกันความเสียหายทั้งในด้านเวลาและค่าใช้จ่าย จากความเข้าใจหรือความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันจากทุกฝ่าย ก่อนที่จะทำการส่งออกไปที่หน่วยงานเพื่อทำการติดตั้งต่อไป

4. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น มีคุณภาพ และตรงตามความต้องการและหลักวิศวกรรม และสอดคล้องกับวิธีการหรือกระบวนการติดตั้งที่หน่วยงาน

ก่อนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ทางผู้รับเหมา โครงเหล็กต้องทำการเก็บข้อมูลระยะตำแหน่งของ Bolts (Film data) ของเสารับ โครงหลังคุดัน เพื่อประกอบการพิจารณา ข้อบกพร่องและวิธีแก้ไขต่อไป



รูปที่ 3.36 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลของ Bolts (Film data)

3.13.3 ตรวจสอบรอยเชื่อม รอยต่อ ของ โครงสร้างเหล็ก

การตรวจสอบรอยเชื่อมทำได้หลายวิธี บางกรณีอาจมีการกำหนดให้มีการตรวจสอบรอยต่อเชื่อมด้วยวิธีการตรวจสอบต่างๆ ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้วิธีการ 2 วิธีคือ

1. Visual Check
2. Penetrant Test (PT)

ตรวจสอบสภาพ รูปทรง ความโค้ง บิดงอ รอยเชื่อม และอื่นๆ โดยทั่วไปของ โครงสร้างเหล็ก



รูปที่ 3.37 ตรวจสอบสภาพ รูปทรง ความโค้ง บิดงอ รอยเชื่อม และอื่นๆโดยทั่วไปของโครงสร้างเหล็ก

1. Visual Check

การตรวจสอบด้วยสายตา หมายถึง การตรวจสอบสภาพรอยเชื่อมโดยทั่วไป รูปแบบรอยเชื่อม แนวเชื่อม ภายนอก ด้วยสายตา และใช้เครื่องมือสำหรับวัดขนาดของรอยเชื่อม ความกว้าง ความหนา ของรอยเชื่อม เทียบกับข้อกำหนดในแบบ Structural Design Drawing



รูปที่ 3.38 ตรวจสอบสภาพ รูปทรง ความโค้ง บิดงอ รอยเชื่อม และอื่นๆโดยทั่วไปของโครงสร้างเหล็ก

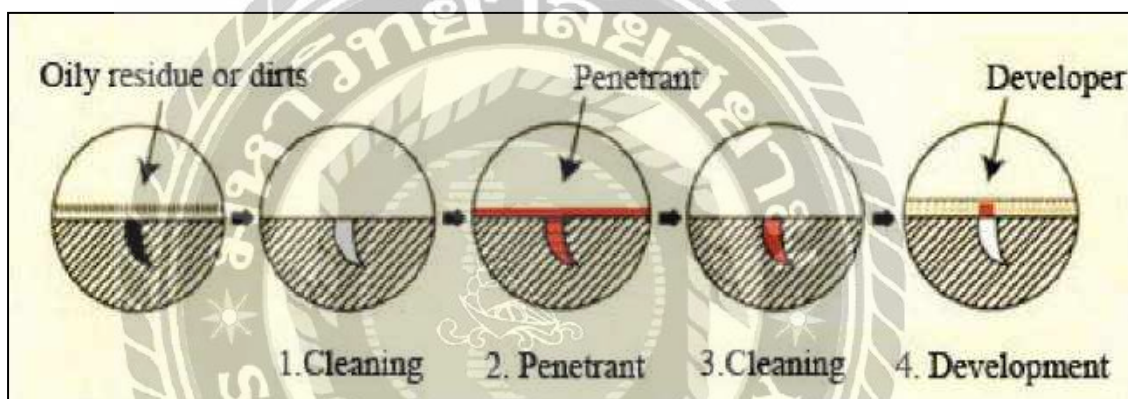
2. Penetrant Test (PT)

การทดสอบแบบ Penetrant Test หรือที่เรียกว่า PT เป็นหนึ่งในกระบวนการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non Destructive Testing NDT) ซึ่งสามารถใช้ทดสอบความสมบูรณ์ของชิ้นงาน ว่ามีการแตกร้าวที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือไม่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำลายชิ้นงานที่ถูกทดสอบ ซึ่งการตรวจสอบโดยวิธี PT นั้น เป็นการตรวจสอบความบกพร่องที่ผิวของรอยเชื่อม เป็นหลุม หรือมีรอยแตกที่ผิว หรือไม่ เป็นการทดสอบที่ระดับพื้นผิวภายนอกเท่านั้น

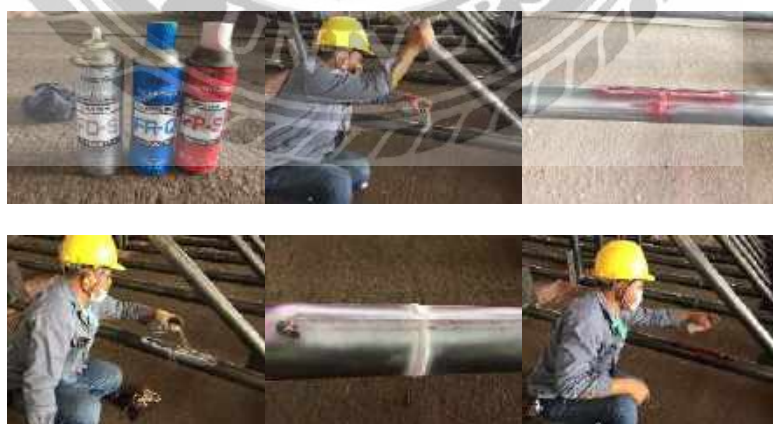
ขั้นตอนการทำงาน

- a) ทำความสะอาดพื้นผิวที่จะทำการทดสอบด้วยผ้าสะอาดพ่นน้ำยา Cleaner (ไม่มีสี)
- b) พ่นน้ำยา Penetrant (สีแดง) ลงบนพื้นผิวของรอยเชื่อมที่ต้องการทดสอบ ทิ้งไว้ประมาณ 3 – 6 นาที เพื่อให้ น้ำยาแทรกซึมลงบนรอยแตก (ถ้ามี)
- c) ถูน้ำยา Penetrant ออกจากพื้นผิวด้วยผ้าสะอาดผสมน้ำยา Cleaner
- d) พ่นน้ำยา Developer (สีขาว) ลงบนพื้นผิวที่ต้องการตรวจสอบ

หากมีรอยแตกจะปรากฏสีแดงขึ้น ทำให้เห็น ขนาด รูปร่าง ของรอยแตกบนพื้นผิวสีขาวได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 3.39 แสดงขั้นตอนการทำงานของน้ำยาเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบรอยเชื่อมแบบ PT



รูปที่ 3.40 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบรอยเชื่อมแบบ PT

หากการตรวจสอบรอยเชื่อมพบรอยร้าวหรือจุดบกพร่องของเชื่อม ทางผู้ทำการทดสอบซึ่งโดยมากเป็นฝ่ายควบคุมคุณภาพของทางโรงงานผู้ผลิตเอง หรือผู้ทดสอบที่เป็น Third Party (ซึ่งเป็น

ผู้ตรวจสอบที่ผ่านการอบรม) จะเป็นผู้ตัดสินใจว่ารอยเชื่อมที่ทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ หากไม่ผ่านการยอมรับต้องทำการแก้ไขแล้วทำการทดสอบใหม่จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การยอมรับได้ พร้อมทั้งจัดทำเป็นรายงานส่งให้ทางบริษัทในภายหลัง

