การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรูปแบบซ้ำกัน โดยใช้กระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้าง

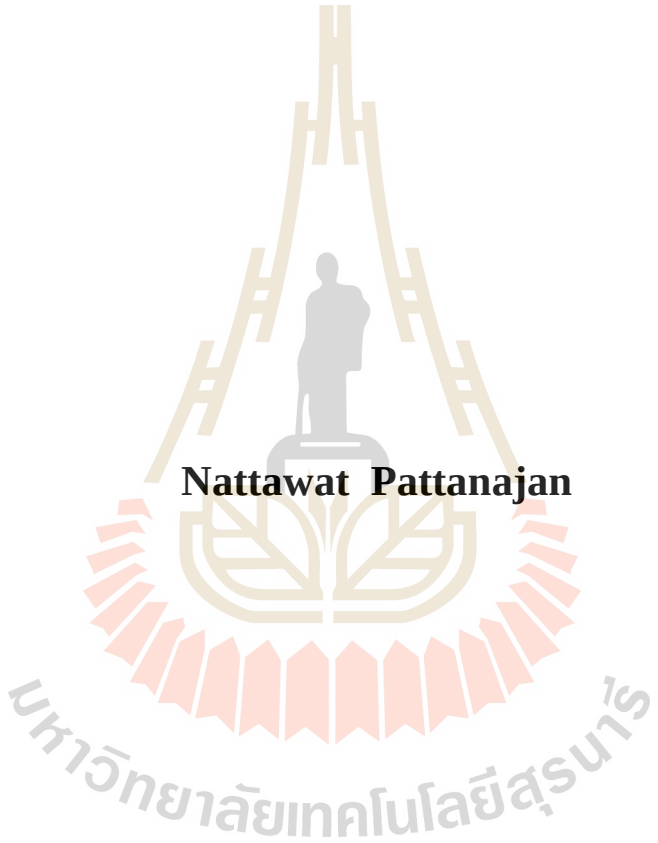
นายณัฐวัชต์ พัฒนจันทร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2560

REPETITIVE REINFORCED CONSTRUCTION USING BUILDING WITH THE ON-SITE MANUFACTURING PROCESS

Nattawat Pattanajan



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Construction and Infrastructure Management

Suranaree University of Technology

Academic Year 2017

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรูปแบบซ้ำกัน
โดยใช้กระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ศ. ดร.พานิช วุฒิพฤกษ์)
ประธานกรรมการ

(ศ. ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)
กรรมการ

(ผศ. ดร.เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒนพงศ์)
กรรมการ

(ดร.อิทธิกร ภูมิพันธุ์)
กรรมการ

(ศ. ดร.สันติ แม้นศิริ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ณัฐวัชต์ พัฒนจันทร์ : การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรูปแบบซ้ำกัน โดยใช้กระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้าง อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข, 167 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะนำเสนอวิธีการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแถว 2 ชั้น แบบหล่อคอนกรีตในที่ด้วยวิธีอุโมงค์และขั้นตอนการทำงานที่มีประสิทธิภาพเหนือกว่าการก่อสร้างแบบเดิม โดยมีตัวชี้วัดความสำเร็จ 2 อย่าง ได้แก่ เวลาและต้นทุนที่ลดลง งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การก่อสร้างอาคารทดลอง โดยก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแถวทั้งแบบชั้นเดียวและแบบ 2 ชั้น ที่มีรูปแบบเหมือนกัน แต่จะแบ่งวิธีการก่อสร้างออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ แบบโครงสร้างสำเร็จรูปแล้วจึงนำมาติดตั้ง กับแบบอุโมงค์ จากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลในรูปแบบของการวิจัยเชิงทดลองเป็นเวลา 3 ปี และทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของงานก่อสร้างอาคารทั้ง 2 ระบบ ต่อมาทำการคัดเลือกข้อดีของแต่ละระบบเข้ามาบูรณาการร่วมกัน เพื่อหาวิธีกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง ด้วยหลักการจำแนกความสูญเปล่าของลีน การดำเนินการดังกล่าวนี้ทำให้สามารถกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง อาทิเช่น การรอคอย, การใช้วัสดุสิ้นเปลืองและการทำงานซ้ำซ้อน เป็นต้น ได้เป็นอย่างดี และทำให้สามารถสร้างแผนงานก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น ที่มีต้นทุนค่าก่อสร้างถูกลงและใช้ระยะเวลาน้อยกว่าเดิม เรียกว่า “แผนงานก่อสร้างแบบกระบวนการไหล” (Flow Process Plan) ระบบก่อสร้างแบบอุโมงค์ด้วยแผนการก่อสร้างแบบกระบวนการไหลรวมเรียกว่า กระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้าง

ส่วนที่ 2 การก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น จำนวน 7 ห้องต่อ 1 ชุด ด้วยกระบวนการผลิตแบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้าง โดยมีแผนงานก่อสร้างแบบกระบวนการไหล ประกอบไปด้วยการออกแบบอาคารให้โครงสร้างมีรูปแบบที่ก่อสร้างได้ง่าย การใช้แบบหล่อคอนกรีตที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูง การกำหนดช่วงเวลาเริ่มงานจนแล้วเสร็จให้เป็นที่เข้าใจร่วมกัน การกำหนดจุดวางเครื่องจักรเพื่อให้การเคลื่อนตัวเป็นไปอย่างถูกต้อง และการกำหนดขั้นตอนการก่อสร้างที่ชัดเจน การก่อสร้างอาคารด้วยกระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้าง ใช้เวลาไม่เกิน 49 วันต่อ 7 ห้อง ทำให้มีราคาค่าก่อสร้างลดลงถึง 12 เปอร์เซ็นต์

ส่วนที่ 3 การตัดสินใจของผู้บริหารโครงการก่อสร้าง เพื่อเปลี่ยนแปลงแผนการทำงานแบบเดิมขององค์กร จำเป็นอย่างยิ่งที่พนักงานต้องจัดเตรียมข้อมูลให้ผู้บริหารใช้ในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง งานวิจัยนี้ได้นำวิธีการ SWOT มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ

ของผู้บริหาร ผู้วิจัยได้จัดทำ SWOT เพื่อแสดงผลกระทบที่องค์กรจะได้รับ หากไม่ตัดสินใจที่จะเปลี่ยนแปลงกระบวนการบริหารจัดการให้เป็นไปตามกระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรม ในพื้นที่ก่อสร้าง แม้ว่าจะต้องใช้เงินลงทุนในขั้นตอนแรกค่อนข้างสูง แต่ผลตอบแทนที่ได้รับจะ มีความคุ้มค่ามากกว่าที่เคยปฏิบัติอยู่เดิมเป็นอย่างมาก บริษัท อนานคร จำกัด ได้นำกระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้างมาใช้ในการก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น ซึ่งช่วยลดต้นทุนและมีผลกำไรเพิ่มขึ้นมาตลอด ทำให้องค์กรสามารถต่อสู้กับคู่แข่งในตลาดได้เป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา
การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

NATTAWAT PATTANAJAN : REPETITIVE REINFORCED CONSTRUCTION USING BUILDING WITH THE ON-SITE MANUFACTURING PROCESS., BMP. SYSTEM . THESIS ADVISOR : PROF. SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D., 167 PP.

MANUFACTURING PROCESS/LEAN RESOLUTION

This thesis aims to present a practical method to build repetitive reinforced 2-story buildings using the tunnel form technology. The process is more efficient than conventional construction technologies. Key successful indicators are a reduction in construction time and overall costs. Research and data collection are divided into three parts:

Part One : The construction of 2-story sample buildings using conventional pre-cast concrete construction and tunnel form technologies. After construction, the experimental research was conducted for 3 years in order to determine the advantages and drawbacks of the two construction technologies. Based on comparative analysis, the advantages of each construction technology were integrated in order to eliminate waste during the construction based on the Lean Principle. This process can significantly reduce and even eliminate time, costly materials and redundant work, etc. The Lean Principle was used in creating plan for a 2-story building to reduce overall cost and time and referred to as “Flow Process Plan”. The Tunnel Form technology together with Flow Process Plan are designated as Building with the on-site Manufacturing Process (BMP).

Part Two : Constructing a hometown with 2-story buildings per construction set by using the BMP. The Flow Process Plan included a building design for simple construction, a usage of steel framework with high workability, and an agreement of start-finish construction activities, a layout of machines for efficient movement, and a clear construction sequence. The BMP takes less than 49 days per set so the overall cost reduces 12%.

Part Three : Executive decision. In order to make change of ordinary working plan of an organization, project staff needs to provide accurate information necessary for executive decision. The research methodology employed SWOT analysis in order to help executive decision. The SWOT analysis showed the negative effects if companies did not adopt the BMP. Even with a high initial investment, the BMP worthily returns in term of time and cost. Ananakorn Company Limited decided to adopt the BMP to construct 2-story buildings which can reduce cost and make companies high profits continuously and well-competitive in the market.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of

Construction and Infrastructure Management Student's Signature

Academic Year 2017 Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

การที่ได้มีโอกาศเข้ามาศึกษาในระดับปริญญาเอก หลักสูตรบริหารการก่อสร้างและสาธารณูปโภค มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี แห่งนี้ ข้าพเจ้าเคยคิดในตอนแรกว่าจะเป็นเพียงเข้ามาศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์เท่านั้น แต่เมื่อได้เข้ามาเรียนในหลักสูตรนี้สิ่งหนึ่งที่ทำให้ข้าพเจ้าเกิดแรงบันดาลใจในการศึกษาเป็นอย่างมาก ก็คือความสามารถของคณาจารย์ผู้สอนในสถาบันแห่งนี้ซึ่งแต่ล่ะท่านไม่ได้ทำหน้าที่เพียงแค่สอนเท่านั้น แต่ยังเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทั้งในด้านการผลิตผลงานทางด้านงานวิจัยจนเป็นที่ยอมรับในระดับโลก และยังมีความเชี่ยวชาญเป็นอย่างสูงในการเป็นที่ปรึกษา เพื่อคอยคำแนะนำวิธีการทำวิจัยที่ถูกต้องให้แก่นักศึกษาทุกคน จนทำให้ข้าพเจ้าสามารถที่จะค้นคว้าวิจัยจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ ในการนี้บุคคลที่ข้าพเจ้าจะต้องขอขอบคุณเป็นที่สุด ได้แก่ ศ.ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ท่านผู้นี้ได้ให้ความรู้และให้แนวคิดในการดำเนินการวิจัยตั้งแต่ยังไม่เห็นวี่แววว่า งานวิจัยที่ข้าพเจ้าทำอยู่จะดำเนินการให้สำเร็จไปได้อย่างไร อีกทั้งยังให้ความเมตตา และมีความอดทนต่อข้าพเจ้าเป็นอย่างมากในการให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิจัย กล่าวได้ว่าหากไม่ได้ท่านแล้วข้าพเจ้าคงไม่สำเร็จการศึกษาได้อย่างแน่นอน ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ณัฐวัชต์ พัฒนจันทร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฑ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2
1.3 สมมติฐานการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.6 อ้างอิง 7

2 ปริทัศน์วรรณกรรม 8
2.1 การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 9
2.1.1 ระบบ Precast 10
2.1.2 ระบบ Prefab 11
2.2 การก่อสร้างอาคารด้วยระบบอุโมงค์ 13
2.3 การก่อสร้างอาคารด้วยระบบโมดูลาร์ 15
2.4 การก่อสร้างโครงสร้างสำเร็จรูปแบบผสมผสาน 16
2.5 การนำระบบก่อสร้างแบบสำเร็จรูปมาใช้ 18
2.6 ปัญหาทั่วไปที่มักพบในการก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป 21
2.7 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบลีน 22

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

2.7.1 วิวัฒนาการของลีน 22
2..2 หลัก 5 ประการ ของลีน 24
2.7.3 ความสูญเปล่า 7 ประเภท 26
2.7.4 เครื่องมือของลีน 27
2.7.5 ประโยชน์จากการพัฒนาด้วยลีน 28
2.8 อ้างอิง 35
3 การดำเนินงานวิจัย 38
3.1 การออกแบบการทดลอง 38
3.1.1 การเก็บข้อมูลในสนาม 51
3.1.2 สร้างแปลงทดลองในสนาม 52
3.2 ทำการศึกษารายกรณี 51
3.2.1 การจัดหมวดหมู่ 51
3.2.2 การวิเคราะห์ 52
3.2.3 การวินิจฉัย 55
3.2.4 เสนอแนะ 59
3.3 อ้างอิง 76
4 การนำผลงานวิจัยมาใช้ประโยชน์ 77
4.1 กระบวนการที่ 1 การออกแบบอาคาร) 78
4.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ 78
4.1.2 ระบบโครงสร้างเลือกที่ใช้ 79
4.1.3 การออกแบบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรม ETABS 80
4.1.4 ตัวอย่างรายการคำนวณโครงสร้าง 86
4.1.5 การเขียนแบบแปลน 98
4.2 กระบวนการที่ 2 แบบหล่อคอนกรีต 109
4.3 กระบวนการที่ 3 แผนงานก่อสร้าง 115
4.4 กระบวนการที่ 4 การจัดการเครื่องจักรกล 119
4.5 กระบวนการที่ 5 การก่อสร้าง 123
4.6 บทสรุป 130

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.7 รายการอ้างอิง 137

บทที่

5 การออกแบบกระบวนการใหม่ 138

5.1 บทนำ 138

5.2 การออกแบบกระบวนการใหม่คืออะไร 138

5.2.1 เมื่อใดที่ควรมีการออกแบบใหม่ 139

5.2.2 วิธีการออกแบบกระบวนการทำงาน 139

5.3 การดำเนินกลยุทธ์ 143

5.3.1 กำหนดเป้าประสงค์ 143

5.3.2 ประเมินสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกองค์กร 144

5.3.3 ข้อพิจารณาในการวิเคราะห์ SWOT 147

5.3.4 ข้อดีและข้อเสียของการทำ SWOT 148

5.3.5 การควบคุมกลยุทธ์ 149

5.3.6 การจัดทำแผนปฏิบัติการ 150

5.4 การจัดทำเชิงกลยุทธ์ของ บริษัท อนานคร จำกัด 151

5.4.1 เป้าประสงค์ 150

5.4.2 การพิจารณาหาจุดเด่นและจุดด้อย 151

5.4.3 การพิจารณาให้คะแนนตามประเด็นปัจจัยแต่ละด้าน 152

5.4.4 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ SWOT 157

5.5 อ้างอิง 159

6 สรุปและข้อเสนอแนะ 161

6.1 บทนำ 161

6.2 ผลสรุปงานวิจัย 162

6.3 ข้อเสนอแนะ 164

6.4 อ้างอิง 166

ประวัติผู้เขียน 167

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างอาคารทั้ง 2 ระบบ 1
2.1 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างในระบบ Precast 10
2.2 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างในระบบ Prefab 12
2.3 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างในระบบ Tunnel From 14
2.4 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างในระบบ Modular 16
2.5 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างในระบบ Mix Construction System 17
2.6 วิวัฒนาการเข้าสู่ระบบการผลิตแบบลีน 23
2.7 หลัก 5 ประการ ของลีน 24
2.8 เครื่องมือเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง 28
2.9 เครื่องมือปรับปรุงอัตราการไหล 29
2.10 เครื่องมือช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ 32
2.11 เครื่องมือลดเวลาในการทำงาน 33
2.12 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการผลิต 35
3.1 ชุดเครื่องมือที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างอาคารแถว 38
3.2 สัญลักษณ์ใช้แทนความหมายของข้อมูลงานวิจัยเชิงทดลอง 42
3.3 ข้อมูลเปรียบเทียบการก่อสร้างอาคารแถวจากแปลงทดลอง 50
3.4 ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้างตามแนวทางของลีน 51
3.5 การวินิจฉัยปัญหาจากผลที่ได้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ 58
3.6 ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงพัฒนาการก่อสร้างอาคารแถว ค.ส.ล. 2 ชั้น 60
3.7 สัญลักษณ์มาตรฐานของกระบวนการไหล 66
3.8 การแบ่งบุคลากรเข้ารับการฝึกอบรมเพื่อทำงานข้ามสายงาน 72
3.9 การจัดทำตัวชี้วัด (KPI) เพื่อแสดงผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัยในการก่อสร้างอาคารแถว 76
4.1 จำนวนบุคลากรที่ใช้ในงานก่อสร้าง 118
4.2 ข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างตามแผนงานแบบกระบวนการไหล 119
5.1 ตารางแสดงขั้นตอนการออกแบบกระบวนการใหม่ 139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.2 ความหมายของ SWOT 148
5.3 จุดแข็ง (S-Strengths) 153
5.4 จุดอ่อน (W-Weaknesses) 154
5.5 โอกาส (O-Opportunities) 155
5.6 อุปสรรค (T-Threats) 156

