

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาเพื่อลดข้อบกพร่องของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงโดยวิธีทางสถิติ

(A Study on Reducing Defects in Prestressed Concrete Piles through Statistical Methods)

โดย

นายรณกร บัวหนู

รหัสนักศึกษา 6623920005

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2567

โครงงานเรื่อง การศึกษาเพื่อลดข้อบกพร่องของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงโดยวิธีทางสถิติ

(A Study on Reducing Defects in Prestressed Concrete Piles through Statistical Methods)

ผู้จัดทำ นาย รณกร บัวหนู รหัสนักศึกษา 6623920005

ภาควิชา วิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาคภูมิ มงคลสังข์

อนุมัติโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนประจำ ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2567

คณะกรรมการการสอบโครงงาน

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาคภูมิ มงคลสังข์)

.....กรรมการกลาง

(อาจารย์ศลิษา เปลี่ยนดี)

.....กรรมการกลาง

(อาจารย์เฉลิมโรจน์ เลิศบริรักษ์กูล)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผศ.ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2568

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาคภูมิ มงคลสังข์

ตามที่ผู้จัดทำ นายรณกร บัวหนู นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2568 ถึงวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2568 ณ บริษัท อิเรเด็ียน โซล่า จำกัด และในตำแหน่ง Planning Officer

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นายรณกร บัวหนู

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

การที่นักศึกษาได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา บริษัท อิเรเด็ียน โซล่า จำกัด ระหว่างวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ.2568 ถึงวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2568 ส่งผลให้นักศึกษาได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความกรุณาและอนุเคราะห์อย่างดีของ คุณศรายุทธ สายทอง ตำแหน่งหัวหน้าวิศวกรประมาณราคาที่อนุญาตให้ใช้เรียนรู้ประสบการณ์การทำงานจริง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาคภูมิ มงคลสังข์ ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษา และความช่วยเหลือในทุกสิ่งทุกอย่างจนกระทั่งการปฏิบัติงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ บริษัท อิเรเด็ียน โซล่า จำกัด ที่ให้โอกาสแก่ผู้จัดทำได้เข้ามาฝึกปฏิบัติงานในครั้งนี้ ขอบคุณ คุณศรายุทธ สายทอง ตำแหน่งหัวหน้าวิศวกรประมาณราคา ระดับภาคีวิศวกรโยธา เลขทะเบียน ภย.68990 ดูแลสอนงานให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำในการทำงานและให้การช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำ
นายรณกร บัวหนู
30 กันยายน 2568

ชื่อโครงงาน	การศึกษาเพื่อลดข้อบกพร่องของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงโดยวิธีทางสถิติ
ผู้จัดทำ	นายรณกร บัวหนู รหัสนักศึกษา 6623920005
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาคภูมิ มงคลสังข์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	3/2567

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่ใช้เป็นฐานรากของโซลาร์ฟาร์ม และเพื่อหาสาเหตุของการเกิดของเสียที่กระทบต่อคุณภาพและต้นทุนการผลิต การศึกษาดำเนินการในโรงงานผลิตเสาเข็มเป็นระยะเวลา 3 เดือน (พฤษภาคม – กรกฎาคม พ.ศ. 2568) โดยมียอดการผลิตรวม 11,588 ต้น พบของเสียจำนวน 430 ต้น คิดเป็นร้อยละ 3.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 2 ลักษณะของเสียหลัก ได้แก่ เสาเข็มแตกร้าว (33.7%) เสาเข็มหักจากการตัดยก (25.6%) รอยต่อแบบที่ผิวเสาเข็ม (22.8%) และการสูญเสียคอนกรีตระหว่างการเท (17.9%)

การวิเคราะห์ใช้เครื่องมือคุณภาพ (QC Tools) เช่น แผนภาพพาเรโต ผังสาเหตุและผล การวิเคราะห์หาสาเหตุราก และ Why-Why Analysis โดยอ้างอิงกรอบ 4M ได้แก่ คน เครื่องจักร วัสดุ และวิธีการทำงาน ผลการปรับปรุงกระบวนการ ส่งผลให้สัดส่วนของเสียลดลงเหลือร้อยละ 2.87 ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 โดยเฉพาะของเสียจากเสาเข็มแตกร้าวลดลงจากร้อยละ 33.7 เหลือร้อยละ 28.1

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้สถิติและเครื่องมือคุณภาพสามารถช่วยลดของเสียในกระบวนการผลิตเสาเข็มฯได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และสนับสนุนมาตรฐานคุณภาพอย่างยั่งยืนสำหรับการใช้งานในโครงการโซลาร์ฟาร์ม

คำสำคัญ : เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง, โซลาร์ฟาร์ม, การลดของเสีย, การควบคุมคุณภาพ

Project Title	A Study on Reducing Defects in Prestressed Concrete Piles through Statistical Methods
Name	Mr. Ronnakorn Buahnoo
Advisor	Asst. Prof. Phakphum Mongkhonsang
Degree	Bachelor of Engineering
Department	Civil Environment and Sustainable Engineering
Faculty	Engineering
Semester / Academic year	3/2024

Abstract

This cooperative education project focuses on reducing defects in prestressed concrete piles used for solar farm foundations through the application of quality control methods. The study was conducted over a three-month period (May–July 2025) at a pile manufacturing plant, where 11,588 piles were produced, and 430 defective piles were identified. This corresponds to a defect rate of 3.71%, exceeding the company's allowable threshold of 2%. The major defects observed included surface cracks (33.7%), collapse during lifting (25.6%), surface joint (22.8%), and concrete loss during casting (17.9%). Quality control tools, including the Pareto Chart, Cause-and-Effect Diagram, Root Cause Analysis, and Why-Why Analysis, were employed to identify underlying causes based on the 4M framework: Man, Machine, Material, and Method. Corrective measures were implemented, such as stricter curing practices, improved vibration techniques, enhanced workforce training, and preventive machinery maintenance. Post-improvement results (August 2025) showed a reduction in the overall defect rate to 2.87%, with cracked pile defects decreasing from 33.7% to 28.1%. These findings demonstrate that statistical methods can effectively enhance production quality, minimize waste, and support sustainable cost control in prestressed concrete pile manufacturing for solar farm applications.

Keywords: Prestressed concrete pile, Solar farm, Quality control

Approve By

M. Phakphum.

สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน ก

กิตติกรรมประกาศ ข

บทคัดย่อ ค

Abstract ง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3

1.4 วิธีดำเนินงานของโครงงาน 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดวิชา Construction Management 4

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง 4

2.3 คอนกรีตอัดแรงและองค์ประกอบ 5

2.4 กระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง 6

2.5 เครื่องมือทางสถิติและ QC Tools และ 4M 27

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 สถานที่และหน่วยงานที่ปฏิบัติงาน 30

3.2 ลักษณะการประกอบการและบริการหลัก 31

3.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ (Planning Officer) 33

3.4 ชื่อและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา 34

3.5 ระยะเวลาปฏิบัติงาน 34

3.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 34

3.7 ตารางการดำเนินงาน 35

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 สถิติข้อมูลของเสีย (พฤษภาคม 2568) 37

4.2 สถิติข้อมูลของเสีย (มิถุนายน 2568) 41

4.3 สถิติข้อมูลของเสีย (กรกฎาคม 2568) 45

4.4 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ 49

4.5 การวิเคราะห์ปัญหา (Pareto, Cause & Effect, RCA, Why-Why) 56

4.6 การวิเคราะห์แนวคิด 4M 65

4.7 สถิติหลังปรับปรุง (สิงหาคม 2568) 91

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา 96

5.2 อภิปรายผล 97

5.3 ข้อเสนอแนะ 97

บรรณานุกรม 98

ประวัติผู้จัดทำ 99

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ระยะเวลาการแกะแบบของเสาเข็มแยกเป็นชนิดเสาเข็ม 15
ตารางที่ 2.2 ข้อกำหนดจำนวนไม้หมอนการวางเสาเข็มในสต๊อกของเสา 23
ตารางที่ 2.3 การทำเครื่องหมายบนหัวเสาเข็ม 26
ตารางที่ 3.1 วางแผนการดำเนินงานโดยขั้นตอนการดำเนินงาน 35
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการผลิตเสาเข็ม เดือนพฤษภาคม 2568 39
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการผลิตเสาเข็ม เดือนมิถุนายน 2568 41
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการผลิตเสาเข็ม เดือนกรกฎาคม 2568 45
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลการผลิตที่มีของเสียที่เกิดขึ้น 49
ตารางที่ 4.5 ข้อมูลลักษณะของเสีย 50
ตารางที่ 4.6 ข้อมูลลักษณะของเสียโดยใช้ Pareto Chart 56
ตารางที่ 4.7 ผังแสดงเหตุและผลสาเหตุของปัญหา 59
ตารางที่ 4.8 สาเหตุของปัญหาและแนวทางแก้ไข 60
ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์โดยใช้ Why–Why Analysis 62
ตารางที่ 4.10 หน้าที่ของน้ำที่ใช้กับคอนกรีต 78
ตารางที่ 4.11 ข้อกำหนดของน้ำ 79
ตารางที่ 4.12 สารที่ใช้ร่วมในกระบวนการผลิตคอนกรีต 82
ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการผลิตเสาเข็ม เดือนสิงหาคม 2568 91
ตารางที่ 4.14 ผลลัพธ์เสาเข็มมีรอยร้าวแตกหลังปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2568 95

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ใบ มอก. เลขที่ 396-2549 เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง 5
ภาพที่ 2.2 แผนผังทีมลากลวด 7
ภาพที่ 2.3 แสดงวิธีการลากลวดง 10
ภาพที่ 2.4 แสดงวิธีการดึงลวด 10
ภาพที่ 2.5 แผนผังทีมผูกเหล็กปลอก 11
ภาพที่ 2.6 การผูกหูยกเสาเข็ม 12
ภาพที่ 2.7 การผูกเหล็กปลอกและเหล็กเสริม 12
ภาพที่ 2.8 แผนผังทีมเข้าแบบ 13
ภาพที่ 2.9 การทำงานของทีมเข้าแบบ 15
ภาพที่ 2.10 แผนผังทีมเทคอนกรีต 16
ภาพที่ 2.11 การขนส่งคอนกรีต 18
ภาพที่ 2.12 การทำงานของทีมเทคอนกรีต 18
ภาพที่ 2.13 ใบ Mix Design 19
ภาพที่ 2.14 แผนผังทีมตัดยก 20
ภาพที่ 2.15 การยกเสาออกจากแพผลิต 23
ภาพที่ 2.16 การกองเสาเข็มที่ถูกวิธี 24
ภาพที่ 2.17 แผนผังทีมเก็บความเรียบร้อยของเสาเข็ม 25
ภาพที่ 3.1 แผนที่บริษัท อิเรเด็ียน โซล่า จำกัด (สำนักงานใหญ่) 30
ภาพที่ 3.2 ผังโครงสร้างองค์กร 32
ภาพที่ 4.1 P-Chart เดือนพฤษภาคม 2568 39
ภาพที่ 4.2 P-Chart เดือนมิถุนายน 2568 43
ภาพที่ 4.3 P-Chart เดือนกรกฎาคม 2568 47
ภาพที่ 4.4 เสาเข็มมีรอยร้าวแตก 51
ภาพที่ 4.5 เสาเข็มหักจากการตัดยก 52
ภาพที่ 4.6 รอยต่อแบบที่ผิวเสาเข็ม 53
ภาพที่ 4.7 การสูญเสียคอนกรีตระหว่างการเท 54

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.8 Training เพิ่มทักษะการทำงาน 67
ภาพที่ 4.9 จัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Total Productive Maintenance 69
ภาพที่ 4.10 ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพวัสดุคอนกรีต 71
ภาพที่ 4.11 MIX DESIGN CONCRETE 72
ภาพที่ 4.12 ทรายที่ใช้เป็นวัสดุผสม 73
ภาพที่ 4.13 ตรวจสอบทรายที่ใช้เป็นวัสดุผสม 74
ภาพที่ 4.14 ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพวัสดุเหล็กในกระบวนการประกอบแบบหล่อ 75
ภาพที่ 4.15 เหล็กที่ใช้ผลิตเสาเข็ม 76
ภาพที่ 4.16 ซีเมนต์ที่ใช้ผลิตเสาเข็ม 77
ภาพที่ 4.17 น้ำบ่มคอนกรีต 80
ภาพที่ 4.18 Slump Test 83
ภาพที่ 4.19 การประชุมอบรมการทำงาน 84
ภาพที่ 4.20 การสกัดผิวคอนกรีต 85
ภาพที่ 4.21 การทำความสะอาดเศษฝุ่น 85
ภาพที่ 4.22 การผสมน้ำยาอีพ็อกซี่ 86
ภาพที่ 4.23 การทายาอีพ็อกซี่ 86
ภาพที่ 4.24 การผสมทรายแห้งกับอีพ็อกซี่ 87
ภาพที่ 4.25 ปิดรอยซ่อมด้วยทรายผสมอีพ็อกซี่ 87
ภาพที่ 4.26 P-Chart เดือนสิงหาคม 2568 93

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

พลังงานแสงอาทิตย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โซลาร์ฟาร์ม ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหาวิกฤตพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่โลกกำลังเผชิญอยู่ โซลาร์ฟาร์มเป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่สะอาดและยั่งยืน แต่เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและปลอดภัยในระยะยาว ฐานราก ของโครงสร้างโซลาร์ฟาร์มจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่สภาพดินไม่แข็งแรง เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เป็นตัวเลือกที่นิยมใช้ในการถ่ายน้ำหนักโครงสร้างลงสู่ชั้นดินลึก

เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงมีความแข็งแรง ทนทาน และสามารถรับน้ำหนักได้สูง จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นฐานรากของโซลาร์ฟาร์มที่ต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ความชื้น อุณหภูมิ และแรงลม เสาเข็มชนิดนี้ทำงานโดยการถ่ายน้ำหนักจากแผงโซลาร์เซลล์และโครงสร้างเหล็กไปยังชั้นดินที่มีกำลังรับน้ำหนักสูงกว่า โดยมีกลไกการถ่ายน้ำหนักหลัก 2 ประเภท ได้แก่:

เสาเข็มรับน้ำหนักที่ปลายเสา (End Bearing Piles): ถ่ายน้ำหนักผ่านปลายเสาเข็มไปยังชั้นดินแข็งหรือชั้นหิน

เสาเข็มที่อาศัยแรงเสียดทาน (Skin Friction Piles): ถ่ายน้ำหนักผ่านผิวสัมผัสตลอดความยาวของเสาเข็มกับดินโดยรอบ

จุดเด่นของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงคือ การใช้ ลวดเหล็กแรงดึงสูง (Prestressed Concrete Wire) ดึงอัดคอนกรีตไว้ล่วงหน้า ทำให้คอนกรีตเกิด แรงอัดล่วงหน้า (Prestressing Force) ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักและลดการแตกร้าว ส่งผลให้เสาเข็มมีอายุการใช้งานยาวนาน เหมาะสำหรับโครงการขนาดใหญ่และถาวรกว่าชั้นดินตื้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นดินอ่อนหรือดินเหนียว ซึ่งไม่สามารถรองรับน้ำหนักของโครงสร้างได้อย่างเพียงพอ

ลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง คือการใช้ลวดเหล็กแรงดึงสูง (Prestressed Concrete Wire) ดึงอัดให้ตึงก่อนหรือระหว่างการหล่อคอนกรีต เพื่อให้คอนกรีตเกิดแรงอัดล่วงหน้า (Prestressing Force) เมื่อคอนกรีตแห้งและรับภาระจริง แรงอัดนี้จะช่วยต้านทานแรงดึงภายในเสาเข็มที่เกิดจากน้ำหนักโครงสร้างหรือแรงกระทำอื่น ๆ ส่งผลให้เสาเข็มมีความสามารถในการรับน้ำหนักที่สูงขึ้น ลดโอกาสเกิดรอยแตกร้าว ทั้งในระหว่างการใช้งานและระหว่างการขนส่ง เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงจึงมีอายุการใช้งานยาวนาน และสามารถใช้งานได้ในโครงการที่ต้องการโครงสร้างถาวร เช่น งานโครงสร้างพื้นฐาน โครงการผลิตพลังงาน และระบบสาธารณูปโภคขนาดใหญ่

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาและสังเกตการณ์ในโรงงานผลิต พบว่า การผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงในโครงการโซลาร์ฟาร์มในประเทศไทย ยังคงประสบกับปัญหาในหลายด้าน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยและความมั่นคงของโครงสร้างในระยะยาว ปัญหาเหล่านี้ได้แก่

1. คุณภาพของวัสดุคอนกรีตไม่สม่ำเสมอ เช่น ค่ากำลังอัดไม่เป็นไปตามที่ออกแบบ หรือส่วนผสมไม่เหมาะสม

2. ความคลาดเคลื่อนในการอัดแรงลวดเหล็ก ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการต้านทานแรงดึงของเสาเข็ม

3. การแตกร้าวของเสาเข็มก่อนการใช้งาน ที่อาจเกิดจากการบ่มคอนกรีตไม่สมบูรณ์ การขนย้ายหรือการถอดแบบและขึ้นรูปที่ไม่ถูกต้อง

4. การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต ที่ยังไม่สอดคล้องกับมาตรฐานวิศวกรรมหรือขาดระบบตรวจสอบคุณภาพ (Quality Control) ที่เข้มงวด

หากปัญหาเหล่านี้ไม่ได้รับการแก้ไข อาจนำไปสู่ความเสียหายของโครงสร้างแผงโซลาร์เซลล์ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนเสาเข็มในอนาคต และยังส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าและความคุ้มค่าโดยรวมของโครงการโซลาร์ฟาร์มอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาสาเหตุของการเกิดรอยร้าวแตกในเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง
2. เพื่อลดปริมาณของเสียจากเสาเข็มที่มีรอยร้าวแตก
3. เพื่อกำหนดมาตรการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตเสาเข็ม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษากระบวนการผลิตและผลกระทบต่อกระบวนการผลิต
2. เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ
3. ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

1.4 วิธีดำเนินงาน

1. ศึกษากระบวนการผลิตที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต
2. กำหนดปัญหาที่จะทำการศึกษา
3. เก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยใช้เครื่องมือ
    - แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา
    - ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) เพื่อแสดงสาเหตุของปัญหา
    - การวิเคราะห์เชิงสาเหตุและผล (Root Cause Analysis)
    - การวิเคราะห์ Why-Why Analysis เพื่อค้นหาสาเหตุราก (Root Cause)
5. ดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ
6. สรุปผลการดำเนินงาน
7. จัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำข้อมูลนี้เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเสาเข็ม และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเสาเข็มฯ
2. สามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงได้
3. ลดระยะเวลาในการทำงานและต้นทุนการผลิต

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดวิชา Construction Management (การบริหารงานก่อสร้าง)

วิชา Construction Management หรือ การบริหารงานก่อสร้าง เป็นสาขาหนึ่งของวิศวกรรมโยธา ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน ควบคุม และบริหารทรัพยากรในโครงการก่อสร้างให้ดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งหวังให้งานก่อสร้างสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่กำหนดในด้านเวลา ต้นทุน คุณภาพ และความปลอดภัย องค์ประกอบหลักของวิชานี้ครอบคลุมทั้งการวางแผนงานก่อสร้าง การประมาณราคา การควบคุมคุณภาพ การควบคุมต้นทุน การจัดการทรัพยากรแรงงานและวัสดุ การควบคุมความเสี่ยง และการบริหารโครงการโดยรวม

ในบริบทของการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง วิชา CM มีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเพื่อควบคุมของเสีย การใช้เครื่องมือวางแผนและควบคุม เช่น PERT/CPM การใช้ 7 QC Tools รวมถึงการประเมินผลกระบวนการผลิตและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนถึงการประยุกต์ใช้องค์ความรู้จาก CM เข้าสู่การจัดการภายในโรงงานผลิตเสาเข็มอย่างชัดเจน

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete Pile) เป็นวัสดุที่ใช้รองรับน้ำหนักในระบบฐานรากของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง โดยมีจุดเด่นคือสามารถรับแรงดัดและแรงเฉือนได้ดี เนื่องจากภายในเนื้อคอนกรีตมีการอัดแรงล่วงหน้าผ่านลวด PC Wire หรือ PC Strand ทำให้ลดโอกาสการแตกร้าวและยืดอายุการใช้งาน เสาเข็มชนิดนี้นิยมใช้ในงานโครงสร้างขนาดใหญ่ เช่น อาคารสูง โรงงาน สะพาน โซลาร์ฟาร์ม และโครงการโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ

การผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงจะต้องดำเนินการในโรงงานที่ควบคุมคุณภาพอย่างเคร่งครัด ตั้งแต่การเลือกวัสดุ การจัดวางลวด การเทคอนกรีต ไปจนถึงการบ่ม และการตรวจสอบก่อนส่งมอบ ทำให้เสาเข็มที่ได้มีคุณภาพสม่ำเสมอ แข็งแรง และได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของอุตสาหกรรม

2.3 คอนกรีตอัดแรงและองค์ประกอบของคอนกรีตคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete)

คอนกรีตอัดแรงและองค์ประกอบของคอนกรีตคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete) เป็นการดึงลวดอัดแรงไว้ล่วงหน้าก่อนเทคอนกรีต เพื่อให้เกิดแรงอัดถาวรในเนื้อคอนกรีต ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการรับแรงดึง ลดการแตกร้าว และเพิ่มความมั่นคงของโครงสร้าง องค์ประกอบหลักของคอนกรีตประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หิน ทราย น้ำ และสารผสมเพิ่ม โดยวัสดุทั้งหมดต้องมีคุณภาพตามที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนดเลขที่ 396-2549



มอก./มก.๒

ใบอนุญาตที่ (1) 5044-1654/396

ใบอนุญาต

แสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑
คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ออกใบอนุญาตฉบับนี้ให้

บริษัท สมัคดี ผลิตภัณฑ์ คอนกรีต จำกัด

แสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

ตามรายละเอียดแบบท้ายใบอนุญาต

ที่ทำถูกต้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ
เลขที่ มอก. 396-2549

เครื่องหมายการค้า SAMCO ทะเบียนเลขที่ ค. 245957

ทำที่โรงงานชื่อ บริษัท สมัคดี ผลิตภัณฑ์ คอนกรีต จำกัด

ตั้งอยู่ที่อาคารเลขที่ 62 หมู่ที่/ซอย

ถนน ห้วยป่าหวาย หมายเลข 3250 หมู่ที่ 11 ตำบล/แขวง ห้วยป่าหวาย อำเภอ/เขต หนองแซง

จังหวัด สระบุรี ทะเบียนโรงงานเลขที่ จ. 3 - 98 (1) - 3/39 (2)

ทั้งนี้ ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในหนังสืออนุญาตที่คณะกรรมการกำหนด

ออกให้ ณ วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2552

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม

เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร
ผู้รับใบอนุญาต 3101000022

สำเนา

ภาพที่ 2.1 ใบ มอก. เลขที่ 396-2549 เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

2.4 กระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

ทีมลากลวด มีหน้าที่จัดเตรียมและร้อยลวดอัดแรง (PC Wire หรือ PC Strand) ลงในแบบหล่อ และทำการดึงลวดให้ได้แรงตามที่ออกแบบไว้ ด้วยเครื่องดึงลวดที่มีระบบควบคุมแรงดึงอย่างแม่นยำ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมาก เพราะแรงอัดที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านทานแรงดัดของเสาเข็ม

ทีมผูกเหล็กปลอก ดำเนินการติดตั้งเหล็กปลอกบริเวณหัวเสา และตำแหน่งที่มีการรับแรงเฉพาะจุด เช่น บริเวณจุดยก เพื่อเสริมแรงและป้องกันการแตกร้าว การผูกเหล็กต้องเป็นไปตามแบบและมีระยะห่างตามมาตรฐาน เพื่อให้ได้โครงสร้างที่แข็งแรงและปลอดภัย

ทีมเข้าแบบ ทำความสะอาดแบบหล่อ ทาน้ำยาทาแบบเพื่อลดการยึดติดของคอนกรีตกับแบบ และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น หูยก แผ่นรองหัวเสา และอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ โดยต้องตรวจสอบความพร้อมของแบบก่อนเทคอนกรีต เพื่อป้องกันการรั่วไหลและความเสียหายระหว่างการหล่อ

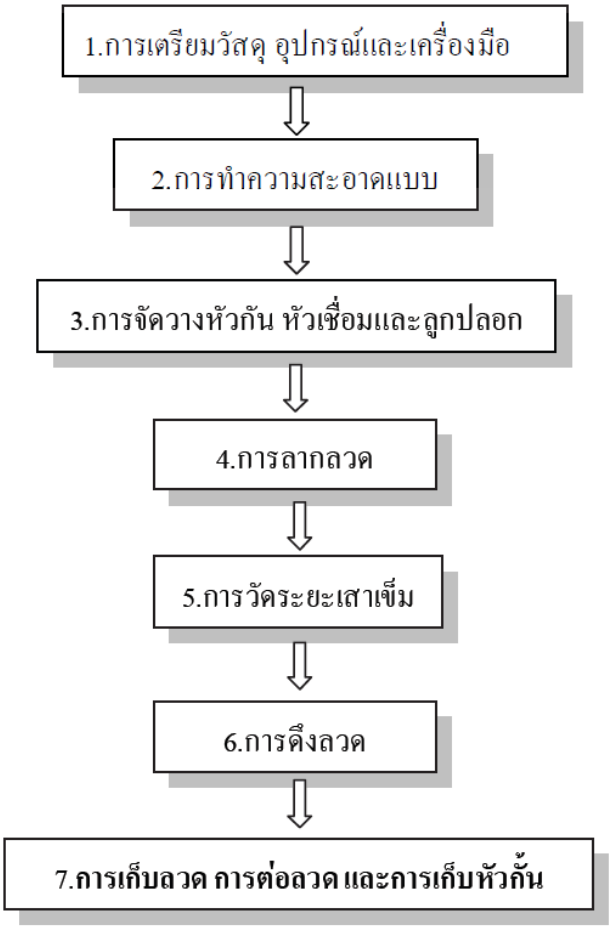
ทีมเทคอนกรีต ทำการเทคอนกรีตลงในแบบที่เตรียมไว้ โดยใช้เครื่องจี้คอนกรีต (Vibrator) เพื่อไล่ฟองอากาศและอัดแน่นคอนกรีตให้เต็มพื้นที่ของแบบ หลังจากนั้นจึงเกลี่ยและแต่งผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบสม่ำเสมอ ขั้นตอนนี้ต้องทำภายในระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อป้องกันคอนกรีตแห้งตัวก่อนเข้าแบบเสร็จ