3.13.4 สีที่ใช้ทาโครงเหล็ก

งานรับเหมาทาสีโครงเหล็กไม่ว่าจะเป็นสีกันสนิม สีน้ำมัน สีอีพอกซี หรือสีกันไฟ โดยทั่วไป อาจเป็นบริษัทที่ผลิตโครงเหล็กเอง หรือเป็นบริษัทที่รับเหมาทาสีโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตามงานทาสีโครงเหล็กมักจะกระทำที่โรงงานผู้ผลิตให้เสร็จ ก่อนที่จะทำการจัดส่งเข้าหน่วยงาน เนื่องจากสะดวก และปลอดภัยในการทำงาน รวมถึงการควบคุมคุณภาพของงานสีด้วย



รูปที่ 3.41 แสดงการตรวจสอบสีกันไฟที่โรงงานผลิต (1)



รูปที่ 3.42 แสดงการตรวจสอบสีกันไฟที่โรงงานผลิต (2)

3.13.5 การตรวจสอบโครงสร้างเหล็กเมื่อนำเข้าหน่วยงาน ก่อนทำการติดตั้ง

การตรวจสอบโครงสร้างเหล็กเมื่อนำเข้าหน่วยงาน ก่อนทำการติดตั้ง มีเวลาในการดำเนินการในขั้นตอนตรวจสอบไม่มาก เนื่องจากบางครั้งสภาพที่หน่วยงานไม่มีพื้นที่พอในการจัดวางโครงสร้างเหล็ก และยังต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการยกย้ายลงจากรถขนส่ง ดังนั้นบางครั้งจะทำการยกขึ้นจากรถเพื่อทำการติดตั้งในคราวเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม หากผลิตภัณฑ์โครงสร้างเหล็กจะถูกตรวจสอบความถูกต้องต่างๆ จากแผนกควบคุมคุณภาพ QC ของโรงงานก่อนจะทำการขนส่งออกจากโรงงานผู้ผลิตมาที่หน่วยงาน ดังนั้นที่หน่วยงานอาจทำการสุ่มตรวจสอบโครงเหล็กที่นำเข้ามาก่อนติดตั้ง ในแต่ละชนิดของโครงสร้าง

แต่สิ่งสำคัญอีกประการที่ทางโรงงานผู้ผลิตไม่สามารถตรวจสอบได้คือ ความเสียหายภายหลังการขนส่ง เช่น รูปร่างที่โค้งงอ เสียรูปไปจากการขนส่ง หรือชิ้นส่วน Member ของโครงสร้างได้รับความเสียหาย เป็นต้น.



รูปที่ 3.43 แสดงตัวอย่างการขนส่งโครงสร้างเหล็กเข้าหน่วยงาน

3.14 การตรวจสอบระหว่างการติดตั้งโครงถักหลังคา

สิ่งสำคัญที่สุดของกระบวนการติดตั้งโครงสร้างเหล็ก คือ การวางแผนการทำงาน ซึ่งการวางแผนการติดตั้งนี้จะกระทำก่อนการนำเข้าโครงเหล็กเพื่อทำการติดตั้ง โดยมีการประชุมร่วมกันระหว่างฝ่ายก่อสร้าง ผู้รับเหมางาน โครงเหล็ก ผู้รับเหมางานอื่นที่เกี่ยวข้อง รวมถึงฝ่ายงานระบบ

ด้วย เพื่อกำหนด ความปลอดภัยและวิธีการติดตั้ง ตำแหน่งการยื่นของเครื่องจักรหรือรถเครน มุมของ Sling ที่ใช้การยก การเข้าออกของรถขนส่ง การวางโครงเหล็กที่หน่วยงาน น้ำหนักของ โครงสร้างเหล็ก กำลังการยกของรถเครนที่ไช่ยกโครงเหล็ก การติดตั้งนั่งร้าน การติดตั้งเชือก Life Line และตาข่ายกันตก ระยะเวลาการติดตั้ง และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น



รูปที่ 3.44 การประชุมภายในหน่วยงานก่อสร้างก่อนทำการติดตั้ง 1 วัน



รูปที่ 3.45 การประชุมตอนเช้าของทุกวัน เพื่อชี้แจงจุดอันตรายให้ทุกคนในหน่วยงานทราบ



รูปที่ 3.46 การประชุมติดตั้ง ก่อนทำการยกโครงถักหลังคา

3.15 การติดตั้งโครงถักหลังคา

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุดในการติดตั้งคือ เรื่องของความปลอดภัย สภาพอากาศ เรื่องฝนและเรื่องของฟ้าผ่า ความปลอดภัยของผู้ทำงานติดตั้ง ผู้ที่ทำงานบริเวณใกล้เคียง ตำแหน่ง และพื้นที่การยื่นของรถเครนต้องมีความมั่นคงแข็งแรง และมีพื้นที่กว้างพอในการยื่นเครน ระยะห่างและมุมระหว่างชิ้นงานกับรถเครนต้องไม่เกินกว่าข้อกำหนดตามที่วางแผนงานไว้ก่อนหน้า



รูปที่ 3.47 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่มหรือ ช่วง (1)



รูปที่ 3.48 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่มหรือ ช่วง (2)



รูปที่ 3.49 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่มหรือ ช่วง (3)



รูปที่ 3.50 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่มหรือ ช่วง (4)



รูปที่ 3.51 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่มหรือ ช่วง (5)



รูปที่ 3.52 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่มหรือ ช่วง (6)



รูปที่ 3.53 แสดงการยกโครงถักหลังคาแบบกลุ่มหรือ ช่วง (7)



รูปที่ 3.54 แสดงการยกโครงถักหลังคาแล้วเสร็จทั้งหมด



บทที่ 4

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

การศึกษาวัยเรื่อง การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก ระบุสาเหตุในการเกิดปัญหาการลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก รวมถึงปรับปรุงขั้นตอนการทำงานหน้างานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเพื่อลดความเสี่ยงในการทำงานบนที่สูงได้อีกด้วย

4.1 โครงการที่ 1 การทำงานแบบเดิม

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาที่ใช้ในการทำงาน และสถิติในการทำงานจริง

ก่อนปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน พื้นที่ 1,269.33 ตรม.

ลำดับ	ข้อมูล (นาที) ประเภท	จำนวนการยก โครงถักหลังคา เพื่อติดตั้ง (ครั้ง)	การติดตั้ง	การเก็บวาง	การติดตั้งค่า ช่วยขยับชีวิต (นาที)	การเก็บ รายละเอียด ของสีกันไฟ (นาที)
			โครงถัก หลังคาพร้อม LIFELINE (นาที)	รายละเอียด ของงานโครง ถักหลังคา (นาที)		
1	T1A,T1,T5,T6,T7	5	135	-	30	50
	PURLIN	2	180	40	-	30
	BRACE 7 SET	7	210	-	-	15
	SBI 3 SET	3	60	-	-	30
	รวม	17	585	40	30	125
2	T4,T6,T7	3	90	-	35	40
	PURLIN	2	170	30	-	35
	BRACE 4 SET	4	120	-	-	10
	SBI 3 SET	3	50	-	-	30
	รวม	12	430	30	35	115
3	T1,T1,T1A,T2,T6,T7	6	150	-	40	50
	PURLIN	2	180	50	-	45
	BRACE 8 SET	8	190	-	-	20
	SBI 3 SET	3	70	-	-	30
	รวม	19	590	50	40	145
4	T3,T6,T7,T6,T7	5	140	-	40	60
	PURLIN	2	240	60	-	45
	BRACE 8 SET	8	180	-	-	20
	SBI 6 SET	6	100	-	-	30
	รวม	21	660	60	40	155
รวมทั้งหมด		69	2,265	180	145	540
ค่าเฉลี่ย / 1 กลุ่ม					782.50 นาที	
วัน					6.52 วัน	