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 5
2.1 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบ Precast 10
2.2 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบ Prefab 11
2.3 การติดตั้งแบบเหล็กเพื่อก่อสร้างในระบบ Tunnel From 13
2.4 อาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบ Modular 15
2.5 โครงสร้างสำเร็จรูปแบบผสมผสาน 17
2.6 การประกอบโครงสร้างสำเร็จรูปประเภทเสาและคานที่หน้างานด้วยวิธีการเชื่อม 19
2.7 การยึดโครงสร้างสำเร็จรูปด้วยสลัก 20
2.8 การผลิตโครงสร้างสำเร็จรูปแบบขึ้นรูปทั้งชั้น 20
2.9 ขั้นตอนการสร้างด้วยระบบ Pruksa Precast 21
2.10 ผลิตภัณฑ์โครงสร้างสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 19
2.11 ความสูญเปล่าในระบบลีน 26
3.1 ขั้นตอนการศึกษารายกรณี 47
3.2 แปลงทดลองก่อสร้างอาคารในสนาม ณ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 49
3.3 การจัดกลุ่มข้อมูลตามผลการวิจัยเชิงทดลอง 51
3.4 การวิเคราะห์ด้วยวิธีผังก้างปลา 52
3.5 ผังก้างปลา (Cause & Effect Diagram) 52
3.6 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหางานก่อสร้างตามรูปแบบผังก้างปลา 55
3.7 การวินิจฉัยจากข้อมูลที่ได้จากผังก้างปลา 56
3.8 การเสนอแนะและแก้ไขปัญหา 59
3.9 รถเครนล้อยางขนาด 20 ตัน 62
3.10 การวางผังเคลื่อนย้ายเครื่องจักรกลหนัก 62
3.11 การใช้สัญลักษณ์ผ่าน Application Line เพื่อลดขั้นตอนการอนุมัติ 64
3.23 ความหมายของการปฏิบัติงานกระบวนการไหล 67
3.13 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ 68

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.14 แผนงานก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น โดยใช้รูปแบบการผลิต 69
3.15 การติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย 72
4.1 กระบวนการทำงานด้วยระบบ BMP. System 77
4.2 แผนที่แสดงรอยเลื่อนแผ่นดินไหวและพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว 78
4.3 โครงสร้างและรายละเอียดอาคารแบบแถว 2 ชั้น 109
4.4 อุปกรณ์มาตรฐานที่มีอยู่ทั่วไป 110
4.5 แบบหล่อคอนกรีตที่กำลังก่อสร้างภายในโรงงาน 110
4.6 แบบหล่อคอนกรีตแบบโต๊ะที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น 111
4.7 วงกบประตู หน้าต่าง 112
4.8 แบบหล่อผนังชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 109
4.9 อุปกรณ์สำหรับใช้ในการหยุดคอนกรีตเพื่อเป็นช่องว่างหรือใช้ในการลดระดับ 113
4.10 แบบหล่อเพื่อใช้สร้างลูกเล่นต่าง ๆ ให้กับตัวอาคาร 114
4.11 แสดงอุปกรณ์นั่งร้านและอุปกรณ์ที่ใช้ยึดแบบหล่อ 115
4.12 แผนงานก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น 7 ห้อง แบบ Bar Chart 116
4.13 การวางแผนงานแบบตารางเวลา (Bar Chart) 116
4.14 แผนงานก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น 7 ห้อง แบบกระบวนการไหล 117
4.15 รถเครนล้อยาง 4 ล้อ ขนาด 25 ตัน 120
4.16 กราฟแสดงค่าการทำงานของเครื่องจักรกล 121
4.17 กราฟแสดงความสามารถในการยกน้ำหนักของรถเครน 122
4.18 การก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น ทั้ง 5 ขั้นตอน 123
4.19 การก่อสร้างฐานรากอาคารแบบเสาเข็ม 124
4.20 การเสริมเหล็กคานสำหรับการเทคอนกรีตปรับระดับชั้นที่ 1 125
4.21 การเทคอนกรีตพื้นโรงจอดรถด้านหน้าและพื้นด้านหลังอาคาร 126
4.22 การเทคอนกรีตพื้นชั้น 1 (พื้นภายในอาคาร) 127
4.23 การตั้งแบบเหล็กผนังชั้นที่ 1 และพื้นชั้นที่ 2 พร้อมการเสริมเหล็กพิเศษต่าง ๆ 122
4.24 การบล็อกพื้นที่เพื่อการเทคอนกรีตสำหรับพื้นชั้นที่ 2 128

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.25 การเสริมเหล็กพื้นชั้น 2 และการบล็อกช่องเทคอนกรีต 130
4.26 การเสริมเหล็กพิเศษบนพื้นชั้น 2 130
4.27 เสริมเหล็ก Dowel DB16 เพื่อการหยุดเทพื้นคอนกรีตชั้นที่ 2 131
4.28 การถอดแบบผนังชั้นที่ 1 และพื้นชั้นที่ 2 132
4.29 การติดตั้งแบบหล่อผนังภายในอาคาร 133
4.30 การก่อสร้างผนังชั้น 2 134
4.31 ทำการติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก 135
4.32 การเก็บงานหลักจากที่ได้ก่อสร้างโครงสร้างพื้นและผนังเป็นที่เรียบร้อยแล้ว 135
5.1 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดแข็ง-จุดอ่อนและโอกาส-อุปสรรค 145
5.2 สัญลักษณ์จากการประเมินสภาพแวดล้อม 147
5.3 แผนผังการควบคุมกลยุทธ์ 149
5.4 อาคารพาณิชย์สร้างที่ ตำบลตาลเดี่ยว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี 150
5.5 ใบโฆษณาขายอาคารทาวเฮ้าส์ชั้นเดียว ณ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 151
5.6 กราฟแสดงผลลัพธ์ 157
5.7 ค่า Rating 151
6.1 การก่อสร้างกำแพงกันดินเหล็กเสริมแบกทาน (BRE Wall) 162
6.2 การเปรียบเทียบแผนงานระหว่าง Line of Balance และ S-curve 163
6.3 ก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 164
6.4 ก่อสร้างอาคารด้วยระบบหล่อคอนกรีตในที่ 165
6.5 โครงสร้างรอกไฟฟ้า 166

คำอธิบายสัญลักษณ์คำย่อ

BMP. System	=	Repetitive reinforced construction using building with the on-site Manufacturing Process
E	=	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
C	=	กลุ่มควบคุม (Control Group)
X	=	การทดลองหรือการกระทำ (Treatment)
O_1	=	การสังเกตก่อนการวัดผลก่อนการทดลอง
O_2	=	การสังเกตหลังการวัดผลหลังการทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ
(Introduction)

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อาคารประเภทที่อยู่อาศัยแบบแถว หากก่อสร้างด้วยวิธีดั้งเดิมโดยการผูกเหล็ก ตั้งแบบหล่อ จากนั้นจึงเทคอนกรีตโครงสร้าง อาจทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างที่ยาวนาน และใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก การควบคุมคุณภาพทำได้ยาก และสูญเสียวัสดุก่อสร้างค่อนข้างสูง ปัจจุบันผู้ประกอบการจึงได้นำวิธีการก่อสร้างอาคารด้วยการนำระบบ Tunnel form หรือระบบ Precast มาใช้ทดแทนวิธีดั้งเดิมดังกล่าว ซึ่งงานก่อสร้างที่กล่าวมาทั้ง 2 ระบบ นี้ มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 1.1) ดังนี้

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างอาคารทั้ง 2 ระบบ

ความแตกต่างระหว่างระบบสำเร็จรูป VS ระบบหล่อในที่	
ระบบสำเร็จรูป	**ระบบหล่อในที่**
คุณภาพ - ผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐาน วัสดุผ่านการคัดสรร มีการควบคุมงานจากผู้ชำนาญการ	**คุณภาพ** - คุณภาพไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับฝีมือและความเอาใจใส่ของช่าง ตลอดจนวิธีการทำงานที่ถูกต้อง
ประสิทธิภาพในการควบคุมงาน - ทำงานสะดวกเพราะทำในโรงงานบนพื้นราบ การตรวจสอบและควบคุมก็ทำได้ง่าย	**ประสิทธิภาพในการควบคุมงาน** - ขึ้นอยู่กับความชำนาญของช่าง ซึ่งปัจจุบันช่างเหล่านี้หาค่อนข้างยาก
เวลา และราคา - ลดขั้นตอนการทำงานที่หน้างานเพราะผลิตที่โรงงาน - ควบคุมคุณภาพคอนกรีตได้ง่าย - ฤดูกาลมีผลกระทบต่อการผลิตเพียงเล็กน้อย - จะมีราคาถูกลงถ้าก่อสร้างแบบเดียวกัน	**เวลา และราคา** - ต้องทำตามขั้นตอน - ต้องรออายุคอนกรีต หากเร่งรัดจะทำให้เสียหาย - ฤดูกาลมีผลมาก ทำให้งานล่าช้าได้ - โดยทั่วไปจะ มีราคาสูงกว่า

มลพิษจากการก่อสร้าง	มลพิษจากการก่อสร้าง
- มีเศษวัสดุเหลือน้อย	- มีฝุ่นและเสียงมาก โดยเฉพาะจากผงปูนที่เกิดจากการผสมคอนกรีต - มีขยะมาก จากไม้แบบที่ใช้เทคอนกรีต เป็นต้น

งานวิจัยนี้จะได้นำระบบการก่อสร้างทั้งแบบ Precast System และ Tunnel Form มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาคุณสมบัติที่ดีที่สุดของแต่ละวิธีมาบูรณาการ เพื่อพัฒนาให้เกิดเป็นรูปแบบการก่อสร้างที่มีขั้นตอนในการก่อสร้างที่ดีขึ้นกว่าเดิม

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 ทำการวิจัยโดยใช้ศาสตร์ทางวิศวกรรมโยธาร่วมกับปรัชญาในการผลิตสินค้าแบบลีน (Lean Manufacturing) เพื่อหาวิธีกำจัดความสูญเปล่าที่มีอยู่ในขั้นตอนการก่อสร้างอาคารแบบแถวให้เหลืออยู่น้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้อาคารนั้นสามารถใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างที่รวดเร็วขึ้นและมีต้นทุนที่ต่ำกว่าวิธีการก่อสร้างอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1.2.2 นำผลงานการวิจัยไปใช้ได้จริง

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรูปแบบซ้ำๆกัน (Repetitive Building) ยังมีความสูญเปล่าที่ได้เกิดขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้างอยู่อีกมาก ไม่ว่าความสูญเปล่าเหล่านั้นจะเกิดจากคน สิ่งของ หรือเครื่องจักรกล เป็นต้น หากสามารถหาวิธีเพื่อกำจัดความสูญเปล่าเหล่านั้นให้ออกไปได้ ก็น่าจะทำให้การก่อสร้างมีผลสำเร็จที่ดีกว่าเดิม โดยวัดผลจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ ได้แก่

ปัจจัยที่ 1 เวลา (Time) ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยที่สุด

ปัจจัยที่ 2 ราคา (Cost) มีราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุด

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

- **ขั้นปฐมภูมิ (Primary)** ก่อสร้างแปลงทดลองพร้อมทำการวิจัยด้วยการเก็บข้อมูลเชิงทดลองภาคสนาม (Field Experiment Research)

1.4.1 คัดเลือกแบบแผนการทดลอง(Experimental Design) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตาม จากนั้นพิจารณาคัดเลือกจากแบบแผน 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design)

กลุ่มที่ 2 แบบแผนการทดลองจริง (True-Experimental Design)

กลุ่มที่ 3 แบบแผนการทดลองกึ่งการทดลอง (Quasi-Experimental Design)

กลุ่มที่ 4 แบบแผนการทดลองอื่น ๆ

1.4.2 ทำการก่อสร้างแปลงทดลอง โดยก่อสร้างอาคารแถวขึ้นจริงทั้งที่เป็นอาคารชั้นเดียวและอาคาร 2 ชั้น อย่างละ 2 แปลง รวม 4 แปลง โดยแยกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ Precast System และ Tunnel From เพื่อดำเนินการทำวิจัยเชิงทดลองภาคสนาม

1.4.3 จดบันทึกข้อมูลงานวิจัยในรูปแบบกลุ่มข้อมูลเชิงทดลอง (Experimental group)

1.4.4 ดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ

1.4.5 ทำการแยกกลุ่มความสูญเปล่าตามแนวทางของลีน

- **ขั้นทุติยภูมิ (Secondary)** นำข้อมูลเชิงทดลองมาวิจัยและบูรณาการร่วมกับหลักการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) (Briose, 2015) เป็นลำดับต่อไป

1.4.6 นำข้อมูลที่ได้ในขั้นปฐมภูมิมาวิเคราะห์และวิจัย โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะนำเครื่องมือของลีน (Lean Tools) มาบูรณาการเพื่อปรับปรุงและพัฒนา จนทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี

1.4.7 สร้างตัวชี้วัด (KPI) เพื่อใช้เป็นดัชนีในการวัดความสำเร็จของงานวิจัย

- **ขั้นตติยภูมิ (Tertiary)** นำผลงานวิจัยที่ได้มาดำเนินการก่อสร้างในสนาม

1.4.8 นำผลงานการวิจัยที่ได้มาก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแถวในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสระบุรี และจังหวัดระยอง พร้อมทั้งนำข้อมูลใหม่ที่พบมาทำการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

อาคารที่ได้ก่อสร้างตามแนวทางงานวิจัย ได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์อย่างสมบูรณ์โดยวัดผลได้จากการใช้ทรัพยากรสำคัญ 2 รายการ ที่ลดลง ได้แก่ **เวลาและต้นทุน** โดยจะเรียกวิธีการก่อสร้างที่ได้นี้ว่า “การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรูปแบบซ้ำกัน โดยใช้กระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้าง (Repetitive reinforced construction using building with the on-site manufacturing process; BMP. System) ทั้งนี้การดำเนินการในขั้นตอนดังกล่าวนำมาเขียนงานวิจัยได้จำนวน 6 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ นำเสนอเกี่ยวกับที่มาของปัญหา วัตถุประสงค์รวมถึงสมมติฐานของงานวิจัย และขอบเขตของการศึกษา

บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรม นำเสนอเกี่ยวกับรูปแบบของงานที่ใกล้เคียงกับงานวิจัย พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงข้อดี-ข้อเสียของแต่ละรูปแบบที่นำมาใช้กับอยู่

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย ในบทนี้นำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Marhan, Jaapar, & Bari, 2012) วิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ และการนำเข้าข้อมูลสู่กระบวนการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น (วรรณ์ดี แสงประทีปทอง, 2545) จนนำมาสู่แผนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าแผนงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

บทที่ 4 การนำผลงานวิจัยมาใช้ประโยชน์ ใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยมาบูรณาการร่วมกับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง (สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2553) ศาสตร์ทางวิศวกรรมโยธาและเทคนิคการก่อสร้าง จนทำให้เกิดกระบวนการก่อสร้างที่เป็นระบบ มีขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนสามารถสร้างการรับรู้ของผู้เกี่ยวข้องได้อย่างทั่วถึง อาคารที่ก่อสร้างตามกระบวนการที่กำหนดมีประสิทธิภาพที่ดีเป็นไปตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

บทที่ 5 การจัดการเชิงกลยุทธ์ (ชูเพ็ญ วิบูลย์สันต์, 2547) นำเสนอขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับของทุกภาคส่วน ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวิธีคิด/วิธีทำ ทำให้องค์กรสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ นำเสนอผลสรุปของงานวิจัยว่ามีประโยชน์ต่อองค์กรอย่างไร พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการพัฒนาเพื่อต่อยอดงานวิจัยว่าควรที่จะดำเนินการไปในทิศทางใด

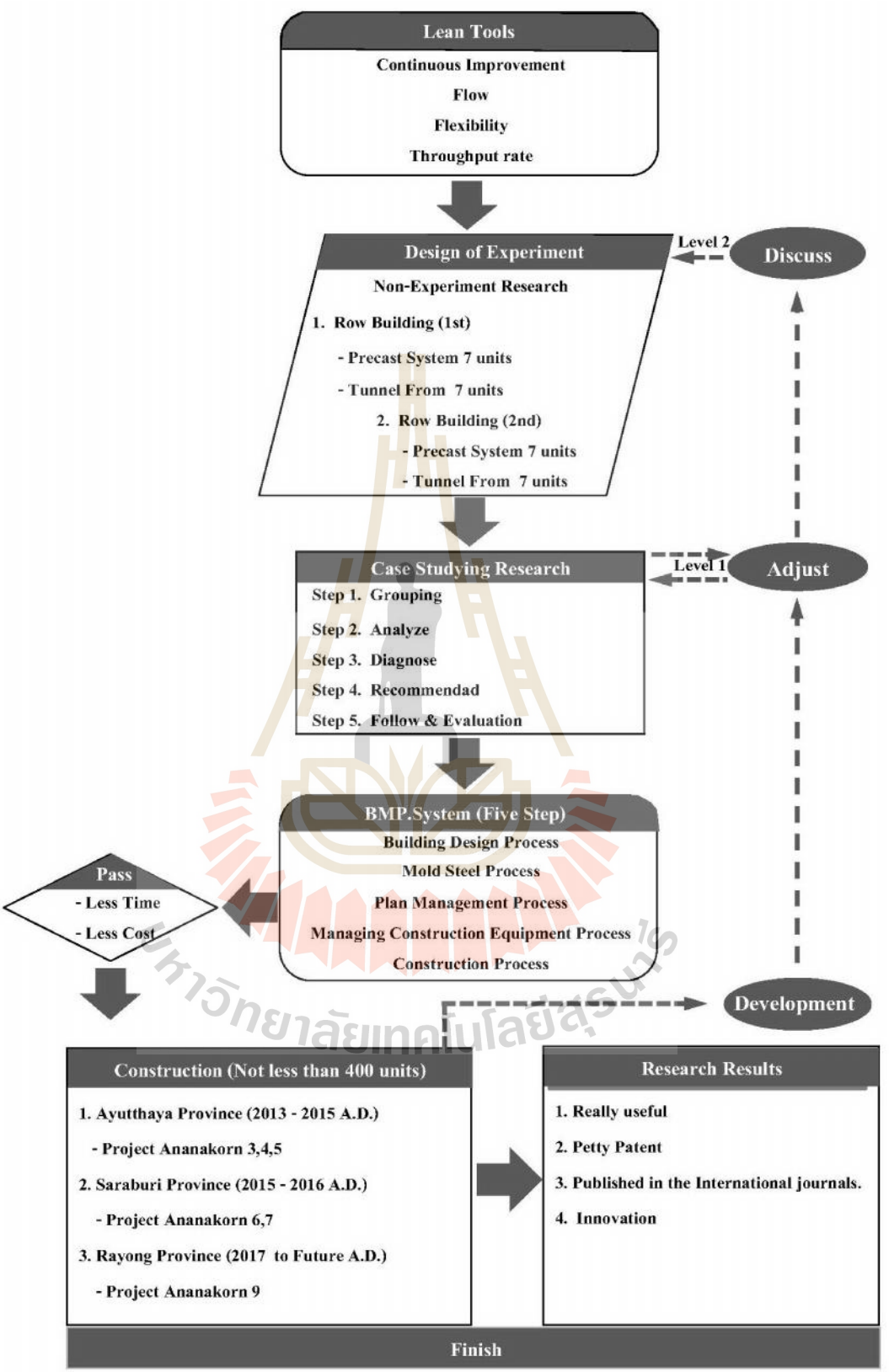
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในปัจจุบันการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย ได้มีการพัฒนาไปเป็นอย่างมากโดยเฉพาะการหาวิธีเพื่อที่จะก่อสร้างอาคารให้ประสิทธิภาพสูง เพื่อทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างต่ำ แต่ก็ต้องแลกมาด้วยเงินลงทุนที่สูงในขั้นต้นด้วยเช่นเดียวกัน ทำให้มีผู้ประกอบการเพียงบางรายที่สามารถเข้าถึงและนำนวัตกรรมเหล่านั้นมาใช้ได้ เนื่องมาจากองค์กรมีศักยภาพในด้านการลงทุนและมีบุคคลากรที่เพียบพร้อม ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาวิธีการนั้นขึ้นมาเองหรือการเข้าไปซื้อองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้ามาใช้ เป็นเหตุให้ผู้ประกอบการขนาดกลางและเล็กจำเป็นต้องใช้วิธีการก่อสร้างในรูปแบบเดิม ๆ ทำให้ไม่สามารถที่จะควบคุมต้นทุนหลักได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผลให้จำเป็นต้องลดขนาดอาคาร ที่ดิน หรือลดคุณภาพของวัสดุก่อสร้างอย่างอื่นลงไป อาทิ กระเบื้อง ประตู-หน้าต่าง สุขภัณฑ์ ระบบไฟฟ้า-ประปา เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย จึงจะทำให้ให้สามารถแข่งขันด้าน

ราคากับผู้ประกอบการรายใหญ่ได้ และสุดท้ายก็ต้องเป็นผู้บริโภคที่ต้องรับสภาพไปแบบไม่ตั้งใจ เนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจในการคัดเลือกที่อยู่อาศัยนั่นเอง

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะขจัดปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยการหาวิธีการเพื่อขจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างและทำให้เกิดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นผลให้ต้นทุนการก่อสร้างลดลง โดยมีมูลค่าการลงทุนในขั้นต้นที่ทำให้ผู้ประกอบการทั้งขนาดกลางและขนาดเล็กสามารถดำเนินการได้ จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำไปใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแถวที่สูงไม่เกิน 2 ชั้น ได้เป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


Lean Tools
Continuous Improvement
Flow
Flexibility
Throughput rate
Design of Experiment
Non-Experiment Research
1. Row Building (1st)
- Precast System 7 units
- Tunnel From 7 units
2. Row Building (2nd)
- Precast System 7 units
- Tunnel From 7 units
Level 2
Discuss
Case Studying Research
Step 1. Grouping
Step 2. Analyze
Step 3. Diagnose
Step 4. Recommendad
Step 5. Follow & Evaluation
Level 1
Adjust
BMP.System (Five Step)
Building Design Process
Mold Steel Process
Plan Management Process
Managing Construction Equipment Process
Construction Process
Pass
- Less Time
- Less Cost
Development
Construction (Not less than 400 units)
1. Ayutthaya Province (2013 - 2015 A.D.)
- Project Ananakorn 3,4,5
2. Saraburi Province (2015 - 2016 A.D.)
- Project Ananakorn 6,7
3. Rayong Province (2017 to Future A.D.)
- Project Ananakorn 9
Research Results
1. Really useful
2. Petty Patent
3. Published in the International journals.
4. Innovation
Finish

1.6 รายการอ้างอิง

Briose, X. (2015). Teaching Lean Construction : Pontifical Catholice University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. Science Direct, 9, 85-93.

Marhan, M. A., Jaapar, A., & Bari, N. A. A. (2012). ASIA Pacifice Intemational Conference of Enviromment-Behaviour Studies. Sciverse ScienceDirect. 12, 87-98.

ชูเพ็ญ วิบูลย์สันต์. (2547). การวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อน (จุดด้อย) โอกาส อุปสรรค (ความเสี่ยง) ขององค์กร (SWOT Anaysis).

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง. (2545). การออกแบบการวิจัย.

สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2553). พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และกฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ
(Introduction)

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อาคารประเภทที่อยู่อาศัยแบบแถว หากก่อสร้างด้วยวิธีดั้งเดิมโดยการผูกเหล็ก ตั้งแบบหล่อ จากนั้นจึงเทคอนกรีตโครงสร้าง อาจทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างที่ยาวนาน และใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก การควบคุมคุณภาพทำได้ยาก และสูญเสียวัสดุก่อสร้างค่อนข้างสูง ปัจจุบันผู้ประกอบการจึงได้นำวิธีการก่อสร้างอาคารด้วยการนำระบบ Tunnel form หรือระบบ Precast มาใช้ทดแทนวิธีดั้งเดิมดังกล่าว ซึ่งงานก่อสร้างที่กล่าวมาทั้ง 2 ระบบ นี้ มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 1.1) ดังนี้

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของการก่อสร้างอาคารทั้ง 2 ระบบ

ความแตกต่างระหว่างระบบสำเร็จรูป VS ระบบหล่อในที่	
ระบบสำเร็จรูป	**ระบบหล่อในที่**
คุณภาพ - ผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐาน วัสดุผ่านการคัดสรร มีการควบคุมงานจากผู้ชำนาญการ	**คุณภาพ** - คุณภาพไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับฝีมือและความเอาใจใส่ของช่าง ตลอดจนวิธีการทำงานที่ถูกต้อง
ประสิทธิภาพในการควบคุมงาน - ทำงานสะดวกเพราะทำในโรงงานบนพื้นราบ การตรวจสอบและควบคุมก็ทำได้ง่าย	**ประสิทธิภาพในการควบคุมงาน** - ขึ้นอยู่กับความชำนาญของช่าง ซึ่งปัจจุบันช่างเหล่านี้หาค่อนข้างยาก
เวลา และราคา - ลดขั้นตอนการทำงานที่หน้างานเพราะผลิตที่โรงงาน - ควบคุมคุณภาพคอนกรีตได้ง่าย - ฤดูกาลมีผลกระทบต่อการผลิตเพียงเล็กน้อย - จะมีราคาถูกลงถ้าก่อสร้างแบบเดียวกัน	**เวลา และราคา** - ต้องทำตามขั้นตอน - ต้องรออายุคอนกรีต หากเร่งรัดจะทำให้เสียหาย - ฤดูกาลมีผลมาก ทำให้งานล่าช้าได้ - โดยทั่วไปจะ มีราคาสูงกว่า

มลพิษจากการก่อสร้าง	มลพิษจากการก่อสร้าง
- มีเศษวัสดุเหลือน้อย	- มีฝุ่นและเสียงมาก โดยเฉพาะจากผงปูนที่เกิดจากการผสมคอนกรีต - มีขยะมาก จากไม้แบบที่ใช้เทคอนกรีต เป็นต้น

งานวิจัยนี้จะได้นำระบบการก่อสร้างทั้งแบบ Precast System และ Tunnel Form มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาคุณสมบัติที่ดีที่สุดของแต่ละวิธีมาบูรณาการ เพื่อพัฒนาให้เกิดเป็นรูปแบบการก่อสร้างที่มีขั้นตอนในการก่อสร้างที่ดีขึ้นกว่าเดิม

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 ทำการวิจัยโดยใช้ศาสตร์ทางวิศวกรรมโยธาร่วมกับปรัชญาในการผลิตสินค้าแบบลีน (Lean Manufacturing) เพื่อหาวิธีกำจัดความสูญเปล่าที่มีอยู่ในขั้นตอนการก่อสร้างอาคารแบบแถวให้เหลืออยู่น้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้อาคารนั้นสามารถใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างที่รวดเร็วขึ้นและมีต้นทุนที่ต่ำกว่าวิธีการก่อสร้างอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1.2.2 นำผลงานการวิจัยไปใช้ได้จริง

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรูปแบบซ้ำๆกัน (Repetitive Building) ยังมีความสูญเปล่าที่ได้เกิดขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้างอยู่อีกมาก ไม่ว่าความสูญเปล่าเหล่านั้นจะเกิดจากคน สิ่งของ หรือเครื่องจักรกล เป็นต้น หากสามารถหาวิธีเพื่อกำจัดความสูญเปล่าเหล่านั้นให้ออกไปได้ ก็น่าจะทำให้การก่อสร้างมีผลสำเร็จที่ดีกว่าเดิม โดยวัดผลจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ ได้แก่

ปัจจัยที่ 1 เวลา (Time) ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยที่สุด

ปัจจัยที่ 2 ราคา (Cost) มีราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุด

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

- **ขั้นปฐมภูมิ (Primary)** ก่อสร้างแปลงทดลองพร้อมทำการวิจัยด้วยการเก็บข้อมูลเชิงทดลองภาคสนาม (Field Experiment Research)

1.4.1 คัดเลือกแบบแผนการทดลอง(Experimental Design) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตาม จากนั้นพิจารณาคัดเลือกจากแบบแผน 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design)

กลุ่มที่ 2 แบบแผนการทดลองจริง (True-Experimental Design)

กลุ่มที่ 3 แบบแผนการทดลองกึ่งการทดลอง (Quasi-Experimental Design)

กลุ่มที่ 4 แบบแผนการทดลองอื่น ๆ

1.4.2 ทำการก่อสร้างแปลงทดลอง โดยก่อสร้างอาคารแถวขึ้นจริงทั้งที่เป็นอาคารชั้นเดียวและอาคาร 2 ชั้น อย่างละ 2 แปลง รวม 4 แปลง โดยแยกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ Precast System และ Tunnel From เพื่อดำเนินการทำวิจัยเชิงทดลองภาคสนาม

1.4.3 จดบันทึกข้อมูลงานวิจัยในรูปแบบกลุ่มข้อมูลเชิงทดลอง (Experimental group)

1.4.4 ดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ

1.4.5 ทำการแยกกลุ่มความสูญเปล่าตามแนวทางของลีน

- **ขั้นทุติยภูมิ (Secondary)** นำข้อมูลเชิงทดลองมาวิจัยและบูรณาการร่วมกับหลักการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) (Briose, 2015) เป็นลำดับต่อไป

1.4.6 นำข้อมูลที่ได้ในขั้นปฐมภูมิมาวิเคราะห์และวิจัย โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะนำเครื่องมือของลีน (Lean Tools) มาบูรณาการเพื่อปรับปรุงและพัฒนา จนทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี

1.4.7 สร้างตัวชี้วัด (KPI) เพื่อใช้เป็นดัชนีในการวัดความสำเร็จของงานวิจัย

- **ขั้นตติยภูมิ (Tertiary)** นำผลงานวิจัยที่ได้มาดำเนินการก่อสร้างในสนาม

1.4.8 นำผลงานการวิจัยที่ได้มาก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแถวในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสระบุรี และจังหวัดระยอง พร้อมทั้งนำข้อมูลใหม่ที่พบมาทำการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

อาคารที่ได้ก่อสร้างตามแนวทางงานวิจัย ได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์อย่างสมบูรณ์โดยวัดผลได้จากการใช้ทรัพยากรสำคัญ 2 รายการ ที่ลดลง ได้แก่ **เวลาและต้นทุน** โดยจะเรียกวิธีการก่อสร้างที่ได้นี้ว่า “การก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีรูปแบบซ้ำกัน โดยใช้กระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมในพื้นที่ก่อสร้าง (Repetitive reinforced construction using building with the on-site manufacturing process; BMP. System) ทั้งนี้การดำเนินการในขั้นตอนดังกล่าวนำมาเขียนงานวิจัยได้จำนวน 6 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ นำเสนอเกี่ยวกับที่มาของปัญหา วัตถุประสงค์รวมถึงสมมติฐานของงานวิจัย และขอบเขตของการศึกษา

บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรม นำเสนอเกี่ยวกับรูปแบบของงานที่ใกล้เคียงกับงานวิจัย พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงข้อดี-ข้อเสียของแต่ละรูปแบบที่นำมาใช้กับอยู่

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย ในบทนี้นำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Marhan, Jaapar, & Bari, 2012) วิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ และการนำเข้าข้อมูลสู่กระบวนการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น (วรรณ์ดี แสงประทีปทอง, 2545) จนนำมาสู่แผนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าแผนงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

บทที่ 4 การนำผลงานวิจัยมาใช้ประโยชน์ ใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยมาบูรณาการร่วมกับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง (สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2553) ศาสตร์ทางวิศวกรรมโยธาและเทคนิคการก่อสร้าง จนทำให้เกิดกระบวนการก่อสร้างที่เป็นระบบ มีขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนสามารถสร้างการรับรู้ของผู้เกี่ยวข้องได้อย่างทั่วถึง อาคารที่ก่อสร้างตามกระบวนการที่กำหนดมีประสิทธิภาพที่ดีเป็นไปตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

บทที่ 5 การจัดการเชิงกลยุทธ์ (ชูเพ็ญ วิบูลย์สันต์, 2547) นำเสนอขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับของทุกภาคส่วน ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวิธีคิด/วิธีทำ ทำให้องค์กรสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ นำเสนอผลสรุปของงานวิจัยว่ามีประโยชน์ต่อองค์กรอย่างไร พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการพัฒนาเพื่อต่อยอดงานวิจัยว่าควรที่จะดำเนินการไปในทิศทางใด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในปัจจุบันการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย ได้มีการพัฒนาไปเป็นอย่างมากโดยเฉพาะการหาวิธีเพื่อที่จะก่อสร้างอาคารให้ประสิทธิภาพสูง เพื่อทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างต่ำ แต่ก็ต้องแลกมาด้วยเงินลงทุนที่สูงในขั้นต้นด้วยเช่นเดียวกัน ทำให้มีผู้ประกอบการเพียงบางรายที่สามารถเข้าถึงและนำนวัตกรรมเหล่านั้นมาใช้ได้ เนื่องมาจากองค์กรมีศักยภาพในด้านการลงทุนและมีบุคคลากรที่เพียบพร้อม ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาวิธีการนั้นขึ้นมาเองหรือการเข้าไปซื้อองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้ามาใช้ เป็นเหตุให้ผู้ประกอบการขนาดกลางและเล็กจำเป็นต้องใช้วิธีการก่อสร้างในรูปแบบเดิม ๆ ทำให้ไม่สามารถที่จะควบคุมต้นทุนหลักได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผลให้จำเป็นต้องลดขนาดอาคาร ที่ดิน หรือลดคุณภาพของวัสดุก่อสร้างอย่างอื่นลงไป อาทิ กระเบื้อง ประตู-หน้าต่าง สุขภัณฑ์ ระบบไฟฟ้า-ประปา เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย จึงจะทำให้ให้สามารถแข่งขันด้าน

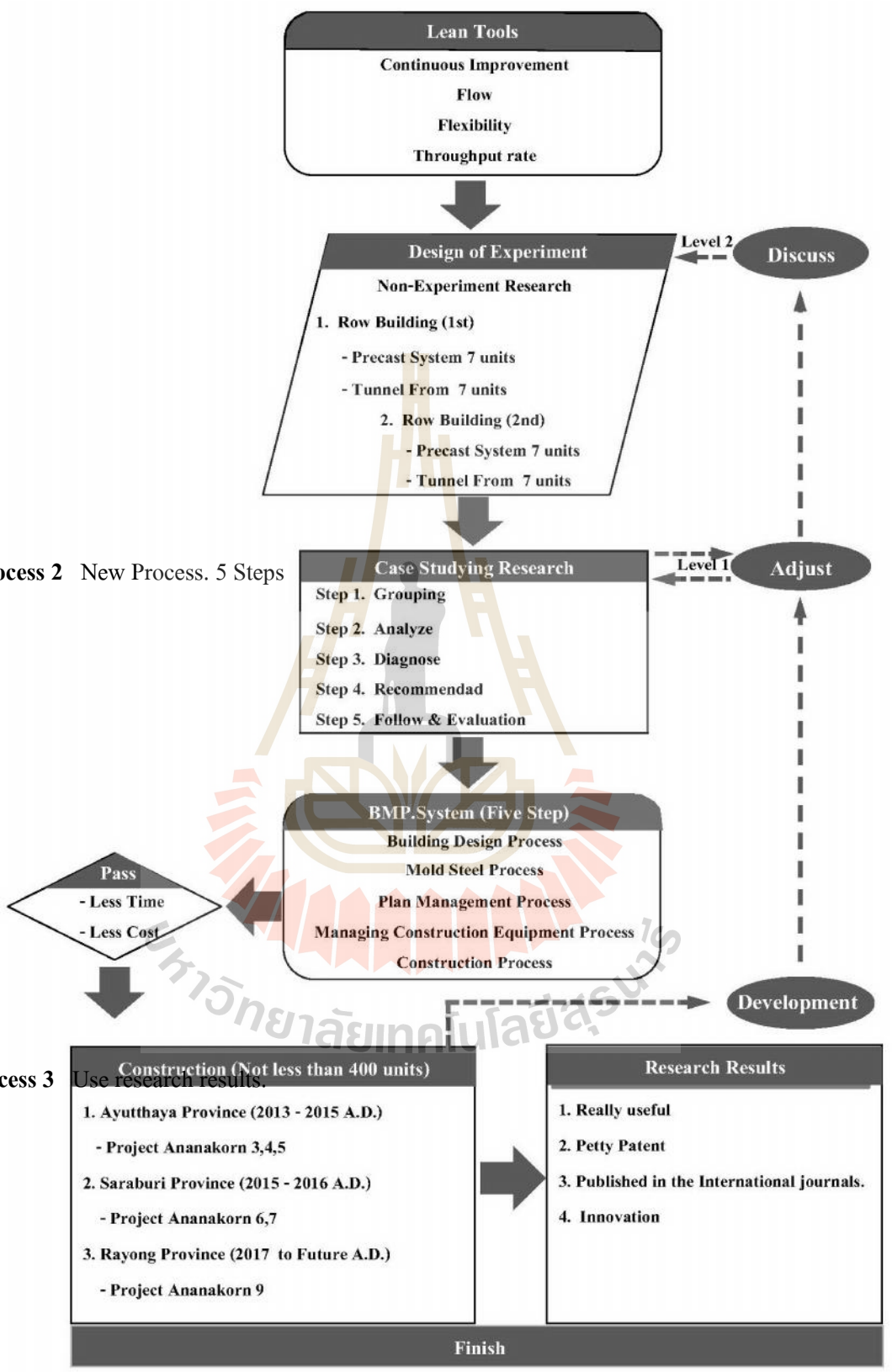
ราคากับผู้ประกอบการรายใหญ่ได้ และสุดท้ายก็ต้องเป็นผู้บริโภคที่ต้องรับสภาพไปแบบไม่ตั้งใจ เนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจในการคัดเลือกที่อยู่อาศัยนั่นเอง

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะขจัดปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยการหาวิธีการเพื่อขจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างและทำให้เกิดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นผลให้ต้นทุนการก่อสร้างลดลง โดยมีมูลค่าการลงทุนในขั้นต้นที่ทำให้ผู้ประกอบการทั้งขนาดกลางและขนาดเล็กสามารถดำเนินการได้ จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำไปใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแถวที่สูงไม่เกิน 2 ชั้น ได้เป็นอย่างดี

Process 1 Analyze the date and find out how to bring the Lean system in to the construction process.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Process 2 New Process. 5 Steps



Process 3 Use research results.

1.6 รายการอ้างอิง

Briose, X. (2015). Teaching Lean Construction : Pontifical Catholice University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. Science Direct, 9, 85-93.

Marhan, M. A., Jaapar, A., & Bari, N. A. A. (2012). ASIA Pacifice Intemational Conference of Enviromment-Behaviour Studies. Sciverse ScienceDirect. 12, 87-98.

ชูเพ็ญ วิบูลย์สันต์. (2547). การวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อน (จุดด้อย) โอกาส อุปสรรค (ความเสี่ยง) ขององค์กร (SWOT Anaysis).

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง. (2545). การออกแบบการวิจัย.

สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2553). พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และกฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรม
(Literary Review)

การพัฒนาระบบก่อสร้างอาคารในปัจจุบันได้เจริญก้าวหน้าต่อเนื่องทุกยุคทุกสมัย จากระบบก่ออิฐ ฉาบปูนที่เราทราบกันดีในอดีตสู่นวัตกรรมใหม่ที่เรียกว่า “บ้านระบบสำเร็จรูป” การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในต่างประเทศนั้นใช้กันมาเป็น 100 ปีแล้ว ขณะที่ประเทศไทยเพิ่งมีการใช้กันเมื่อ 10 กว่าปีนี้เอง “ระบบสำเร็จรูป” จึงถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารด้วยเหตุผลหลักคือ ลดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนในการก่อสร้าง ความรวดเร็วในการก่อสร้างและคุณภาพของงานที่ออกมามีมาตรฐาน ทดแทนความต้องการที่อยู่อาศัยอย่างเร่งรีบ รวมถึงการพัฒนาวิธีการก่อสร้างอาคารในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายเดียวกันนั่นคือ ต้นทุนที่ถูกที่สุด

ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปคือ โครงสร้างของอาคารจะประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น ฐานราก เสา คาน พื้น ผนัง เป็นต้น ชิ้นส่วนทั้งหมดนี้จะถูกผลิตจากโรงงานแล้วจึงขนส่งมาประกอบติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง ทั้งนี้ประโยชน์ของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบโครงสร้างสำเร็จรูปมีอยู่ 5 ประการ ได้แก่

ประการที่ 1 การควบคุมคุณภาพในการก่อสร้าง ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปสามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนโครงสร้างแต่ละชิ้นได้ดีกว่าการหล่อโครงสร้างในที่ เนื่องจากการทำงานส่วนใหญ่เป็นที่การผลิตในโรงงาน การเทคอนกรีตกระทำบนพื้นราบปฏิบัติงานได้ง่าย มีลักษณะงานที่ปฏิบัติซ้ำ ๆ เดิมทำให้ข้อผิดพลาดต่าง ๆ ลดลง มีการตรวจสอบคุณภาพในทุกขั้นตอนระหว่างการทำงาน และเมื่อนำชิ้นส่วนไปประกอบติดตั้ง ความละเอียดถูกต้องในงานติดตั้งจะถูกบังคับด้วยระยะและขนาดของชิ้นส่วนโดยอัตโนมัติ การผลิตและการติดตั้งที่ผิดพลาดจะส่งผลให้อาคารมีลักษณะผิดปกติสามารถสังเกตได้โดยง่ายส่งผลให้การทำงานยุ่งยากจนต้องแก้ไขงานติดตั้งที่ผ่านมาให้ถูกต้องเสียก่อนจึงจะดำเนินการก่อสร้างในส่วนอื่นต่อไปได้

ประการที่ 2 การลดจำนวนแรงงานในการปฏิบัติงาน การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปจะใช้แรงงานในการติดตั้งน้อยกว่าการหล่อโครงสร้างในที่ถึง 1 ใน 3 ทำให้ลดต้นทุนในการบริหารจัดการในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแรงงาน เช่น ที่พักอาศัยชั่วคราว ความสะดวกและสาธารณูปโภคสำหรับแรงงาน การควบคุมความปลอดภัยและปัญหาอาชญากรรม ต่าง ๆ ส่วน

แรงงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปนั้น จะถูกทดแทนด้วยเทคโนโลยีของเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิตที่ถูกพัฒนาขึ้นเป็นลำดับ

ประการที่ 3 การลดระยะเวลาในการก่อสร้าง การก่อสร้างระบบโครงสร้างสำเร็จรูปใช้เวลาในการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างหล่อในที่ การทำงานไม่ต้องรอเวลาการแข็งตัวของคอนกรีต ไม่ต้องมีการเข้าแบบและค้ำยัน สภาพภูมิอากาศระหว่างการทำงานเป็นอุปสรรคต่อการทำงานน้อย และหากการวางแผนมีความละเอียดคำนึงถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทำงานได้ครบถ้วน จะยิ่งทำให้ระยะเวลาในการก่อสร้างลดลงได้อีก

ประการที่ 4 การลดต้นทุนในการก่อสร้าง ถึงแม้ว่าราคาของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปจะมีราคาสูงกว่าโครงสร้างหล่อในที่ เนื่องมาจากต้นทุนการขนส่งและการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการทำการติดตั้ง แต่ด้วยจำนวนการผลิตที่ซ้ำกันมาก ๆ สามารถผลิตชิ้นส่วนซ้ำกันได้หลายรอบ ทำให้ค่าแบบสำหรับหล่อคอนกรีตลดลง อีกทั้งจำนวนแรงงานที่ใช้ในการทำงานก็ลดลงด้วย ทำให้ค่าใช้จ่ายในการดูแลแรงงานลดลง เศษวัสดุที่เหลือในการก่อสร้างลดลง และด้วยงานที่มีคุณภาพสูงขึ้นมีระยะเวลาในการก่อสร้างที่รวดเร็วทำให้ต้นทุนทางด้านการเงินลดลง มีโอกาสในการขยายงานเพิ่มมากขึ้น สิ่งเหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วระบบโครงสร้างสำเร็จรูป มีความคุ้มค่ามากกว่าการหล่อโครงสร้างในที่ และจะยิ่งมีความคุ้มค่ามากขึ้นหากแรงงานยังคง ขาดแคลนและมีอัตราจ้างที่สูงตามความเจริญเติบโตของประเทศในอนาคต