ทีมตัดยก เมื่อล่วงเลยระยะเวลาการบ่มคอนกรีตจนได้กำลังอัดที่เหมาะสมแล้ว ทีมนี้จะทำการตัดลวดอัดแรงเพื่อถ่ายแรงเข้าสู่เนื้อคอนกรีตอย่างสมบูรณ์ จากนั้นทำการยกเสาเข็มออกจากแบบหล่อ และเคลื่อนย้ายไปจัดเก็บที่ลานพักสินค้าอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการกระแทกหรือแตกร้าว

ทีมเก็บงาน ทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพของเสาเข็มตามแบบ เช่น ความตรง ความเรียบของผิว ความยาว และตำแหน่งหูยก หากพบข้อบกพร่องจะทำการเจียรผิว ปรับแต่งหัวเสา และทาสีบริเวณที่กำหนดให้ได้ตามมาตรฐาน ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า

1. ทีมลากลวด

ทีมลากลวด เป็นทีมที่ทำงานต่อจากทีมตัดยก มีหน้าที่ลากลวด โดยเริ่มจากขั้นตอนการทำความสะอาดไส้กลางและท้องแบบ จัดวางหัวกัน หัวเชื่อมและลูกปลอกเพื่อทำการร้อยลวดตามใบสั่งงานจากฝ่ายผลิต และเมื่อทำการร้อยลวดเสร็จแล้วขั้นตอนต่อไปคือต้องทำการวัดระยะความขาวเสาเข็ม ระยะหูยกให้ถูกต้องตามใบสั่งงาน พร้อมกับทำการดึงลวดด้วยเครื่องดึงลวดที่ต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษ และทีมลากลวดยังมีหน้าที่รับผิดชอบเก็บเศษลวดที่เหลือจากการผลิตเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีวิธีดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.2 แผนผังทีมลากลวด

ปฏิบัติที่ 1. การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ใช้ในการลากลวด ทีมลาดลวกเป็นทีมมีวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องในการปฏิบัติงานที่สำคัญมีดังนี้

-ไม้กวาด, ไม้ถูท้องแบบ เบิกได้ที่สโตร์ Irradiance

-น้ำยาทาแบบ และถังฉีดน้ำยาทาแบบสูตรผสมน้ำ สามารถเบิกได้ทุกวันตามใบสั่งผลิต - ล ว ด PC Wire ทำการเบิกลวดได้ทุกวัน โดยให้โฟร์แมนเขียนใบเบิกตามจำนวนที่ต้องการใช้ โดยต้องไม่เกิน 10 ขวด ของจำนวนลวดที่อยู่ในแท่น

-กิ๊ฟจับลวด ทีมลากลวดต้องดูแลเก็บรักษาไม่ให้สูญหายและทำความสะอาดด้วยการทาด้วยน้ำมันโซล่า ถูด้วยแปรงสีฟัน ไม่ให้เกิดสนิมพร้อมใช้งานอยู่เสมอ สำหรับงานพิเศษสามารถไปเบิกกิ๊บจับลวดได้ที่สโตร์

- เครื่องดึงลวด ตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง เช่น ระบบไฟฟ้า กระบอกไฮดรอลิก ตั้งค่าแรงดึงตามใบสอบเทียบเครื่องดึงลวดที่ติดไว้บนตัวเครื่องดึงลวด เป็นต้น

- หัวกัน หัวเชื่อมและลูกปลอก เมื่อต้องการใช้หัวกัน หัวเชื่อมสามารถไปเบิกได้ที่สโตร์และลูกปลอกที่ทีมผูกแหวนเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว ที่โรงดัดแหวน

- รถเข็น ใช้สำหรับขนหัวกัน หัวเชื่อม และลูกปลอก และเศษลวด

ปฏิบัติที่ 2. การทำความสะอาดแบบ แบบที่ทีมลากลวดต้องทำความมสะอาดคือส่วนของใส้กลางหรือแกนกลางของแพผลิต โดยจะต้องใช้ไม้กวาด กวาดเศษขี้ปูนออกให้สะอาด หลังจากนั้นให้ใช้น้ำมันสูตรผสมน้ำฉีดพ่นบริเวณท้องแบบให้กระจายให้ทั่ว แล้วใช้ม็อบถูพื้นถูอีกครั้งเพื่อให้น้ำยากระจายไปทั่วท้องแบบ (ใน 1 วีค เท่ากับ 15 วัน ให้ใช้น้ำมันขี้โล้ชุบผ้าและถูขัดท้องแบบ 1 ครั้ง และเช็ดออกด้วยผ้าม็อบ เพื่อป้องกันมิให้ท้องแบบติดหรือเป็นขี้กะตัง)

ปฏิบัติที่ 3. การวางหัวกั้น หัวเชื่อมและลูกปลอก จะต้องดูใบสั่งผลิตอย่างชัดเจน และทำความเข้าใจให้ชัดเจน และดูทุกๆ วัน เพราะใบสั่งผลิตจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทุกวัน ในเสาเข็มชนิดที่เสริมเหล็กท่อนเดียวให้วางเหล็กเสริมไว้ช่วงหัวแท่นหรือหน้าโรงงานเท่านั้น

ปฏิบัติที่ 4. การลากลวด การลากลวดหรือร้อยลวด จะต้องดูการใช้ลวดจากใบสั่งผลิตอย่างถูกต้อง และตำแหน่งในการวางลวด (รูร้อยลวด) จะต้องวางแบบสมมาตร(สมดุล) และในการลากลวดเราจะต้องลากลวดจากเส้นล่างและริมไส้กลาง ขึ้นมาด้านบน ออกด้านนอก การวางตำแหน่ง ลวด 4 มม. และ 5 มม. อย่างถูกต้อง ในกรณีที่ใช้ลวด 2 ชนิดในเสาเข็มต้นเดียวกัน

ปฏิบัติที่ 5. การวัดระยะเสาเข็ม จะต้องเช็คการยืดของสายวัดด้วย เพราะสายวัดจะมีอายุในการใช้งาน(ยืด) ในการวัดมี 2 อย่างคือระยะความยาวเสาเข็มและระยะหูยกให้ดูจากใบงาน สำรับระยะหูยกในโรงงานสามัคคีผลิตภัณฑ์คอนกรีตสามารถคำนวณได้จากการคูณความยาวเสาเข็มกับค่ามาตรฐาน (0.207) หากสงสัยให้คูณดูได้ ในการวัดให้วัดก่อนการลากลวด 1 ครั้ง ตอนวางหัวกั้นและหัวเชื่อมวัดอีกครั้งตอนดึงลวดเสร็จและเคาะหัวให้ตรงจุด

ปฏิบัติที่ 6. การดึงลวด ในการดึงลวดแต่ละวัน จะต้องมีการพีโหลดลวดพีซีวาย ทุกๆ วัน อย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง เพื่อจะได้รู้ว่าเครื่องดึงปกติหรือไม่ ก่อนการดึงลวดจะต้องทำความสะอาดกิ๊ฟจับลวดพีซีวาย ทุกครั้ง (ล้างด้วยน้ำมันโซล่า ถูด้วยแปรงสีฟัน) กิ๊ฟที่จับลวดพีซีวาย ก่อนใส่กิ๊ฟให้รองด้วยถุงพลาสติกทุกครั้งและทุกๆ ตัว (เพื่อเวลาเอากิ๊ฟออกจะได้หลุดออกได้ง่าย) เมื่อทำการจัดกิ๊บเรียบร้อยแล้วให้ทำการดึงลวดด้วยเครื่องดึงลวดโดยต้องสังเกตแรงต้องได้ตามค่าที่ได้คำนวณไว้ตามใบสั่งผลิตโดยใช้ใบสอบเทียบเป็นข้อมูลในการปรับเกดที่เครื่องดึงลวดหลังจากดึงลวดเสร็จ จะต้องสวมปลอกแป๊บเพื่อกันกิ๊ฟจับลวดหลุด

ปฏิบัติที่ 7. การเก็บลวด การต่อลวด และการเก็บหัวกั้น หลังจากเสร็จงาน ลวดที่เป็นขดตรงหัวแท่นจะต้องใส่โซ่หรือสลิงคล้องไว้ทุกขด และใส่กุญแจเก็บให้เรียบร้อย และคลุมด้วยผ้าคลุมลวดอย่างมิดชิด การต่อลวด จะต้องต่อลวดเมื่อเศษลวดเหลือยาวตั้งแต่3 เมตรขึ้นไป โดยใช้ตัวต่อดับเบิลต่อ ลวดเพื่อเป็นการประหยัดลวด สำหรับเศษลวดที่เหลือยาวน้อยกว่า 3 เมตรลงมา ให้นำมาส่งที่โรงเชื่อมทุก ๆ วันเพื่อนำไปดัดเป็นหูยก โดยทีมลากลวดควรแยกขนาดของลวดแต่ละขนาดออกจากกันเพื่อไม่ให้โรงเชื่อมต้องมาแยกออกอีก สำหรับหัวกั้นที่ไม่ได้ใช้แล้วควรเก็บมาคืนสโตร์ทุกวัน เพื่อให้ทีมผลิตแท่นอื่นที่ต้องการใช้สามารถเอาไปใช้ได้สะดวกและรวดเร็ว และยังป้องกันการสูญหายได้ดีอีกด้วย



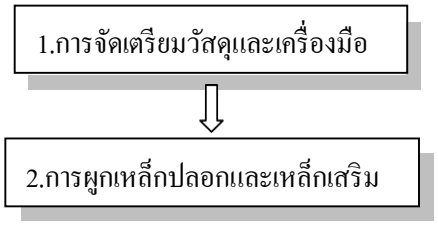
ภาพที่ 2.3 แสดงวิธีการลากลวดที่วางหัวกั้น หัวเชื่อมและลูกปลอกอย่างถูกวิธี



ภาพที่ 2.4 แสดงวิธีการดึงลวดอย่างถูกวิธี

2. ทีมผูกเหล็กปลอก

ทีมผูกเหล็กปลอกหรือทีมผูกแหวน เป็นทีมที่ต้องทำงานต่อจากทีมลากลวด ทีมผูกเหล็กปลอกนั้นต้องอาศัยความเร็วความชำนาญในการผูกเหล็กปลอกและเหล็กเสริมที่เป็นงานพิเศษ ดังแสดงวิธีปฏิบัติในภาพที่ 2.5



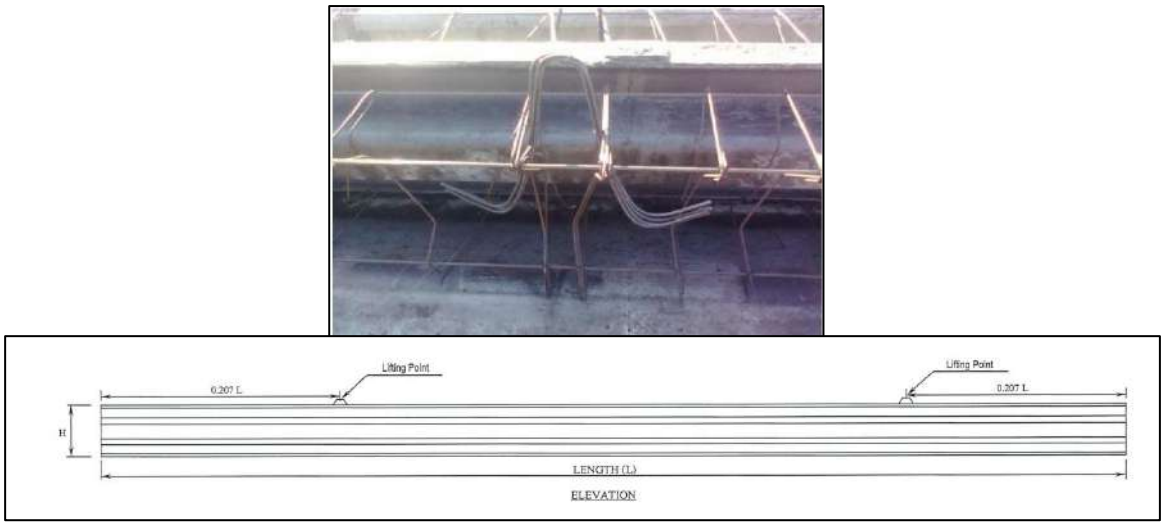
ภาพที่ 2.5 แผนผังทีมผูกเหล็กปลอก

ปฏิบัติที่ 1. การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ ทีมผูกเหล็กปลอกเป็นทีมมีวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องใน การปฏิบัติงานที่สำคัญมีดังนี้

- เหล็กปลอก (การกำแหวน)การกำแหวนจะต้องกำแหวนตามจำนวนใบสั่งผลิตเท่านั้น ห้ามกำเกินโดยเด็ดขาดลูกหัวและลูกรองให้ใช้แหวนตัวเดี่ยว ลูกกลางให้ใช้สไปล่อน ส่วนจำนวนลูกปลอรวมจะต้องตรงตามใบสั่งผลิต ห้ามขาด ห้ามเกิน ในกรณีที่มีเศษให้เพิ่มหรือลดลูกเดี่ยวได้ ในการกำแหวนจะต้องไม่แตก แหวนของทีมดัดแหวนหลายๆ กำและจะต้องใช้แหวนที่แตกกำมาใช้ให้หมดก่อน จึงจะไปแตกกำใหม่

- หูยกและลวดผูก ให้เบิกตามใบสั่งผลิตที่มีการคิดคำนวณแล้วเท่านั้น ห้ามเบิกลวดผูกไปเก็บสต็อกไว้เด็ดขาด เพราะเก็บไว้นาน ลวดจะแข็งและเป็นสนิม สุดท้ายต้องทิ้ง หูยกหากมีการเบิกไปแล้วจะต้องมีการเก็บรักษาไม่ให้สูญหาย- เหล็กเสริม ห้ามเบิกเหล็กเสริมมาเก็บไว้ในแท่นข้ามคืน หากไม่มีการเสริมเหล็กให้เสร็จสิ้นในวันนั้นๆ เพราะอาจเกิดการสูญหายได้

ปฏิบัติที่ 2. การผูกเหล็กปลอกและเหล็กเสริม จะต้องผูกแหวนตามใบสั่งผลิตโดยเฉพาะช่วงหัวและช่วงรอง โดยขีดด้วยชอล์ก โดยลูกปลอกตัวเดี่ยว ผูก 3 จุด สำหรับลูกปลอกสไปล่อน ผูก 1 จุด ส่วนของหูยกจะต้องมีลูกปลอกประกบ 2 ปลอก ผูกอย่างแน่นหนาดังแสดงในภาพที่7 และใช้หูยกให้ถูกต้องตามชนิดจำนวนที่ใบสั่งผลิตกำหนด และหลักการเสริมเหล็ก หากเป็นเสาเข็มท่อนเดี่ยว ปลายตัด จะต้องเสริมเหล็กฝั่งหัวแท่นเท่านั้น เพราะถ้าไม่เสริมเหล็กไปทางเดียวกันอาจเกิดการสับสนในการใช้งานทำให้เกิดการสูญเสีย



ภาพที่ 2.6 การผูกหูยกเสาเข็มที่ถูกวิธี

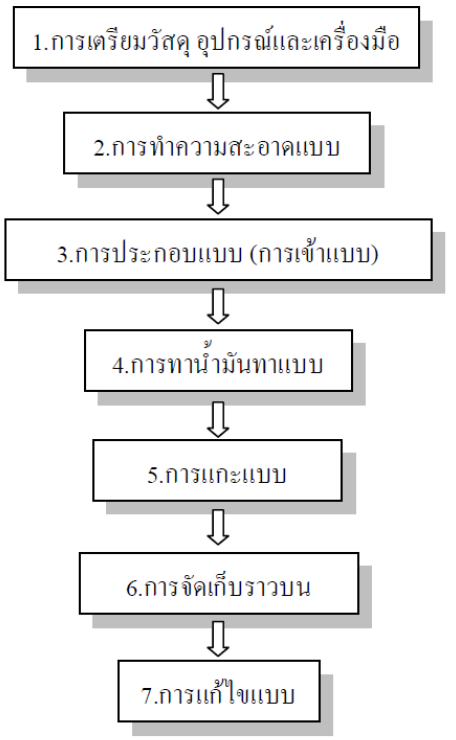
การติดตั้งเหล็กและหูยกเสาเข็ม เหล็กปลอดผลิตมาจากเหล็กเส้นกลม (Round Bar) ตามมาตรฐาน มอก.20-2543 เหล็กปลอกจะเป็นแบบ Spiral หรืออาจเป็นปลอกเดี่ยวขึ้นอยู่กับวิศวกรออกแบบกำหนดไว้ ทำการติดตั้งเหล็กปลอกโดยวัดระยะห่างของลวดแต่ละ Loop ให้ตรงตามระยะที่ระบุใน Shop Drawing สำหรับเหล็กปลอกชนิด Spiral จะใช้เหล็กที่ผลิตจากเครื่อง มีรูปทรงเดียวกับหน้าตัดเสาเข็มสามารถทำการวัดระยะและติดตั้งได้ทันที แต่เหล็กปลอกชนิดพิเศษที่ผลิตด้วยมือนั้นจะต้องประกอบชิ้นส่วนให้ครบถ้วนก่อนทำการยึดเหล็กปลอกเข้ากับลวดอัดแรงด้วยลวดขนาดเล็กตามระยะที่กำหนด ส่วนหูยกเสาเข็มนั้นให้ทำการติดตั้งเข้ากับโครงของเหล็กปลอกที่ระยะ 0.207L สำหรับการยกสองจุด หรือ 0.293L สำหรับการยกจุดเดียว (L คือความยาวเสาเข็ม)



ภาพที่ 2.7 การผูกเหล็กปลอกและเหล็กเสริมที่ถูกวิธี

3. ทีมเข้าแบบ

ทีมเข้าแบบเป็นทีมที่ทำงานต่อจากทีมผูกเหล็กปลอกและทำงานก่อนทีมตัดยกในช่วงเช้าซึ่งในช่วงเช้าทีมเข้าแบบต้องออกมาก่อนทีมตัดยกเพื่อแกะแบบข้างออกสำหรับให้ทีมตัดยกทำงานได้สะดวก โดยมีขั้นตอนการทำงาน คือการเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบแบบ การทำความสะอาดแบบข้างสำหรับเข้าแบบโดยการเข้าแบบต้องเข้าแบบให้มั่นคงไม่หลุดออกง่ายโดยเฉพาะเสาที่มีขนาดใหญ่แรงดันคอนกรีตจะสูง ดังนั้นต้องอาศัยการเข้าแบบที่ดีเพื่อลดการสูญเสียในขบวนการผลิต นอกจากนี้ทีมเข้าแบบยังต้องทำการฉีดน้ำมันทาแบบเพื่อไม่ให้คอนกรีตติดแบบ สำหรับการแกะแบบต้องให้คอนกรีตได้อายุแกะแบบก่อนจึงสามารถแกะแบบได้พร้อมทั้งจัดเก็บราวบนให้เป็นที่พร้อมใช้งาน โดยมีวิธีการปฏิบัติดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แผนผังทีมเข้าแบบ

ปฏิบัติที่ 1. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ ทีมเข้าแบบเป็นทีมมีวัสดุอุปกรณ์และ เครื่องมือที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานที่สำคัญมีดังนี้

- น้ำมันทาแบบ สามารถเบิกได้ทุกวันโดยเบิกตามจำนวนการใช้และเบิกเป็นเวลาโดยพนักงานสโตร์จะเป็นคุมเบิกน้ำมัน

- ลิ่มและค้อน

ปฏิบัติที่ 2. การทำความสะอาดแบบ จะต้องใช้เหล็กแหลมๆ ขูดขี้ปูน บริเวณรอบตัวแบบ ซึ่งเป็นลิ้นตัวผู้และตัวเมีย อย่างสะอาดและฉีดน้ำมันทาแบบให้ทั่วบริเวณก่อนที่จะนำไปประกอบแบบ

ปฏิบัติที่ 3. การประกอบแบบ (การเข้าแบบ) จะต้องยกแบบข้างที่ไม่มีเศษขี้ปูนติดอยู่ ทั้งด้านบนและด้านล่างแบบ ตีลิ่มทุกตัวในระยะ 1 เมตรและใส่ราวบนครอบทุกๆ จุดที่ระยะ 1 เมตรทั้งแถว

ปฏิบัติที่ 4. การทาน้ำมันทาแบบ ในการทาน้ำมันทาแบบจะต้องทาในบริเวณที่สัมผัสกับผิวคอนกรีตได้แก่แบบฝาข้าง ไส้กลาง หัวกั้นและราวบน จะต้องทาน้ำมันทาแบบให้น้ำมันกระจายตัวได้ดีเพื่อไม่ให้คอนกรีตติดแบบและในการทาน้ำมันทาแบบควรให้น้ำมันโดนแบบเท่านั้นไม่ควรให้น้ำมันถูกบริเวณลวดอัดแรงเพราะจะทำให้คุณสมบัติในการรับแรงของลวดลดลงซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตเสาเข็มดังนั้นทีมเข้าแบบต้องละเอียดอ่อนและควรระวังให้มาก

ปฏิบัติที่ 5. การแกะแบบ ระยะเวลาในการแกะแบบ ให้สังเกตจากการแข็งตัวของเนื้อคอนกรีตคือแกะแบบแล้ว ปีกไม่แตก หรือ รอยแยกใต้อกของเสาตัว I ไม่มีทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย เช่น สลั้มคอนกรีต สภาพอากาศ สูตรคอนกรีต ดูจากขนาดของเสาเข็ม เสา I หรือเสา S และสามารถทดสอบเบื่องต้นด้วยการนำเศษลวด PC Wire มาขีดบนหน้าเสาเข็มถ้ามีลอยลึกหนาไม่ควรแกะแบบแต่ถ้ามีลอยลึกบาง ๆ เป็นลักษณะของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วสามารถที่จะแกะแบบได้หรือดูได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ระยะเวลาการแกะแบบของเสาเข็มแยกเป็นชนิดเสาเข็ม

ชนิดเสาเข็ม	ระยะเวลาแกะแบบ (ชั่วโมง)
I18	3
I22	3
I26	4
I30	4
I35	4
I40	4
I45	4

ปฏิบัติที่ 6. การเก็บราวบน ราวบนที่ไม่ได้ใช้แล้ว ให้ทำความสะอาดให้เรียบร้อยทาน้ำมันกันสนิม แล้วให้นำมาเก็บไว้ในสโตร์ส่วนราวบนที่ใช้แล้ว เหลือตามความยาวเสาให้เก็บไว้ช่วงกลางแท่นผลิตให้เหมาะสมในการทำงาน

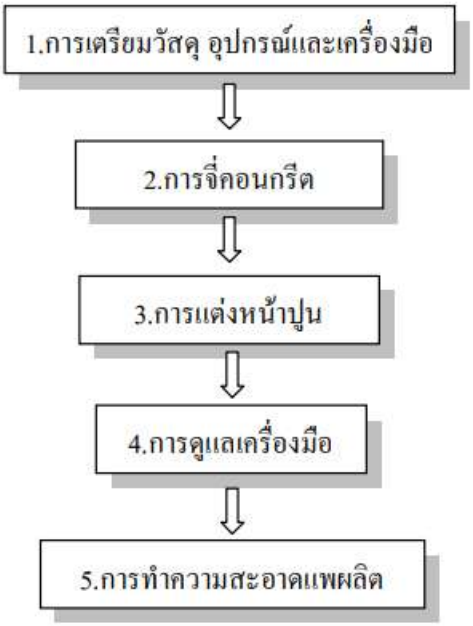
ปฏิบัติที่ 7. การแก้ไขแบบ การแก้ไขแบบทุกครั้งเมื่อมีการเข้าแบบมีปัญหา เช่น รอยต่อแบบไม่สนิท พื้นท้องตกท้องช้าง ฝาไส้กลางสูงต่ำไม่เท่ากัน ราวบนคดงอ ลูกเบี้ยวหลุดหักไปไส้กลางขาด ให้แจ้งกับโฟร์แมนประจำแท่นเพื่อให้ช่างแก้ไขแบบมาทำแก้ไข



ภาพที่ 2.9 แสดงการทำงานของทีมเข้าแบบ

4 ทีมเทคอนกรีต

ทีมเทคอนกรีตเป็นทีมทีทำงานต่อจากทีมเข้าแบบ โดยเริ่มจากการเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อใช้ในการเทคอนกรีด มีเทคนิคการจี้คอนกรีด การแต่งหน้าคอนกรีดเพื่อให้ผิวคอนกรีตดูสวยงาม การดูแลเครื่องมือ และการทำความสะอาดแพผลิตที่มีเศษคอนกรีดตกอยู่ในร่องแพผลิต โดยมีแผนผังแสดงดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แผนผังทีมเทคอนกรีต

ปฏิบัติที่ 1. การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ทีมเทปูนมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นดังนี้

- เกรียงขัดหน้าปูน มี2 แบบคือเกรียงขัดหยาบและเกรียงขัดละเอียด สามารถเบิกได้ที่สโตร์โดย จะเบิกได้เมื่อถึงกำหนดเวลาหรือเมื่อหมดสภาพการใช้งาน ให้นำเกียงเก่าไปเปลี่ยนเกียงใหม่
- สายจี้ปูน แขวนสายจี้ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและพร้อมที่จะทำงาน เช็คสภาพเครื่องจี้และขนาดหัวจี้ให้พร้อมและเหมาะสมตรงตามขนาดของเสาเข็ม เปลี่ยนสายจี้ทุกๆ ครั้งเมื่อทำงานเสร็จ
- มอเตอร์จี้ปูน ต้องตรวจสอบก่อนใช้งานและจัดเก็บไว้ในตู้เก็บทุกครั้งหลังใช้งานเสร็จ
- ถังเก็บเศษปูน ใช้เก็บเศษปูนออกจากแพผลิตนำไปใส่รถเก็บเศษปูน
- รถเก็บเศษปูน ใช้ขนย้ายเศษปูนออกจาแพผลิตนำไปทิ่ง
- น้ำแต่งหน้าปูน เป็นน้ำที่สะอาด ไม่ควรนำน้ำที่ผสมน้ำมัน และโคลนมาทำการแต่งหน้าปูน