4.1.1 แสดงค่าใช้จ่ายจริงที่เกิดขึ้นในการทำงานจริง

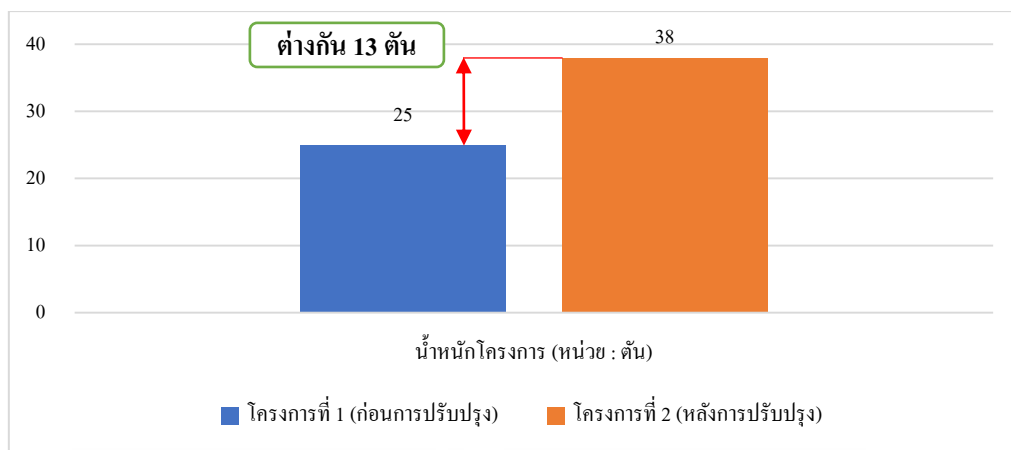
ตารางที่ 4.3 แสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของงานติดตั้งโครงถักหลังคา (ก่อนปรับปรุง)

ตารางค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโครงถักหลังคา											
หัวข้อ	ลำดับ	รายละเอียด	แรง งาน	หน่วย	จำนวน /บาท	ค่า ล่วงเวลา	จำนวน วัน	OT/ วัน	จำนวน/ บาท	รวม	หมายเหตุ
เครื่องจักร	1	- โม่บายครน ขนาด 25 ตัน	1	คัน	10,000	1,250	6	5	60,000	66,250	ไม่ทำ ล่วงเวลา
		- บวมลิฟท์	2	คัน	6,500	-	6	0	78,000	78,000	
		- ค่าขนส่งโม่บายครน 25 ตัน	1	เหมา	20,000	-	1	0	20,000	20,000	
		- ค่าขนส่งบวมลิฟท์	1	เหมา	2,000	-	1	0	2,000	2,000	
ค่าแรง งานติดตั้ง	2	- หัวหน้างาน	1	คน	1,200	225	6	5	7,200	8,325	
		- ช่างเชื่อม	1	คน	800	150	6	5	4,800	5,550	
		- ช่างประกอบและติดตั้ง	6	คน	750	141	6	5	27,000	27,703	
		- คนงาน	4	คน	450	84	6	5	10,800	11,222	
		- ค่ายรถไปกลับ	1	เหมา	5,000	-	1	0	5,000	5,000	
งานสี	3	- หัวหน้างาน	1	คน	500	94	5	0	2,500	2,500	หน่วยงาน 2 วัน
		- ช่างสี	5	คน	420	79	5	0	10,500	10,500	
		- ค่ายรถไปกลับ	1	เหมา	5,000	-	1	0	5,000	5,000	
งานดา ข่ายกันตก	4	- หัวหน้างาน	1	คน	500	94	1	0	500	500	
		- ช่างติดตั้ง	5	คน	450	84	1	0	2,250	2,250	
		- ค่ายรถไปกลับ	1	เหมา	2,000	-	1	0	2,000	2,000	
รวม									246,800	บาท	

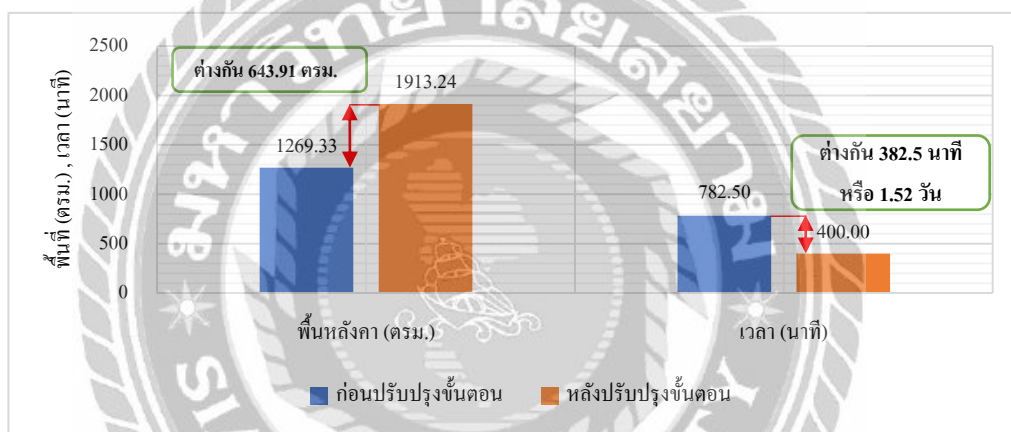
จากตารางที่ 4.3 เนื่องจากเวลาในการทำงานเพิ่มมา 1.52 วัน ทำให้ค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาและเวลาในการทำงานสูงถึง 246,500 บาท ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นถึง 51,450 บาท จากการคาดการณ์ และยังทำให้เสียเวลาในการทำงานที่ต่อเนื่องจากแผนงานที่วางไว้

4.2 การบันทึกหลังการปรับปรุงการทำงาน

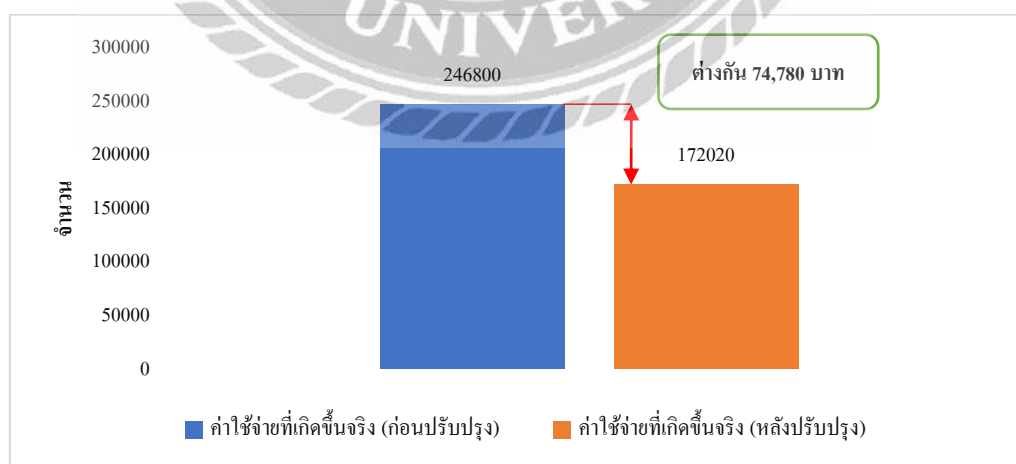
ผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลผลผลิตที่เกิดขึ้นนั้น มีผลต่างกันทางด้านผลผลิตที่เกิดขึ้น เนื่องจากทรัพยากรที่ใช้ใกล้เคียงกันทั้งก่อนปรับปรุงเป็นในลักษณะ Input เท่าเดิม Output เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจาก Process มีประสิทธิภาพมากขึ้น อัตราส่วนระหว่าง 2 วิธีการนี้มีผลต่างกันประมาณ 1.957 หรือประมาณ 2 เท่า ทั้งๆ ที่ในหน่วยงานที่ 2 มีพื้นที่ ของโครงถักหลังคามากกว่า โดยแสดงอัตราส่วนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าหลักโครงถักหลังคา