ประการที่ 5 การรักษาสิ่งแวดล้อม การวางแผนในการทำงานสำหรับการก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป ทำให้ลดความสูญเสียของวัสดุในการผลิต เช่น คอนกรีต ไม้แบบ และเหล็กเสริม จึงเป็นการประหยัดและใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่า การทำงานใช้แรงงานจำนวนน้อย ทำให้ลดการบริโภคทรัพยากรที่เกี่ยวกับแรงงาน ลดปริมาณขยะและของเสียที่จะเกิดขึ้น การวางแผนการขนส่งที่สามารถจัดส่งวัสดุเข้าสู่สายการผลิต และกระจายสู่สถานที่ก่อสร้างในปริมาณครั้งละมาก ๆ ลดความซ้ำซ้อนในการจัดส่ง ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงและพลังงานในการขนส่ง อีกทั้งการติดตั้งระบบโครงสร้างสำเร็จรูปที่เป็นระบบและมีระเบียบก่อให้เกิดมลภาวะทางด้านฝุ่นละอองที่ลดลงได้มาก

2.1 การก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในปัจจุบันมีด้วยกัน 2 แบบ คือระบบ Precast และ Prefabrication หรือ Prefab

ลำดับ	ข้อดี-ข้อเสีย
	ข้อดี
1.	ก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว
2.	ควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนได้อย่างดี เนื่องจากผลิตจากโรงงาน
3.	ลดงานฉาบผนังลงได้เกือบทั้งหมด เนื่องจากออกแบบเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งมีสภาพผิวที่พร้อมใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องตกแต่งเพิ่มเติม
4.	ควบคุมการสูญเสียของวัสดุได้ เนื่องจากชิ้นส่วนทั้งหมดผลิตจากโรงงาน
	ข้อเสีย
1.	อาคารที่จะก่อสร้างต้องมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกัน และต้องมีปริมาณการผลิตที่มาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

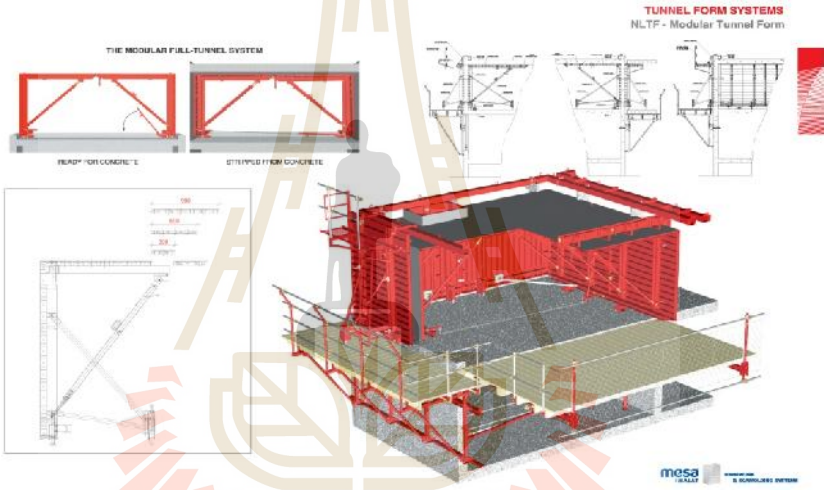
	เพียงพอ เนื่องจากมีต้นทุนจากแบบหล่อและการขนส่ง
2.	ต้องใช้ระยะเวลาในการเตรียมการผลิตพอสมควร เนื่องจากต้องออกแบบสำหรับอาคารเป็นการเฉพาะพร้อมจัดทำ Shop Drawing จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการผลิต
3.	หากการควบคุมการก่อสร้างไม่ดี จะมีปัญหารั่วซึมตามรอยต่อได้ง่าย โดยเฉพาะยิ่งใช้ชิ้นส่วนมากจะทำให้มีรอยต่อมากขึ้นไปด้วยโอกาสที่จะเกิดการรั่วซึมก็จะมีเพิ่มขึ้น
4.	เนื่องจากโครงสร้างทั้งหมดต้องขนส่งจากโรงงาน ดังนั้น ระยะทางจากโรงงานถึงสถานที่ก่อสร้างมีผลต่อค่าก่อสร้างอาคารเป็นอย่างมาก ปกติไม่ควรเกิน 100 กิโลเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บางรายมีระบบล็อคในตัว เป็นต้น โดยบ้านระบบสำเร็จรูปในเมืองไทยเกือบทั้งหมดยังเป็นแบบซ่อนรูปและยังไม่สามารถสร้างแบบสำเร็จรูปได้ทั้งอาคาร เนื่องรูปแบบอาคารยังมีบัว มีคิ้ว มีเชิงชาย ซึ่งไม่จำเป็นที่ต้องหล่อมาจากโรงงานทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างแพงขึ้นโดยใช่เหตุเมื่อเทียบกับอาคารผนังเรียบ ๆ

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างในระบบ Prefab

ลำดับ	ข้อดี-ข้อเสีย
	ข้อดี
1.	สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว
2.	สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนได้อย่างดี เนื่องจากผลิตจากโรงงาน
3.	สามารถลดการสูญเสียของวัสดุได้ เนื่องจากชิ้นส่วนทั้งหมดผลิตจากโรงงาน
	ข้อเสีย
1.	อาคารที่จะก่อสร้างต้องมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกัน และต้องมีปริมาณการผลิตที่มากเพียงพอ เนื่องจากมีต้นทุนจากแบบหล่อและการขนส่ง
2.	ต้องใช้ระยะเวลาในการเตรียมการผลิตพอสมควร เนื่องจากต้องออกแบบสำหรับอาคารเป็นการเฉพาะพร้อมจัดทำ Shop Drawing จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการผลิต
3.	เนื่องจากโครงสร้างทั้งหมดต้องขนส่งจากโรงงาน ดังนั้น ระยะทางจากโรงงานถึงสถานที่ก่อสร้างมีผลต่อค่าก่อสร้างอาคารเป็นอย่างมาก ปกติไม่ควรเกิน 100 กิโลเมตร
4.	เนื่องจากชิ้นส่วนต่าง ๆ ยังมีรูปร่างเป็นแบบเสาและคานอย่างชัดเจน ทำให้แต่ละ โรงงานมีสิทธิบัตรในเรื่องการออกแบบรอยต่อที่ไม่เหมือนกัน ทำให้ช่างมักประสบปัญหาในเรื่องการติดตั้งชิ้นส่วนเหล่านี้ และจะทำในสิ่งที่คุ้นเคยคือการเชื่อมเหล็กเสาหรือคานให้ต่อเนื่องกัน จากนั้นจึงใช้การ Grout ด้วยคอนกรีตทำให้โครงสร้างมีพฤติกรรมในการรับน้ำหนักผิดไปจากที่ออกแบบไว้ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดรอยร้าวในรอยต่อต่าง ๆ เป็นผลให้โครงสร้างขาดความมั่นคงแข็งแรง


TUNNEL FORM SYSTEMS
NLTF - Modular Tunnel Form
THE MODULAR FULL-TUNNEL SYSTEM
mesa

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างในระบบ Tunnel Form

ลำดับ	ข้อดี-ข้อเสีย
	ข้อดี
1.	สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากแบบหล่อถูกออกแบบมาให้สามารถติดตั้งและถอดออกได้ง่าย ต้องดำเนินการโดยผู้รับเหมาก่อสร้างอาคารที่มีความชำนาญเป็นการเฉพาะ เพื่อเตรียมแบบหล่อและเตรียมวิธีดำเนินการเพื่อก่อสร้าง
2.	อาคารมีความมั่นคงแข็งแรง และสามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้ดีกว่าระบบอื่น
3	ลดขั้นตอนในการก่อสร้างได้มาก ทำให้สามารถก่อสร้างอาคารได้รวดเร็วกว่าระบบอื่น
4..	สามารถลดการสูญเสียของวัสดุได้
5.	ระยะทางในการขนส่งวัสดุไม่เป็นอุปสรรคต่อต้นทุนการก่อสร้าง
	ข้อเสีย
1.	รูปแบบของห้องในแต่ละชั้นต้องมีลักษณะที่เหมือนกัน เนื่องจากใช้ผนังเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักเพื่อให้เกิดความสมดุล
2.	มีมูลค่าการลงทุนสูงในการสร้างแบบหล่อ ทำให้จำเป็นต้องก่อสร้างอาคารในลักษณะเหมือน ๆ กันเป็นจำนวนมาก ปกติจุดคุ้มทุนจะอยู่ที่ 100 ยูนิต/การลงทุนแบบหล่อ 1 ครั้ง
3.	ไม่สามารถเจาะทะลุผนังต่อเนื่องระหว่างห้องภายหลังได้
4.	การเสริมเหล็กในผนังที่มีความหนาน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณเหล็กที่จะต้องเสริมเพื่อรับแรง ทำให้การบังคับเหล็กให้อยู่ในตำแหน่งตามที่ต้องการกระทำได้ยาก หากจะแก้ปัญหาโดยใช้วิธีใส่ลูกปูน (รูปที่ 2.4) จำนวนมากก็จะทำให้ผนังเกิดเป็นโพรงหลังการเท แต่หากใส่ลูกปูนน้อยเหล็กเส้นที่เสริมในผนังถูกคอนกรีตผลักดันในระหว่างการเทจนไม่อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ เป็นผลให้ผนังดังกล่าวไม่สามารถรับแรงตามที่ออกแบบไว้ได้ ซึ่งเป็นอันตรายต่อโครงสร้างอย่างยิ่ง ระบบนี้จึงไม่เหมาะกับผู้ประกอบการที่ไม่มีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถอย่างแท้จริงมาเป็นผู้ควบคุมดูแลและดำเนินการก่อสร้างให้
5.	ความเรียบเนียนของผนังที่ไม่เหมือนกับผนังที่ผลิตด้วยระบบ Precast ที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน ผลิตด้วยเครื่องจักรควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ฉะนั้นจึงต้องฉาบแต่งผนังอีกครั้ง
6.	ไม่สามารถต่อเติมโครงสร้างต่าง ๆ ได้อีก
7.	เนื่องจากงานส่วนใหญ่ทำอยู่กลางแจ้ง โดยเฉพาะการเทคอนกรีต ดังนั้น อุปสรรคเรื่องฝนฟ้าอากาศอาจส่งผลต่อกระบวนการทำงานได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อย่างไรก็ดีแนวโน้มในธุรกิจก่อสร้างที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จำเป็นต้องพัฒนาไปใช้ระบบสำเร็จรูปกันมากขึ้น จากปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และที่สำคัญคือคุณภาพ ของแรงงานที่ในปัจจุบันจะมีฝีมือด้อยลงไปทุกที เนื่องจากไม่มีผู้สนใจที่จะฝึกฝนงานฝีมือด้านนี้กันแล้ว ดังนั้นผู้ประกอบการก็จะหันไปหาระบบที่มีการจัดการที่ดี เพราะเรื่องโครงสร้างถือเป็นเรื่องใหญ่ ผนังก่ออิฐร้าวสามารถซ่อมได้แต่โครงสร้างถือว่าพลาดไม่ได้ อย่างประเทศที่พัฒนาแล้วจะมีการนำระบบเข้ามาใช้งานกันทั้งนั้น ในระยะที่ผ่านมาเรายังมีแรงงานราคาถูกเราก็ยังสามารถใช้แรงงานได้ แต่โรงงานใช้เครื่องจักรมีการลงทุน เครน พวกเหล็กใหญ่ ๆ ก็จะต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ แต่พอค่าแรงงานแพงระบบชิ้นส่วนจากโรงงานก็จะถูกกว่า แต่จะถูกมากน้อยก็ขึ้นอยู่กับขนาดของโครงการ ตลาดก่อสร้างในอนาคตก็จะแข่งขันกันในเรื่องของเทคโนโลยีเป็นสำคัญ

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างในระบบ Modular

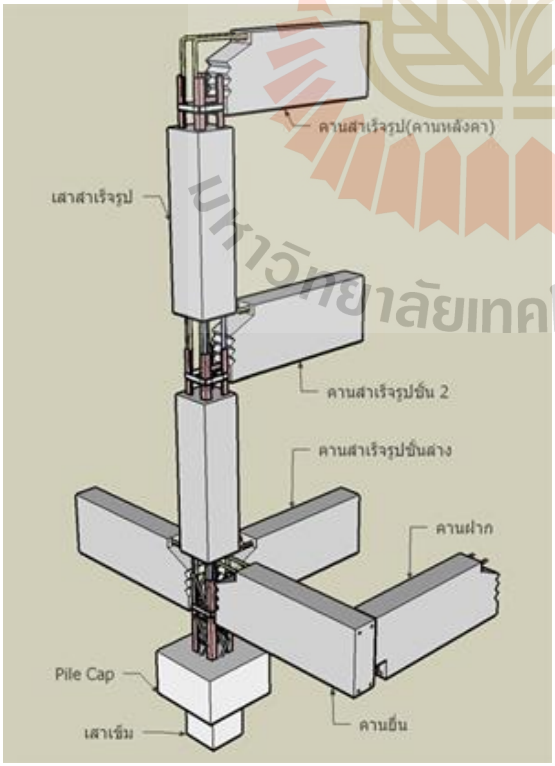
ลำดับ	ข้อดี-ข้อเสีย
	ข้อดี
1.	ไม่จำเป็นต้องผลิตที่ละมาก ๆ เนื่องจากโครงสร้างส่วนใหญ่ถูกออกแบบโดยใช้เหล็กรูปพรรณที่มีการผลิตตามมาตรฐานอยู่แล้ว
2.	สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ตามต้องการ
3.	สามารถลดการสูญเสียของวัสดุได้
4.	ใช้เวลาในการผลิตในแต่ละยูนิตอย่างรวดเร็ว
	ข้อเสีย
1.	ราคาต่อยูนิตค่อนข้างแพงเมื่อเทียบกับการก่อสร้างด้วยระบบอื่น
2.	ไม่ค่อยเป็นที่นิยมเพื่อการอยู่อาศัยอย่างถาวร มักสร้างขึ้นเพื่อเป็นร้านค้าหรือที่อยู่อาศัยเพื่อการสันทนาการ เท่านั้น

2.4 การก่อสร้างโครงสร้างสำเร็จรูปแบบผสมผสาน (Mix Construction System)

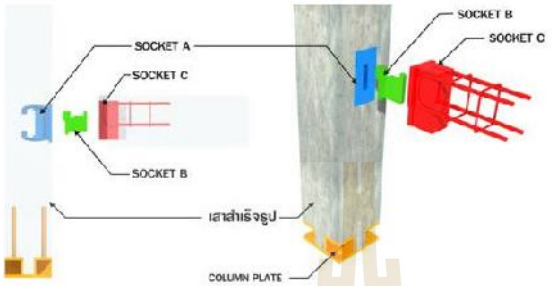
การที่ระบบสำเร็จรูปแต่ละระบบมีข้อดี-ข้อเสียที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ประกอบการทำการก่อสร้างอาคารโดยการใช้วิธีผสมผสานระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยพยายามใช้ข้อดีของแต่ละระบบเข้ามาใช้ในการก่อสร้างอาคาร อาจมีทั้งการก่อสร้างในระบบ Prefab รวมกับระบบ Precast (รูปที่ 2.5) หรือก่อสร้างระบบ Tunnel From รวมกับระบบ Precast (รูปที่ 2.6) เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดการของแต่ละผู้ประกอบการและความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในแต่ละพื้นที่ แต่ระบบดังกล่าวก็ยังมีข้อผิดพลาดที่ต้องนำไปพิจารณาแก้ไข ปรับปรุง ดังที่จะอธิบายเป็นลำดับต่อไป