ปฏิบัติที่ 2. การจี้คอนกรีต การจี้คอนกรีตเพื่อทำให้คอนกรีตอัดแน่นสม่ำเสมอ โดยทีมเทปูนต้องให้ความสำคัญมาเป็นอันดับ 1 โดยเฉพาะด้านหัวเสาเข็มต้องจี้ให้แน่นและจะต้องจี้ห่างออกมาจากหัวเสา ประมาณ 25 เซนติเมตร และจี้แบบเรียงๆ เพื่อจะให้น้ำปูนผ่านซึมเข้าไปเต็มหัวเสาเข็มส่วนระยะอื่นๆ ให้จี้ห่างกันไม่ควรเกิน 20 เซนติเมตร และจี้นานประมาณ 10 วินาที (นับ 1-10ในใจ)ต่อการยกสายจี้ขึ้น 1 ครั้ง สลั้มคอนกรีตที่ดีในการเทเข็มคือ เข็มเล็ก 7 เซนติเมตร เข็มใหญ่3 เซนติเมตร หลังจากจี้ผ่านหัวกั้นไปแล้ว ให้เปิดผ้าปิดหัวออกและตักน้ำปูนออกให้เห็นลวดทุกๆ เส้น

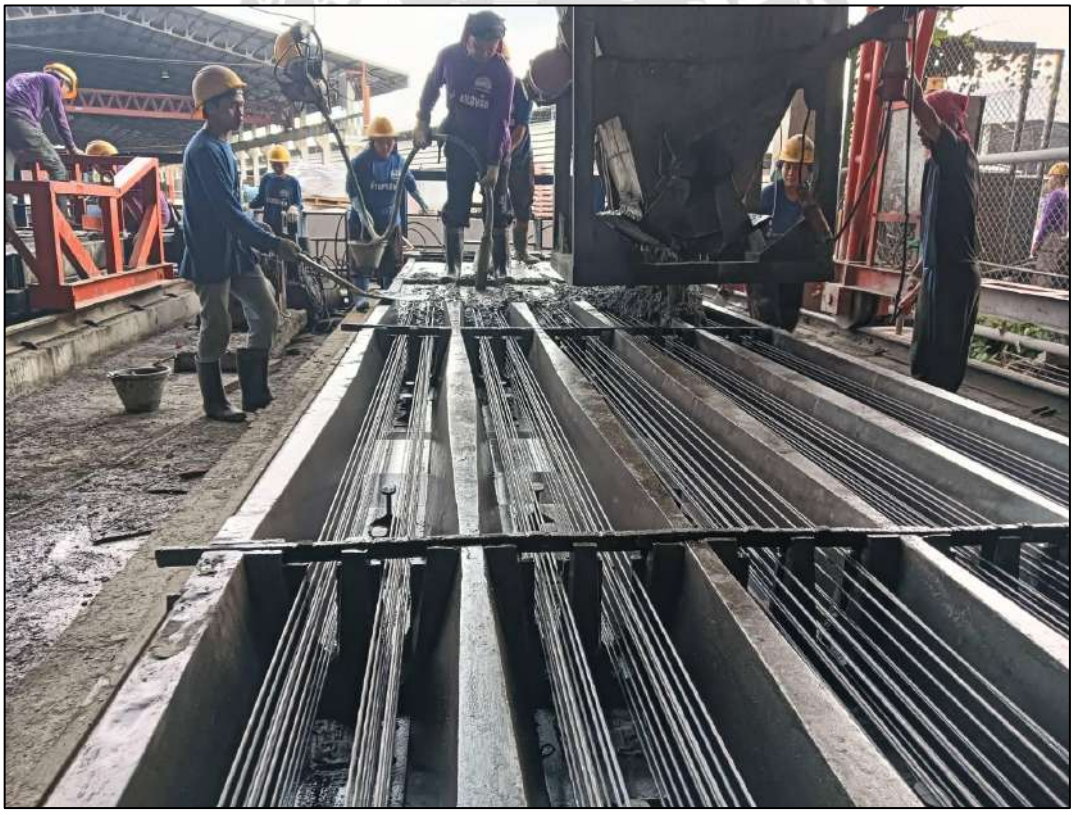
ปฏิบัติที่ 3. การแต่งหน้าปูน จะต้องขัดให้เรียบเสมอ อย่าให้มีปูนนูน สูงต่ำโดยเด็ดขาด เพราะหากผิวปูนไม่เสมอจะมีผลกระทบกับการจัดวางเสาเข็มโดยอาจเกิดความเสียหาย เช่น ไม้หมอนลองเสาเข็มไปกดทับปีกเสาเข็มภาพตัว I แตกได้และน้ำที่ใช้พรมควรพรมพอประมาณที่สามารถแต่งผิวคอนกรีตได้ไม่ควรพรมมากเกินไปเพราะจะทำให้คอนกรีต สูญเสียคุณสมบัติเช่น กำลังอัดคอนกรีตลดลง หน้าเข็มแตกเป็นลายงา เป็นต้น และการเช็คหูยกเสาเข็มระหว่างเทคอนกรีตจะต้องนำไม้มาเสียบพาดไว้กับขอบแบบในตำแหน่งหูยกของเสาเข็ม เพื่อป้องกันหูยกจมลงไปในเนื้อคอนกรีต ทำให้เสาเข็มที่ผลิตออกมาไม่เรียบร้อยยากต่อการแก้ไข สำหรับกรณีที่มีผลตกในช่วงที่เทคอนกรีตอยู่ให้ทีมเทปูน ใช้ผ้าเต็นท์ปิดหน้าหลังแต่งหน้าปูนเสร็จ และในช่วงฤดูฝน ต้องใช้ผ้าเต็นท์ปิดหน้าเสาเข็มแถวสุดท้ายที่มีการผลิตของทุก ๆ วันเสมอ เพื่อป้องกันฝนตกในช่วงที่ไม่มีคนดูแล ซึ่งเมื่อฝนตกจะทำให้ผิวคอนกรีตไม่สวยและตกแต่งยาก หรืออาจไม่สามารถขายเสาเข็มได้เลย

ปฏิบัติที่ 4. การดูแลเครื่องมือ หลังจากจี้เสาเข็มเสร็จ ก่อนเก็บหัวจี้และสายจี้ให้ทำความสะอาดโดยการล้างหัวจี้ให้สะอาดก่อนเก็บเข้าตู้หรือก่อนนำไปแจ้งซ่อมที่โรงซ่อมบำรุง

ปฏิบัติที่ 5. การทำความสะอาดแพผลิต หลังจากเทคอนกรีตในแต่ละแถวเสร็จ จะต้องมีการเก็บเศษปูนที่ตกหล่นอยู่ตามร่องแพ คูน้ำหัวแท่น ออกให้สะอาดเพื่อป้องกันเศษปูนเข้าไปอัดใต้ท้องำแบบทำให้การบำรุงรักษาแบบยากขึ้น



ภาพที่ 2.11 แสดงการขนส่งคอนกรีตด้วยรถส่ง



ภาพที่ 2.12 แสดงการทำงานของทีมเทคอนกรีต

	PROJECT :					Page 1 of 1	
	CUSTOMER :				DESIGN BY :		
	PRODUCT : PRESTRESSED CONCRETE PILE			PRINT ON :		REV : 000	
CONCRETE MIX DESIGN							
DESIGN CRITERIA							
Design Compressive Strength	350	kgf/cm^2	(Cylinder) or 400 kgf/cm^2 (Cube)				
Specific Gravity of Cement	3.15						
Specific Gravity of Fly ash	2.10						
Specific Gravity of Fine Aggregate	2.65						
Specific Gravity of Coarse Aggregate	2.70						
Specified Slump	5.0 ± 2.5	cm					
Maximum Aggregate Size	19	mm					
Free-Water/ Binder Cement Ratio	0.34						
Fly ash / Binder Cement Ratio (by weight)	18.5%						
Chemical Admixture Type : F	0.41%	by Weight of Cement					
NORMAL WEIGHT CONCRETE DESIGN							
Free-Water Content	130	lt/m^3					
Binder Cement Content	130	/	0.34	=	382	kg/m^3	
Fly ash Content				=	71	kg/m^3	
Cement Content				=	312	kg/m^3	
Volume of Fly ash	71	/	2.10	=	34	lt/m^3	
Volume of Cement	312	/	3.15	=	99	lt/m^3	
Volume of Fine Portion (Binder and Fine Aggregate)	40%	by volume or	400	lt/m^3	(Assumed)		
Volume of Fine Aggregate	400	-	133	=	267	lt/m^3	
Fine Aggregate Content	267	x	2.65	=	709	kg/m^3	
Volume of Air Content	1%	by volume or	10	lt/m^3	(Assumed)		
Volume of Coarse Aggregate	990 - 34 - 99 - 130 - 267			=	460	lt/m^3	
Coarse Aggregate Content	460	x	2.70	=	1242	kg/m^3	
Chemical Admixture Content	382	x	0.41%	=	1.57	lt/m^3	
MIX PROPORTION (SSD CONDITION) FOR 1 CUBIC METER OF CONCRETE							
Ordinary Portland Cement (Type 3)	312	kg		Say	310	kg	
Fly ash maemoh (Class C)	71	kg		Say	70	kg	
Water	130	lt		Say	130	kg	
Fine Aggregate : Sand	709	kg		Say	710	kg	
Coarse Aggregate : Rock	1242	kg		Say	1240	kg	
Chemical Admixture	1.57	lt		Say	1.72	kg	

( )

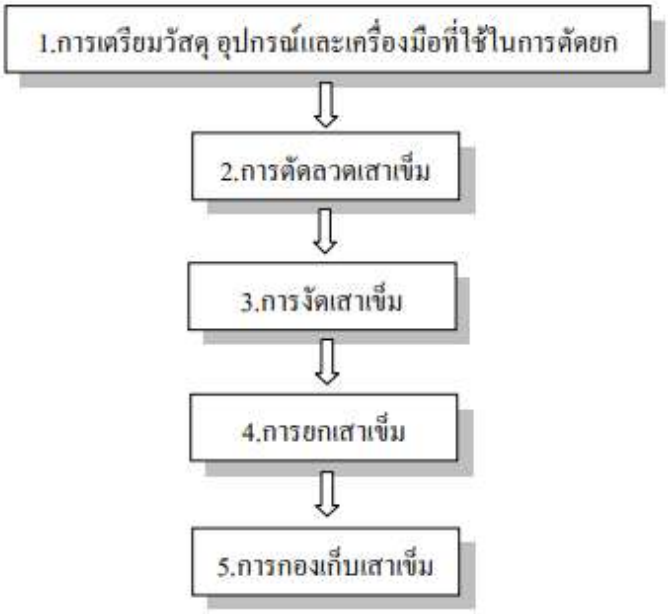
Civil Engineer (B.Eng.)

ภาพที่ 2.13 ใบ Mix Design

5 ทีมตัดยก

ทีมตัดยก เป็นทีมผลิตที่มีความสำคัญในการผลิตเสาเข็มคอนกรีดอัดแรงหล่อสำเร็จ เป็นทีมที่ต้องทำการยกย้ายเสาเข็มจากแพผลิตเพื่อกองเก็บในสต๊อกก่อนการขนส่ง โดยมีวิธีปฏิบัติ ดังนี้

ภาพที่ 2.14 แผนผังทีมตัดยก



ภาพที่ 2.14 แผนผังทีมตัดยก

วิธีปฏิบัติที่ 1. การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ใช้ในการตัดยก ทีมตัดลวดเป็นทีมที่ต้องออกมาทำงานในช่วงเช้าเวลาประมาณ 04:00 น. เพื่อตัดยกเสาเข็มและยกย้ายเสาเข็มออกจากแพผลิต โดยต้องทำการตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตัดยกให้พร้อมก่อนการปฏิบัติงานโดยมีรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ ดังนี้

- หัวเชื่อมลวด ควรมีลักษณะที่พร้อมใช้งาน ที่หนีบลวดเชื่อมควรจับลวดเชื่อมได้แน่น
- ตู้เชื่อม ควรมีสภาพพร้อมใช้งาน ตั้งกำลังไฟที่ใช้ตัดลวดเพียงพอ
- ลวดเชื่อม ควรเตรียมลวดเชื่อมที่ใช้ในการตัดยกให้พร้อมสำหรับตัดยกในแต่ละวัน
- เครนตัดยก ควรตรวจสอบให้อยู่ในสภาพใช้งาน ใต้ ถ้าเครนเสียควรแจ้งหัวหน้างานให้ทำการแจ้งช่างซ่อมบำรุงมาซ่อมให้เรียบร้อยก่อนการใช้งาน
- ไม้หมอนวางเสาเข็ม จะต้องเบิกไม้หมอนตามใบสั่ง และในเวลาที่กำหนดให้เท่านั้น และนำมาเก็บในตู้เก็บไม้ และใส่กุญแจล็อคให้เรียบร้อย

วิธีปฏิบัติที่ 2. การตัดลวดเสาเข็ม ในการตัดลวดต้องคำนึงถึงอายุคอนกรีตก่อนการตัดลวดเป็นสำคัญ อายุเสาเข็มควรได้ 16 - 18 ชั่วโมง เมื่อเสาเข็มได้อายุแล้วทีมตัดยกจะต้องใช้ลวดเชื่อมตัดลวดเท่านั้น โดยให้ทำการทดลองตัดดูการหดตัวของลวดก่อน 1 เส้น และจะต้องตัดลวดช่วงกลางแพผลิต และตัดตรงหัวกั้นเท่านั้น ถ้ามีการหดตัวของลวดมากกว่า 1 เซนติเมตร ให้เลื่อนระยะเวลาในการตัดลวดออกไปประมาณ 1 ชั่วโมงหรือมากกว่า แล้วตัดดูการหดตัวของลวดอีกครั้ง ถ้ามีการหดตัวของลวดไม่เกิน 1 เซนติเมตรให้ทำการตัดลวดช่วงกลางแพผลิตได้ทั้งหมด (กรณีที่เป็นเสาชนิดพิเศษ เช่นเสาบ่า ควรปรึกษาโฟร์แมน ว่าควรตัดตรงไหน)

วิธีปฏิบัติที่ 3. การงัดเสาเสาเข็ม การงัดเสาออกจากใช้กลาง เป็นการลดแรงเสียดสีระหว่างเสาเข็มกับไส้กลางและเพิ่มความสะดวกในการตัดยกให้มีความเสียหายน้อยลง โดยจะทำการงัดเสาเข็มเมื่อทำการตัดลวดช่วงกลางเสร็จ โดยทำการงัดเสาเข็มออกจากไส้กลางทั้ง 2 ด้าน แล้วจึงทำการตัดลวดจนครบหมด ทุกๆ เส้น

วิธีปฏิบัติที่ 4. การยกเสาเข็ม เสาเข็มที่ตัดลวดเสร็จแล้ว ให้ยกทีละ 1 ท่อน มาประกบกับอีกด้านหนึ่งของไส้กลาง และขกขึ้นกองทีละ 2 ท่อน ในเข็มเล็ก และยกทีละ 1 ท่อน ในเข็มใหญ่ที่มีความขาว 15 เมตรขึ้นไป เช่น I35,I40,S35,S40 ห้ามยกเสาคู่จากไส้แบบโดยเด็ดขาด สำหรับเสาเข็มเสียหายอันเกิดจากทีมต่างๆ ให้ทีมตัดยกแยกไว้ข้างถนน ห้ามเอาขึ้นกองโดยเด็ดขาดและแจ้งให้โฟร์แมนทำเครื่องหมายไว้

ตรงหูเสาเข็ม เพื่อรอซ่อม และควรยกเสาเข็มที่มีการผลิตแล้วออกจากแพผลิต แม้ทางฝ่ายผลิตจะไม่มีการจ่ายใบสั่งผลิตไปให้ก็ตาม โดยจะให้เวลาไม่เกิน 2 วัน ในการทำการตัดยกในแถวที่ไม่ได้จ่ายใบสั่งผลิตไป

วิธีปฏิบัติที่ 5. การกองเสาเข็ม ความกว้างของกอง ต้องไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร สูงไม่ควรเกิน 3.50 เมตร ในเข็มเล็ก I18, I22, I26, I30 ส่วนเข็มใหญ่ I35, I40, S35, S40 ไม่ควรเกิน 7 ชั้น และควรกองเสาเข็ม ให้ทีมเจียร์หัวเสา สามารถเข้าไปทำงานได้ด้วยในการวางไม้หมอน โดยช่วงของการวางไม้หมอน สามารถดูได้จากตารางที่ 1 ข้อกำหนดจำนวนไม้หมหมอนในการวางเสาเข็มในสต๊อกของเสาไอ

ตารางที่ 2.2 ข้อกำหนดจำนวนไม้หมอนการวางเสาเข็มในสต๊อกของเสาไอ

ความยาว (ม.)	จำนวนหมอน (จุด)
4.00 – 11.50	2
12.00 – 17.50	3
18.00 - 23.50	4
24.00 ขึ้นไป	5



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างการยกเสาออกจากแพผลิตที่ถูกวิธี

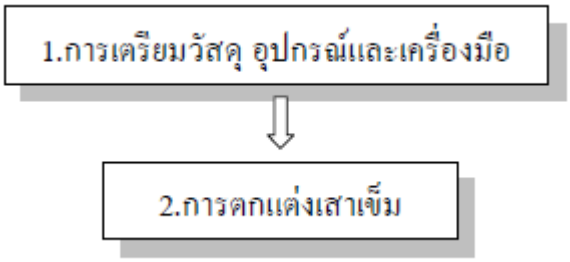
วิธีปฏิบัติที่ 6. การจัดเก็บเสาเข็มเข้าสต๊อก ตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ได้กำหนดจุดยกของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงไว้สองแบบ คือ 0.207L สำหรับการยกสองจุด และ 0.293L สำหรับการยกจุดเดียว (L คือความยาวของเสาเข็ม) ทำการยกเสาเข็มเข้าสต๊อก จากนั้นวางไม้หมอ ไม้หมอนต้องอยู่ตรงกัน เพื่อให้น้ำหนักถ่ายลงตรงหมอนชั้นล่าง ถ้าวางไม้หมอนไม่ตรงน้ำมันจะถ่ายลงที่ตัวเสาเข็มจะเกิดความเสียหาย ในความยาวเสาเข็มตั้งแต่ 4.00M.-11.00M. วางไม้หมอน 2 ชิ้น หรือความความเหมาะสม ตั้งแต่ 11.00M.-15.00M. วางไว้หมอน 3 ชิ้น และความยาวตั้งแต่ 16.00M. ให้วางไม้หมอน 4 ชิ้น



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างการกองเสาเข็มที่ถูกวิธี

6. ทีมเก็บความเรียบร้อยของเสาเข็ม

ทีมเก็บความเรียบร้อยของเสาเข็มมีหน้าที่ทำการตกแต่งเสาเข็ม โดยเฉพาะการตกแต่งช่วงหัวเสาเข็มที่ต้องทำการเจียร์เอาลวดอัดแรงออก และทาสีทำเครื่องหมายบนหัวเสาเข็มเพื่อจำแนกชนิดเสาเข็มเพื่อให้สะดวก ง่ายต่อการค้นหา โดยมีวิธีปฏิบัติดังแสดงในภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 แผนผังทีมเก็บความเรียบร้อยของเสาเข็ม

วิธีปฏิบัติที่ 1. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ ทีมเก็บความเรียบร้อยของเสาเข็มต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นดังนี้

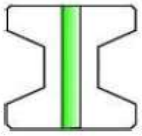
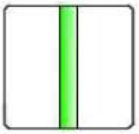
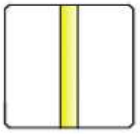
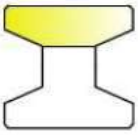
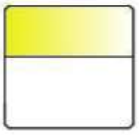
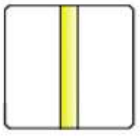
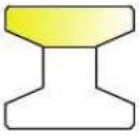
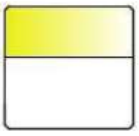
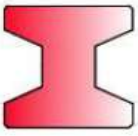
- เครื่องเจียร์หัวเสาเข็ม ใบเจียร์หัวเสาเข็ม
- สีทาทำเครื่องหมายหัวเสาเข็ม
- แปลงทาหัวเสาเข็ม
- แว่นสำหรับเจียร์เหล็ก

วิธีปฏิบัติที่ 2. การตกแต่งเสาเข็ม ในการตกแต่งเสาเข็มแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การเจียร์หัวเสาเข็มและการทำเครื่องหมายที่หัวเสาเข็ม

2.1 การเจียร์หัวเสาเข็มจะต้องตัดเจียร์หัวลวดทั้ง 2 ด้านให้หมด ให้เสมอเนื้อปูน อย่าให้เป็นตุ่มโผล่ออกมาโดยเด็ดขาด เพราะเมื่อนำเสาเข็มไปตอกจะทำให้หัวเสาเข็มแตกเนื่องจากน้ำหนักไปกดทับที่หัวลวด โดยที่ลวดจะดันเนื้อคอนกรีตแตกออก ทำให้ช่วงหัวเสาเข็มแตก ซึ่งเมื่อเสียหาย จะยากต่อการแก้ไข ดังนั้นควรตัดเจียร์หัวลวดให้เสมอผิวคอนกรีต

2.2 การทำเครื่องหมายหัวเสาเข็ม ในการทาสีหัวเสาเข็มให้ดูจากใบสั่งผลิต โดยจะมีรายละเอียดการทาสีหัวเสาเข็มระบุบอกไว้อย่างชัดเจน โดยการทานั้นสีหัวเสาเข็มนั้น ต้องทาให้ชัดเจนสีต้องไม่จืดจนเกินไป ควรผสมสีฝุ่นให้มีน้ำหนักสีที่เข้มพอสมควรและทาให้เรียบร้อยสวยงามสำหรับรายระเอียดการทาสีแต่ละประเภทให้ดูขอมูลจาก ตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การทำเครื่องหมายบนหัวเสาเข็ม

ประเภทเสาเข็ม	เสาเข็มตัวไอ	เสาเข็มตัวสี่เหลี่ยม
เสาเข็มท่อนเดี่ยวทาสีเขียวหัว ท้าย ยกเว้น(ทค - ล) ทาสีหัวเสา		
เสาเข็มท่อนเดี่ยว มอก.396 – 2524 ทาสีเหลืองหัว ท้าย ยกเว้น(ทค - ล) ทาสีหัวเสา		
เสาเข็มท่อนเดี่ยว มอก.396 – 2549 ทาสีเหลืองครึ่งบนหัวท้าย ยกเว้น(ทค - ล) ทาสีหัวเสา		
เสาเข็มหัวต่อเชื่อม มอก.396 – 2524 ทาสีเหลืองหัวเสาเข็ม		
เสาเข็มหัวต่อเชื่อม มอก.396 – 2549 ทาสีเหลืองครึ่งบนหัวเสาเข็ม		
เสาเข็มเหล็กเสริม ทาสีแดงด้านเหล็กเสริม		

2.5 เครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเพื่อควบคุมของเสีย

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการควบคุมและปรับปรุงคุณภาพ เน้นการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาและกำหนดแนวทางแก้ไข ประกอบด้วย:

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ความหมาย: แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลที่ออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อรวบรวมข้อมูลได้อย่างเป็นระบบและช่วยให้การตีความหมายผลเป็นไปได้ทันที

ประโยชน์: ช่วยให้ข้อมูลมีความครบถ้วน สะดวกต่อการนับ การสรุป และการนำไปวิเคราะห์ต่อ

ตัวอย่างในงานก่อสร้าง: ใบตรวจสอบตำหนิผนังปูนฉาบ แยกตามตำแหน่ง เช่น รอยแตกร้าว รอยรั่วซึม หรือผิวไม่เรียบ

2. แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

ความหมาย: กราฟแท่งที่จัดลำดับความสำคัญของปัญหาจากมากไปน้อย ตามหลักการ 80/20

ประโยชน์: ช่วยระบุว่าปัญหาใดมีผลกระทบต่อคุณภาพมากที่สุด เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไข

ตัวอย่างในงานก่อสร้าง: วิเคราะห์สาเหตุของงานสีชำรุด เช่น สีด่าง สีหลุดร่อน คราบน้ำ หรือรอยขีดข่วน เพื่อเลือกแก้ที่สาเหตุหลักก่อน

3.แผนภูมิควบคุม (Control Charts)

ความหมาย: กราฟที่ใช้ติดตามความเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะในกระบวนการ เพื่อดูว่ากระบวนการอยู่ในสภาวะควบคุมหรือไม่

ประโยชน์: ช่วยแยกความแปรปรวนจากสาเหตุปกติ (Common Cause) และสาเหตุพิเศษ (Special Cause)

ตัวอย่างในงานก่อสร้าง: การติดตามค่ากำลังอัดคอนกรีตรายล็อต เพื่อดูความสม่ำเสมอของคุณภาพวัสดุ

4.แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram / Fishbone Diagram)

ความหมาย: แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุที่เป็นไปได้ โดยจัดหมวดหมู่สาเหตุ เช่น คน วัสดุ เครื่องจักร วิธีการ การวัด และสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์: ช่วยให้มองเห็นสาเหตุราก (Root Cause) ของปัญหาอย่างเป็นระบบ

ตัวอย่างในงานก่อสร้าง: วิเคราะห์สาเหตุของคอนกรีตกำลังอัดต่ำ อาจเกิดจากส่วนผสม การบ่ม อุณหภูมิ หรือวิธีการเท

5. RCA (Root Cause Analysis)

ความหมาย: การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุรากของปัญหา (Root Cause) ที่แท้จริง เพื่อให้แก้ไขได้ตรงจุด

ประโยชน์: ป้องกันการแก้ปัญหาแบบชั่วคราว และช่วยให้มาตรการแก้ไขมีประสิทธิภาพ

ตัวอย่าง: เมื่อพบรอยแตกร้าวซ้ำในตำแหน่งเดิม ใช้ RCA หาสาเหตุราก เช่น ปัญหาโครงสร้าง, การบ่ม, หรือการออกแบบ

6. Why–Why Analysis (5 Whys)

ความหมาย: เทคนิคการถามคำถาม “ทำไม?” ซ้ำ ๆ (โดยทั่วไป 3–5 ครั้ง) เพื่อค้นหาสาเหตุรากของปัญหา

ประโยชน์: ช่วยให้ไม่หยุดอยู่ที่สาเหตุผิวเผิน แต่เจาะลึกไปจนถึงสาเหตุที่แท้จริง

ตัวอย่าง: ปัญหาคอนกรีตกำลังอัดต่ำ ⟶ ทำไม? (เพราะเพิ่มน้ำหน้างาน) ⟶ ทำไมเพิ่มน้ำ? (เพราะคอนกรีตแข็งตัวเร็ว) ⟶ ทำไมแข็งตัวเร็ว? (เพราะขนส่งนานและอุณหภูมิสูง) ⟶ ทำไมขนส่งนาน? (เพราะไม่มีการวางแผนเส้นทางและเวลาส่งที่เหมาะสม) เป็นต้น

2.6 ทฤษฎี 4M

ทฤษฎี 4M หรือ หลัก 4M เป็นหลักการบริหารที่ใช้ในการวิเคราะห์และจัดการปัจจัยการผลิต หรือทรัพยากรพื้นฐานในการดำเนินงาน ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ Man (คน), Money (เงิน), Materials (วัตถุดิบ/วัสดุ), และ Management (การจัดการ) โดยเน้นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต

องค์ประกอบของ 4M ดังนี้

1. ทรัพยากรมนุษย์ (Man) คือ คนงาน พนักงาน หรือผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด เพราะการผลิตหรือดำเนินการใด ๆ จะต้องเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยคน ทั้งในดานความคิด การวางแผน การดำเนินการต่างๆหรือจัดการทำให้เกิดการผลิตหรือกิจกรรมทางธุรกิจทุกรูปแบบ การพัฒนาคนจริงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจ

2. วัสดุ (Material) คือ มีส่วนนำมาใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการ เพราะทุกธุรกิจต้องอาศัยสิ่งที่ได้ในกลุ่มนี้มาใช้เป็นทรัพยากรในการผลิต ดังนั้นต้องรู้จักบริหารจัดการวัตถุดิบให้มีประสิทธิภาพสามารถมีเพียงพอในการผลิต บริหารจัดการให้ได้ต้นทุนที่ต่ำในการผลิต และทำให้ธุรกิจได้ผลกำไรสูงสุด

3. เครื่องจักร (Machine) คือ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการผลิตหากขาดเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ อาจไม่สามารถทำการผลิตได้ในปริมาณที่มากหากขาดเครื่องมือเครื่องจักรมาช่วย เพราะปัจจัยในกลุ่มนี้จะเป็นส่วนที่มาช่วยเติมเต็มในส่วนที่ความสามารถของมนุษย์ไม่สามารถทำได้เช่น ระยะเวลาทำงานที่ต่อเนื่อง ความถูกต้องแม่นยำ ความเร็วในการผลิต ความสม่ำเสมอที่เป็นมาตรฐาน หรือความทนทานในบางสถาณการณ์ที่มนุษย์ทำไม่ได้เช่น สภาพอากาศในที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำ สภาพแวดล้อมอากาศที่มีก๊าซพิษ เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นว่าหลายครั้งที่ความสำเร็จในการผลิตจะตัดสินได้จากปัจจัยในกลุ่มนี้ หรือกล่าวได้ว่าใช้ปัจจัยในกลุ่มนี้เป็นตัวที่ใช้ชี้ขาดความสำเร็จของงานได้เลย

4. วิธีปฏิบัติงาน (Method) คือ วิธีการ ขั้นตอน หรือขบวนการในการทำงานหรือการผลิต ซึ่งปัจจัยนี้เป็นปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญเป็นอันดับต่อมา เพราะความสำเร็จของการดำเนินกิจกรรมที่มีนั้นจะต้องมาจากการปฏิบัติงานและขั้นตอนของการผลิตหรือการดำเนินธุรกิจที่ดีต้องมีการจัดการวางแผน การติดตาม การตรวจสอบ และการควบคุมการผลิตหรือการดำเนินกิจกรรม โดยกำหนดให้มีขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่ดีมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 สถานที่และหน่วยงานที่ปฏิบัติงาน

บริษัท อิเรเดี๊ยน โซล่า จำกัด (สำนักงานใหญ่)

ที่ตั้งของสถานประกอบการ 90 อาคาร ซีดับเบิลยู ทาวเวอร์ ตึก A ชั้น 27 ห้อง A2704 ถนน รัชดาภิเษก แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10310

โทรศัพท์ 02-114-3231

Website : https://www.irradiance.co.th

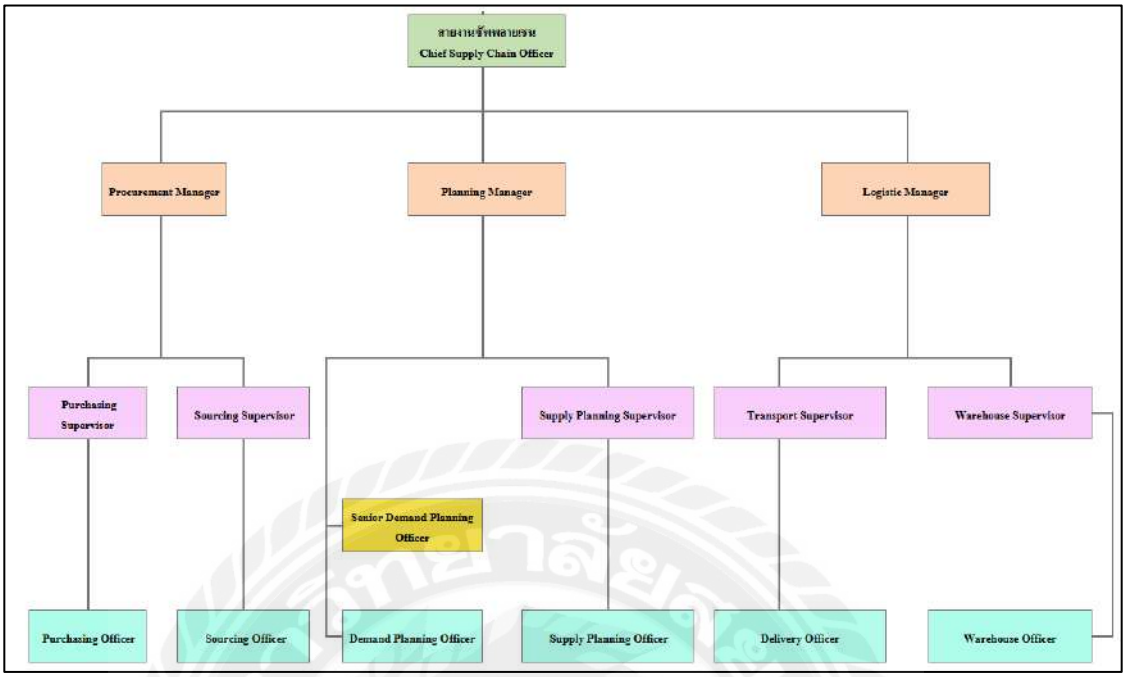


ภาพที่ 3.1 แสดงแผนที่บริษัท อิเรเดี๊ยน โซล่า จำกัด (สำนักงานใหญ่)

3.2 ลักษณะการประกอบการผลิตภัณฑ์ และการให้บริการหลักขององค์กร

Irradiance Solar Co., Ltd. ติดตั้งโซล่าเซลล์ได้ทุกประเภทและทุกขนาดโครงการ Solar Roof, Solar farm และ Solar Float ดำเนินงานภายใต้ มาตรฐาน ISO 9001 และ 14001 คัดสรรสินค้าที่มีคุณภาพเพื่อให้ลูกค้าได้รับประสบการณ์และ บริการที่ดีที่สุดจากเราตลอดระยะเวลาที่ ผ่านมา Irradiance Solar รายล้อมไปด้วยทีม งานผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านทางด้านการออก แบบด้านกฎหมายด้านวิศวกรรม ไปจนถึงระบบการจัดการและการติดตามผลชั้นยอดเราพร้อมส่ง มอบสุดยอดเทคโนโลยีที่ทันสมัยมี มาตรฐานมีบริการจัดจำหน่าย เสาเข็มสำหรับ Solar Farm, mounting จับยึดแผงโซล่าเซลล์และ เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับระบบการตรวจสอบพลังงานแสงอาทิตย์ครบวงจร

Irradiance Solar Co., Ltd. ดำเนินธุรกิจด้วย ความมุ่งมั่นให้พลังงานสะอาดกลายเป็น แหล่งพลังงานหลักของธุรกิจอุตสาหกรรมจึง ได้คิดค้นบริการติดตั้งโซล่าเซลล์ด้วย เงินลงทุน 0 บาทที่จะช่วยให้ผู้ประกอบการ สามารถซื้อไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นจากพลังงาน แสงอาทิตย์ได้ในราคาที่ถูกลงโดยไม่ต้อง ใช้เงินลงทุน และสามารถเข้าถึงแหล่งพลังงานสะอาดได้ ง่ายยิ่งขึ้นเพื่อช่วยลดต้นทุนค่าไฟให้ กับธุรกิจอุตสาหกรรมและยังลดการปล่อยก๊าซ มลพิษต่างๆรวมถึงยังสร้างภาพลักษณ์ที่ดี



ภาพที่ 3.2 ผังโครงสร้างองค์กร_IRRS แผนก Supply Chain

3.3 ลักษณะของงานที่ปฏิบัติของเจ้าหน้าที่วางแผน

1. วางแผนการผลิต จัดทำแผนการผลิตรายวัน / รายสัปดาห์ / รายเดือน วางแผนลำดับงานให้สอดคล้องกับกำลังการผลิต, เครื่องจักร, และทรัพยากร จัดทำ Master Production Schedule (MPS)

2. วางแผนการใช้วัตถุดิบ (Material Planning) ตรวจสอบและคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้ในแต่ละรอบการผลิต ประสานงานกับฝ่ายจัดซื้อเพื่อสั่งวัตถุดิบให้ทันเวลาการผลิตควบคุมสต๊อกวัตถุดิบให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

3. ประสานงานกับฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ประสานงานกับฝ่ายผลิต (Production), ฝ่ายคลังสินค้า (Warehouse), ฝ่ายจัดซื้อ (Purchasing), ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance) ติดตามสถานะการผลิต และแจ้งข้อมูลให้ฝ่ายที่เกี่ยวข้องทราบ แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเมื่อแผนการผลิตมีความล่าช้า

4. ติดตามและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต ติดตามผลการผลิตจริงเทียบกับแผน วิเคราะห์สาเหตุของการไม่เป็นไปตามแผน จัดทำรายงานวิเคราะห์และสรุปเสนอผู้บริหาร

5. ปรับปรุงกระบวนการวางแผน ปรับปรุงการวางแผนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยวางแผน เช่น Mango ERP, MRP, Excel, Google Sheet, Mini Tab

6. อื่น ๆ วิเคราะห์แนวโน้มการสั่งผลิตตามความต้องการลูกค้า วางแผนลดต้นทุนการผลิต

3.4 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

คุณศรายุทธ สายทอง ตำแหน่งหัวหน้างานวิศวกร

3.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2568 ถึง วันที่ 29 สิงหาคม 2568

3.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานคือศึกษากระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงและเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตด้วย ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังกล่าวดังนี้

1. ศึกษากระบวนการจากกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

2.วิเคราะห์ข้อมูลศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงโดยใช้ Check Sheet และเรียงลำดับความสำคัญของเสียจากมากไปน้อยโดยใช้ แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagrams)

3. ทำการรวบรวมสาเหตุและผลที่ทำให้เกิดของเสียโดยใช้ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) และ WHY-WHY ANALYSIS มาใช้เครื่องมือป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

4.วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน Control Chat และ Graph

5.สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

3.7 ตารางการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน จึงได้มีการศึกษาและวางแผนการดำเนินงานโดยขั้นตอนการดำเนินงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วางแผนการดำเนินงานโดยขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอน	ระยะเวลาการดำเนินงาน							
	พ.ค. 68		มิ.ย. 68		ก.ค. 68		ส.ค. 68	
1. ศึกษากระบวนการผลิต		◄►						
2. กำหนดปัญหาที่จะศึกษา		◄►						
3. เก็บรวบรวมข้อมูล		◄	─	─	─	─	─	►
4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้				◄	─	─	─	►
5. ดำเนินการแก้ไขปัญหา							◄	─►
6. สรุปผลการดำเนินงาน								◄►
7. จัดทำภาพเล่มรายงาน								◄►

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในโครงการนี้ จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บข้อมูล การคำนวณ การวิเคราะห์ รวมถึงการจัดทำเอกสาร โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ Hardware และ Software ดังนี้

3.8.1 Hardware

Notebook – ใช้สำหรับประมวลผล จัดเก็บข้อมูล และจัดทำเอกสารรายงาน รวมถึงการใช้โปรแกรมคำนวณทางวิศวกรรม

สมุดจดบันทึก – ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลเบื้องต้น ข้อสังเกต หรือรายละเอียดจากการตรวจสอบหน้างาน เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลก่อนนำไปบันทึกลงระบบ

ตลับเมตร (Measuring Tape) – ใช้สำหรับวัดระยะจริงในพื้นที่ก่อสร้าง เช่น ความยาว ความกว้าง และระดับต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับแบบก่อสร้าง

เครื่องคิดเลข (Calculator) – ใช้สำหรับการคำนวณค่าต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว เช่น ปริมาณวัสดุ พื้นที่ หรือค่าทางวิศวกรรมเบื้องต้น

3.8.2 Software

Microsoft Word – ใช้ในการจัดทำรายงาน สรุปผลการปฏิบัติงาน และการจัดภาพแบบเอกสารอย่างเป็นทางการ

Microsoft Excel – ใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลข การทำตารางคำนวณ การวิเคราะห์ทางสถิติ และการสร้างกราฟเพื่อนำเสนอผล

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงาน

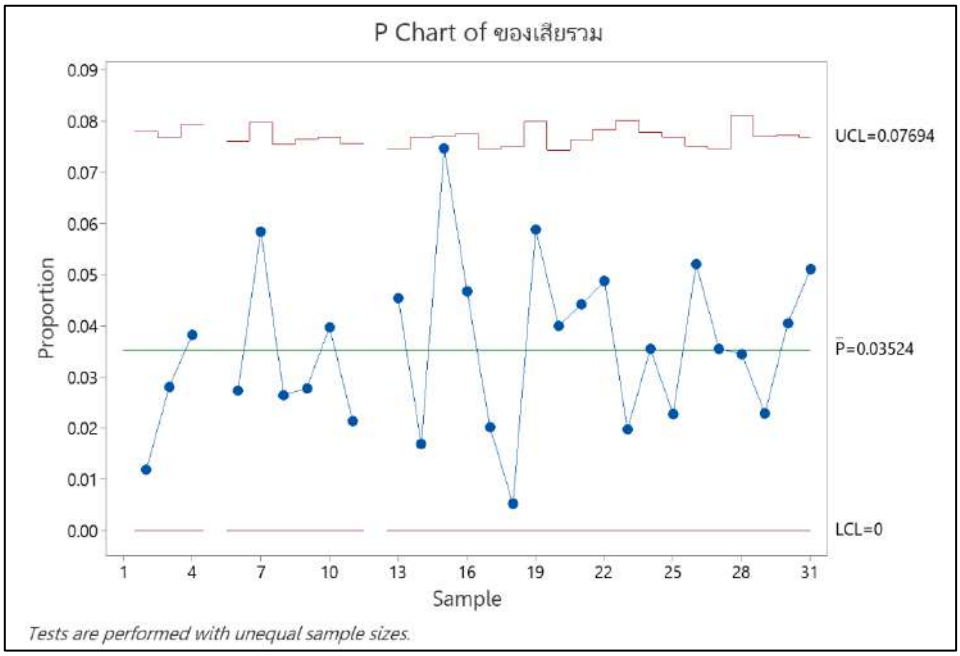
จากการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงในโรงงาน รวมถึงการรวบรวมข้อมูลและเก็บสถิติการผลิตในแต่ละขั้นตอนอย่างเป็นในระบบและต่อเนื่องเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 3 เดือน

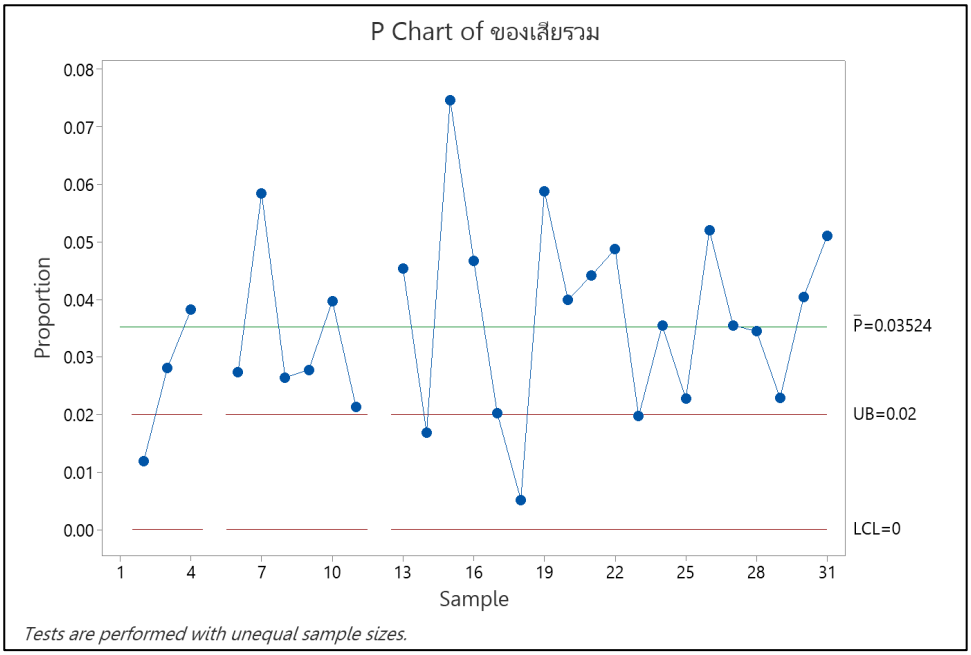
4.1 จากสถิติข้อมูลของเสียผิวร้าวในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง)

ตารางที่ 4.1 ในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่เกิดขึ้นผลิตออกมา จำนวน 4,937 ต้น และของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงจำนวน 174 ต้น คิดเป็นร้อยละ 3.52%

เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง)				
วันที่	จำนวนผลิต (ต้น)	จำนวนของเสีย (ต้น)	ของเสียสะสม (ต้น)	%ของเสีย
1 พ.ค. 68	วันแรงงานแห่งชาติ	-	0	-
2 พ.ค. 68	168	2	2	1.19%
3 พ.ค. 68	178	5	7	2.81%
4 พ.ค. 68	157	6	13	3.82%
5 พ.ค. 68	วันชดเชยวันฉัตมงคล	-	13	
6 พ.ค. 68	183	5	18	2.73%
7 พ.ค. 68	154	9	27	5.84%
8 พ.ค. 68	189	5	32	2.65%
9 พ.ค. 68	180	5	37	2.78%
10 พ.ค. 68	176	7	44	3.98%
11 พ.ค. 68	187	4	48	2.14%
12 พ.ค. 68	วันชดเชยวันวิสาขบูชา	-	48	
13 พ.ค. 68	198	9	57	4.55%
14 พ.ค. 68	178	3	60	1.69%

เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง)				
วันที่	จำนวนผลิต (ต้น)	จำนวนของเสีย (ต้น)	ของเสียสะสม (ต้น)	%ของเสีย
15 พ.ค. 68	174	13	73	7.47%
16 พ.ค. 68	171	8	81	4.68%
17 พ.ค. 68	198	4	85	2.02%
18 พ.ค. 68	193	1	86	0.52%
19 พ.ค. 68	153	9	95	5.88%
20 พ.ค. 68	200	8	103	4.00%
21 พ.ค. 68	181	8	111	4.42%
22 พ.ค. 68	164	8	119	4.88%
23 พ.ค. 68	152	3	122	1.97%
24 พ.ค. 68	169	6	128	3.55%
25 พ.ค. 68	176	4	132	2.27%
26 พ.ค. 68	192	10	142	5.21%
27 พ.ค. 68	197	7	149	3.55%
28 พ.ค. 68	145	5	154	3.45%
29 พ.ค. 68	175	4	158	2.29%
30 พ.ค. 68	173	7	165	4.05%
31 พ.ค. 68	176	9	174	5.11%
รวม	**4,937 ต้น**	**174 ต้น**		**3.52%**





ภาพที่ 4.1 P-Chart (Minitab) แสดงการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต เดือนพฤษภาคม 2568 (ก่อนปรับปรุง)

การวิเคราะห์ข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง การเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 พบว่ามีการผลิตเสาเข็มจำนวนทั้งสิ้น 4,937 ต้น และตรวจพบเสาเข็มที่มีปัญหาจำนวน 174 ต้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมแบบ P Chart (Proportion Chart) ซึ่งเป็นแผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลชนิดสัดส่วนของชิ้นงานที่เสียเมื่อเทียบกับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด โดยคำนวณค่า P-bar (สัดส่วนของเสียเฉลี่ย) ได้จาก P-bar = จำนวนของเสียทั้งหมด / จำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด

P-bar = 174/4937 ≈0.0352 หรือ 3.52 %

จากนั้นได้ทำการกำหนดขีดจำกัดบน (Upper Bound: UB) สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัดส่วนของเสียที่ยอมรับของบริษัทฯได้กำหนดไว้ที่ 0.02 (หรือ 2 %) ตามเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทฯกำหนดไว้เบื้องต้น

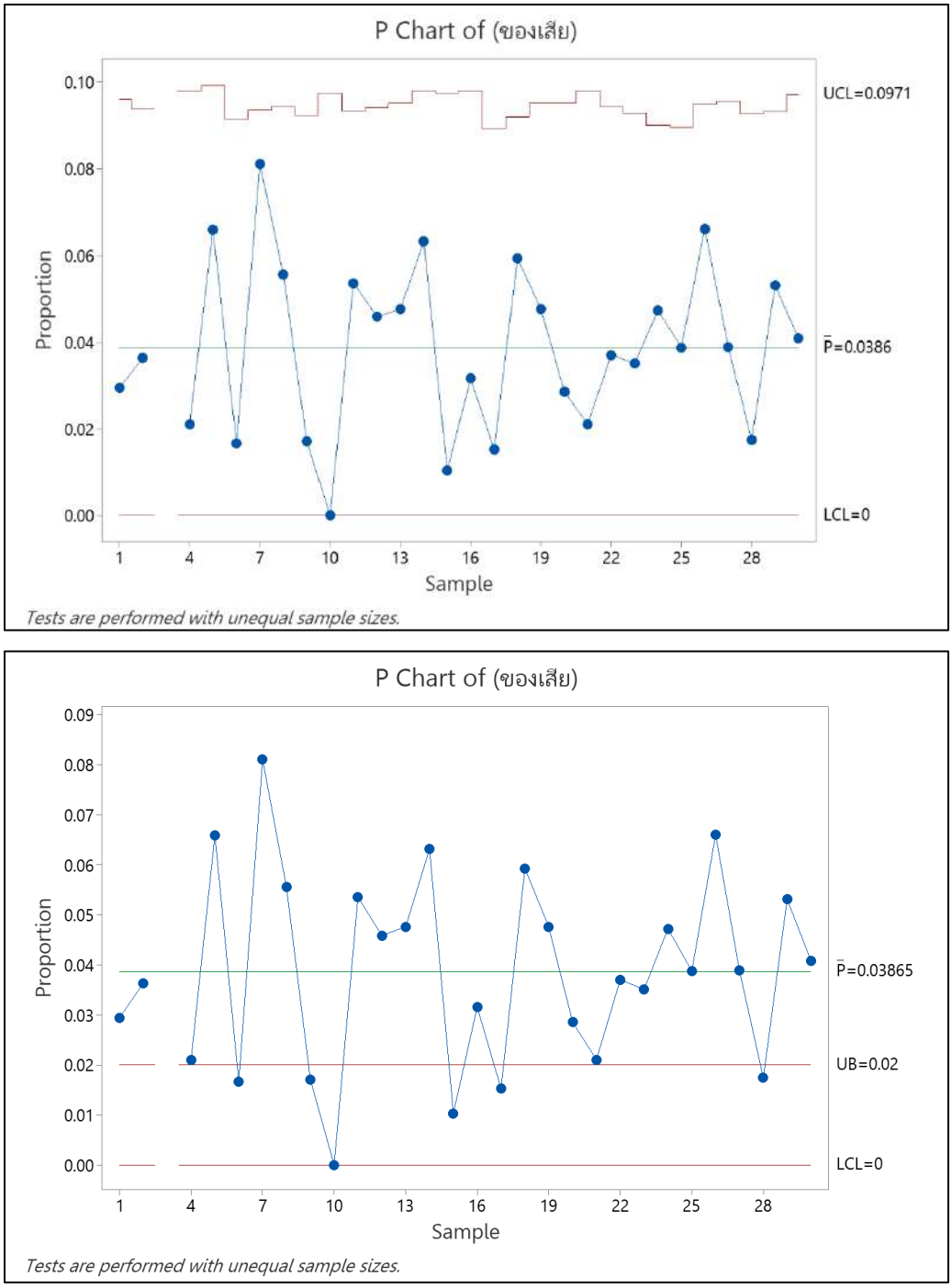
เมื่อพล็อตข้อมูลลงในกราฟ P-Chart พบว่าลักษณะของแผนภูมิมีการละเมิดกฎควบคุมคุณภาพ (Control Chart Rules) ตามเกณฑ์ คือมีจุดข้อมูลอยู่ด้านเดียวของเส้นค่าเฉลี่ยติดต่อกันเกิน 8 จุด (Shift) และบางช่วงมีการเพิ่มขึ้นต่อเนื่องหลายจุด (Trend) ซึ่งบ่งชี้ว่ากระบวนการผลิตอาจมีการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้อัตราของเสียสูงขึ้นและเกินกว่าเกณฑ์เป้าหมาย 2% ที่บริษัทกำหนด จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณของเสีย

4.2 จากสถิติข้อมูลของเสียผิวร้าวในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง)

ตารางที่ 4.2 ในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่เกิดขึ้นผลิตออกมา จำนวน 3,131 ต้น และของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงจำนวน 121 ต้น คิดเป็นร้อยละ 3.86%

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง)				
วันที่	จำนวนผลิต (ต้น)	จำนวนของเสีย (ต้น)	ของเสียสะสม (ต้น)	%ของเสีย
1 มิ.ย. 68	102	3	3	2.94%
2 มิ.ย. 68	110	4	7	3.64%
3 มิ.ย. 68	วันหยุดไลน์ผลิต	-	7	-
4 มิ.ย. 68	95	2	9	2.11%
5 มิ.ย. 68	91	6	15	6.59%
6 มิ.ย. 68	120	2	17	1.67%
7 มิ.ย. 68	111	9	26	8.11%
8 มิ.ย. 68	108	6	32	5.56%
9 มิ.ย. 68	117	2	34	1.71%
10 มิ.ย. 68	97	0	34	0.00%
11 มิ.ย. 68	112	6	40	5.36%
12 มิ.ย. 68	109	5	45	4.59%
13 มิ.ย. 68	105	5	50	4.76%
14 มิ.ย. 68	95	6	56	6.32%
15 มิ.ย. 68	97	1	57	1.03%
16 มิ.ย. 68	95	3	60	3.16%
17 มิ.ย. 68	131	2	62	1.53%
18 มิ.ย. 68	118	7	69	5.93%
19 มิ.ย. 68	105	5	74	4.76%
20 มิ.ย. 68	105	3	77	2.86%
21 มิ.ย. 68	95	2	79	2.11%