รูปที่ 4.2 แสดงอัตราส่วนพื้นที่โครงถักหลังคา และเวลาที่ใช้จริงในการทำงาน



รูปที่ 4.3 แสดงอัตราส่วนต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในการทำงาน

4.3 การเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง

หลังจากได้เก็บสถิติต่างๆ โดยการจดบันทึกข้อมูลต่างๆไว้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ปรับปรุง ขั้นตอนการทำงาน ลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการทำงาน มีสถิติตามตารางดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานในโครงการที่ 2

หลังปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน		พื้นที่ 1,913.24 ตร.ม.			
ลำดับ	ข้อมูล (นาที)	การติดตั้งโครงเหล็ก	การเก็บรายละเอียดของงานโครง	การติดตั้งสายช่วยชีวิต	การเก็บรายละเอียดของสีกันไฟ
	ประเภท	LIFELINE (นาที)	อีกหลังคา (นาที)	(นาที)	(นาที)
1	TRUSS GROUP : A	50	-	15	30
	PURLIN	60	60	-	15
	BRACE 5 SET	50	-	-	15
	INSTALLATION	45	-	-	-
	รวม	205	60	15	50
2	TRUSS GROUP : B	55	-	25	30
	PURLIN	120	90	-	30
	BRACE 4 SET	40	-	-	10
	INSTALLATION	55	-	-	-
	รวม	270	90	25	70
3	TRUSS GROUP : C	65	-	25	10
	PURLIN	115	70	-	30
	BRACE 4 SET	40	-	-	10
	INSTALLATION	55	-	-	-
	รวม	270	70	25	50
4	TRUSS GROUP : D	75	-	25	15
	PURLIN	110	80	-	25
	BRACE 4 SET	35	-	-	10
	INSTALLATION	55	-	-	-
	รวม	255	80	25	50
5	TRUSS GROUP : E	50	-	25	10
	PURLIN	135	-	-	20
	BRACE 4 SET	30	-	-	10
	INSTALLATION	35	-	-	-
	รวม	240	0	25	40
6	REMAINING 1	100	5	5	10
	REMAINING 2	110	5	5	20
	REMAINING 3	115	5	8	10
	REMAINING 4	110	5	5	-
	REMAINING 5	115	5	6	-
	รวม	550	25	29	40
รวมทั้งหมด		1,790	300	90	220
ต้นเฉลี่ย / 1 กลุ่ม		400.00 นาที			
วัน		5.00 วัน			

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนน้อยลง เนื่องจากความสะดวกในการทำงานบนพื้นราบ ง่ายต่อการแก้ไขงานและยังสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง สามารถลดเวลาได้ 795 นาที หรือ 1.66 วัน ทำให้สามารถทำงานได้สำเร็จภายใน 400 นาที จากกำหนด 5 วัน ในตารางที่ 4.6 และสามารถทำงานให้ทันตามแผนงานได้โดยไม่ต้องทำงานล่วงเวลา สามารถลดต้นทุนลงได้จริง หากเปรียบเทียบพื้นที่กับโครงการที่ 1 ที่มีขนาดพื้นที่น้อยกว่า โครงการที่ 2

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลการทำงานจริงของทั้ง 2 โครงการ

ลำดับ	หัวข้อ	ตารางสรุปเปรียบเทียบข้อมูล ขั้นตอนการทำงาน			
		โครงการที่ 1		โครงการที่ 2	
		แนวราบ	แนวตั้ง	แนวราบ	แนวตั้ง
1	ตรวจสอบค่าคงตัวจากแนวราบ	○		○	
2	ตรวจสอบระหว่างประกอบโครงสร้าง		○	○	
3	แก้ไขชั้นวาง		○	○	
4	เชื่อมงานเหล็กเสริมและพิมพ์		○	○	
5	ติดตั้ง Acum (ชั้นวางแปลน)	○		○	
6	ติดตั้ง ฐานบันได (I.B.)		○	○	
7	ติดตั้งผนังแนวตั้ง	○	○	○	○
8	ติดตั้งคาน้ำฝน		○	○	
9	ปรับระดับ Space ของโครงสร้าง		○		○
10	ปรับระดับ ดูดองวัน Space plate		○		○
11	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของโครงสร้างเหล็กก่อนจะติดตั้ง		○	○	
12	ตรวจสอบ Plate และ ใส่อุปกรณ์ Space plate		○		○
13	ปรับ Space		○		○
14	เชื่อมงานเหล็กเสริม Space		○		○
15	ตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างก่อนจะติดตั้ง	○	○		○
	จำนวน	4	13	9	6
	รวม		17		15

สัญลักษณ์ ○ แสดงถึงมีการทำงานในหัวข้อดังกล่าว

แนวราบ = การทำงานบนพื้นปกติ

แนวตั้ง = การทำงานบนที่สูง

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าในโครงการที่ 1 มีขั้นตอนการทำงานในแนวราบ 4 ขั้นตอน เมื่อเทียบกับโครงการที่ 2 พบว่าโครงการที่ 1 มีขั้นตอนการทำงานที่น้อยกว่า 5 ขั้นตอน จาก 9 ขั้นตอน แต่เมื่อเปรียบเทียบการทำงานในแนวตั้ง พบว่าในโครงการที่ 1 มีขั้นตอนการทำงานรวม 13 ขั้นตอน เมื่อเทียบกับโครงการที่ 2 พบว่าโครงการที่ 1 มีขั้นตอนการทำงานที่มากกว่า 7 ขั้นตอน จาก 6 ขั้นตอน เมื่อเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานทั้งหมด พบว่าในโครงการที่ 1 มีขั้นตอนการทำงานที่มากกว่า 3 ขั้นตอน จาก 17 ขั้นตอนในโครงการที่ 1 และจาก 15 ขั้นตอนในโครงการที่ 2

ตารางที่ 4.6 แผนงานและความคืบหน้าของงานในแต่ละวันหลังปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน



ตารางที่ 4.7 แสดงการค่าใช้จ่ายจริงที่เกิดขึ้นในการทำงานจริงในโครงการที่ 2

ตารางค่าใช้จ่ายในงานติดตั้งโครงถักหลังคา											
หัวข้อ	ลำดับ	รายละเอียด	แรงงาน	หน่วย	จำนวน / บาท	ค่า ล่วงเวลา / ชั่วโมง	จำนวน วัน	OT / วัน	จำนวน / บาท	รวม	หมายเหตุ
เครื่องจักร	1	- โม่บายนคร ขนาด 50 ตัน	1	คัน	18,000	2,250	1	-	18,000	18,000	ไม่ทำล่วงเวลา
		- โม่บายนคร ขนาด 25 ตัน	1	คัน	10,000	1,250	3	-	30,000	30,000	ไม่ทำล่วงเวลา
		- บวมลิฟท์	1	คัน	6,500	-	5	-	32,500	32,500	ใช้นั่งร้านเสริม
		- ค่าขนส่งโม่บายนคร 50 ตัน	1	เหมา	30,000	-	1	-	30,000	30,000	ร่วม 2 ขนาด ราคาพิเศษ
		- ค่าขนส่งบวมลิฟท์	1	เหมา	2,000	-	1	-	2,000	2,000	
ค่าแรงงาน ติดตั้ง	2	- หัวหน้างาน	1	คน	1,200	225	5	-	6,000	6,000	
		- ช่างเชื่อม	1	คน	800	150	4	-	3,200	3,200	
		- ช่างประกอบและติดตั้ง	5	คน	750	141	5	-	18,750	18,750	
		- คนงาน	4	คน	450	84	5	-	9,000	9,000	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เหมา	5,000	-	1	-	5,000	5,000	
งานสี	3	- หัวหน้างาน	1	คน	500	94	4	-	2,000	2,000	หน่วยงาน 1 วัน
		- ช่างสี	4	คน	420	79	4	-	6,720	6,720	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เหมา	5,000	-	1	-	5,000	5,000	
งานดาบย กันตก	4	- หัวหน้างาน	1	คน	500	94	1	-	500	500	ทำงานแนวราบ
		- ช่างติดตั้ง	3	คน	450	84	1	-	1,350	1,350	
		- ค่ารถไปกลับ	1	เหมา	2,000	-	1	-	2,000	2,000	
รวม									172,020	บาท	