ลำดับ	ข้อดี-ข้อเสีย
	ข้อดี
1.	ใช้แก้ปัญหาผลกระทบบางอย่างได้ อาทิ ระยะทางการขนส่งที่ไกลเกินไป หรือโรงงานไม่สามารถผลิตชิ้นส่วนป้อนให้กับหน่วยงานได้อย่างเพียงพอ เป็นต้น
2.	สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว
3.	สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนได้อย่างดี เนื่องจากผลิตจากโรงงาน
4.	สามารถลดการสูญเสียของวัสดุได้
	ข้อเสีย
1.	อาคารที่จะก่อสร้างต้องมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกัน และต้องมีปริมาณการผลิตที่มากเพียงพอ เนื่องจากมีต้นทุนจากแบบหล่อและการขนส่ง
2.	ต้องใช้ระยะเวลาในการเตรียมการผลิตพอสมควร เนื่องจากต้องออกแบบสำหรับอาคารเป็นการเฉพาะพร้อมจัดทำ Shop Drawing จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการผลิต
3.	หากใช้บุคลากรที่ไม่มีประสบการณ์และความชำนาญมาดำเนินการจะทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะทำให้อาคารเสียหายเพิ่มขึ้น

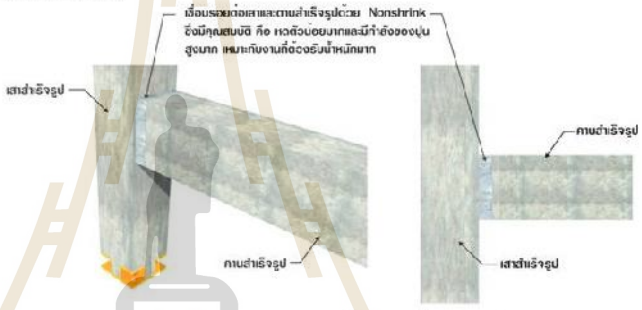
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.6 การประกอบโครงสร้างสำเร็จรูปประเภท เสา และคานที่หน้างานด้วยวิธีการเชื่อม ก่อนทำการเท Grout ด้วยคอนกรีต (SEACON home, 2559)



รูปเสาสำเร็จรูปและชุดประกอบ Socket A,B,C



แสดงลักษณะการเกราท์ปูนเสาและคานด้วย Nonshrink

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทำงานเท่า ๆ กับการเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ทางผู้ควบคุมงานและเจ้าของโครงการยังขาดความเข้าใจในการทำงาน แผนงานส่วนใหญ่จึงเร่งงานเพื่อที่จะผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างเข้าไปยังสถานที่ก่อสร้างให้เร็วที่สุด จนไม่ให้ความสำคัญกับเวลาการออกแบบ ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือเกิดความผิดพลาดจากการออกแบบจนต้องเข้าไปแก้ไขในระหว่างการก่อสร้างตลอดเวลา การแก้ไขหน้างานทำได้ช้าและได้ผลงานที่ไม่ดี ในบางครั้งไม่สามารถแก้ไขหน้างานได้จำเป็นต้องส่งชิ้นส่วนกลับมาแก้ไขในโรงงาน ทำให้แผนงานสะดุดและล่าช้า เกิดข้อขัดแย้งระหว่างผู้ร่วมงานในการทำงาน ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายควรมีการปรับทัศนคติและวิธีการทำงาน เมื่อต้องเลือกใช้การก่อสร้างในระบบดังกล่าว

2.7 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบลีน (Lean System)

ลีน (Lean) เปรียบเสมือนเครื่องมือเพื่อสร้างความเป็นเลิศของกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต โดยมีเป้าหมายในเรื่องของการจัดการกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น กล่าวคือจะต้องทำอย่างไรเพื่อให้กระบวนการผลิตทั้งหมดปราศจากความสูญเสียที่เกิดขึ้นแต่ยังไม่สามารถที่จะขจัดออกไปได้ ซึ่งถ้าหากทำสำเร็จจะทำให้องค์กรมีประสิทธิภาพเหนือกว่าคู่แข่งขันรายอื่น ๆ ที่อยู่ในระดับเดียวกัน

ลีน (Lean) เป็นการพัฒนาแบบองค์รวม (Holistic & Sustainable Approach) ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรทุกสิ่งทุกอย่างให้น้อยลง แต่ได้ผลผลิตที่ดีกว่า หรือจะพูดอีกนัยหนึ่งว่าลีน คือการเปลี่ยนความสูญเปล่า (waste) ไปสู่ ความมีคุณค่า (value) **ทำให้เกิดปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างไม่รู้จบไปตามเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ** ในที่นี้ลีน (Lean) ไม่ใช่เรื่องของการทำงานให้หนักขึ้นหรือเร็วขึ้น แต่เป็นการค้นหาความสูญเปล่าที่มีอยู่ระหว่างการผลิต และเปลี่ยนให้เป็นคุณค่าที่ต้องการ

ลีน (Lean) ไม่มีทฤษฎีที่ตายตัว แต่เป็นการผสมผสานระหว่างแนวคิด กิจกรรม และวิธีการที่จะช่วยผลักดันให้วัฒนธรรมขององค์กรเป็นไปในทิศทางที่เหมาะสม ผ่านการพัฒนาผ่านจิตใต้สำนึกที่ดี จนทำให้เกิดแนวคิดที่ถูกต้องในการทำงานแก่บุคคลากรในองค์กรทุกระดับ

2.7.1 วิวัฒนาการของลีน (Evolution of Lean)

การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) เกิดจากการปฏิวัติระบบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์ จากเดิมระบบการผลิตจะมีลักษณะที่เรียกว่า Craft Production ซึ่งจะเป็นลักษณะการผลิตแบบที่ต้องอาศัยความชำนาญเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ต้องอาศัยฝีมือและทักษะซึ่งทำให้ผลิตสินค้าได้ทีละน้อย ทำให้แต่ละชิ้นงานมีค่าใช้จ่ายสูง

ต่อมาได้มีชาวอเมริกันชื่อนายเฮนรี่ ฟอร์ด ได้ทำการผลิตรถยนต์ขึ้นโดยใช้รูปแบบของการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) ซึ่งประยุกต์มาจากวิธีการทำงาน (Time and Motion) และการใช้ชิ้นส่วนทดแทน (Interchangeable Parts) โดยในปี ค.ศ. 1926 เขาได้เขียนหนังสือเรื่อง "Today and Tomorrow" เพื่ออธิบายเกี่ยวกับลักษณะการผลิตแบบนี้ว่ามีข้อดี ข้อเสียอย่างไร ต่อจากนั้นนายทาอิชิ โอโนะ วิศวกรของบริษัทโตโยต้าที่ทำการผลิตรถยนต์ในประเทศญี่ปุ่นได้ทำการศึกษาเพิ่มเติม จากนั้นจึงได้เปลี่ยนแปลงให้เป็นรูปแบบการผลิตแบบดึง (Pull) โดยใช้วิธีการจัดการระบบของร้านค้าปลีก (Supermarket System) ที่ไม่สามารถวางแผนการขายเป็นจำนวนแน่นอนได้ในแต่ละวันเนื่องจากลูกค้ามีความต้องการที่แตกต่างกัน โดยได้เรียกวิธีการที่คิดค้นขึ้นมาใหม่นี้ว่า **“ระบบการผลิตแบบโตโยต้า”** (Toyota Production System: TPS)

จากนั้น นายจอห์น คราฟฟิค ชาวอเมริกันซึ่งเป็นนักวิจัยอยู่บริษัท New United Motor Manufacturing Inc. (NUMMI) เห็นว่าสิ่งที่บริษัทโตโยต้าทำอยู่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดี จึงนำระบบดังกล่าวมาเขียนเป็นปรัชญาในการผลิตโดยเป็น ผู้เสนอคำว่า “ลีน” (Lean) เป็นคนแรก จนได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสาร "Sloan Management Review เมื่อปี ค.ศ.1988 " จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1990 นายจิม วอแมค ซึ่งมีความสนใจเกี่ยวกับการสั่งซื้ออย่างประหยัดและเห็นว่าประเทศญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในเรื่องการกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ในระบบการผลิตเป็นอย่างมาก จึงได้ทำการศึกษารายละเอียดและจัดทำองค์ความรู้เพิ่มเติมจนประสบความสำเร็จในการหาวิธีกำจัดความสูญเปล่า (Waste) นี้ พร้อมทั้งยังช่วยสร้างคุณค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิมอีกด้วย

วิวัฒนาการของระบบการผลิตสินค้าที่เริ่มจากการผลิตแบบงานฝีมือมาเป็นผลิตแบบจำนวนมาก จนกระทั่งในปัจจุบันได้พัฒนาเข้าสู่ระบบการผลิตแบบลีน (Marhan, Jaapar, & Bari, 2012) ได้นั้นเกิดจากความแปรปรวนของปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามตารางที่ 2.6 ดังนี้

ตารางที่ 2.6 วิวัฒนาการเข้าสู่ระบบการผลิตแบบลีน

ลักษณะ	การผลิตแบบงานฝีมือ	การผลิตแบบจำนวนมาก	การผลิตในปัจจุบัน
1. ผลิตภัณฑ์	- มีความหลากหลาย - ตามความต้องการของลูกค้า	- ผลิตแบบเดียวกันทั้งหมด	- มีความหลากหลาย - ตรงตามความต้องการของลูกค้า
2. การควบคุมการผลิต	- ผลิตตามสั่ง	- ผลิตตามการพยากรณ์	- ผลิตตามความต้องการของลูกค้า
3. ความต้องการของลูกค้า	- มีสินค่าเพียงพอแต่ต้นทุนสูง	- มีสินค้าเพียงพอ แต่ต้องผลิตเกินเพื่อเผื่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นหรือใช้ชดเชยความสูญเสีย	- ผลิตตามความต้องการของลูกค้า - สินค้ามีคุณภาพสูง - ไม่มีต้นทุนในการเก็บ

จะเห็นได้ว่าการพัฒนาจากการผลิตแบบดั้งเดิม ไม่เหมาะสมกับการผลิตในยุคปัจจุบันที่เป็นการผลิตแบบจำนวนมากได้ การลดความสูญเปล่า (Waste) ในกระบวนการผลิตจะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยมีโครงสร้างภายใต้การให้อำนาจแก่บุคลากร ในยุคปัจจุบันการผลิตแบบลีน จึงเหมาะสมตรงกับความต้องการของลูกค้าและทำให้องค์กรมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.7.2 หลัก 5 ประการ ของลีน (Five Leans Principles Mean) (Shah & Ward, 2003)

แนวคิดในการผลิตสินค้าแบบลีนนี้ นอกจากจะมุ่งเน้นเพื่อกำจัดความสูญเปล่าที่มีอยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ยังมีการนำหลัก 5 ประการ (ตารางที่ 2.7) มาใช้เพื่อที่จะอธิบายให้เข้าใจถึงวิธีดำเนินการอย่างละเอียดอีกด้วย

ตารางที่ 2.7 หลัก 5 ประการ ของลีน

ลำดับ	รายการ	ความหมาย
ประการที่ 1	การนิยามคุณค่า (Value Definition)	มุมมองของพนักงานต่อองค์กร
ประการที่ 2	การวิเคราะห์การไหลของคุณค่า (Value Stream Analysis)	การบริหารจัดการ
ประการที่ 3	การไหล (Flow)	ขั้นตอนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ
ประการที่ 4	การดึง/เวลาพอดี (Pull/JIT)	ส่งมอบทันเวลาที่กำหนด
ประการที่ 5	ความสมบูรณ์แบบ (Perfection)	มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ประการที่ 1 การนิยามคุณค่า (Value Definition) การจัดการกับความสูญเปล่า (Waste) นั้นต้องใช้เวลาและความพยายามอย่างยิ่งในการกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ให้ออกจากกระบวนการ ดังนั้นจึงถือได้ว่ากระบวนการสร้างคุณค่าจึงมีความสำคัญ ความสูญเสียเป็นกระบวนการผลิตที่ลูกค้าไม่ต้องการ องค์กรที่ใช้การผลิตแบบลีนจะดำเนินการด้วยวิธีใด ๆ ก็ได้ เพื่อกำหนดคุณค่าของผลิตภัณฑ์ และใช้ความสามารถของผลิตภัณฑ์ในการเสนอขายให้กับลูกค้าองค์กรที่ใช้การผลิตแบบลีนจะทำความเข้าใจ และถามลูกค้าก่อนเสมอว่ามีความต้องการอะไรแล้วจึงจะปรับปรุงผลิตภัณฑ์ จากนั้นจะนำความต้องการของลูกค้าไปสู่บริหารองค์กรและพนักงานเพื่อให้บรรลุตามแผนการผลิต

ประการที่ 2 การวิเคราะห์คุณค่าของการไหล (Value Stream Analysis) คุณค่าของกระบวนการผลิตจะเป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่า ซึ่งการวิเคราะห์เริ่มต้นด้วยแผนภาพของกระบวนการที่กำหนดขั้นตอนการผลิตในแต่ละขั้นตอน มักจะมีคำถามว่าจะสร้าง

คุณค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ได้ตามความคิดของลูกค้าหรือไม่ ซึ่งความต้องการนี้จะเป็นขั้นตอนที่มีผลต่อการเพิ่มคุณภาพของสินค้าโดยทั่วไปจะเกี่ยวกับการเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นสินค้า

ต่อจากนั้นองค์กรจะทำการค้นหาความสูญเปล่าและกำจัดสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการเพิ่มคุณค่า สามารถสร้าง Value Stream Mapping (VSM) โดยกำหนดให้ Value Stream ซึ่งคือกิจกรรมหรืองานทั้งหมด (สิ่งก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มและไมมีคุณค่า) ที่ทำให้เกิดสินค้า ดังนั้น VSM ก็คือการเขียนแผนภาพแสดงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลสารสนเทศในการผลิตของกระบวนการต่าง ๆ

ประการที่ 3 การไหล (Flow) ในองค์กรต่างๆ ก็ต้องการความสนับสนุนโดยเฉพาะเรื่องการไหลของสินค้าให้เป็นไปด้วยความรวดเร็ว กระทำได้โดยการกำจัดอุปสรรคและระยะทางระหว่างแผนกที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน มีผลต่อผังการทำงานของบุคลากรและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง ทำให้กระบวนการผลิตเปลี่ยนแปลงไปด้วย การไหลแบบต่อเนื่องทำให้การผลิตมีช่วงเวลาน้อยลงทำให้สามารถวางแผนการผลิตแบบทำสินค้าตามคำสั่งซื้อ (Make to Order) แทนการผลิตแบบทำสินค้าคงคลัง (Make to Stock) และการควบคุมระดับการผลิตโดยทำให้ปริมาณการผลิตกับปริมาณความต้องการของลูกค้าใกล้เคียงกันจะเป็นการป้องกันความสูญเปล่า (Waste) ในการผลิตนอกจากนี้การไหลแบบต่อเนื่องจะทำให้ไม่เกิดการรอคอยวัสดุคงคลัง ทำให้สามารถสลับสับเปลี่ยนในสายการผลิตได้ง่ายเกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการผลิต

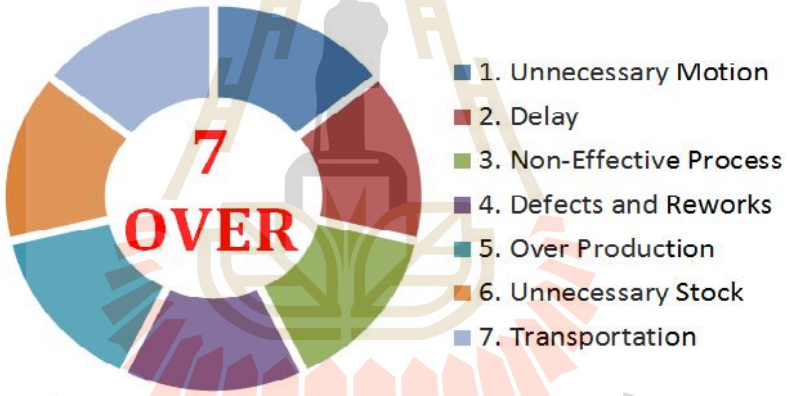
ประการที่ 4 การดึง/ทันเวลาพอดี (Pull) ในแนวคิดการผลิตแบบลีน สินค้าคงคลังหรือวัสดุคงคลังจะถูกคิดให้เป็นเรื่องของการสูญเปล่า (Waste) ฉะนั้นการผลิตสินค้าใด ๆ ก็ตามที่ขายไม่ได้ถือว่าเป็นความสูญเปล่าทั้งสิ้น สิ่งสำคัญต้องทราบความต้องการของลูกค้าที่แท้จริงแล้วใช้การดึงสินค้าเข้าสู่ระบบโดยใช้หลักการปรับปรุงปริมาณที่ต้องมีเพียงพอในช่วงที่ต้องการ วัตถุประสงค์ของการผลิตแบบทันเวลาพอดี คือ **การสร้างความสมดุลและความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตกับความต้องการเพื่อกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ที่เกิดขึ้น** แต่ในการปฏิบัติความต้องการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจึงต้องนำ ช่วงเวลา (Tact Time) มาเป็นเครื่องมือในการจัดสมดุลของการไหล ซึ่งมีความสำคัญทำให้การกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ที่เกิดในขั้นตอนโดยการย้ายวัสดุคงคลังเหล่านั้นหมดไป

ประการที่ 5 ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) นอกจากการทำงานที่มีประสิทธิภาพสามารถลดในเรื่องของการใช้เวลา ลดพื้นที่ ลดต้นทุนและลดความผิดพลาดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการจัดการยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่การผลิตแบบลีนมุ่งเน้น ได้แก่ การบรรลุถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ การวางกิจกรรมในกระบวนการผลิตที่เป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าในสายตาลูกค้า การวางโครงสร้างระบบการไหลอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งระบบคงคลังเป็นศูนย์การผลิตทันเวลาพอดี

การเกิดของเสียต้องเป็นศูนย์ จึงจะถือว่าเป็นความสมบูรณ์แบบในการเพิ่มคุณค่ามากที่สุด ทำให้มีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

2.7.3 ความสูญเปล่า 7 ประเภท (Seven Waste or Seven MUDA)

การปรับปรุงกระบวนการที่มีอยู่เดิม (Tradition Process Improvement) โดยมิได้มองไปที่คุณค่า ก็คือการลดขั้นตอนปฏิบัติการ (Operation) ทั้งนี้ก็เพื่อลดกิจกรรมที่ไม่สร้างประโยชน์ ใด ๆ แต่ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นคือกิจกรรมที่สร้างคุณค่าบางอย่างก็ต้องลดลงไปด้วยเช่นกัน แต่แนวคิดแบบลีนที่พยายามสร้างมุมมองสะท้อนให้เห็นถึงกิจกรรมทั้งหมดตลอดกระบวนการ และจำแนกให้เห็นถึงกิจกรรมที่มีคุณค่าและกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าก่อน จากนั้นจึงค่อย ๆ กำจัดมันออกไปให้เหลือน้อยที่สุดแนวคิดแบบลีนได้จำแนกสิ่งที่ไร้ค่าหรือความสูญเปล่า (ภาษาญี่ปุ่นเรียก Muda) แบ่งออกเป็น 7 ประเภท (รูปที่ 2.12) ดังนี้



รูปที่ 2.11 ความสูญเปล่าในระบบลีน

ประเภทที่ 1 การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion) โดยมากมักจะเป็นมีสาเหตุมาจากเส้นทางการไหลของงานที่มีอุปสรรคมาก ผังโรงงานที่ไม่ดี มีการดูแลรักษาสถานที่ทำงานและวิธีการทำงานที่ไม่ถูกต้อง

ประเภทที่ 2 การรอคอย (Delay) ไม่ว่าจะเป็นการรอคอยวัตถุดิบ ข้อมูลข่าวสารอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ในระบบของลีน นั้นต้องการที่จะจัดหาและรองรับการผลิตหรือการบริการแบบทันเวลาพอดี (Just-in-time) ไม่มาเร็วกว่า หรือช้ากว่าเวลาที่กำหนด

ประเภทที่ 3 กระบวนการที่ทำแล้วไม่เกิดคุณค่า (Non-Effective Process) งานที่ทำเสร็จแล้วแต่ต้องถูกนำกลับมาทำใหม่ (Reworking) สินค้าหรือบริการใด ๆ ก็ตามที่ไม่สำเร็จถูกต้องภายในครั้งเดียว เป็นต้น

ประเภทที่ 4 การผลิตของเสียและการแก้ไขงานเสีย (Defects and Reworks) ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทำให้เกิดความสูญเสีย บุคลากรที่ผลิตงานครั้งแรกไม่ผ่าน ต้องทำงานชิ้นเดิมใหม่อีกครั้ง

ประเภทที่ 5 การผลิตที่มากเกินความจำเป็น (Over Production) การผลิตที่มากเกินไป งานระหว่างกระบวนการ (Work-In-Process)สินค้าคงคลัง เป็นต้น ทรัพยากร แรงงานและวัตถุดิบถูกใช้ไปโดยไม่ได้สนองตอบต่อความต้องการที่เกิดขึ้นจริงมิใช่การคาดการณ์

ประเภทที่ 6 สินค้าคงคลังที่มากเกินไป (Unnecessary Stock) มีการเก็บสินค้าที่ไม่อยู่ในความต้องการไว้เกินความจำเป็น ประกอบไปด้วยวัตถุดิบ งานระหว่างกระบวนการ และสินค้าที่รอส่งลูกค้า เป็นต้น

ประเภทที่ 7 การขนส่ง (Transportation) การทดแทนวัตถุดิบที่ถูกส่งจากผู้จัดหาไปสู่บริเวณรับสินค้า ผ่านกระบวนการผลิตเคลื่อนย้ายสู่ที่จัดเก็บเก็บสินค้า รวมถึงการขนส่งชิ้นส่วนในสายการผลิต ระบบลีนมีความต้องการที่จะให้วัตถุดิบผ่านโดยตรงจากผู้จัดหาไปสู่สายการผลิตที่จะใช้โดยทันที

2.7.4 เครื่องมือของลีน (Lean Tools)

สำหรับเครื่องมือที่จะนำมาใช้เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงนั้น จะประกอบไปด้วยชุดเครื่องมือหลัก 4 อย่าง ได้แก่ ชุดเครื่องมือปรับปรุงใช้ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ชุดเครื่องมือใช้ปรับปรุงอัตราการไหล ชุดเครื่องมือช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ และชุดเครื่องมือใช้ลดเวลาในการทำงาน ที่มงานจึงต้องเลือกชุดเครื่องมือที่ถูกต้อง เหมาะสมกับการพัฒนาและปรับปรุงองค์กรของตนเอง จึงจะทำให้ประสบผลสำเร็จในการปรับปรุงสินค้าหรือพัฒนาประสิทธิภาพขององค์กร ในระยะเริ่มแรกอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นบ้าง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องบูรณาการและปรับเปลี่ยนชุดเครื่องมือให้เหมาะสม โดยวัดจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและมีการสูญเสียที่ลดลง สำหรับชุดเครื่องมือดังกล่าว มีรายละเอียดตามตารางที่ 2.8, 2.9, 2.10 และ 2.11 ดังนี้

ชุดที่ 1 <u>เครื่องมือเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement)</u>

การปรับปรุงไปเรื่อยๆจนเกิดเป็นแนวคิดที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมุ่งเน้นที่การมีส่วนร่วมของบุคลากรร่วมกันแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานและทำสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

หลักสำคัญอยู่ที่การใช้ความรู้ความสามารถของบุคลากรมาคิดปรับปรุงวิธีการงานจะทำให้เกิดการปรับปรุงแบบค่อยเป็นค่อยไปแต่จะเกิดการพัฒนาเพิ่มพูนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการลงทุนเพียงเล็กน้อย ตรงข้ามกับแนวคิดนวัตกรรม (Innovation) ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ได้นั้นจะต้องใช้เทคโนโลยีชั้นสูง และเงินลงทุนมหาศาล ดังนั้นไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะเศรษฐกิจแบบใด องค์กรก็สามารถใช้วิธีนี้เพื่อปรับปรุงรูปแบบการทำงานได้

ตารางที่ 2.8 เครื่องมือเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ลำดับ	รายการ
1.1	การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)
1.2	การวิเคราะห์หาสาเหตุ (Root Cause Analysis)
1.3	การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control)
1.4	การแก้ไขปัญหาจากกลุ่มบุคคล (Team Based Problem Solving)

ลำดับที่ 1.1 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) (วรรณ์ดี แสงประทีปทอง, 2545) เป็นการใช้เครื่องมือทางสถิติในการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงาน

ลำดับที่ 1.2 การวิเคราะห์รากสาเหตุ (Root Cause Analysis) เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาเบื้องต้นคือการย้อนกลับขึ้นไปหาถึงสาเหตุของปัญหา โดยพยายามเจาะลึกถึงสาเหตุของปัญหาให้ได้

ลำดับที่ 1.3 การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control) เป็นการควบคุมกระบวนการโดยการหาค่าเฉลี่ยของการตัวแปรในกระบวนการ กำหนดตัวควบคุมเขตจำกัดบนและล่าง ตรวจสอบตัวแปรและควบคุมกระบวนการให้อยู่ในขอบเขตที่วางไว้

ลำดับที่ 1.4 การแก้ไขปัญหาจากกลุ่มบุคล (Team Based Problem Solving) คือ การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยจัดให้มีการประชุมทีมงานที่เกี่ยวของเพื่อร่วมกันค้นหาทางแก้ไขปัญหา ให้เป็นประจำตามวงรอบ

ชุดที่ 2 <u>เครื่องมือใช้ปรับปรุงอัตราการไหล (Flow)</u>

สำหรับเครื่องมือชุดนี้ใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อนำไปสู่ความต้องการที่ชัดเจน อาทิ ต้องการที่จะลดระยะเวลาในการก่อสร้างและต้นทุนให้ต่ำลงกว่าเดิม เป็นต้น เครื่องมือชุดนี้จะทำการวิเคราะห์อัตราการไหลในเรื่องที่ต้องการ อาทิ ต้องการการผลิตสินค้าให้เป็นไปแบบต่อเนื่อง

เป็นต้น โดยมีเทคนิคในการตั้งคำถามเบื้องต้น (What, Who, How, Why) จากนั้นจึงจะนำคำถามที่ได้มาวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 2.9 เครื่องมือปรับปรุงอัตราการไหล

ลำดับ	รายการ
2.1	คัมบัง (Kanban) หรือ Pull Production Scheduling
2.2	การไหลทีละชิ้น (One Piece Flow)
2.3	5ส หรือ Kaizen Five
2.4	งานมาตรฐาน (Standard Work)
2.5	แบบแสดงวิธีปฏิบัติงาน (Method Sheet)
2.6	การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)
2.7	การบำรุงรักษาแบบทวีผลให้ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance)
2.8	การบำรุงรักษาอย่างน่าเชื่อถือ (Reliability Centered Maintenance)
2.9	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)
2.10	การบำรุงรักษาโดยการพยากรณ์ (Predictive Maintenance)
2.11	Visual display

ลำดับที่ 2.1 คัมบัง (Kanban) หรือ Pull Production Scheduling เป็นภาษาญี่ปุ่น หมายถึง สัญญาณ (Signal) เป็นหนึ่งในเครื่องมือพื้นฐานของระบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time) เป็นสัญญาณการเติมเต็มสำหรับการผลิตและ ให้คงวัสดุไว้อย่างเป็นลำดับตลอดของการไหล(Flow) วัตถุดิบทั้งกระบวนการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบคัมบังเป็นกุญแจของความสำเร็จของระบบการผลิตแบบลีน ด้วยการใช้สัญญาณง่าย ๆ ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเป็นการวัดความต้องการและลำดับก่อนหลังของลูกค้าในการผลิตระบบดึง (Pull System) คัมบังมักอยู่ในลักษณะของบัตร(Card), ลูกบอล, รถเข็น หรือ ตู้คอนเทนเนอร์ (Container) แต่ส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะของบัตรที่มีรายละเอียดข้อมูลจำเพาะ เช่น ชื่อของชิ้นส่วน, รายละเอียดอธิบายลักษณะ, ปริมาณ เป็นต้น คัมบังสามารถใช้ได้ทั้งในการไหลของวัสดุ ข้อมูลในโรงงาน หรือ การไหลของโครงการ(Project Flow)ในสำนักงาน และการไหลของวัตถุดิบระหว่างผู้ผลิตและลูกค้า

ข้อดีของคัมบัง ได้แก่ การลดสินค้าคงคลัง สามารถพยากรณ์การไหลของวัสดุได้สร้างตารางเวลาได้อย่างง่าย สร้างระบบดึงด้วยสายตา (Visual pull system) ที่ตำแหน่งการผลิต

ลำดับที่ 2.2 การไหลทีละชิ้น (One Piece Flow) คือการผลิต ตรวจสอบและส่งมอบทีละชิ้น โดยมีหลักการที่ต้องกำหนดรอบเวลา (Cycle Time) ให้ตรงกับความกับความต้องการสินค้าของตลาด การบริการก็เช่นกัน จะต้องให้ระยะเวลาการให้บริการแก่ลูกค้าทันกับปริมาณของลูกค้า

ลำดับที่ 2.3 5 ส. หรือ Kaizen Five เป็นวิธีปฏิบัติในการดูแลรักษาพื้นที่ปฏิบัติการของลีน ควรทำความสะอาด คำนวณการใช้และจัดสร้างระบบของพื้นที่การทำงาน (Work place) มุ่งเน้นไปที่การแสดงให้เห็นถึงความโปร่งใส การจัดการองค์กร และการสร้างให้เป็นมาตรฐาน ดำรงไว้ซึ่งระเบียบปฏิบัติที่จำเป็นของการทำงานที่ดี ประกอบไปด้วย

ส.1 สะสาง แยกสิ่งของที่ต้องการและไม่ต้องการออกจากกัน และกำจัดสิ่งของที่ไม่ต้องการ นั้นออกไปจากสถานที่นั้น ๆ

ส.2 สะดวก จัดสิ่งของที่จำเป็นให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้อย่างง่าย และมีประสิทธิภาพ

ส.3 สะอาด จัดสถานที่ทำงานให้ปราศจากสิ่งสกปรก

ส.4 สุขลักษณะ ดำรงไว้ซึ่งสภาพของสะสาง สะดวก สะอาด อยู่ตลอดเวลา

ส.5 สร้างเสริมลักษณะนิสัย ปลูกฝังสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ในนิสัย ประพฤติอย่างถูกต้องตามกฎระเบียบวินัย

ผลดีที่ได้จากการทำ 5 ส. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน สะท้อนออกมาในมิติของการลดเวลาการทำงานที่ลดลง, ลดอุบัติเหตุ, ลดเวลากิจกรรมที่ไม่จำเป็น แต่เพิ่มกิจกรรมที่สร้างคุณค่าให้กับบุคลากรให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาการทำงานมากขึ้น