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง) (ต่อ)				
วันที่	จำนวนผลิต (ต้น)	จำนวนของเสีย (ต้น)	ของเสียสะสม (ต้น)	%ของเสีย
22 มิ.ย. 68	108	4	83	3.70%
23 มิ.ย. 68	114	4	87	3.51%
24 มิ.ย. 68	127	6	93	4.72%
25 มิ.ย. 68	129	5	98	3.88%
26 มิ.ย. 68	106	7	105	6.60%
27 มิ.ย. 68	103	4	109	3.88%
28 มิ.ย. 68	115	2	111	1.74%
29 มิ.ย. 68	113	6	117	5.31%
30 มิ.ย. 68	98	4	121	4.08%
รวม	**3,131 ต้น**	**121 ต้น**		**3.86%**



ภาพที่ 4.2 P-Chart (Minitab) แสดงการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต เดือนมิถุนายน 2568 (ก่อนปรับปรุง)

การวิเคราะห์ข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง การเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2568 พบว่ามีการผลิตเสาเข็มจำนวนทั้งสิ้น 3,131 ต้น และตรวจพบเสาเข็มที่มีปัญหาจำนวน 121 ต้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมแบบ P Chart (Proportion Chart) ซึ่งเป็นแผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลชนิดสัดส่วนของชิ้นงานที่เสียเมื่อเทียบกับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด โดยคำนวณค่า P-bar (สัดส่วนของเสียเฉลี่ย) ได้จาก P-bar = จำนวนของเสียทั้งหมด / จำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด

P-bar = 121/3,131 ≈0.0386 หรือ 3.86%

จากนั้นได้ทำการกำหนดขีดจำกัดบน (Upper Bound: UB) สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัดส่วนของเสียที่ยอมรับของบริษัทฯได้กำหนดไว้ที่ 0.02 (หรือ 2%) ตามเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทฯกำหนดไว้เบื้องต้น

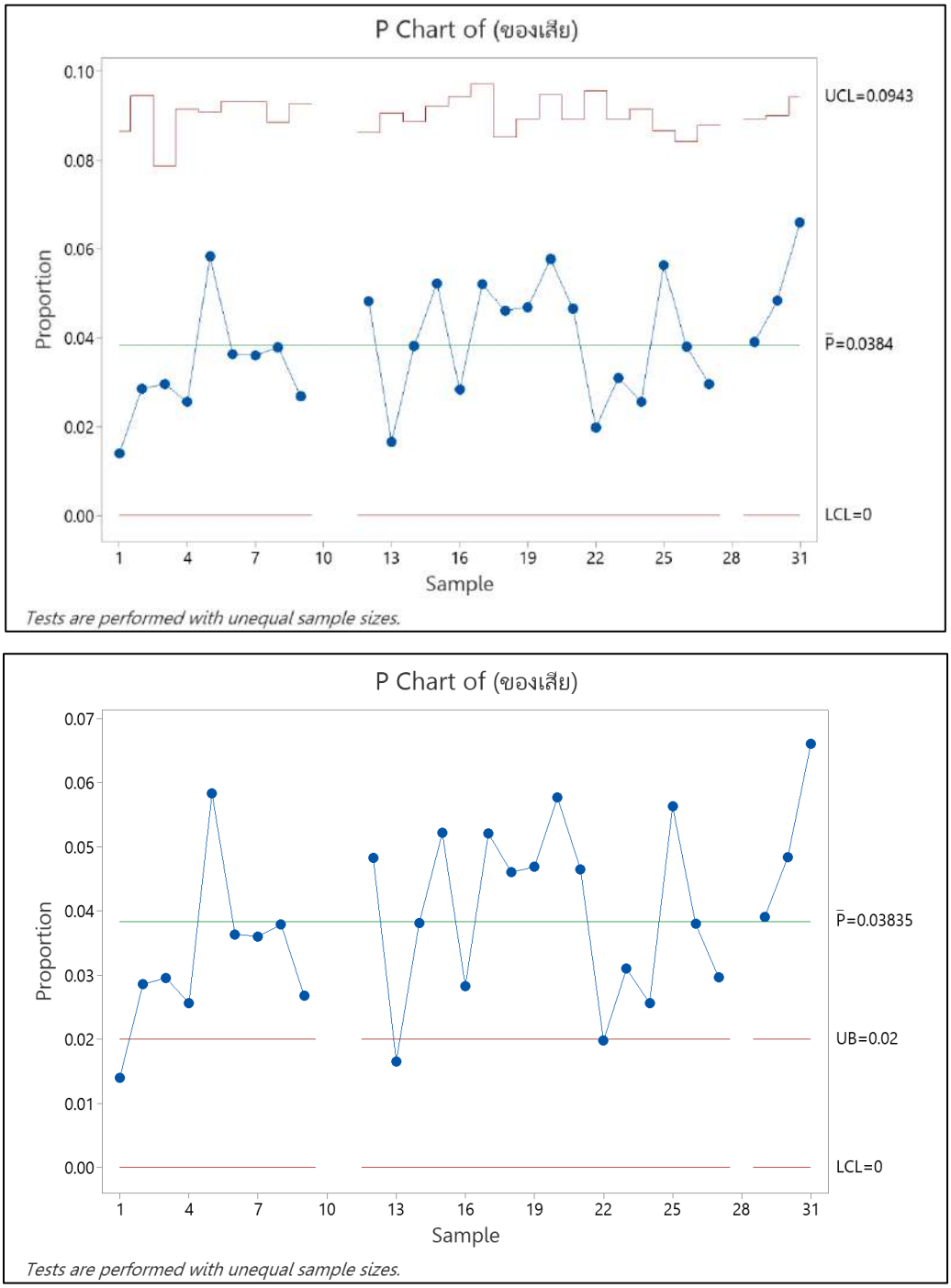
เมื่อพล็อตข้อมูลลงในกราฟ P-Chart พบว่าลักษณะของแผนภูมิมีการละเมิดกฎควบคุมคุณภาพ (Control Chart Rules) ตามเกณฑ์ คือมีจุดข้อมูลอยู่ด้านเดียวของเส้นค่าเฉลี่ยติดต่อกันเกิน 8 จุด (Shift) และบางช่วงมีการเพิ่มขึ้นต่อเนื่องหลายจุด (Trend) ซึ่งบ่งชี้ว่ากระบวนการผลิตอาจมีการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้อัตราของเสียสูงขึ้นและเกินกว่าเกณฑ์เป้าหมาย 2% ที่บริษัทกำหนด จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณของเสีย

4.3 จากสถิติข้อมูลของเสียผิวร้าวในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง)

ตารางที่ 4.3 ในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่เกิดขึ้นผลิตออกมา จำนวน 3,520 ต้น และของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงจำนวน 135 ต้น คิดเป็นร้อยละ 3.84%

เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง)				
วันที่	จำนวนผลิต (ต้น)	จำนวนของเสีย (ต้น)	ของเสียสะสม (ต้น)	%ของเสีย
1 ก.ค. 68	143	2	2	1.40%
2 ก.ค. 68	105	3	5	2.86%
3 ก.ค. 68	203	6	11	2.96%
4 ก.ค. 68	117	3	14	2.56%
5 ก.ค. 68	120	7	21	5.83%
6 ก.ค. 68	110	4	25	3.64%
7 ก.ค. 68	111	4	29	3.60%
8 ก.ค. 68	132	5	34	3.79%
9 ก.ค. 68	112	3	37	2.68%
10 ก.ค. 68	วันหยุดไลน์ผลิต	-	37	-
11 ก.ค. 68	วันหยุดไลน์ผลิต	-	37	-
12 ก.ค. 68	145	7	44	4.83%
13 ก.ค. 68	121	2	46	1.65%
14 ก.ค. 68	131	5	51	3.82%
15 ก.ค. 68	115	6	57	5.22%
16 ก.ค. 68	106	3	60	2.83%
17 ก.ค. 68	96	5	65	5.21%
18 ก.ค. 68	152	7	72	4.61%
19 ก.ค. 68	128	6	78	4.69%
20 ก.ค. 68	104	6	84	5.77%
21 ก.ค. 68	129	6	90	4.65%

เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2568 (ก่อนทำการปรับปรุง) (ต่อ)				
วันที่	จำนวนผลิต (ต้น)	จำนวนของเสีย (ต้น)	ของเสียสะสม (ต้น)	%ของเสีย
22 ก.ค. 68	101	2	92	1.98%
23 ก.ค. 68	129	4	96	3.10%
24 ก.ค. 68	117	3	99	2.56%
25 ก.ค. 68	142	8	107	5.63%
26 ก.ค. 68	158	6	113	3.80%
27 ก.ค. 68	135	4	117	2.96%
28 ก.ค. 68	วันหยุดไลน์ผลิต	-	117	-
29 ก.ค. 68	128	5	122	3.91%
30 ก.ค. 68	124	6	128	4.84%
31 ก.ค. 68	106	7	135	6.60%
รวม	**3,520 ต้น**	**135 ต้น**		**3.84%**



ภาพที่ 4.3 P-Chart (Minitab) แสดงการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต เดือนกรกฎาคม 2568 (ก่อนปรับปรุง)

การวิเคราะห์ข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง การเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2568 พบว่ามีการผลิตเสาเข็มจำนวนทั้งสิ้น 3,131 ต้น และตรวจพบเสาเข็มที่มีปัญหาจำนวน 121 ต้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมแบบ P Chart (Proportion Chart) ซึ่งเป็นแผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลชนิดสัดส่วนของชิ้นงานที่เสียเมื่อเทียบกับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด โดยคำนวณค่า P-bar (สัดส่วนของเสียเฉลี่ย) ได้จาก

P-bar = จำนวนของเสียทั้งหมด / จำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด

P-bar = 135/3,520 ≈0.0384 หรือ 3.84%

จากนั้นได้ทำการกำหนดขีดจำกัดบน (Upper Bound: UB) สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัดส่วนของเสียที่ยอมรับของบริษัทฯได้กำหนดไว้ที่ 0.02 (หรือ 2%) ตามเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทฯกำหนดไว้เบื้องต้น

เมื่อพล็อตข้อมูลลงในกราฟ P-Chart พบว่าลักษณะของแผนภูมิมีการละเมิดกฎควบคุมคุณภาพ (Control Chart Rules) ตามเกณฑ์ คือมีจุดข้อมูลอยู่ด้านเดียวของเส้นค่าเฉลี่ยติดต่อกันเกิน 8 จุด (Shift) และบางช่วงมีการเพิ่มขึ้นต่อเนื่องหลายจุด (Trend) ซึ่งบ่งชี้ว่ากระบวนการผลิตอาจมีการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้อัตราของเสียสูงขึ้นและเกินกว่าเกณฑ์เป้าหมาย 2% ที่บริษัทกำหนด จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณของเสีย

4.4 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลการผลิตที่มีของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเสาเข็มฯ

เดือน	ยอดผลิต (ต้น)	ของเสีย (ต้น)	ของเสียสะสม	คิดเป็น %
พฤษภาคม 68	4,937	174	174	3.52 %
มิถุนายน 68	3,131	121	295	3.86 %
กรกฎาคม 68	3,520	135	430	3.84 %
รวม	11,588 ต้น	430 ต้น		3.71% (Avg.)

จากข้อมูลยอดการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงในช่วงเดือน พฤษภาคม 2568 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2568 พบว่า มียอดการผลิตรวมทั้งสิ้น 11,588 ต้น และมีของเสียจากการผลิตรวมจำนวน 430 ตัน คิดเป็น ร้อยละ 3.71 ของปริมาณผลิตทั้งหมด โดยสามารถแจกแจงข้อมูลของเสียในแต่ละเดือนได้ดังนี้

1.เดือน พฤษภาคม 2568 มียอดผลิต 4,937 ต้น และของเสีย 174 ต้น

2.เดือน มิถุนายน 2568 มียอดผลิต 3,131 ต้น และของเสีย 121 ต้น

3.เดือน กรกฎาคม 2568 มียอดผลิต 3,520 ต้น และของเสีย 135 ต้น

จากข้อมูลนี้จะเห็นได้ว่า แม้ว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียโดยรวมจะอยู่ที่ 3.71% แต่ก็มีความผันผวนในแต่ละเดือน และ กฎเกณฑ์ที่ทางบริษัทฯตั้งไว้จะอยู่ที่ 2% และต้องลดลงเรื่อย ๆ แต่จากซึ่งบ่งชี้ว่าอาจมีปัจจัยบางอย่างที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิต การวิเคราะห์ข้อมูลถึงสาเหตุของของเสียในแต่ละเดือน โดยเฉพาะ 3 เดือนนี้มีเปอร์เซ็นต์ของเสียสูง จะช่วยให้เข้าใจปัญหาและวางแผนการปรับปรุงคุณภาพการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น.

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง เดือนพฤษภาคม 2568 ถึง เดือนกรกฎาคม 2568

ลักษณะข้อบกพร่อง	จำนวนของเสีย (ต้น)	จำนวนของเสียสะสม (ต้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
เสาเข็มมีรอยร้าวแตก	145	145	33.70%
เสาเข็มหักจากการตัดยก	110	255	25.60%
รอยต่อแบบที่ผิวเสาเข็ม	98	353	22.80 %
การสูญเสียของคอนกรีตระหว่างการเท	77	430	17.90 %
รวม	**430 ต้น**		**100%**

จะเห็นได้ว่าคุณภาพที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก.396-2549 ดังนี้

1. เสาเข็มผิวหน้ามีรอยร้าวแตก มีจำนวนของเสีย 145 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 33.70%)
2. เสาเข็มหักจากการตัดยก มีจำนวนของเสีย 110 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 25.60%)
3. เสาเข็มเป็นรอยต่อแบบที่ผิวเสาเข็ม จำนวนของเสีย 98 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 22.80%)
4. การสูญเสียของคอนกรีตระหว่างการเท จำนวนของเสีย 77 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 17.90%)

สาเหตุของเสียเหล่านี้ส่งผลให้ทางโรงงานต้องใช้ต้นทุนในการปรับปรุงแก้ไข ส่งผลให้ไม่สามารถผลิตเสาเข็มได้จำนวนทันตามกำหนดการ ต้องทำงานล่วงเวลาเพื่อให้ทันการส่งมอบงานที่เร่งด่วนยังส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นกว่าที่ตั้งไว้

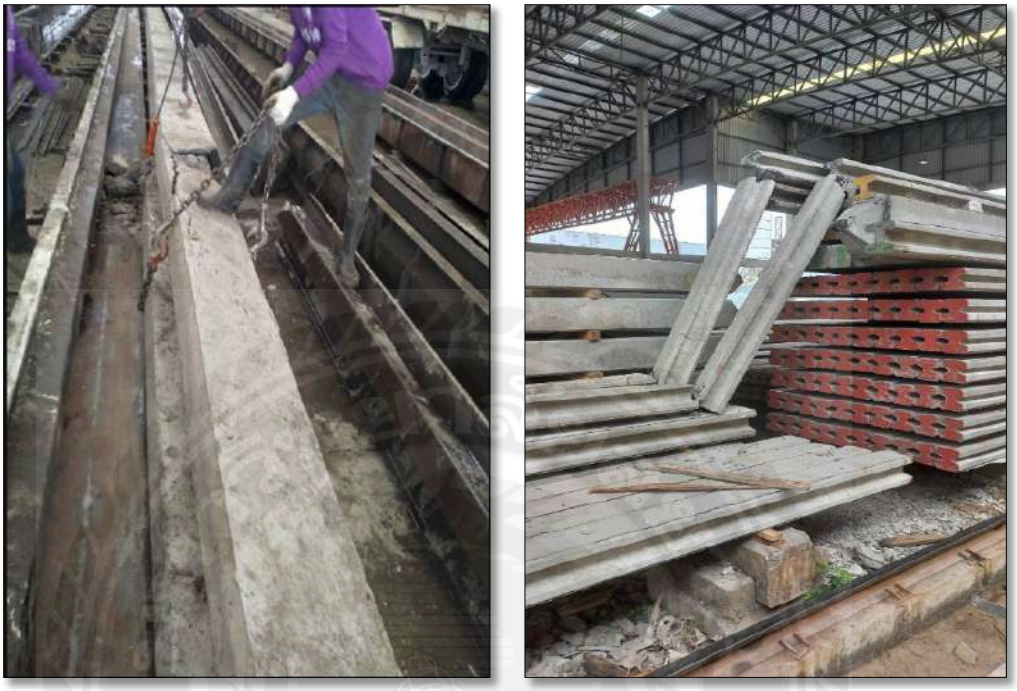
รายการเก็บสถิติคุณภาพที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก.396-2549 รายละเอียดภาพดังนี้

1. เสาเข็มผิวหน้ามีรอยร้าวแตก มีจำนวนของเสีย 145 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 33.70%) ดังภาพ



ภาพที่ 4.4 เสาเข็มผิวหน้ามีรอยร้าวแตก

2. เสาเข็มหักจากการตัดยก จำนวนของเสีย 110 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 25.60%) ดังภาพ



ภาพที่ 4.5 เสาเข็มหักจากการตัดยก

3. เสาเข็มเป็นรอยต่อแบบที่ผิวเสาเข็ม จำนวนของเสีย 98 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 22.80%) ดังภาพ



ภาพที่ 4.6 เป็นรอยต่อแบบที่ผิวเสาเข็ม

4. การสูญเสียของคอนกรีตระหว่างการเท จำนวนของเสีย 77 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 17.90%) ดังภาพ



ภาพที่ 4.7 การสูญเสียของคอนกรีตระหว่างการเท

สาเหตุของเสียเหล่านี้ส่งผลให้ทางโรงงานต้องใช้ต้นทุนในการปรับปรุงแก้ไข เช่น การซ่อมแซมเสาเข็ม การเจียร์หัว การทาสีซ้ำ รวมถึงการใช้น้ำยาอีพ็อกซี่เพื่อปิดรอยแตกร้าว ซึ่งต้องใช้แรงงาน วัสดุ และเวลาเพิ่มขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงกว่าที่วางแผนไว้

นอกจากนี้ ยังทำให้ไม่สามารถผลิตเสาเข็มได้ตามจำนวนที่กำหนดไว้ในแต่ละวัน ส่งผลให้ต้องทำงานล่วงเวลา (OT) เพื่อเร่งผลิตชดเชยในช่วงเวลาที่เหลือ และพนักงานบางส่วนต้องแบ่งเวลาจากงานผลิตหลักมาดำเนินการซ่อมเสาเข็มที่เสีย ส่งผลให้กำลังการผลิตลดลงชั่วคราว

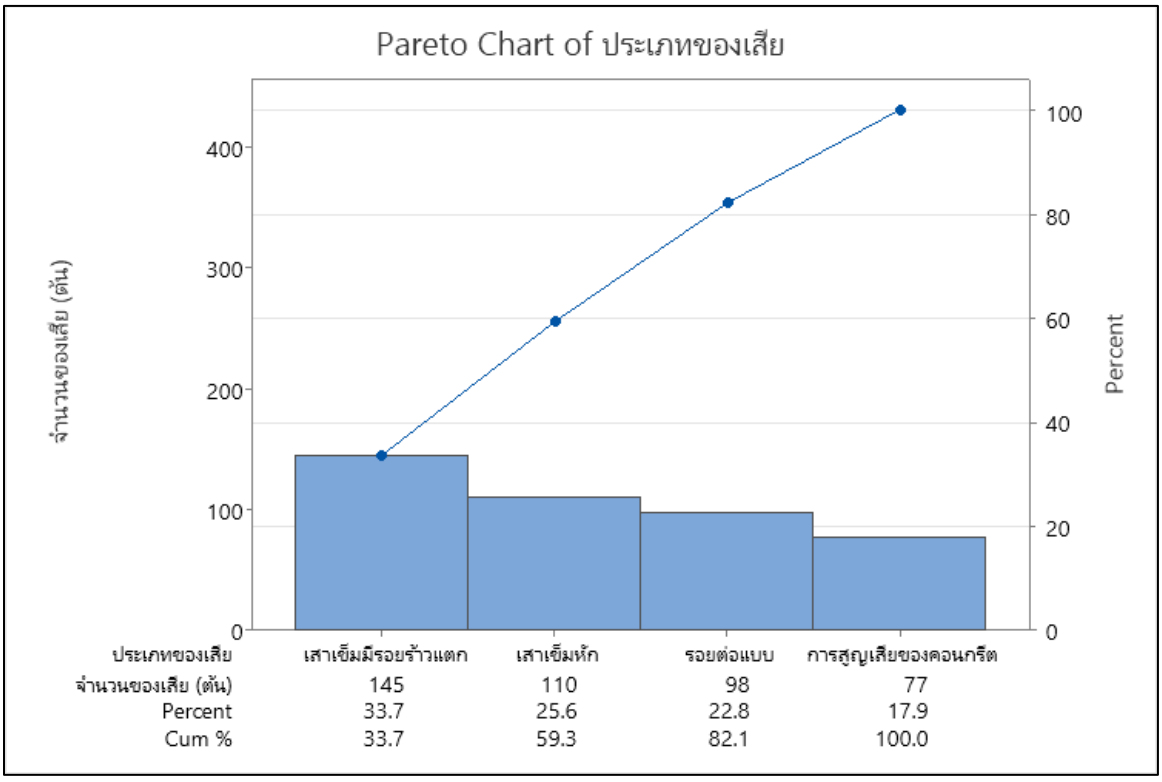
ผลที่ตามมาคือ การส่งมอบงานบางส่วนล่าช้า เสี่ยงต่อการผิดเงื่อนไขในสัญญากับลูกค้า และในบางกรณีอาจต้องเร่งขนส่งหรือแก้ไขหน้างานเพิ่มเติม ซึ่งเป็นต้นทุนแฝงที่ไม่คาดคิด

ดังนั้น การลดของเสียในกระบวนการผลิตจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ไม่เพียงแต่ช่วยประหยัดต้นทุน แต่ยังส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของบริษัท และความสามารถในการแข่งขันในระยะยาวอีกด้วย

4.5 การวิเคราะห์ปัญหา

4.5.1 การวิเคราะห์ปัญหาโดย Pareto Chart

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเดือนพฤษภาคม 2568 ถึงเดือนกรกฎาคม 2568 โดยใช้เครื่องมือ PARETO CHART



ประเภทของเสีย	เสาเข็มมีรอยร้าวแตก	เสาเข็มหัก	รอยต่อแบบ	การสูญเสียของคอนกรีต
จำนวนของเสีย (ต้น)	145	110	98	77
Percent	33.7	25.6	22.8	17.9
Cum %	33.7	59.3	82.1	100.0

จากตารางที่ 4.6 ข้อมูลหากสามารถทำการลดปริมาณของเสียเสาเข็มมีรอยร้าวแตกซึ่งมากที่สุดที่มีจำนวนของเสีย 145 ต้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 33.70%) ที่เกิดขึ้นลงได้จะทำให้เกิดผลดีต่อโรงงานกรณีศึกษานี้ ในสัดส่วนนี้อาจจะยังไม่ถึงในทฎษฎีที่เครื่องมือ Pareto Chart กำหนด คือ 80:20 และ 20% ที่ผลต่อ 80% แต่หากทำให้มีเสาเข็มที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นของ 33.70% นี้จะส่งผลให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนของที่เป็นของเสียนั้นสามารถลดลงไปได้ รายการดังนี้

จากการเก็บสถิติในช่วงเวลาของเสีย 3 เดือนนี้ รายการปริมาณของเสียเสาเข็มมีรอยร้าวแตกซึ่งที่พบปัญหามูลค่าความเสียหาย ดังนี้

รายการ II-0.18x0.18x06.00M (ท่อนเดี่ยว-ปลายตัด) มอก.396-2549 [A275] = 145 ต้น ซึ่งมีมูลค่า ดังนี้

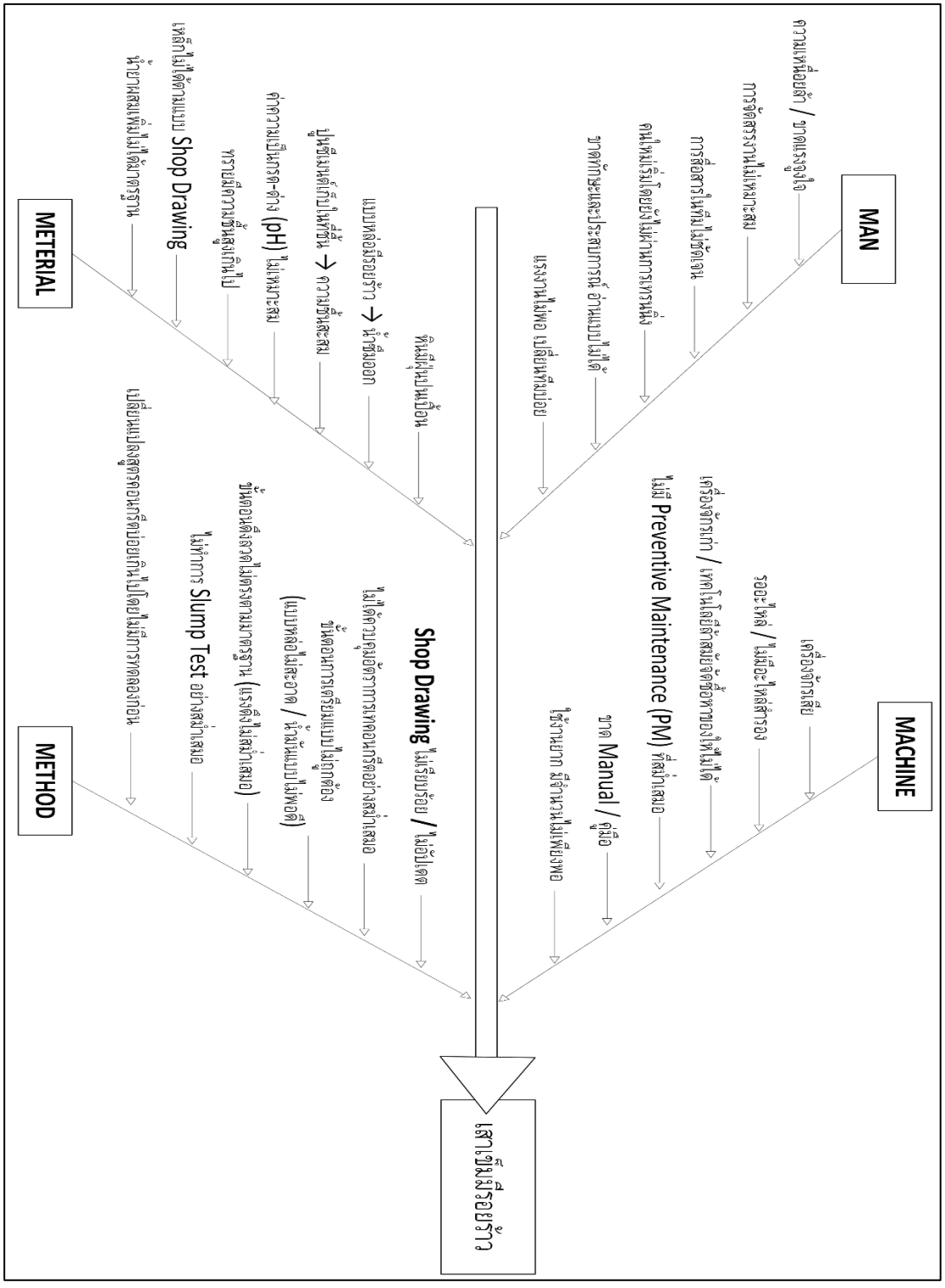
1. มูลค่าต่อเมตร 145.00 บาท (ไม่รวมเหล็กเสริม)
2. มูลค่าต่อหน่วย 870.00 บาท (ไม่รวมค่าขนส่ง)
3. มูลค่ารวม 126,150.00 บาท
4. VAT 7% = 8,830.50 บาท