จากตารางที่ 4.7 หลังจากศึกษาวิเคราะห์ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานสามารถลดต้นทุนในโครงการที่ 2 ลงได้มากกว่าโครงการที่ 1 คิดเป็น 74,780 บาท จาก 246,800 บาท ในโครงการที่ 1

เหลือ 176,020 บาท โครงการที่ 2 และไม่ค่ามีล่วงเวลาในโครงการที่ 2 เหมือนในโครงการที่ 1 เนื่องจากสามารถทำงานได้ทันตามเวลา

ผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ผลผลิตที่เกิดขึ้นนั้น มีผลต่างกันทางด้านผลผลิตผลิตที่สูงขึ้น เนื่องจากทรัพยากรที่ใช้ใกล้เคียงกันทั้งก่อนปรับปรุงเป็นในลักษณะ Input เท่าเดิม Output เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจาก Process มีประสิทธิภาพมากขึ้น คำนวณจาก

Input = Resource = 4M (Man Machine Material Method) , 2E (Energy Environment) , 1I (Information) , 1S (Space)

Input ของกระบวนการเดิม = Input ของกระบวนการใหม่ดังนั้น

Input = Constant ไม่ต้องนำมาคำนวณ

Output ที่กระบวนการเดิม มี LIFTING SPANS เท่ากับ 4 SPLANS ดังนี้

$$\text{ผลผลิตของวิธีการใหม่} = \frac{0.613 \text{ group/day}}{\text{Input=Constant}}$$

Output ที่กระบวนการเดิม มี LIFTING SPANS เท่ากับ SPANS ดังนี้

$$\text{ผลผลิตของวิธีการใหม่} = \frac{1.200 \text{ group/day}}{\text{Input=Constant}}$$

$$\text{ผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

$$\text{ผลผลิตของวิธีการเดิม} = \frac{0.613 \text{ group/day}}{\text{Input=Constant}}$$

$$\text{ผลผลิตของวิธีการใหม่} = \frac{1.200 \text{ group/day}}{\text{Input=Constant}}$$

อัตราส่วนระหว่าง 2 วิธีการนี้มีผลต่างกันประมาณ 1.957 หรือประมาณ 2 เท่า ทั้งๆที่ในหน่วยงานที่ 2 มีพื้นที่ ของ โครงถักหลังคามากกว่า โครงการที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบต้นทุน โครงการที่ 1 (ก่อนการปรับปรุง) และ โครงการที่ 2 (หลังการปรับปรุง)

ค่าใช้จ่าย	อัตราส่วนต้นทุน (ร้อยละ)		
	โครงการที่ 1	โครงการที่ 2	ผลต่าง

เครื่องจักร	67.36	65.4	32.33
ค่าแรงงานติดตั้ง	23.42	24.39	27.42
งานสี	7.29	7.98	23.78
งานต๋ายกัณฑ์ดก	1.92	2.24	18.95
รวม	100	100	30.3

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าหลังจากการศึกษาวิเคราะห์ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานสามารถลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคาได้ถึงร้อยละ 30.3 คิดเป็นเงิน 74,780 บาท จากเดิมในโครงการที่ 1 ใ้ไป 246,800 บาท ในโครงการที่ 2 ลดลงเหลือ 172,020 บาท ในส่วนของเครื่องจักรลดลงได้ถึงร้อยละ 32.33 คิดเป็น 53,750 บาท โดยในโครงการที่ 1 จ่ายไป 166,250 บาท แต่ในโครงการที่ 2 ลดลงเหลือ 112,500 บาท ค่าแรงงานติดตั้งลดลงร้อยละ 27.42 คิดเป็น 15,850 บาท จากเดิม 57,800 บาท ลดลงเหลือ 41,950 บาท ค่างานทาสีลดลงร้อยละ 13.78 คิดเป็น 4,280 บาท จากเดิม 18,000 บาท ลดลงเหลือ 13,720 บาท และค่างานต๋ายกัณฑ์ดกลดลงร้อยละ 18.95 คิดเป็น 900 บาท จากเดิม 4,750 บาท ลดลงเหลือ 3,850 บาท

4.4 การวิเคราะห์ผลของการปรับปรุง

ในโครงการที่ 2 จะมีการยกในที่นี้มีอยู่ 2 ส่วนคือ

1. การยกประกอบ ในที่นี้เป็นยกประกอบในแนวราบ หรือประกอบที่พื้น ณ จุดยกจริงหรือใกล้เคียงแต่ต้องไม่เกิดข้อกำหนดในความสามารถในการยกน้ำหนักของโมบายเครน การยกประกอบนี้หากนับตามจำนวนชิ้นส่วน จะมีจำนวนทั้งหมด 158 ชิ้น ในที่นี้ อาจดูเหมือนจะต้องใช้เครื่องจักรในการยกถึง 158 ครั้ง แต่จริงแล้วสามารถใช้แรงงานคนในการยกประกอบได้ในบางชิ้นส่วนเช่น Arm , Purlin , Brace เนื่องจากมีน้ำหนักที่ไม่มากนักและเพื่อจำกัดความสูญเปล่าสามารถใช้แรงงานคนได้ และไม่เสียเวลาในการประกอบส่วนอื่น

2. การยกเพื่อติดตั้ง หลังจากประกอบโครงหลังคาในแนวราบ หรือพื้น แล้วเสร็จ และทำการตรวจสอบคุณภาพเป็นที่เรียบร้อย ก็จะทำการยกเพื่อติดตั้งในตำแหน่งบนหัวเสา จะเห็นได้ว่าจำนวนในการยกติดตั้งบนหัวเสานั้นจะลดลงเหลือเพียง 20 ครั้งเท่านั้นเนื่องจากประกอบเป็นช่วงๆ และยกทีละจุด สังเกตได้จากตารางที่ 4.7 แสดงจำนวนในการยกโครงหลังคาเพื่อติดตั้งจริง ของโครงการที่ 2 ถึงแม้ในโครงการที่ 2 จะมีจำนวนในการประกอบเป็นจำนวนมากกว่าถึง 89 ชิ้น แต่มีความสะดวกและปลอดภัยกว่า จึงสามารถลดเวลาในการประกอบและตรวจสอบแก้ไข จนนำไปสู่การลดจำนวนการยกติดตั้งเพียง 20 ครั้งเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบทั้งปริมาณพื้นที่ของหลังคา

น้ำหนักเหล็กของโครงถักหลังคาแล้ว ก็จะเห็นได้ว่าในโครงการที่ 2 ยังสามารถรักษาเวลาในการทำงานเพื่อให้เป็นไปตามแผนการลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคาไว้ได้