รวมทั้งหมดมูลค่า 134,980.50 บาท (รวม VAT) ยอดนี้คือที่ควรจะขายได้ และเก็บเงินได้ แต่กลับถูกย้อนไปทางคลัง เพื่อซ่อมแซมและเสียค่าซ่อมแซมและค่าเช่าพื้นที่คลังเพิ่มในส่วนนี้ 16,050.00 บาท (VAT) รวมมูลค่าเสียหายเป็นเงิน 151,030.50 บาท

4.5.2 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ผลการดำเนินการศึกษาเรื่อง การลดของเสาเข็มมีรอยร้าวแตกในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง โดยใช้เครื่องมือ QC TOOLS ได้ดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุและการปรับปรุงแก้ไข 4M คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และ วิธีการ เนื่องจากการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงต้องใช้คนในการผลิตตามแบบ SHOP DRAWING ของเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกิดจากวัตถุดิบและวิธีการทำงาน ในการควบคุมการผลิตที่ไม่เหมาะสมจากมาตรฐานที่กำหนด ไว้ซึ่งในการระบุสาเหตุหลักจึงได้มุ่งไปที่ขั้นตอนการผลิตต่างๆ ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดปัญหาผลิตภัณฑ์ที่เสียหาย และสรุปผลดำเนินการตามแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการผลิต

ตารางที่ 4.7 ผังแสดงเหตุและผลแสดงสาเหตุของปัญหาการเกิดเสาเข็มมีรอยร้าว



4.5.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Root Cause Analysis) 5 สาเหตุหลัก

ตารางที่ 4.8 สาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาและการป้องกัน

สาเหตุของปัญหาเสาเข็มมีรอยร้าว	แนวทางการแก้ไขปัญหาและการป้องกัน
1.แรงงานขาดแคลน การเจ็บป่วย อุบัติเหตุในระหว่างการทำงาน ปัญหาด้านภาษาที่ใช้สื่อสาร การขาดประสบการณ์และทักษะในการทำงาน	หลักควรจัดหาแรงงานให้เพียงพอครบทุกจุด โดยการสร้างแรงจูงใจ เช่นขึ้นเงินเดือน OT เพิ่มค่าตอบแทน สวัสดิการต่างๆ เพื่อให้แรงงานยังคงทำงานอยู่ในองค์กรผลประโยชน์ที่ได้องค์กรคือแรงงานที่มีประสบการณ์ที่ดี และอบรมทางด้านภาษาเพิ่มขึ้น
2.การขาดความรอบคอบในการทำงาน การขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่ การใช้เวลางานในการทำธุระส่วนตัว การทำงานล่วงเวลาโดยไม่มีผลิตภาพเท่าที่ควร	การชี้แจงข้อระเบียบปฏิบัติงานต่าง ๆ บทลงโทษที่ชัดเจน และรางวัล ชื่นชนแรงงานที่มีผลงานที่ดีและมีความรับผลิตชอบ มีเพิ่มการอบรมและสอนงานอย่างเป็นระบบรวมทั้งให้มีการฝึกงานและหมุนเวียนงานเพื่อเพิ่มศักยภาพในการทำงานของบุคลากรให้ทำงานทดแทนกันได้
3.เครื่องจักรชำรุดขณะทำงาน เครื่องจักรเก่าเสื่อมสภาพจากการใช้งานหนักมาเป็นระยะเวลานาน จึงจัดหาอุปกรณ์ส่วนควบคุมและอะไหล่ได้ยาก ต้องทำการเทียบชิ้นส่วนเพื่อซ่อมหรือดัดแปลงเอง เครื่องจักรเป็นรุ่นที่หาอะไหล่ยาก เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา ระยะเวลาหลังจากแจ้งซ่อมนาน เครื่องจักรไม่เพียงพอต่อการใช้งาน เครื่องจักรสูญหาย และรอคอยเครื่องจักรเริ่มทำงานที่ไม่สามารถเริ่มงานในกระบวนการถัดไปได้	จัดให้มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ จัดหาอุปกรณ์และสำรองอะไหล่ในส่วนที่เสียบ่อยๆเพื่อให้กระบวนการซ่อมแซมสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว จัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Total Productive Maintenance เพื่อลดโอกาสการสูญเสียการเครื่องจักรและเพิ่มการผลิต โดยให้ฝ่ายช่างซ่อมบำรุงทุกระดับมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้เครื่องจักรพร้อมใช้งานอยู่เสมอ หรือกรณีไม่สามารถซ่อมแซมก็ควรจัดซื้อเครื่องใหม่ทดแทนเมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่คุ้มค่าแก่การซ่อมแซม

สาเหตุของปัญหา(ต่อ)	แนวทางการแก้ไขปัญหาและการป้องกัน(ต่อ)
4.วัสดุขาดตลาด คุณภาพวัสดุไม่ตรงมาตรฐาน ต้นทุนสูงขึ้นเนื่องจากราคาวัสดุผันผวน งานที่ผลิตต้องใช้วัสดุเฉพาะตัวมากจึงหาได้ยากตามท้องตลาด ที่ตั้งโรงงานห่างไกลจากแหล่งวัสดุทำให้ต้นทุนขนส่งสูง การจัดส่งวัตถุดิบล่าช้า ปริมาณไม่ถูกต้องไม่เพียงต่อความต้องการที่จะใช้งานส่งผลให้เริ่มผลิตไม่ได้ มีข้อจำกัดเรื่องวัสดุจากการซื้อขายเช่นลูกค้าเตรียมวัสดุมาเอง ปัญหาคุณภาพคอนกรีตเสียไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ปัญหาลวดอัดแรงขาด แบบข้างชำรุด	ควรมีแรงงานผลิตหัวเพลทเชื่อมและตัดเหล็กเสริมให้เพียงพอและจัดส่งให้เพียงพอต่อความต้องการ ประสานงานและเจรจาต่อรองราคาเพื่อให้วัตถุมีคุณภาพและมาตรฐานมากขึ้น ให้เจรจากับลูกค้ากรณีนำวัตถุดิบมาเองควรให้รถขนส่งที่มีเคลนยกเพื่อประหยัดเวลาในการกองวัตถุดิบและความรวดเร็วในการทำงานผลิต บำรุงรักษา PLANT คอนกรีตอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้พร้อมใช้งาน ตรวจสอบคุณภาพหิน ทราย เหล็กและลวดอัดแรงให้มีมาตรฐานเสมอ ตรวจสอบแบบข้างในการผลิตเสาเข็มฯให้พร้อมใช้งานโดยไม่ให้มีรอยต่อหรือรอยชำรุดให้มีการซ่อมแซมทันทีเพื่อไม่ให้เกิดการรอคอย หรือจัดซื้อแบบข้างเพิ่ม
5.เปลี่ยนแปลงแบบหรือแผนงานอย่างกะทันหัน ทำให้เริ่มการผลิตใหม่ได้ช้า Shop Drawing ไม่ชัดเจนหรือรายละเอียดไม่ครบถ้วน ปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามวิธีการทำงาน ความบกพร่องจากการบริหารงาน การวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ไม่สามารถส่งมอบพื้นที่สำหรับปฏิบัติงานได้ ขาดกระประสานงานทั้งในและนอกองค์กร การวางแผนด้านการใช้เครื่องจักรและแรงงานไม่เหมาะสม ระยะเวลารอผลการทดสอบวัสดุทำให้เสียเวลาในการทำงานอื่น การบริหารจัดการพื้นที่กองเก็บไม่ดีพอ	ในการแก้ไขปัญหาหลักควรมีการประชุม Morning talk ทุกเช้าเพื่อวางแผนและรับทราบปัญหาของแต่ละส่วนและมีการอบรมพัฒนาความรู้ในใบสั่งผลิต ในแบบผลิต อบรมด้านทักษะในการรทำงาน การติดตามผลงาน การตรวจสอบผลงาน การบริหารงานผลิต อบรมด้านความเสี่ยง อบรมด้านสต๊อกการขนย้าย การกอง เสาเข็ม เพื่อให้เกิดความปลอดภัย และด้านความปลอดภัยในการทำงานเพื่อพัฒนาความรู้ ความสามารถอย่างสม่ำเสมอ

4.5.4 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ Why-why Analysis หาสาเหตุของปัญหาการเกิดเสาเข็มมีรอยร้าว

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการเกิดเสาเข็มมีรอยร้าวได้ดำเนินการใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis เพื่อวิเคราะห์เชิงลึกถึงต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยผลการวิเคราะห์สามารถสรุปดังนี้

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์โดยใช้ Why-why Analysis หาสาเหตุของปัญหาการเกิดเสาเข็มมีรอยร้าว

WHY 1	WHY 2	WHY 3	มาตรการแก้ไข/ป้องกัน	ผู้รับผิดชอบ
คอนกรีตเสียน้ำไปโดยเร็ว	ขาดการบ่มน้ำยาคอนกรีต	พนักงานขาดการตรวจสอบและวัดประเมินในขั้นตอนการผลิตตามข้อกำหนด	QC ตรวจสอบ โดยต้องบ่มน้ำ 7 วัน หลังจากยกขึ้นกองสต๊อก จึงสามมารถจัดส่งได้	QC / ฝ่ายผลิตประจำแท่นผลิต
การเทคอนกรีตโดยเนื้อคอนกรีตไม่แน่น	จุ่มเครื่องสั่นคอนกรีตเอียงไปถูกลวดและเหล็ก	ขาดการตรวจสอบเครื่องมือในการทำงานและวัดประเมินในขั้นตอนการผลิตตามข้อกำหนด	จัดทำมาตรฐานการสอบเทียบเครื่องมือและตรวจสอบระหว่างการเทคอนกรีตอย่างเคร่งครัด	QC / ฝ่ายผลิตประจำแท่นผลิต
	จี้คอนกรีตนาน	ขาดการอบรบทักษะพนักงานและขาดการวัดประเมินในขั้นตอนการผลิตตามข้อกำหนด	ฝึกอบรมและตรวจสอบการทำงานระหว่างการเทคอนกรีตอย่างเคร่งครัด	QC / ฝ่ายผลิตประจำแท่นผลิต

WHY 1 (ต่อ)	**WHY 2** (ต่อ)	**WHY 3** (ต่อ)	**มาตรการแก้ไข/ป้องกัน** (ต่อ)	**ผู้รับผิดชอบ** (ต่อ)
การขยับตัวของแบบหล่อเสาเข็ม	วัสดุยึดตรึงแบบน็อต ถ้าเกิดการหลุดหลวม ทำให้แบบขยับ	ขาดการวัดประเมินในขั้นตอนการผลิตตามข้อกำหนดและขาดการตรวจสอบก่อนผลิต	วัดตรวจสอบมาตรฐานแบบหล่อเสาเข็มก่อนติดตั้งลวดอัดแรงอย่างตาม Check Sheet	QC / ฝ่ายผลิตประจำแท่นผลิต
ผสมของคอนกรีตเหลวเกินไป	ใช้น้ำมากเกินไปไม่ผสมตาม MIX DESIGN	ขาดการตรวจสอบและวัดประเมินในขั้นตอนการผลิตตาม Mix-Design ข้อกำหนด	วัด ตรวจสอบควบคุมได้ด้วยสารลดปริมาณน้ำในส่วนผสมลงและใช้หิน ทรายที่มีขนาดลดหลั่นพอดี	QC / ฝ่ายผลิตประจำแท่นผลิต

จากตารางที่ 4.9 ปัญหารอยร้าวของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่เกิดจากวัสดุโดยปัญหาสำคัญที่ทำให้เกิดรอยร้าวในเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงมักมีสาเหตุจากวัสดุและกระบวนการผลิต เช่น การเทคอนกรีตที่เนื้อคอนกรีตไม่แน่น การขยับตัวของแบบหล่อเสาเข็ม การผสมคอนกรีตที่มีความเหลวเกินไปหรือคอนกรีตเสียน้ำไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ปัญหาเกี่ยวกับน้ำถือเป็นปัจจัยที่พบบ่อย โดยเฉพาะในส่วนของปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต หากใช้น้ำไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกวิธีในระหว่างที่คอนกรีตยังสด (Fresh Concrete) ที่ออกจากโรงงานผสม จะทำให้คอนกรีตที่ได้มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามที่ต้องการ กล่าวคือ มีกำลังอัดต่ำกว่าที่ออกแบบไว้ คอนกรีตต้องการน้ำเพียงปริมาณที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้สามารถไหลเข้าแบบหล่อเสาเข็มได้สะดวก แต่ในทางปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติงานบางครั้งอาจเติมน้ำเพิ่มเกินความจำเป็น เพื่อให้เทได้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของเสาเข็มและความแข็งแรงในระยะยาวมักจะใส่น้ำปริมาณมาก จนทำให้คอนกรีตเหลวมาก เพื่อความสะดวกในการเท ซึ่งจะส่งผลทำให้คอนกรีตมีความแข็งแรงและความคงทนต่ำ ลงอย่างมาก

4.6 จากการวิเคราะห์หาสาเหตุใช้แนวคิด 4 M.

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุ แนวทางแก้ไขปรับปรุง และป้องกันในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง โดยใช้ เครื่องมือคุณภาพ (Quality Tools) ประกอบด้วย

1.แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

2.ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) เพื่อแสดงสาเหตุของปัญหา

3.การวิเคราะห์เชิงสาเหตุและผล (Root Cause Analysis)

4.การวิเคราะห์ Why-Why Analysis เพื่อค้นหาสาเหตุราก (Root Cause)

จากผลการวิเคราะห์ปัญหา พบว่าสาเหตุของการเกิดรอยร้าวในเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงระหว่างกระบวนการผลิต เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อ คุณภาพ เวลา และต้นทุน ของกระบวนการผลิต เมื่อพิจารณาเชิงโครงสร้างของกระบวนการผลิต สามารถแบ่งสาเหตุของปัญหาออกเป็น 4M ดังนี้

1. ปัญหาด้านบุคลากร MAN

สาเหตุด้านบุคลากรการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคลากรหลายฝ่าย เริ่มต้น ตั้งแต่การออกแบบ ขออนุมัติแบบ จัดเตรียมและแจกจ่ายเอกสาร เตรียมการผลิต ทำการผลิต ควบคุมการผลิต และส่งมอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งการจะดำเนินงานให้สำเร็จตามความต้องการจะต้องมีปริมาณบุคลากรที่เพียงพอเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณงาน นอกจากนี้ยังควรมีทักษะ ความรู้ความสามารถและมีความรับผิดชอบต่องาน สามารถอธิบายปัญหาที่อาจพบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบุคลากรดังนี้ แรงงานขาดแคลน การเจ็บป่วย อุบัติเหตุในระหว่างการทำงาน ปัญหาด้านภาษาที่ใช้สื่อสาร การขาดประสบการณ์และทักษะในการทำงาน การขาดความรอบคอบในการทำงาน การขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่ การใช้เวลางานในการทำธุระส่วนตัว การทำงานล่วงเวลาโดยไม่มีผลิตภาพเท่าที่ควร

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง และป้องกันปัญหาด้านบุคลากร ในการแก้ไขปัญหาหลักควรจัดหาแรงงานให้เพียงพอครบทุกจุด โดยการสร้างแรงจูงใจ เช่น เพิ่มทักษะการทำงาน เพื่อให้แรงงานยังคงทำงานอยู่ในองค์กรผลประโยชน์ที่ได้องค์กรคือแรงงานที่มีประสบการณ์ที่ดี การชี้แจงข้อระเบียบปฏิบัติงานต่าง ๆ บทลงโทษที่ชัดเจน และรางวัล ชื่นชนแรงงานที่มีผลงานที่ดีและมีความรับผิดชอบ มีเพิ่มการอบรมและสอนงานอย่างเป็นระบบรวมทั้งให้มีการฝึกงานและหมุนเวียนงานเพื่อเพิ่มศักยภาพในการทำงานของบุคลากรให้ทำงานทดแทนกันได้ และอบรมทางด้านภาษาเพิ่มขึ้น



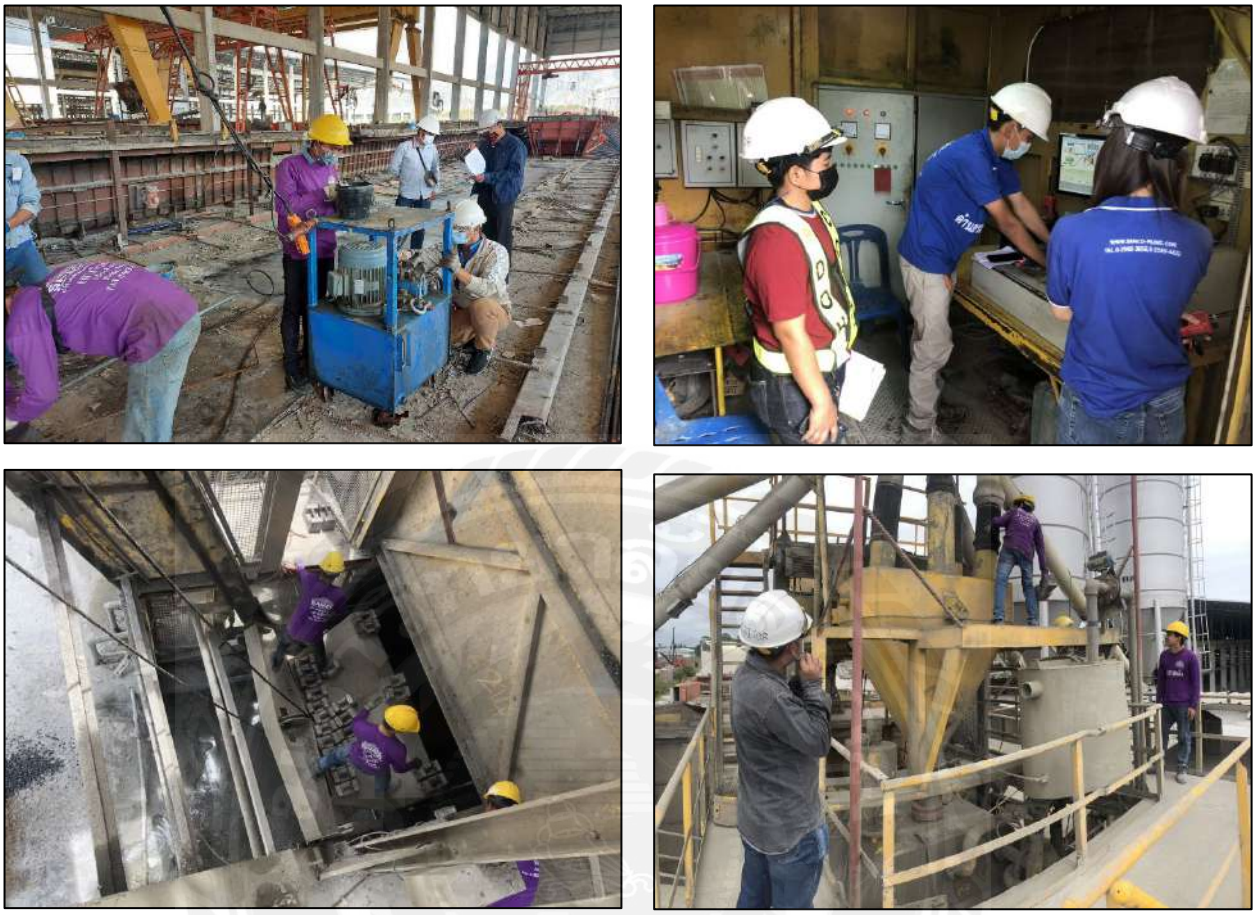
ภาพที่ 4.8 Training เพิ่มทักษะการทำงาน

2. ปัญหาด้านเครื่องจักร MACHINE

เครื่องจักรนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรมเนื่องจากช่วยในการแบ่งเบาภาระของผู้ปฏิบัติงาน ลดความเสี่ยงจากการทำงานในส่วนที่อันตรายและมีมลภาวะมาก ทั้งยังให้ผลผลิตมากกว่าการใช้แรงงานคนเพียงอย่างเดียว โดยในการผลิตเสาเข็มนั้นมีการใช้เครื่องมือเครื่องจักรหลายอย่างเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น PLANT ผสมคอนกรีต เครื่องทดสอบกำลังอัด เครน รถบรรทุก เป็นต้น ซึ่งการที่เครื่องจักรจะทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพนั้นต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และมีปริมาณเพียงพอจึงจะทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์โดยทั่วไปอาจพบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร เช่น เครื่องจักรชำรุดขณะทำงาน เครื่องจักรเก่าเสื่อมสภาพจากการใช้งานหนักมาเป็นระยะเวลานาน จึงจัดหาอุปกรณ์ส่วนควบคุมและอะไหล่ได้ยาก ต้องทำการเทียบชิ้นส่วนเพื่อซ่อมหรือดัดแปลงเอง เครื่องจักรเป็นรุ่นที่หาอะไหล่ยาก เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา ระยะเวลาหลังจากแจ้งซ่อมนาน เครื่องจักรไม่เพียงพอต่อการใช้งาน เครื่องจักรสูญหาย และรอคอยเครื่องจักรเริ่มทำงานที่ไม่สามารถเริ่มงานในกระบวนการถัดไปได้

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง และป้องกันปัญหาด้านเครื่องจักร

ในการแก้ไขปัญหาหลักจัดให้มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ จัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Total Productive Maintenance เพื่อลดโอกาสการสูญเสียการเครื่องจักรและเพิ่มการผลิตโดยให้ฝ่ายช่างซ่อมบำรุงทุกระดับมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้เครื่องจักรพร้อมใช้งานอยู่เสมอ จัดหาอุปกรณ์และสำรองอะไหล่ในส่วนที่เสียบ่อยๆเพื่อให้กระบวนการซ่อมแซมสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว กรณีไม่สามารถซ่อมแซมก็ควรจัดซื้อเครื่องใหม่ทดแทนเมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่คุ้มค่าแก่การซ่อมแซม



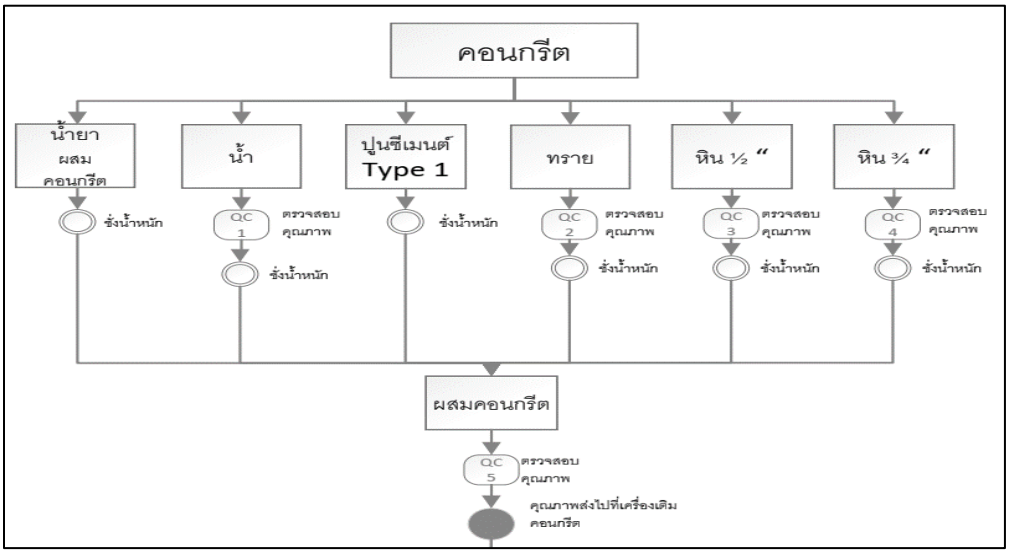
ภาพที่ 4.9 จัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Total Productive Maintenance

3. ปัญหาด้านวัสดุ MATERIAL

วัสดุเป็นสิ่งที่ทำให้การแปรสภาพเป็นผลิตภัณฑ์สามารถดำเนินต่อไปได้ ดังนั้นเสาเข็มซึ่งผลิตขึ้นจากวัสดุหลายประเภททั้งปูนซีเมนต์ หิน ทราย เหล็ก และสารผสม จึงต้องมีการบริหารจัดการคลังวัสดุให้ดี หากวัสดุที่ใช้ในการผลิตขาดช่วง นอกจากจะส่งผลให้งานจะหยุดชะงักจนเสียโอกาสในการสร้างรายได้จากการผลิตแล้ว ยังส่งผลต่อความอยู่รอดของบุคลากรและโอกาสในทางธุรกิจอีกด้วย โดยทั่วไปอาจพบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ เช่น วัสดุขาดตลาด คุณภาพวัสดุไม่ตรงมาตรฐาน ต้นทุนสูงขึ้นเนื่องจากราคาวัสดุผันผวน งานที่ผลิตต้องใช้วัสดุเฉพาะตัวมากจึงหาได้ยากตามท้องตลาด ที่ตั้งโรงงานห่างไกลจากแหล่งวัสดุทำให้ต้นทุนขนส่งสูง การจัดส่งวัตถุดิบล่าช้า ปริมาณไม่ถูกต้องไม่เพียงต่อความต้องการที่จะใช้งานส่งผลให้เริ่มผลิตไม่ได้ มีข้อจำกัดเรื่องวัสดุจากการซื้อขายเช่นลูกค้าเตรียมวัสดุมาเอง ปัญหาคุณภาพคอนกรีตเสียไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ปัญหาลวดอัดแรงขาด แบบข้างชำรุด ทางโรงงานจึงมีการตรวจสอบคุณภาพ