จากการดำเนินการแก้ไขปัญหา พบว่า การใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนนี้ลดลง เนื่องจากความสะดวกในการทำงานบนพื้นราบ ง่ายต่อการแก้ไข สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง สามารถลดเวลาได้ 795 นาที หรือ 4.86 วัน จากกำหนด 5 วัน สามารถทำงานให้ทันตามแผนงานได้โดยไม่ต้องทำงานล่วงเวลา สามารถลดต้นทุนลงได้จริงหากเปรียบเทียบพื้นที่กับโครงการที่ 1 ที่มีขนาดพื้นที่น้อยกว่าโครงการที่ 2



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยการลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถักนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก
2. เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษา การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา สามารถลดต้นทุนได้ถึงร้อยละ 30.3 หลังจากศึกษาวิเคราะห์และปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน และยังสามารถลดเวลาในการติดตั้งโครงถักหลังคาได้ถึงร้อยละ 25.4 ซึ่งทำให้ได้ประสิทธิภาพและผลิตผลภายในหน่วยงานเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องต้นทุนของงานติดตั้งโครงถักหลังคา เวลาที่เร็วขึ้น การตรวจสอบชิ้นงานก่อนติดตั้งได้อย่างมีคุณภาพ การเก็บรายละเอียดของชิ้นงาน แก้ไขชิ้นงานสะดวกและรวดเร็ว และยังคงลดความเสี่ยงในการทำงานบนที่สูงได้อีกด้วย

5.1 สรุปผลการวิจัยการลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบข้อมูล การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา

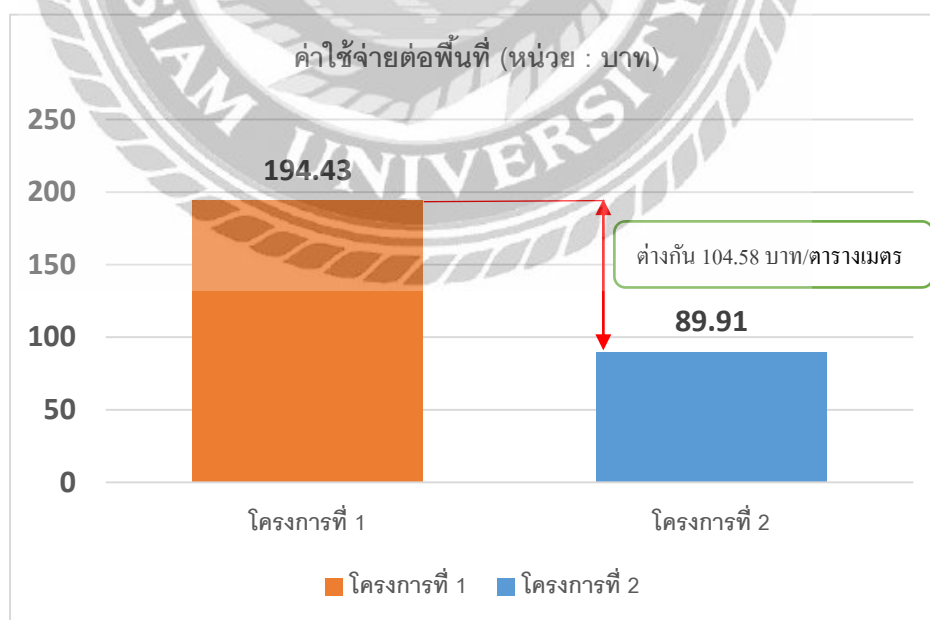
รายละเอียด	โครงการที่ 1	โครงการที่ 2	ผลต่าง	ผลต่าง (ร้อยละ)
	(ก่อนการปรับปรุง)	(หลังการปรับปรุง)		
ค่าใช้จ่ายที่แท้จริง (หน่วย : บาท)	246,800	172,020	74,780	30.3
ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ (หน่วย : บาทต่อตารางเมตร)	194.43	89.91	104.52	53.76
เวลาที่ใช้จริง (หน่วย : นาที)	3130	2335	795	25.4
น้ำหนักต่อพื้นที่ (หน่วย : กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	19.7	19.86	0.16	0.81

ผลการศึกษสรุปได้ว่าจากข้อมูลในตารางที่ 5.1 หลังจากศึกษาวิเคราะห์ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานสามารถลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา ในส่วนของโครงการที่ 2 ได้ถึง 74,780 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.3 โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ของโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2 พบว่า ในโครงการที่ 2 สามารถลดค่าใช้จ่ายได้เหลือเพียง 89.91 บาทต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ

53.76 จาก 194.43 บาทต่อตารางเมตร แสดงให้เห็นว่าสามารถลดต้นทุนได้จริงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ในโครงการที่ 2 ใช้เวลาในการติดตั้งแล้วเสร็จตามแผนที่วางไว้โดยไม่ต้องทำงานล่วงเวลา คือ 2,335 นาที หรือ 4.86 วัน ลดลงจากโครงการที่ 1 795 นาที หรือ 1.66 วัน ถึงแม้จะใช้การยกประกอบบริเวณพื้นอาคาร 72 ครั้ง แต่ก็สามารถทำให้ลดความสูญเปล่าได้ สามารถลดเวลาในการติดตั้งโครงถักหลังคาได้จริง และในโครงการที่ 2 สามารถติดตั้งโครงถักหลังคาได้ปริมาณที่มากกว่าโครงการที่ 1 คือ 19.86 กิโลกรัมต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.81 จาก 19.7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าการทำงานมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นหลังการปรับปรุง

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เกิดประสิทธิภาพและผลิตผลภายในหน่วยงานขึ้นเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเวลาที่เร็วขึ้น การตรวจสอบชิ้นงานก่อนติดตั้งได้อย่างมีคุณภาพ การเก็บรายละเอียดของชิ้นงาน แก้ไขชิ้นงานสะดวกรวดเร็ว อีกทั้งยังลดความเสี่ยงในการทำงานบนที่สูงได้อีก โดยสามารถลดความสูญเปล่าได้โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎี MUDA หรือ 7 WASTE ได้ คือ 1) การผลิตมากเกินไป (Overproduction) 2) การรอคอย (Waiting) 3) การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting) 4) การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (Inappropriate Processing) 5) การเก็บสินค้าที่มากเกินไป (Unnecessary Inventory) 6) การเคลื่อนที่ที่เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions) และ 7) ของเสีย (Defect) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในโครงการได้



รูปที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

ตารางสรุปเปรียบเทียบข้อมูล ขั้นตอนการทำงาน					
ลำดับ	หัวข้อ	โครงการที่ 1		โครงการที่ 2	
		แนวราบ	ที่สูง	แนวราบ	ที่สูง
1	ตรวจสอบก่อนลงจากดาดฟ้าทุก	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
2	ตรวจสอบระหว่างประกอบโครงหลังคา		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3	แก้ไขชิ้นงาน		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4	เก็บงานลิกกันสแตมและลิทานไฟ		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5	ติดตั้ง Arm (แขนรับเม)	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	
6	ติดตั้ง Purlin (เม)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7	ติดตั้งเชือกช่วยชีวิต	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
8	ติดตั้งสายกันตก		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9	ปรับระดับ Base plate ของโครงถัก		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
10	ปรับระดับ จุดรองรับ Base plates		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
11	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของโครงถักหลังคาถักก่อนยกติดตั้ง		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
12	ตรวจสอบ Bolts และ ระดับของ Base plates		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
13	ปรับ Brace		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
14	เก็บงานลิกกันสแตม Brace		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
15	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของโครงถักหลังคาถักติดตั้ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
	จำนวน	4	13	9	6
	รวม		17		15

สัญลักษณ์ แสดงถึงมีการทำงานในหัวข้อดังกล่าว

แนวราบ = การทำงานบนพื้นปกติ

ที่สูง = การทำงานบนที่สูง

5.2 สรุปผลการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

การปรับปรุงขั้นตอนการทำงานในที่นี้ เมื่อเปรียบเทียบของทั้ง 2 โครงการจะเห็นได้ว่าโครงการที่ 1 มีพื้นที่และน้ำหนักของโครงถักหลังคาน้อยกว่า แต่ใช้เวลาในการทำงาน และแก้ไขเมื่อเกิดความผิดพลาด มากกว่า ในการปฏิบัติงานเพื่อทำการติดตั้งและตรวจสอบก็ ทำได้ยากลำบากกว่าเนื่องจาก เวลาทั้งหมดในการทำงานในโครงการที่ 1 นี้ ส่วนใหญ่เข้าข่ายเป็นการทำงานบนที่สูงไม่ว่าจะเป็นการประกอบ และติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ สิ่งเหล่านี้ทำให้การทำงานล่าช้าลง และเพิ่มค่าใช้จ่ายในหน่วยงานเพิ่มขึ้น

ส่วนโครงการที่ 2 ได้ทำการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน โดยใช้หลักการและหลักปฏิบัติ เพิ่มขีดความสามารถของวิศวกรควบคุม และประยุกต์ใช้กับหลักสูตรวิชาสาขาการจัดการงานวิศวกรรม

เพื่อให้สามารถ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยเน้น หลักการของ The 7 Waste มาใช้กับโครงการที่ 2 ดังนี้

1. ประกอบโครงถักหลังคาแนวราบ หรือที่พื้น เพื่อให้สะดวกและลดความเสี่ยงในการทำงานบนที่สูงและกำจัดความสูญเปล่าโดยการรอกอยเครื่องจักร การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การกองเก็บวัสดุและอุปกรณ์ที่มากเกินไป ง่ายต่อการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงาน

2. การยกติดตั้งแบบเป็นช่วงๆ (Span of columns) ยกเป็นช่วงเสาถึงเสาเป็นกลุ่มช่วงเสา การยกติดตั้งด้วยวิธีนี้ จะรวดเร็วกว่าและสะดวกกว่าและลดเวลาในการทำงานบนที่สูง การตรวจสอบและแก้ไขจุดบกพร่องของงานก่อนที่จะทำการยกติดตั้งก็สะดวกและรวดเร็วกว่า

5.2.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงาน

การเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานที่นี้จะแสดงให้เห็นขั้นตอน และลำดับในการปฏิบัติงานจริง การตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงาน การเปรียบเทียบให้เห็น ขั้นตอนการทำงานและตรวจสอบ ระหว่าง การทำบนที่สูง และการทำงานแนวราบ หรือพื้นปกติ ที่สะดวกและงานต่อการตรวจสอบ แก้ไขงานได้ทันที และไม่เสียเวลา และกำจัดความสูญเปล่าได้

5.3 การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายผล ดังนี้

1) หลังจากศึกษาวิเคราะห์ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานสามารถลดต้นทุนในการติดตั้งโครงถักหลังคา ในส่วนของโครงการที่ 2 ได้ถึง 74,780 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.3 โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ของโครงการที่ 1 และโครงการที่ 2 พบว่า ในโครงการที่ 2 สามารถลดค่าใช้จ่ายได้เหลือเพียง 89.91 บาทต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 53.76 จาก 194.43 บาทต่อตารางเมตร แสดงให้เห็นว่าสามารถลดต้นทุนได้จริงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฐานิตย์ (2561) โดยการประยุกต์ใช้ ทฤษฎีลีน (lean theory) ทฤษฎีการจัดสมดุลการผลิต (production line balancing) และหลักการ ECRS เพื่อใช้ลดละเลิกรวมงานที่ไม่จำเป็นเข้าด้วยกัน สามารถลดระยะเวลาเวลารอกอยในแผนกเครื่องรีด ลงได้ 90 วินาที ต่อการผลิตประตู 1 บาน และลดระยะเวลาการเจาะบานประตูลงได้ 50 วินาทีต่อหนึ่งบาน สามารถลดคนงานในแผนกเครื่องรีดได้ 4 คน

แผนกเร้าเตอร์ 1 คน และแผนกเจาะ 1 คน สามารถลดต้นทุนในการผลิตรวมได้เท่ากับ 984,900 บาทต่อปี

2) การลดต้นทุนในการติดตั้งโครงหลังคาประเภทโครงถัก จากการดำเนินการแก้ไขปัญห พบว่า การใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนน้อยลง เนื่องจากความสะดวกในการทำงานบนพื้นราบ ง่ายต่อ การแก้ไขงานและยังสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง สามารถลดเวลาได้ถึงร้อยละ 25.4 คิดเป็น 795 นาที หรือ 4.86 วัน จากกำหนด 5 วัน สามารถทำงานให้ทันตามแผนงานได้โดยไม่ต้องทำงาน ล่วงเวลา สอดคล้อง กับงานวิจัยของวรวิศา (2559) ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนมา ปรับปรุง กระบวนการทำงานของแผนกบัญชี กรณีศึกษาของบริษัท เอ็มเอ็มทีเอช เอ็นจิ้น จำกัด จังหวัดชลบุรี ผลการวิจัยพบว่าสามารถตัดขั้นตอนการทำงานและลดเวลาในการปฏิบัติงานโดยรวม ของขั้นตอนทั้ง 8 กระบวนการ ลดลงเหลือ 7 ขั้นตอน การทำงาน ลดลงจาก 475 นาที เหลือ 365 นาทีลดลงทั้งสิ้น 110 นาที คิดเป็นร้อยละ 23.16

3) ในโครงการที่ 2 สามารถติดตั้งโครงถักหลังคาได้ปริมาณที่มากกว่าโครงการที่ 1 คือ 19.86 กิโลกรัมต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.81 จาก 19.7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าการ ทำงานมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นหลังการปรับปรุง แม้จะใช้การยกประกอบบริเวณพื้นอาคารในโครงการ ที่ 2 ถึง 72 ครั้ง ซึ่งมากกว่าโครงการที่ 1 ถึง 69 ครั้ง แต่ก็สามารถทำให้ลดความสูญเปล่าได้ เนื่องจากสามารถลดเวลาในการติดตั้งโครงถักหลังคาในโครงการที่ 2 ได้จริง ทำให้เกิด ประสิทธิภาพและผลิตผลภายในหน่วยงานขึ้นเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเวลาที่เร็วขึ้น การ ตรวจสอบชิ้นงานก่อนติดตั้งได้อย่างมีคุณภาพ การเก็บรายละเอียดของชิ้นงาน แก้ไขชิ้นงานสะดวก รวดเร็ว อีกทั้งยังลดความเสี่ยงในการทำงานบนที่สูงได้อีก โดยสามารถลดความสูญเปล่าได้โดย ประยุกต์ใช้ทฤษฎี MUDA หรือ 7 WASTE ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของพนิดา (2555) ศึกษา แนวคิดการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยใช้แนวคิด ไคเซ็น กรณีศึกษา แผนกบัญชีค่าใช้จ่าย ซึ่งมี การเขียนขั้นตอนการปฏิบัติงานและทำการวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ทำให้เห็นความสูญเปล่า ปรากฏเด่นชัด และนำหลักการไคเซ็นมาลดขั้นตอนในการทำงานที่ไม่เกิดมูลค่า (7 Waste: over processing) ด้วยการแจ้งให้ร้านค้าเรียงเอกสารตามที่ต้องนำส่งให้กับลูกค้า ตั้งแต่นำเอกสารมาให้ ลดการทำงานที่ไม่ เกิดมูลค่าของแผนกออกไป