3.1 การควบคุมคุณภาพของคอนกรีต

คอนกรีตจะมีคุณภาพดีจะต้องประกอบด้วยปัจจัยหลายอย่างประกอบเช่น วัสดุดี ผสมได้ถูกส่วนตาม Mix Design เทได้ถูกวิธี มีการควบคุมการสูญเสียได้ดี เป็นต้น การตรวจสอบคุณภาพงานคอนกรีตตาม Mix Design ดังภาพที่ 4.10 ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพวัสดุคอนกรีต และ ภาพที่ 4.11 MIX DESIGN CONCRETE



ภาพที่ 4.10 ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพวัสดุคอนกรีต

DESIGN CRITERIA							
Design Compressive Strength		350	kgf/cm^2	(Cylinder) or 400	kgf/cm^2	(Cube)	
Specific Gravity of Cement		3.15					
Specific Gravity of Fly ash		2.10					
Specific Gravity of Fine Aggregate		2.65					
Specific Gravity of Coarse Aggregate		2.70					
Specified Slump		5.0 ± 2.5	cm				
Maximum Aggregate Size		19	mm				
Free-Water/ Binder Cement Ratio		0.34					
Fly ash / Binder Cement Ratio (by weight)		18.5%					
Chemical Admixture	Type : F	0.41%	by Weight of Cement				
NORMAL WEIGHT CONCRETE DESIGN							
Free-Water Content		130	lt/m^3				
Binder Cement Content		130	/	0.34	=	382	kg/m^3
Fly ash Content					=	71	kg/m^3
Cement Content					=	312	kg/m^3
Volume of Fly ash		71	/	2.10	=	34	lt/m^3
Volume of Cement		312	/	3.15	=	99	lt/m^3
Volume of Fine Portion (Binder and Fine Aggregate)		40%	by volume or	400	lt/m^3	(Assumed)	
Volume of Fine Aggregate		400	-	133	=	267	lt/m^3
Fine Aggregate Content		267	x	2.65	=	709	kg/m^3
Volume of Air Content		1%	by volume or	10	lt/m^3	(Assumed)	
Volume of Coarse Aggregate		990 - 34 - 99 - 130 - 267			=	460	lt/m^3
Coarse Aggregate Content		460	x	2.70	=	1242	kg/m^3
Chemical Admixture Content		382	x	0.41%	=	1.57	lt/m^3
MIX PROPORTION (SSD CONDITION) FOR 1 CUBIC METER OF CONCRETE							
Ordinary Portland Cement **(Type 3)**		312	kg		Say	310	kg
Fly ash maemoh **(Class C)**		71	kg		Say	70	kg
Water		130	lt		Say	130	kg
Fine Aggregate : Sand		709	kg		Say	710	kg
Coarse Aggregate : Rock		1242	kg		Say	1240	kg
Chemical Admixture		1.57	lt		Say	1.72	kg

ภาพที่ 4.11 MIX DESIGN CONCRETE

3.3 การตรวจสอบคุณภาพทราย

ทรายที่ใช้เป็นวัสดุผสมในคอนกรีต ต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพตามที่ออกแบบ โดยคุณลักษณะของทรายจะถูกระบุไว้ใน รายการ MIX DESIGN ซึ่งเป็นเอกสารประกอบแบบหรือข้อกำหนดของงาน ซึ่งมักกำหนดคุณสมบัติของทรายไว้ว่า: ต้องเป็น ทรายแม่น้ำ (Natural River Sand) มีความสะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน เช่น ดินเหนียว โคลน อินทรีย์วัตถุ มีลักษณะเม็ดทรายคมแข็งแกร่ง ไม่สึกกร่อนง่าย ผ่านการคัดขนาด (Grading) ให้เหมาะสมตามที่ระบุในมาตรฐาน เช่น ASTM C33 หรือ มอก. 1776-2542 ทั้งนี้ ในบางโครงการที่ไม่ได้ระบุไว้ชัดเจน ก็ยังคงต้องเลือกใช้ทรายที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามมาตรฐานวิศวกรรม เพื่อป้องกันปัญหาคุณภาพคอนกรีต เช่น การแตกร้าว หรือกำลังอัดไม่เป็นไปตามเป้า



ภาพที่ 4.12 ทรายที่ใช้เป็นวัสดุผสม

3.4 การตรวจสอบคุณภาพหิน

หินที่ใช้ในงานเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง โดยเฉพาะในส่วนที่ใช้ผสมคอนกรีต จะนิยมใช้ หินแกรนิต (Granite) และ หินปูน (Limestone) ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการผลิตคอนกรีต เนื่องจากมีความแข็งแรง ทนทาน และมีผิวสัมผัสที่ช่วยให้ปูนซีเมนต์ยึดเกาะได้ดี

ลักษณะทั่วไปของหินทั้งสองชนิดนี้ จะมี สีเทาและขาวแทรกกันในแต่ละก้อนผู้ควบคุมการผลิตจะสามารถแยกแยะชนิดของหินได้โดยอาศัยประสบการณ์ โดยอาจใช้วิธีเทียบสี หรือในผู้ที่มีประสบการณ์สูง เพียงมองด้วยสายตาก็สามารถแยกแยะได้ทันที

ลักษณะของหินที่ดี ควรเป็นหินที่มี ผิวเหลี่ยมคม ไม่เป็นก้อนกลม เนื่องจากหินที่มีผิวเหลี่ยมจะช่วยเพิ่มแรงยึดเกาะกับเนื้อปูนซีเมนต์ได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันกระบวนการผลิตหินเปลี่ยนจากการย่อยด้วยแรงคน มาเป็นการย่อยด้วยเครื่องโม่ ทำให้ลักษณะความเหลี่ยมคมของหินอาจลดลงบ้างจากในอดีต

ขนาดของหินที่ใช้ในงานเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง จะเป็นไปตามข้อกำหนดในรายการคำนวณแบบ โดยทั่วไปนิยมใช้ขนาดดังนี้:

หินขนาด 3/16 นิ้ว — หรือ หินเบอร์ 1 , หินขนาด 3/4 นิ้ว — หรือ หินเบอร์ 2,

หินขนาด 1.5 นิ้ว - 3 นิ้ว — หรือ หินเบอร์ 3

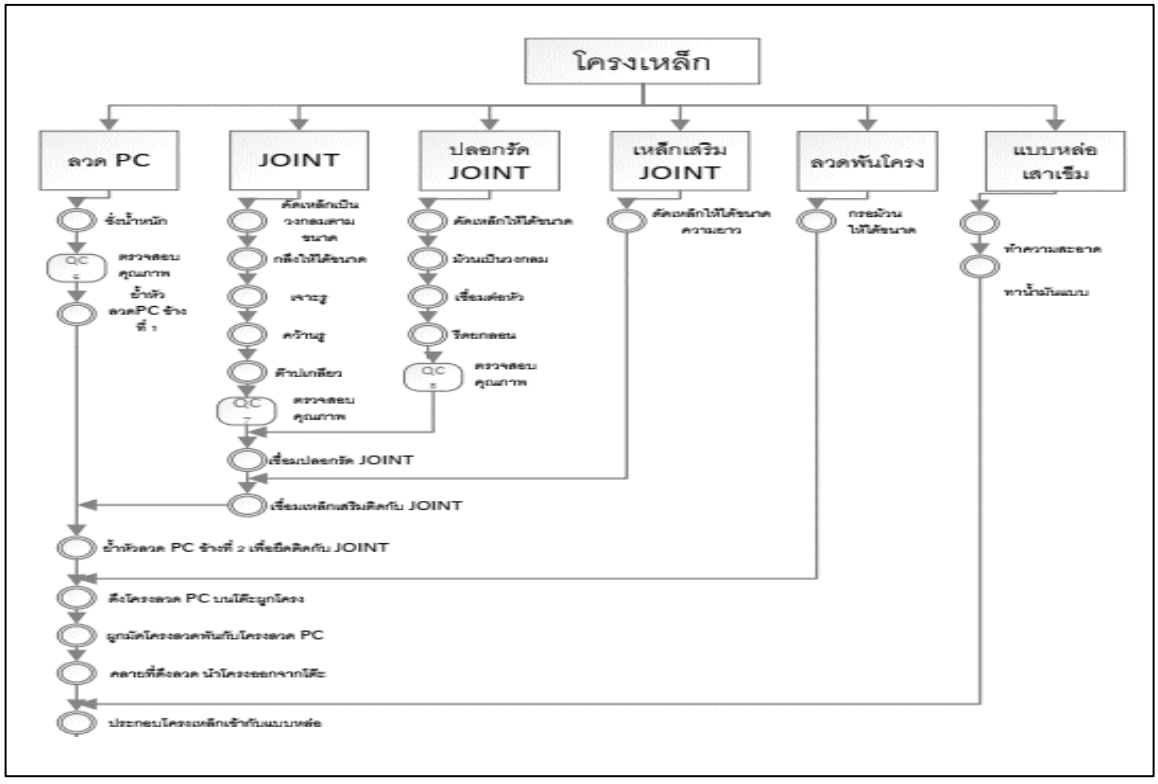
หินที่นำมาใช้งาน ต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน เช่น มอก. 566-2528 ซึ่งกำหนดคุณสมบัติของหิน ได้แก่ ความสะอาด ขนาดคละ ความแข็งแรง และความคงทนต่อปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ 4.13 ตรวจสอบทรายที่ใช้เป็นวัสดุผสม

3.5 การตรวจสอบคุณภาพเหล็ก

การตรวจสอบชนิด (เหล็กข้ออ้อย เหล็กกลม ลวด PC WIRE) ขนาด และ จำนวนของเหล็กเสริมคอนกรีต ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยตรวจสอบที่ทำไว้หน้างาน กับ ที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง การเดินเหล็ก ว่าคดไปคดมาหรือไม่ ตรวจสอบระยะห่างของเหล็กเมน และ เหล็กปลอก วิธีการผูกเหล็ก ถูกต้องแน่นหนาดีหรือไม่ ตรวจสอบว่าเหล็กเสริม มีคราบโคลน คราบปูนทราย ที่หลุดง่ายติดอยู่หรือไม่ ถ้ามีให้เอาออก การตรวจคุณภาพงานเหล็กเสริมคอนกรีต ในปัจจุบันการผลิตเหล็กจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทุกประการ ฉะนั้นปัญหาเรื่องคุณภาพของวัสดุจึงไม่ค่อยมี แต่เนื่องจากเหล็กในมาตรฐานดังกล่าวมีหลาย ประการหลายขนาดและหลายระดับโดยเฉพาะปัจจุบันมีมาตรฐานเหล็กรีดซ้ำและเหล็กกำลังต่ำ ที่ห้าม ใช้กันงานคอนกรีตเสริมเหล็กเพิ่มขึ้น ผู้ควบคุมงานมีหน้าที่ตรวจสอบว่าเหล็กที่นำมา ใช้นั้นต้องมีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนดไว้ในแบบ



ภาพที่ 4.14 ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพวัสดุเหล็กในกระบวนการประกอบแบบหล่อ





ภาพที่ 4.15 เหล็กที่ใช้ผลิตเสาเข็ม

3.5 การตรวจสอบปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุที่สำคัญที่สุดของส่วนผสมคอนกรีต เป็นตัวประสานให้วัสดุผสมมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดเกาะกันแน่นเป็นก้อนคอนกรีตเพื่อเทภาพแพผลิตเสาเข็ม การตรวจสอบปูนซีเมนต์ควรคำนึงถึง ประเภทของปูนซีเมนต์นำไปใช้ให้ถูกต้องตามที่ระบุไว้ในแบบ จะต้องไม่จับตัวกันเป็นเม็ดหรือเป็นก้อน



ภาพที่ 4.16 ซีเมนต์ที่ใช้ผลิตเสาเข็ม

3.6 การตรวจสอบน้ำ

น้ำที่ใช้สำหรับงานผสมคอนกรีตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง คุณภาพของน้ำมีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ต่อกำลังอัดประลัยของคอนกรีต ไม่ควรใช้น้ำที่มีความขุ่น และมีสารอินทรีย์ผสมอยู่ หน้าที่ของน้ำในการผสมคอนกรีต มีดังนี้

ตารางที่ 4.10 หน้าที่ของน้ำที่ใช้กับคอนกรีต

ประเภทของน้ำ	หน้าที่ของน้ำ
1. น้ำผสมซีคอนกรีต	น้ำคือผสมซีเมนต์เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นอันมีผลทำให้ความสามารถคอนกรีตแข็งตัวและมีความคงทน
2. น้ำล้างมวลรวม	ใช้ล้างมวลรวมที่สกปรกเช่น หิน ทราย ก่อนผสมทำคอนกรีต
3. น้ำบ่มคอนกรีต	มีหน้าที่ใช้ให้มีกำลังอัดคอนกรีตเพิ่มขึ้นและป้องกันปัญหาเสาเข็มแตกร้าวได้เนื่องจากการสูญเสียน้ำของคอนกรีต

นอกจากนี้น้ำผสมคอนกรีตจะต้องไม่มีสิ่งเจือปนต่างๆ ที่ส่งผลเสียต่อคุณภาพของคอนกรีต เช่น ความสามารถเท, ระยะเวลาการก่อตัว, การแข็งตัว, กำลัง, และการเปลี่ยนแปลงปริมาตร อีกทั้งต้องไม่มีผลทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิม โดยปกติน้ำประปาที่มีคุณสมบัติเหมาะแก่การบริโภคจะสามารถใช้ผสมคอนกรีตได้ น้ำที่มีคลอไรด์ เช่น น้ำทะเล, น้ำเค็ม, และน้ำกร่อย ไม่เหมาะสำหรับผสมคอนกรีต เพราะจะทำให้เหล็กเสริมในโครงสร้างเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเป็นสนิมได้ ข้อกำหนดของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องมีขอบเขตระดับความเข้มข้นไม่เกินค่า

ตารางที่ 4.11 ข้อกำหนดของน้ำ

ชื่อสาร	ความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมให้ (ppm หรือ มิลลิกรัมต่อลิตร)
ตะกอน หรือ สารแขวนลอย	50,000
ปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-})	3,000
ปริมาณคลอไรด์ (Cl^-) (1)	
คอนกรีตอัดแรง หรืองานสะพาน	500
คอนกรีตเสริมเหล็กหรือมีโลหะเสริมอยู่ภายใน	1,000
คอนกรีตไม่เสริมเหล็กและไม่มีโลหะฝังอยู่ภายใน	4,500
ด่าง (Na_2O + 0.658 K_2O)	600
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	อยู่ในช่วง 6-8

ปัญหาในงานเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเกี่ยวกับน้ำ ปัญหาที่พบอยู่เสมอเกี่ยวกับน้ำ คือ ปัญหาเรื่องปริมาณน้ำที่ผสมทำคอนกรีต ทำให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โดยสาเหตุมาจากการใช้น้ำที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกวิธี ดังนี้

1. ในตอนที่ยังเป็นคอนกรีตสดออกจาก PLANT ผสมคอนกรีต คอนกรีตต้องการน้ำเพียงปริมาณหนึ่งเพื่อให้สามารถไหลเข้าแบบหล่อเสาเข็มได้ แต่ในทางปฏิบัติผู้ทำงานผลิตมักจะใส่น้ำปริมาณมาก จนทำให้คอนกรีตเหลวมาก เพื่อความสะดวกในการเท ซึ่งจะส่งผลทำให้คอนกรีตมีความแข็งแรงและความคงทนต่ำลงอย่างมาก

2. ในตอนที่คอนกรีตเซตตัวแล้ว เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงต้องการน้ำในปริมาณมาก เพื่อบ่มคอนกรีตให้ได้กำลังอัดได้พัฒนาขึ้นตามเวลา 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน รวมถึงเป็นการป้องกันปัญหาการแตกร้าวเนื่องจากการสูญเสียน้ำของคอนกรีตอีก

การป้องกันปัญหาเสาเข็มแตกร้าวได้เนื่องจากการสูญเสียน้ำของคอนกรีตเบื้องต้น โดยการฉีดน้ำที่เสาเข็มฯ ดังภาพ 4.7



ภาพที่ 4.17 น้ำบ่มคอนกรีต

การบ่มเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์เกิดขึ้นได้ต่อเนื่องโครงสร้างของเนื้อซีเมนต์จะแน่นขึ้นและคอนกรีตจะมีความแข็งแรง

การบ่มเปียกตลอดเวลา โดยให้เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเปียกชื้นตลอดเวลา เช่น แช่ในน้ำ และเอาน้ำราดบนเสาเข็มคอนกรีตอย่างต่อเนื่อง จะทำให้กำลังอัดของคอนกรีตมีค่าสูงสุด ระยะเวลาของการบ่มคอนกรีตในประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่มีอากาศร้อนคือ

สำหรับคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ให้มีการบ่มอย่างน้อย 7 วัน

สำหรับคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ให้มีการบ่มอย่างน้อย 3 วัน

โดยเสาเข็มฯที่ผลิตจะใช้ ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ให้มีการบ่มอย่างน้อย 3 วัน วิธีการบ่มเสาเข็มคอนกรีตคอนกรีตที่นิยมทำกัน ได้แก่การใช้น้ำพ่นหรือการขังน้ำ หรือการใช้กระสอบชื้น หรือวัสดุเปียกชื้นคลุมทับคอนกรีต เนื่องจากผิวหน้าของคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศจะสูญเสียความชื้นได้ง่าย จึงควรให้ความชื้นหรือน้ำทันทีที่คอนกรีตแข็งแรงพอ หรือทันทีเมื่อถอดแบบ น้ำที่ใช้ในการบ่มคอนกรีตควรเป็นน้ำที่ไม่ก่อให้เกิดคราบสกปรกบนผิวหน้าของคอนกรีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องการโชว์ผิวหน้าคอนกรีต รอยคราบสกปรกเหล่านี้มักเกิดจากการใช้น้ำที่มีสนิมเหล็กสูงหรือใช้น้ำที่ไหลผ่านท่อเหล็กในการฉีดน้ำเพื่อบ่มคอนกรีต การใช้สายยางในการลำเลียงน้ำเพื่อใช้ในการบ่มคอนกรีตสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ดี จากปัญหาที่พบในกรณีฝ่ายผลิตไม่ได้บ่มน้ำจะเกิดปัญหาเสาเข็มมีรอยร้าวที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปกติทันที

การบ่มคอนกรีต เป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่จะทำให้เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงมีคุณภาพดี โดยมีหลักปฏิบัติ คือ ควรบ่มคอนกรีตโดยควบคุอุณหภูมิและความชื้น โดยให้คอนกรีตมีอุณหภูมิ 22 องศาฯ เป็นเวลาอย่างน้อย 5-7 วัน ด้วยการฉีดพ่นน้ำให้ขังทั่วผิวหน้าเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงบ่อย ๆ หรือใช้น้ำยาบ่มคอนกรีตพ่นผิวหน้าเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงตลอด อย่าปล่อยให้เสาเข็มคอนกรีตเสียน้ำไปอย่างรวดเร็ว เพราะจะทำให้คอนกรีตกำลังอัดตกและเกิดรอยร้าวที่ผิดเสาเข้มได้ และไม่ควรใช้น้ำที่มีสารละลายเจือปนบ่มเสาเข็มคอนกรีตเพราะอาจทำให้เนื้อเสาเข็มคอนกรีตผุกร่อน และอาจทำให้มีรอยเปื้อนหรือสีที่ไม่ต้องการขึ้น

3.7 การตรวจสอบสารผสม

การตรวจสอบสารที่ใช้ร่วมในกระบวนการผลิตคอนกรีต เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของคอนกรีต เพื่อให้ได้คุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องการ โดยที่ใช้ดังนี้

ตารางที่ 4.12 สารที่ใช้ร่วมในกระบวนการผลิตคอนกรีต

ชื่อสาร	อธิบายผลประโยชน์ของสาร
1. สารทำให้เกิดฟองอากาศ (Air-Entraining Agent)	เป็นสารที่ทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กมากในเนื้อคอนกรีต ซึ่งเมื่ออากาศเย็นจนน้ำแข็ง น้ำที่อยู่ในเนื้อคอนกรีต จะขยายตัว ฟองอากาศเล็กๆ เหล่านี้จะเป็นช่องว่างให้น้ำที่ขยายตัวแทรกเข้าไปได้ ทำให้ไม่ดันให้เนื้อคอนกรีตแตกร้าว
2. สารลดปริมาณน้ำ (Water-Reducing Agent)	สารนี้จะช่วยเพิ่มความเหลวและการยุบตัวของคอนกรีตเมื่อใช้น้ำส่วนผสมที่น้อยลง จึงมีผลในการเพิ่มกำลังของคอนกรีต รอการแยกตัวและสูญเสียน้ำ เพิ่มความแน่นและแรงยึดหน่วงระหว่างคอนกรีตและลวดอัดแรงและเหล็กเสริม
3. สารหน่วงการก่อตัว (Slow Setting Agent)	สารชนิดนี้จะช่วยให้คอนกรีตก่อตัวช้ากว่าปกติ ช่วยเพิ่มเวลาในการเทคอนกรีต ช่วยในงานเทคอนกรีตที่ต้องการให้ต่อเนื่อง เพื่อลดปริมาณรอยต่อในการเท และช่วยลดการแตกร้าวในเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงขณะที่แข็งตัวแล้ว
4. สารเร่งการก่อตัว (Rapid Setting Agent)	สารทำให้คอนกรีตก่อตัวเร็วกว่าปกติ ใช้งานเสาเข็มที่ต้องการถอดแบบเร็วและได้รับกำลังอัดเร็วขึ้น ใช้อุดรูรั่วในเนื้อเสาเข็มได้

ตรวจสอบ ควบคุมการเทคอนกรีตให้มีเนื้อสม่ำเสมอ ไม่ให้เกิดการแยกตัว การควบคุมการทำคอนกรีตให้แน่น ไม่ให้เป็นโพรง โดยใช้ไม้กระทุ้งหรือเครื่องสั่นคอนกรีตจะได้ผลดีกว่าวิธีอื่น การจุ่มเครื่องสั่นคอนกรีตควรตั้งแท่งสั่นให้ตรงไม่ควรเอียงแท่งสั่นไปถูกเหล็ก และไม่ควรจี้คอนกรีตนาน เพราะอาจทำให้เกิดการเยิ้มได้ ดังภาพ 4.18



ภาพที่ 4.18 การทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) การตรวจสอบการผลิตคอนกรีต ให้อยู่ในสัดส่วนที่กำหนดโดยเราสามารถตรวจดูความข้นเหลวของคอนกรีตได้

ฉะนั้นแนวทางการแก้ไขปรับปรุง และป้องกันปัญหาด้านวัสดุ

ในการแก้ไขปัญหาหลักควรมีแรงงานผลิตหัวเพลทเชื่อมและตัดเหล็กเสริมให้เพียงพอและจัดส่งให้เพียงพอต่อความต้องการ ประสานงานและเจรจาต่อรองราคาเพื่อให้วัตถุมีคุณภาพและมาตรฐานมากขึ้น ให้เจรจากับลูกค้ากรณีนำวัตถุดิบมาเองควรให้รถขนส่งที่มีเคลนยกเพื่อประหยัดเวลาในการกองวัตถุดิบและความรวดเร็วในการทำงานผลิต บำรุงรักษา PLANT คอนกรีตอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้พร้อมใช้งาน ตรวจสอบคุณภาพคอนกรีต หิน ทราย เหล็ก น้ำและลวดอัดแรงให้มีมาตรฐานเสมอ ตรวจสอบแบบข้างในการผลิตเสาเข็มฯให้พร้อมใช้งานโดยไม่ให้มีรอยต่อหรือรอยชำรุดให้มีการซ่อมแซมทันทีเพื่อไม่ให้เกิดการรอคอย หรือจัดซื้อแบบข้างเพิ่ม

4. ปัญหาด้านวิธิการทำงาน METHOD

เนื่องจากงานผลิตต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายส่วนงาน จึงจำเป็นต้องมีวิธีการทำงานที่ถูกต้องร่วมกับการประสานงานที่ดีเพื่อให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่บรรลุตามวัตถุประสงค์ทั้งด้านคุณภาพ เวลาและต้นทุนโดยทั่วไปอาจพบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทำงาน เช่น การเปลี่ยนแปลงแบบหรือแผนงานอย่างกะทันหันทำให้เริ่มการผลิตใหม่ได้ช้า Shop Drawing ไม่ชัดเจนหรือรายละเอียดไม่ครบถ้วน ปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามวิธีการทำงาน ความบกพร่องจากการบริหารงาน การวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ไม่สามารถส่งมอบพื้นที่สำหรับปฏิบัติงานได้ ขาดกระประสานงานทั้งในและนอกองค์กร การวางแผนด้านการใช้เครื่องจักรและแรงงานไม่เหมาะสม ระยะเวลารอผลการทดสอบวัสดุทำให้เสียเวลาในการทำงานอื่น การบริหารจัดการพื้นที่กองเก็บไม่ดีพอ

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง และป้องกันการทำงาน ในการแก้ไขปัญหาหลักควรมีการประชุม Morning talk ทุกเช้า รายวัน รายเดือน รายปีเพื่อวางแผนและรับทราบปัญหาของแต่ละส่วนและมีการอบรมพัฒนาความรู้ในใบสั่งผลิต ในแบบผลิต อบรมด้านทักษะในการรทำงาน การติดตามผลงาน การตรวจสอบผลงาน การบริหารงานผลิต อบรมด้านความเสี่ยง อบรมด้านสต๊อกการขนย้าย การกองเสาเข็มเพื่อให้เกิดความปลอดภัย และด้านความปลอดภัยในการทำงานเพื่อพัฒนาความรู้ ความสามารถอย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 4.19 การประชุมอบรมการทำงาน

5. **แนวทางการแก้ไขโดยซ่อมผิวคอนกรีตโดยใช้น้ำยาอีพ็อกซี่ Hydrapox 119**

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมพื้นผิว พื้นผิวที่จะทำการซ่อม จะต้องสะอาด ไม่มีเศษฝุ่น น้ำหรือน้ำมัน และต้องอยู่ในสภาพแห้งปราศจากความชื้น จากนั้นทำการสกัดผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อม จากนั้นทำความสะอาดเศษฝุ่นที่เกิดจากการสกัดผิวคอนกรีตเรียบร้อย ดังภาพ