5.4 ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้สำหรับธุรกิจก่อสร้าง

5.4.1 การใช้เทคนิคสลิ้นในการก่อสร้าง ช่วยลดเวลาในการดำเนินงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นผู้ประกอบการควรนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางธุรกิจให้ออกมาเป็นรูปธรรมเพื่อเพิ่มคุณค่าในกระบวนการทำงาน การปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ

5.4.2 การใช้เทคโนโลยีในงานก่อสร้าง การนำเครื่องจักรอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ต่างๆ ที่มีความทันสมัย สะดวกและปลอดภัย มาใช้งานนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการใช้งานอย่างละเอียด จึงต้องอาศัยเวลาในการเรียนรู้และปรับใช้ดำเนินงานเพื่อช่วยบริหารเวลาในด้านระยะเวลาตามสัญญา การส่งมอบงานตามกำหนด เป็นไปตามข้อตกลงหรือแผนที่วางไว้

5.4.3 การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง ส่งผลต่อเวลาในงานก่อสร้างเนื่องจากการสร้างตารางเวลาควบคุมการทำงาน การสร้างตารางควบคุมเวลาที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด ดังนั้นควรให้ความสำคัญกับตารางเวลาและการควบคุมงานให้เป็นไปตามแผน

5.5 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.5.1 ควรมีการประยุกต์ใช้เทคนิควิชาการแขนงใหม่ๆ เข้ามาช่วยในการปรับปรุงหรือการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้กระบวนการการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.5.2 ควรศึกษาการนำวิธีการนี้ ไปใช้กับขบวนการอื่น

5.5.3 ควรศึกษาการนำวิธีการนี้ ไปใช้กับหน่วยงานอื่นที่มีการติดตั้งโครงถัก ในลักษณะที่ใกล้เคียงกันต่อไป

บรรณานุกรม

- ฐานิตย์ ประจักษ์วินัยบดี และนันทิ สุทธิการณฤนัย. (2561). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยระบบลีนกรณีสึกษาบริษัท AEC จำกัด. *วารสารวิจัยวิทยาลัยนครราชสีมา*, 12(2), 26-34.
- ตลับลักษณ์ ธนดิษฐ์สุวรรณ, รชฎ เลียงจันทร์ และ อากาศ นพรัตน์ยากรณ์. (2562). *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม 2562-2564: ธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: วิจัยกรุงศรี.
- ไทยเอ็นจิเนียริง. (2560). *ลีนคอนสตรัคชัน (LEAN CONSTRUCTION)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaiengineering.com/2015/447-lean-construction/>.
- นคร กกแก้ว. (2545). *การศึกษาแนวทางในการลดปริมาณของเสียจากการก่อสร้างในประเทศไทย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนวรรณ อัสวไพบูลย์. (2562). การจัดการสมมูลการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์. *วารสารรังสิตบัณฑิตในกลุ่มธุรกิจและสังคมศาสตร์*, 5(1), 164-180.
- นิรติศัย ทุมวงษา. (2560). *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม 2560-2562: ธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: วิจัยกรุงศรี.
- บริษัท ไทยทาเคนาคาสากลก่อสร้าง จำกัด. (2562). *คู่มือการทำงานโครงสร้างเหล็ก*. เข้าถึงได้จาก <http://www.takenaka.asia/thailand/>.
- บุญกร สุขโรดม. (2562). *การผลิตแบบลีน*. เข้าถึงได้จาก <https://bananatraining.com/>.
- พนิดา หวานเพชร. (2555). *การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้แนวคิดไคเซ็น กรณีศึกษาแผนกบัญชีค่าใช้จ่าย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ไมตรี บุญจันทร์. (2561). *การลดต้นทุนและกำจัดความสูญเปล่าด้วยหลัก 3 MU*. เข้าถึงได้จาก <https://www.challengeto.com/17096604/>.
- วรธิดา รัตน์ไค้. (2559). *การประยุกต์ใช้แนวความคิดแบบลีนมาปรับปรุงกระบวนการทำงานของแผนกบัญชี กรณีศึกษาของ บริษัท เอ็มเอ็มทีเอช เอ็นจิน จำกัด จังหวัดชลบุรี* (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วรวิภา บุญมาพบ. (2557). *การประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างกรณีศึกษาบ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบมาตรฐาน: บริษัท ภาพร พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

- วันรัตน์ จันทกิจ. (2555). *17 เครื่องมือนักคิด (17 Problem Solving Devices)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/>.
- วุฒิพงษ์ อ่อนศรีสมบัติ. (2556). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างอาคาร (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- เวนิช วัฒนศิริภากร. (2555). *ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการบริหารต้นทุนโครงการกรณีศึกษาโครงการก่อสร้างอาคารสูง (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรบุรี.
- ศรัณย์ ชลไพศาล. (2552). *การใช้หลักการของลีนคอนสตรัคชันในการลดความสูญเสียดำเนินงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นจากการออกแบบงานระบบกรณีศึกษา: โครงการคอนโดมิเนียมแห่งหนึ่งย่านถนนศรีนครินทร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศุภพัฒน์ ปิงตา. (2557). เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด. เข้าถึงได้จาก <http://www.mut.ac.th/research>.
- สวลักษณ์ เชื้อสุวรรณ (2553). *การศึกษาปัจจัยที่เป็นผลกระทบต่อการลดลงของผลิตภาพแรงงานในงานก่อสร้าง (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สศิธา หล่อสกุล. (2556). *การใช้หลักวิศวกรรมคุณค่าในการบริหารโครงการ ประเภทอาคารพักอาศัย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สินีพันธุ์ สมบุญฤทธิ (2550). *การใช้หลักการของลีนคอนสตรัคชันในการควบคุมการก่อสร้างโครงการ บ้านคู่ภัย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุปรีย์ ศรีดำรง และ กนิศ อำสกุล. (2562). *บทความศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจ: อุตสาหกรรมก่อสร้างไทยปี(รายงานผลการวิจัย)*. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจ ธนาคารไทยพาณิชย์.
- อรอุมา หงส์เหิน. (2561). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดเวลาในอุตสาหกรรมก่อสร้าง: กรณีศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 6(1), 11-21.
- Cotco Metal Works Limited. (2563). *โครงถักในงานสถาปัตยกรรมโครงสร้างเหล็ก*. เข้าถึงได้จาก <https://www.wazzadu.com/article/4230/>.
- Engineering control. (2563). *ข้อมูลแสดงการคาดการณ์ต้นทุนของงานติดตั้งโครงถักหลังคา. รายงานการประชุมข้อมูลของงานติดตั้งโครงถักหลังคา 2563 (หน้า 3-4)*. กรุงเทพฯ:

THAI TAKENAKA INTERNATIONAL.LTD.

Engineering control. (2563). ข้อมูลแสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของงานติดตั้งโครงถักหลังคา.

รายงานการประชุมข้อมูลของงานติดตั้งโครงถักหลังคา 2563 (หน้า 6-7). กรุงเทพฯ:

THAI TAKENAKA INTERNATIONAL.LTD.

Pro Ind Solutions. (2560). ระบบลีน (LEAN) กำจัด 7 waste ในการผลิตเพื่อลดต้นทุน. เข้าถึงได้จาก

<https://www.proindsolutions.com/>.



ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์

ชื่อ – นามสกุล นายวีรยุทธ วงษ์ดี
 วัน เดือน ปีเกิด 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2528
 ภูมิลำเนา ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 41000

ประวัติการศึกษา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.

วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี แผนกเทคนิคสถาปัตยกรรม จังหวัดอุดรธานี

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส.

วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี แผนกเทคนิคก่อสร้าง จังหวัดอุดรธานี

ระดับปริญญาตรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

บริษัท THAI TAKENAKA INTERNATIONAL.LTD