ภาพที่ 4.20 การสกัดผิวคอนกรีต



ภาพที่ 4.21 การทำความสะอาดเศษฝุ่น

ขั้นตอนที่ 2 การผสมน้ำยาอีพ็อกซี่ การผสมน้ำยาอีพ็อกซี่ ชนิด A และ B ในสัดส่วน 5:1 แล้วคนให้เข้ากันอย่างช้า ๆ เพื่อให้น้ำยาผสมกันอย่างทั่วถึง ใช้การสังเกตด้วยสายตา โดยน้ำยาชนิด A จะมีความเหนียวมาก ส่วนน้ำยาชนิด B จะไม่มีความเหนียว เมื่อทำการผสมให้เข้ากัน จะสังเกตได้ว่าน้ำยาจะไม่มีการแยกตัวให้เห็น



ภาพที่ 4.22 การผสมน้ำยาอีพ็อกซี่

ขั้นตอนที่ 3 การซ่อมคอนกรีต ด้วยน้ำยาอีพ็อกซี่

3.1. ทายาน้ำอีพ็อกซี่ ที่ผสมเข้ากันดีแล้ว ลงบนพื้นผิวที่เตรียมไว้ บางๆ เพื่อเพิ่มกำลังการยึดเกาะระหว่างผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อมกับชุด พ็อกซี่ ที่นำมาซ่อม



ภาพที่ 4.23 ทายาน้ำอีพ็อกซี่ ที่ผสมเข้ากันดีแล้ว

3.2 ทำการผสมทรายแห้ง ที่เตรียมไว้ลงไปในน้ำยาอีพ็อกซี่ ที่เหลือจากการทาพื้นในสัดส่วน 3 ถึง 7 กิโลกรัม ต่อน้ำยาอีพ็อกซี่ 1 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับความต้องการแข็งแรงของงานซ่อมและความสามารถในการอุดเข้ารอยซ่อมอย่างทั่วถึง



ภาพที่ 4.24 ทำการผสมทรายแห้ง

3.3 เอาน้ำยาอีพ็อกซี่ ที่ผสมทรายเสร็จแล้ว ปิดรอยซ่อมพร้อมทั้งออกแรงกดเบา ๆ เพื่อให้แน่นไม่มีช่องว่างในอีพ็อกซี่ที่นำไปซ่อม แล้วทำการแต่งผิวให้เรียบ จากนั้นทิ้งรอยซ่อมไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้น้ำยาอีพ็อกซี่แข็งตัว พร้อมใช้งาน หมายเหตุเพิ่มเติม ในการซ่อมด้วยน้ำยาอีพ็อกซี่ ควรทำการซ่อมให้เสร็จภายในเวลา 15 นาที นับตั้งแต่ทำการผสมน้ำยา A และ B เข้าด้วยกัน



ภาพที่ 4.25 ปิดรอยซ่อมด้วยทรายผสมน้ำยาอีพ็อกซี่ และกดให้แน่น

ด้วยคุณสมบัติ ความแข็งแรงของน้ำยาอีพ็อกซี่ จะมีดังนี้

1. ค่าความสามารถในการรับกำลังอัด เท่ากับ 1,400 KSC
2. ค่าความสามารถในการรับแรงดึง เท่ากับ 220 KSC
3. ค่าความสามารถในการรับแรงดัด เท่ากับ 480 KSC
4. ค่าความสามารถในการยึดเหนี่ยวของน้ำยาอีพ็อกซี่กับผิวคอนกรีต มากกว่า 35 KSC

ข้อควรระวังในการซ่อมรอยร้าวเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

1. ในการซ่อมแซม พื้นผิวจะต้องสะอาด ไม่มีน้ำฝน และปราศจากความชื้น
2. จะต้องทำการซ่อมให้เสร็จภายในเวลา 15 นาที หลังจากทำการผสมน้ำยาอีพ็อกซี่
3. เมื่อทำการซ่อมเสร็จแล้ว จะต้องไม่ให้รอยซ่อมสัมผัสกับน้ำ อย่างน้อย 30 นาที
4. กรณีที่ผิวหนังสัมผัสกับน้ำยา ให้รีบล้างออกด้วยน้ำสะอาด

เมื่อวิเคราะห์ลักษณะของของเสียพบว่า สาเหตุหลักของของเสีย คือ **"เสาเข็มมีรอยร้าวแตก" คิดเป็นร้อยละ 33.70%** รองลงมาคือ **เสาเข็มหักจากการตัดยก (25.60%)**, **รอยต่อแบบที่ผิวเสาเข็ม (22.80%)**, และ **การสูญเสียของคอนกรีตระหว่างการเท (17.90%)** ตามลำดับ
จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือคุณภาพ **7 QC Tools** ได้แก่:

แผนภาพพาเรโต (Pareto Chart): เพื่อจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องตามสัดส่วนความเสียหายว่า “เสาเข็มร้าว” เป็นปัญหาสำคัญอันดับแรกที่ควรดำเนินการแก้ไขก่อน

แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram หรือ Fishbone Diagram): ใช้ในการวิเคราะห์เชิงระบบถึงต้นตอของปัญหา โดยจำแนกออกเป็น 4M ได้แก่ คน เครื่องจักร วัสดุ และวิธีการ

การวิเคราะห์หาสาเหตุราก (Root Cause Analysis): ระบุถึงปัจจัยที่แท้จริงซึ่งกระทบต่อคุณภาพ เช่น ความผิดพลาดในการบ่มคอนกรีต การเทคอนกรีตที่ไม่ถูกวิธี หรือการขาดการตรวจสอบเครื่องมือ

Why-Why Analysis: เทคนิคการถาม “ทำไม” ซ้ำหลายระดับจนได้สาเหตุรากที่แท้จริงของปัญหา เช่น ทำไมเสาเข็มแตกร้าว ⟶ เพราะคอนกรีตแห้งเร็วเกินไป ⟶ เพราะไม่มีการบ่ม ⟶ เพราะไม่มีเจ้าหน้าที่ควบคุม ⟶ เป็นต้น

จากการวิเคราะห์ดังกล่าว พบว่าปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต มาจากแนวคิด **4M (Man, Machine, Material, Method)** ดังนี้:

1. **Man (บุคลากร)** – ขาดการอบรมที่เพียงพอ, ประสบการณ์ไม่ตรงสาย, ขาดความรอบคอบ และไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานงาน
2. **Machine (เครื่องจักร)** – เครื่องสั่นคอนกรีตขัดข้อง, เครื่องตัดลวดมีปัญหา, การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
3. **Material (วัสดุ)** – ปูนซีเมนต์หรือทรายไม่ได้คุณภาพ, คอนกรีตผสมเหลวเกินไป, ลวดอัดแรงชำรุด
4. **Method (วิธีการทำงาน)** – ไม่มีการควบคุมมาตรฐานในแต่ละขั้นตอน, ไม่มีแบบฟอร์มตรวจสอบ , การเทคอนกรีตไม่สม่ำเสมอ, การบ่มไม่ต่อเนื่อง

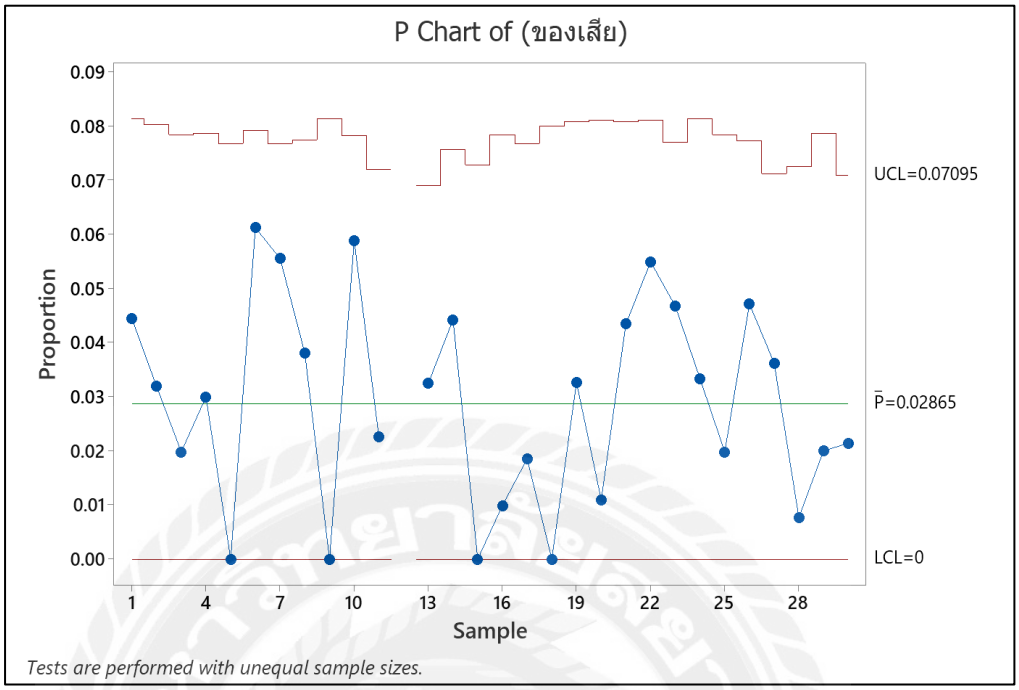
จากนั้น ได้มีการรวบรวมข้อมูลและเก็บสถิติการผลิตในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 (หลังทำการปรับปรุง) ซึ่งเป็นช่วงหลังจากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ระบุไว้ข้างต้น

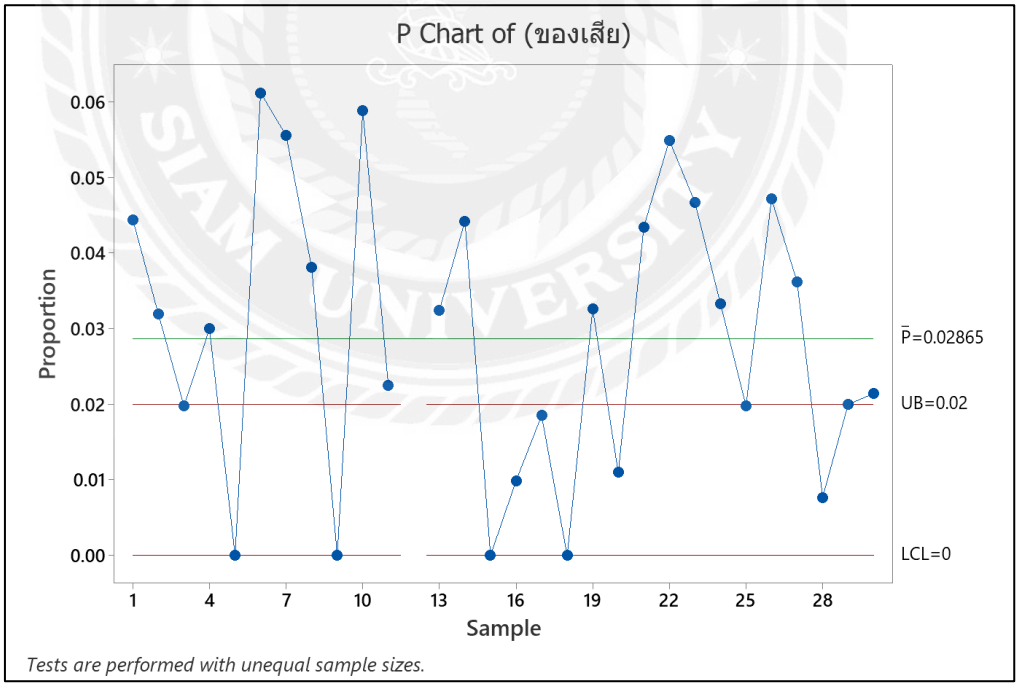
4.7 จากสถิติข้อมูลของเสียผิวร้าวในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 (หลังทำการปรับปรุง)

ตารางที่ 4.13 ในการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่เกิดขึ้นผลิตออกมาหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต จำนวน 3,106 ต้น และของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงจำนวน 89 ต้น คิดเป็นร้อยละ 2.87%

เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 (หลังทำการปรับปรุง)				
วันที่	**จำนวนผลิต (ต้น)**	**จำนวนของเสีย (ต้น)**	**ของเสียสะสม (ต้น)**	**%ของเสีย**
1 ส.ค. 68	90	4	4	4.44%
2 ส.ค. 68	94	3	7	3.19%
3 ส.ค. 68	101	2	9	1.98%
4 ส.ค. 68	100	3	12	3.00%
5 ส.ค. 68	108	0	12	0.00%
6 ส.ค. 68	98	6	18	6.12%
7 ส.ค. 68	108	6	24	5.56%
8 ส.ค. 68	105	4	28	3.81%
9 ส.ค. 68	90	0	28	0.00%
10 ส.ค. 68	102	6	34	5.88%
11 ส.ค. 68	133	3	37	2.26%
12 ส.ค. 68	วันหยุดวันแม่แห่งชาติ			
13 ส.ค. 68	154	5	42	3.25%
14 ส.ค. 68	113	5	47	4.42%
15 ส.ค. 68	128	0	47	0.00%
16 ส.ค. 68	101	1	48	0.99%
17 ส.ค. 68	108	2	50	1.85%
18 ส.ค. 68	95	0	50	0.00%
19 ส.ค. 68	92	3	53	3.26%
20 ส.ค. 68	91	1	54	1.10%

เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 (หลังทำการปรับปรุง) (ต่อ)				
วันที่	**จำนวนผลิต (ต้น)**	**จำนวนของเสีย (ต้น)**	**ของเสียสะสม (ต้น)**	**%ของเสีย**
21 ส.ค. 68	92	4	58	4.35%
22 ส.ค. 68	91	5	63	5.49%
23 ส.ค. 68	107	5	68	4.67%
24 ส.ค. 68	90	3	71	3.33%
25 ส.ค. 68	101	2	73	1.98%
26 ส.ค. 68	106	5	78	4.72%
27 ส.ค. 68	138	5	83	3.62%
28 ส.ค. 68	130	1	84	0.77%
29 ส.ค. 68	100	2	86	2.00%
30 ส.ค. 68	140	3	89	2.14%
31 ส.ค. 68	วันหยุดไลน์ผลิต			
รวม	**3,106 ต้น**	**89 ต้น**		**2.87%**





ภาพที่ 4.26 P-Chart (Minitab) แสดงการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต เดือนสิงหาคม 2568 (หลังปรับปรุง)

จากนั้น ได้มีการรวบรวมข้อมูลและเก็บสถิติการผลิตในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 (หลังทำการปรับปรุง) ซึ่งเป็นช่วงหลังจากดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ระบุไว้ข้างต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้:

- จำนวนเสาเข็มที่ผลิต: 3,106 ต้น
- จำนวนของเสีย: 89 ต้น
- อัตราส่วนของเสีย: 2.87%

ซึ่งเป็นค่า ลดลงจากช่วงก่อนการปรับปรุง (3.71%) อย่างชัดเจน สะท้อนถึงประสิทธิภาพของมาตรการที่ดำเนินการ และแนวโน้มคุณภาพที่ดีขึ้นในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.14 ผลลัพธ์เสาเข็มมีรอยร้าวแตกหลังปรับปรุง (เดือนสิงหาคม 2568) โดย รอยร้าวลดลงจาก 33.70% เหลือ 28.1%

ลักษณะข้อบกพร่อง	จำนวนของเสีย (ต้น)	จำนวนของเสียสะสม (ต้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
เสาเข็มมีรอยร้าวแตก	25	25	28.1 %
เสาเข็มหักจากการตัดยก	27	52	30.30 %
รอยต่อแบบที่ผิวเสาเข็ม	19	71	21.30 %
การสูญเสียของคอนกรีตระหว่างการเท	18	89	20.2 %
รวมสิงหาคม	**89 ต้น**		**100%**

สรุป การวิเคราะห์เชิงลึกและการปรับปรุงที่เป็นระบบสามารถลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ควรมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษามาตรฐาน และลดของเสียให้ใกล้เคียงหรือไม่เกิน 2% ตามเป้าหมายขององค์กร

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษากระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงในโรงงานของบริษัทฯ เป็นเวลา 3 เดือน (พฤษภาคม – กรกฎาคม 2568) พบว่าอัตราของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ 3.71% สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 2% โดยสาเหตุหลักของของเสีย คือ เสาเข็มมีรอยร้าวแตก คิดเป็น 33.70% จากของเสียทั้งหมด

เมื่อนำเครื่องมือคุณภาพ (Pareto Chart, Cause and Effect Diagram, Root Cause Analysis, Why–Why Analysis) มาวิเคราะห์ พบว่าปัจจัยหลักเกิดจาก 4M ได้แก่ บุคลากร เครื่องจักร วัสดุ และวิธีการทำงาน หลังดำเนินการปรับปรุง พบว่าอัตราของเสียลดลงเหลือ 2.87% และของเสียจากเสาเข็มรอยร้าวลดลงเหลือ 28.1% แสดงให้เห็นว่ามาตรการควบคุมคุณภาพช่วยลดปัญหาได้จริง

เมื่อเปรียบเทียบกับ วัตถุประสงค์โครงงาน ผลที่ได้สอดคล้องดังนี้

1. หาสาเหตุของการเกิดรอยร้าวแตกในเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง – ได้วิเคราะห์หาสาเหตุหลักเชิงลึกทั้งจากบุคลากร การควบคุมคอนกรีต การบ่ม การเทคอนกรีต และปัญหาการใช้เครื่องมือ
2. ลดปริมาณของเสียจากเสาเข็มที่มีรอยร้าวแตก – สามารถลดลงจาก 33.70% เหลือ 28.1%
3. กำหนดมาตรการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต – ได้จัดทำแนวทางควบคุม เช่น การบ่มน้ำ การใช้ Mix Design อย่างเคร่งครัด การตรวจสอบเครื่องมือ และการอบรมพนักงาน

5.2 อภิปรายผล

ผลการปรับปรุงแสดงให้เห็นว่า การใช้สถิติและ 7 QC Tools มีประสิทธิภาพสูงในการหาสาเหตุรากของปัญหา และการแก้ไขเชิงระบบสามารถลดอัตราของเสียได้จริง แม้ยังไม่ถึงเป้าหมาย 2% แต่แนวโน้มคุณภาพดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจัยสำคัญที่ต้องเน้นคือการควบคุมคุณภาพคอนกรีตและการพัฒนาทักษะแรงงาน รวมถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้พร้อมใช้งาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ยั่งยืน ควรดำเนินการต่อเนื่องดังนี้

1. จัดทำแผน Quality Control Plan ครอบคลุมทุกขั้นตอน ตั้งแต่การผสมจนถึงการบ่ม
2. จัดตั้ง ทีม QC เฉพาะ เพื่อตรวจสอบและรายงานคุณภาพประจำวัน
3. พัฒนาทักษะบุคลากร โดยอบรมวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้องและสร้างแรงจูงใจลดของเสีย
4. จัดทำ Preventive Maintenance เครื่องจักรและมีอะไหล่สำรอง
5. ติดตามข้อมูลของเสียอย่างต่อเนื่องด้วย P-Chart และ Pareto เพื่อวิเคราะห์แนวโน้ม

บรรณานุกรม

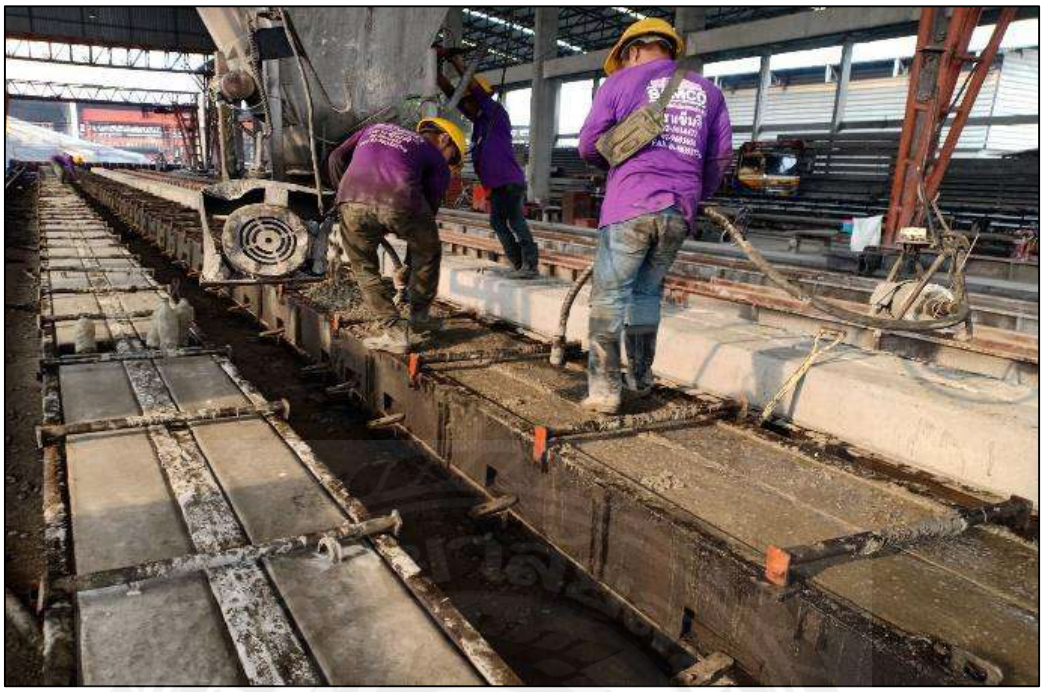
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2549). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เสาเข็ม คอนกรีตอัดแรง เลขที่ มอก.396-2549. กระทรวงอุตสาหกรรม.

บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา. (2557). การควบคุมคุณภาพและการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือคุณภาพ 7 QC Tools. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.). (2560). มาตรฐานงานฐานรากและเสาเข็ม. กรุงเทพฯ: วสท.

ภาคผนวก

(ภาพแสดงการทำงาน)



ภาพที่ ก.1 ศึกษากระบวนการผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง



ภาพที่ ก.2 ศึกษาการเก็บสถิติการผลิตเสาเข็มเสียหาย



ภาพที่ ก.3 ตรวจสอบคุณภาพคอนกรีต



ภาพที่ ก.4 ตรวจสอบคุณภาพทราย



ภาพที่ ก.5 ตรวจสอบวัสดุ เช่น ลวดอัดแรง PC WIRE



ภาพที่ ก.6 ตรวจสอบการบ่มคอนกรีตหลังผลิตเสาเข็ม



ภาพที่ ก.7 เข้าสำรวจพื้นที่โครงการ จ.สระบุรี



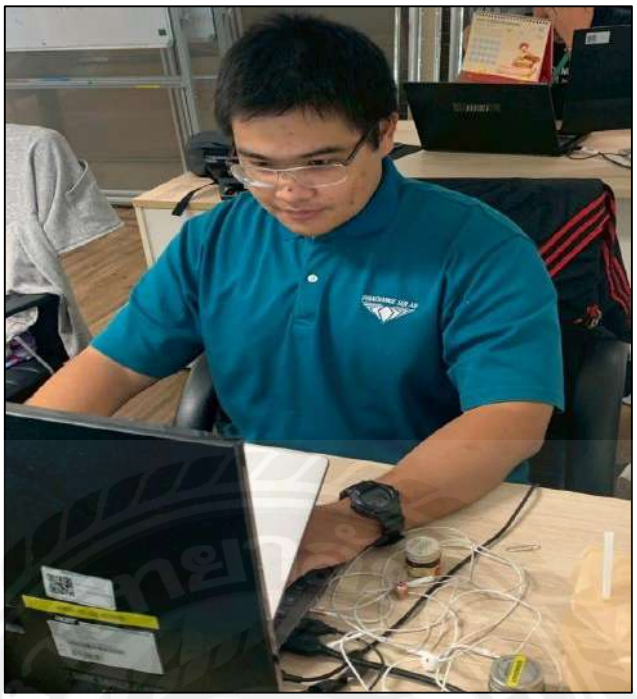
ภาพที่ ก.8 ตรวจสอบและเก็บสถิติความสมบูรณ์เสาเข็ม



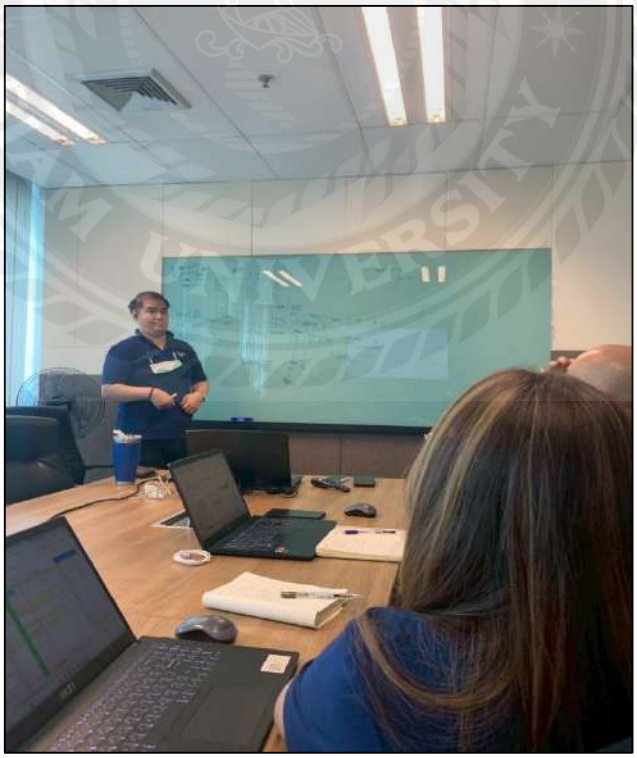
ภาพที่ ก.9 ตรวจสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม



ภาพที่ ก.10 ทดสอบการติดตั้ง แผง Solar บนเสาเข็ม สำหรับ Solar Farm



ภาพที่ ก.11 เก็บข้อมูลสถิติเสาเข็มเสียหายและหาวิธีการแก้ไขปัญหา



ภาพที่ ก.12 นำเสนอผู้บริหารในที่ประชุมประจำสัปดาห์

ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา : 6623920005

ชื่อ-นามสกุล : นายรณกร บัวหนู

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา

ที่อยู่ : 68/1 หมู่ 5 ตำบลบางศรีเมือง
อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี ศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต (ศศ.บ.) สาขาการจัดการนวัตกรรมสังคม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ที่ทำงานปัจจุบัน พนักงานวางแผน บริษัท อิเรเด็ียน โซล่า จำกัด
เลขที่ 90อาคาร CW Tower ตึก A ชั้น 27 ห้อง A2704
ถนนรัชดาภิเษกแขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

https://drive.google.com/drive/folders/1t3iPLT8eeGCF50ypSaIV6zIXPbubojI4?usp=drive_link

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาเพื่อลดข้อบกพร่องของเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงโดยวิธีทางสถิติ

(A Study on Reducing Defects in Prestressed Concrete Piles through Statistical Methods)

โดย

นายรณกร บัวหนู รหัสนักศึกษา 6623920005

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานวิชา สหกิจศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมโยธาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2567