ลำดับที่ 2.4 งานมาตรฐาน (Standard Work) งานจะเกิดประสิทธิผลมากที่สุดเกิดจากการทำงานประสานกันของ คน, วัสดุ และเครื่องจักร โดยการสร้างกระบวนการซ้ำ ๆ ให้คำจำกัดความของขั้นตอน เวลาและการจัดระเบียบแบบแผนของการปฏิบัติงาน เพื่อได้ผลตามที่ต้องการในราคาที่ต่ำและรับประกันคุณภาพที่สูง ประโยชน์ที่ได้รับจาก งานมาตรฐาน(Standard Work) ก็คือ สร้างผังโรงงานที่มีพื้นที่ไร้ประโยชน์น้อยที่สุด จำแนกความต้องการของงานในกระบวนการ (Work-in-process) ที่น้อยที่สุดได้ เข้าใจแล้วนำเวลา (Lead Time) ที่มีผลกระทบต่อความต้องการของงานในกระบวนการ มาคำนวณความต้องการของบุคลากรที่ต้องการต่อความต้องการที่หลากหลายได้

ลำดับที่ 2.5 แบบแสดงวิธีปฏิบัติงาน (Method Sheets) แสดงภาพการวิธีปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานของงานนั้น ๆ รวมถึงการอธิบายวิธีการทำงานตามขั้นตอนที่ถูกต้องเพื่อควบคุมการปฏิบัติงานให้สำเร็จอยู่เสมอ

ลำดับที่ 2.6 การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)**" เป็นกุญแจในทฤษฎีของการผลิตแบบลีน"** เป็นการมุ่งเน้นที่สร้างสถานที่ปฏิบัติงาน ให้มีสัญลักษณ์ เครื่องหมาย สัญญาณสีต่าง ๆ ที่แตกต่างกันเท่าที่กระบวนการจะสามารถแสดงได้ ในช่วงเวลาสั้น ๆ ให้รู้ว่าสิ่งใดกำลังเกิดขึ้น

สามารถเข้าใจได้ได้ในกระบวนการ และรู้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ถูกต้องหรือสิ่งใดไม่ควรอยู่ในสถานที่ปฏิบัติการ การใช้ข้อมูลร่วมกันด้วยอุปกรณ์เสมือน (Visual tool) จะช่วยดำเนินงานให้ราบรื่นและปลอดภัย

ลำดับที่ 2.7 การบำรุงรักษาแบบทวีผลให้ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance :TPM) คือ ระบบการบำรุงรักษาที่จะทำให้เครื่องจักรเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยพนักงานทุกคนที่เป็นผู้ใช้เครื่องจักร หรืออุปกรณ์เหล่านั้นมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งานอยู่เสมอด้วยตนเอง เช่นการตรวจสอบเครื่องจักรเป็นประจำทุกวัน การดูแลรักษาตามคู่มือการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ การเปลี่ยนอะไหล่ตามอายุการใช้งาน หมั่นตรวจสอบและสังเกตสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์

เป้าหมายสูงสุดของ TPM ก็คือ ความเสียหายของอุปกรณ์เครื่องมือจะต้องเป็นศูนย์ (Zero Break Down) ความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือจะต้องเป็นศูนย์ (Zero Defect) และ อุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้งานเครื่องมือเท่ากับศูนย์ (Zero Accident)

ลำดับที่ 2.8 การบำรุงรักษาอย่างน่าเชื่อถือ (Reliability Centered Maintenance) เป็นการซ่อมบำรุงต้องมีการทำ ข้อมูลความเสียหายและการวิเคราะห์ผลกระทบ (Failure Modes and Effects Analysis) อย่างละเอียดสำหรับเครื่องมือที่มีความสำคัญและมีราคาสูงมาก ๆ

ลำดับที่ 2.9 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ การดูแลอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนที่เครื่องจักรจะเสียหาย โดยการตรวจสอบเครื่องมือและเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอตามรอบเวลาที่กำหนด

ลำดับที่ 2.10 การบำรุงรักษาโดยการพยากรณ์ (Predictive Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุงจากการเก็บข้อมูลจากการใช้งานจริงและความเสียหายที่เคยเกิดขึ้น ด้วยการจดบันทึกดูว่ามีเหตุการณ์อะไรขึ้นมาบ้างแล้ว จากนั้นจึงคาดการณ์ว่าเหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้นอีกเมื่อไร จากนั้นจึงเข้าแก้ไขก่อนที่จะเกิดปัญหานั้นขึ้นอีกในภายหลัง

ลำดับที่ 2.11 Visual display คือการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลข่าวสารและข้อมูลของพนักงานในพื้นที่นั้น ๆ เช่น แผนภูมิที่แสดงผลกำไรของบริษัทในแต่ละเดือน หรือภาพกราฟฟิกส์แสดงให้เห็นชนิดที่แน่นอนของคุณภาพที่แสดงออกที่สมาชิกของกลุ่มที่ควรจะปฏิบัติตามประสิทธิภาพของการออกแบบของกระบวนการเป็นผลมากจากการประยุกต์ใช้ของ การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) โดยการตั้งสมมุติฐาน กระบวนการจะดำเนินต่อไปตราบที่การตั้งสมมุติฐานถูกต้อง โรงงานที่มี Visual Control และการจัดแสดง(Display) ที่ละเอียดชัดเจนพนักงานจะสามารถทราบได้ทันที่ในกรณีที่กิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งไม่เป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐาน

ชุดที่ 3 <u>เครื่องมือช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ (Flexibility)</u>

เครื่องมือชุดนี้จะกล่าวถึงวิธีบริหารจัดการทรัพยากรบุคคลที่มีอยู่ในองค์กรให้สามารถปฏิบัติงานได้แบบยืดหยุ่น ทำให้บุคลากรที่มีอยู่สามารถทำงานได้ตั้งแต่ 2 หน้าที่ขึ้นไป โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิผลของงานให้ดีกว่าเดิม มีวิธีปฏิบัติดังนี้

- **Flex Time** การกำหนดเวลาการทำงานแบบยืดหยุ่น โดยให้มีการเข้าออกงานในแต่ละวันที่แตกต่างกัน ตามแต่พนักงานจะสะดวก โดยมีการกำหนดช่วงเวลาเข้างานและเลิกงานที่แตกต่างกันออกไป เพียงแต่ให้แต่ละวันครบตามจำนวนชั่วโมงที่กำหนดไว้

- **Telework** ทำงานที่อื่นได้โดยไม่ต้องเข้าองค์กร โดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการติดต่อ ที่เป็นที่นิยมกันมากก็คือ การให้พนักงานสามารถทำงานได้ใน 1 วันต่อสัปดาห์ โดยที่ไม่ต้องเข้ามาทำงานที่องค์กร เพียงแต่ต้อง Login เข้ามาในระบบขององค์กร

- **Benefits Program Tailored to Fit Employee's Needs** ก็คือ การจัดสวัสดิการโดยสามารถกำหนดลักษณะของสวัสดิการได้ตามความต้องการของพนักงานแต่ละคน

- **Phases Retirement** คือ การกำหนดอายุเกษียณที่มีความยืดหยุ่น ซึ่งในบ้านเราก็เรียกกันว่าการเกษียณอายุก่อนกำหนด ซึ่งก็สามารถให้สิทธิพนักงานทำได้ ถ้าเขาต้องการที่จะเกษียณตัวเองก่อนกำหนด โดยมีการกำหนดเรื่องของค่าตอบแทนที่ได้ไว้อย่างชัดเจน

- **Shift Flexibility** คือ การกำหนดช่วงเวลาทำงานที่ยืดหยุ่น พนักงานอาจจะทำงานในช่วงระยะเวลาที่ยาวขึ้นหรือสั้นลงได้ แต่ก็ต้องไปชดเชยเวลาทำงานในช่วงเวลาอื่นเพิ่มเติม

- **Compressed Workweek** เป็นการนับเวลาการทำงานรวมต่อสัปดาห์ให้ครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ เช่น สัปดาห์หนึ่ง ๆ จะต้องทำงานให้ครบ 40 ชั่วโมง โดยพนักงานสามารถกำหนดเวลาทำงานของตนเองในแต่ละวันได้ แต่วิธีนี้จะต้องมีผลของงานเป็นตัวชี้วัด

ตารางที่ 2.10 เครื่องมือช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ

ลำดับ	รายการ
3.1	การลดเวลาของการเปลี่ยนงาน (Set Up Reduction)
3.2	การผลิตแบบผสมรุ่น (Mixed Model Production)
3.3	การปรับเรียงการผลิต (Smoothed Production Schedule)
3.4	การฝึกอบรมข้ามสายงาน (Cross Trained Workers)

ลำดับที่ 3.1 การลดเวลาของการเปลี่ยนงาน (Set up Reduction) ซึ่งก็หมายถึงการจัดเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ ในการผลิตจะใช้ในการลดเวลาการจัดแต่งเครื่องจักรในกรณีที่ต้องเปลี่ยนการผลิตจากผลิตภัณฑ์หนึ่งไปสู่อีกผลิตภัณฑ์หนึ่งให้ใช้เวลาน้อยที่สุด

ลำดับที่ 3.2 การผลิตแบบผสมรุ่น (Mixed Model Production) คือการผลิตแบบหลาย ๆ โมเดลในสายการผลิตเดียวกัน โดยปรับสัดส่วนการผลิตสินค้าให้ทันต่อความต้องการของลูกค้าที่สั่งเข้า โดยสามารถผลิตสินค้าสลับปรับเปลี่ยนกันไปได้ตลอดสายการผลิต

ลำดับที่ 3.3 การปรับเรียงการผลิต (Smoothed Production Schedule) เป็นการจัดตารางการปฏิบัติงานให้ได้ปริมาณผลผลิตให้คงที่สม่ำเสมอตามความต้องการที่เกิดขึ้นจริง ในกรณีของการบริการก็เช่น การจัดตารางการนัดหมาย และการเข้ามาของลูกค้าเพื่อสามารถที่จะรองรับปริมาณลูกค้าได้ทั้งหมด

ลำดับที่ 3.4 การฝึกอบรมข้ามสายงาน (Cross Trained Workers) หรือการทำงานข้ามสายงาน (Cross Functional Team) เป็นการฝึกอบรมพนักงานในส่วนที่ไม่ใช่เจ้าหน้าที่เฉพาะด้านให้สามารถที่จะทำงานได้หลายอย่าง

ชุดที่ 4 <u>เครื่องมือลดเวลาในการทำงาน (Throughput Rate)</u>

เวลา (Time) ถือเป็นความสูญเปล่าที่มีมูลค่าสูงมาก เนื่องจากในแต่ละช่วงเวลาที่สูญเสียไปมักจะเกิดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ แฝงอยู่หลายชนิด อาทิ ดอกเบี้ย ค่าจ้าง ค่าเชื้อเพลิง ค่าเสียโอกาส เป็นต้น

ตารางที่ 2.11 เครื่องมือลดเวลาในการทำงาน

ลำดับ	รายการ
4.1	การผลิต (Flow Cells)
4.2	การจัดเตรียมและบริหารพื้นที่ (Point of Used Material)
4.3	การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autorotation)
4.4	เครื่องป้องกันความผิดพลาด (Mistake Proofing)
4.5	การตรวจสอบด้วยตนเอง (Self Check Inspection)
4.6	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (Successive Check Inspection)
4.7	Line Stop

ลำดับที่ 4.1 การผลิต (Flow Cells) คือ การจัดการไหลของวัสดุและลำดับของการผลิตให้สอดคล้องกับรอบเวลา (Cycle Time) โดยจะมีคน เครื่องจักร และอุปกรณ์ เป็นกลุ่มของตัวเองเรียกเป็นหนึ่งเซลล์ (Cell) โดยในแต่ละเซลล์จะกำหนดลักษณะการทำงานให้สมดุล (Line Balancing)

กับ กำหนดรอบเวลา (Cycle Time) ในกระบวนการให้บริการ จากนั้นจึงสร้างเส้นทางการเดินของลูกค้าและลำดับการรับบริการให้สมดุลกับเจ้าหน้าที่ที่ให้บริการและพอดีกับรอบเวลาที่มี

ลำดับที่ 4.2 การจัดเตรียมและบริหารพื้นที่ (Point of Used Material) ทำให้เกิดการลดเวลาในการเคลื่อนที่หรือขนย้ายวัสดุ นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงการจัดเก็บอุปกรณ์ในพื้นที่ที่สะดวกต่อการใช้งาน

ลำดับที่ 4.3 การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autorotation) หมายถึงการติดตั้งกลไกหรือตัวรับสัญญาณที่เครื่องจักร เพื่อตรวจสอบดูว่าชิ้นงานที่ผลิตมีข้อบกพร่องหรือผิดปกติอยู่หรือไม่ ถ้าเครื่องจักรตรวจพบ เครื่องจักรจะหยุดทำงานโดยทันที โดยมีจุดสำคัญคือการปฏิบัติงานของเครื่องจักรต้องอิสระไม่ต้องมีมนุษย์มาคอยควบคุม

ลำดับที่ 4.4 เครื่องป้องกันความผิดพลาด (Mistake Proofing) เป็นเครื่องมืออย่างง่ายและราคาถูก ซึ่งชิ้นส่วนที่เสียหายจากการผลิตและการส่งผ่านเข้ามาในกระบวนการจะถูกกำจัดสิ่ง ไร้ค่าออกไปจากระบบ เครื่องมือทั่วไป เช่น หมุดนำร่องขนาดต่าง ๆ, เครื่องเตือนและเครื่องตรวจหาสิ่งผิดปกติต่าง ๆ เป็นต้น

ลำดับที่ 4.5 การตรวจสอบด้วยตนเอง (Self Check Inspection) คือการตรวจสอบความเรียบร้อยของชิ้นงานด้วยตัวพนักงานเองก่อนที่จะส่งชิ้นงานไปสู่ขั้นตอนถัดไป ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลจะถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อควบคุมกระบวนการผลิต ป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตของเสียขึ้นมาอีก ของเสียคือของเสียอาจผ่านเข้าสู่กระบวนการได้โดยความไม่ตั้งใจของพนักงาน

ลำดับที่ 4.6 การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (Successive Check Inspection) การตรวจสอบชิ้นงานโดยผู้ที่ไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิต ก่อนที่จะเริ่มกระบวนการขั้นตอนถัดไป การหยุดการผลิตเพื่อแก้ไข หรือปรับปรุงสภาพการผลิตโดยอัตโนมัติ เพื่อได้รับข้อมูลความผิดปกติในขั้นตอนการผลิต การตรวจสอบนี้ รวมถึงพนักงานในกระบวนการผลิตถัดไปต้องมีหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานก่อนจะเริ่มการผลิตในขั้นตอนต่อไปด้วย

ลำดับที่ 4.7 Line Stop หมายถึง เจ้าหน้าที่ที่บังคับเครื่องจักรสามารถที่จะหยุดสายการผลิตได้เมื่อตรวจพบว่ามีสิ่งผิดปกติใดเกิดขึ้นกับกระบวนการ

2.7.5 ประโยชน์จากการพัฒนาด้วยลีน (Lean Benefits)

หากนำวิธีการของลีนไปปฏิบัติอย่างถูกต้อง จะทำให้มีกลุ่มที่ได้รับประโยชน์ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มปฏิบัติการ กลุ่มบริหาร และกลุ่มการปรับปรุงเชิงกลยุทธ์ ซึ่งในปัจจุบันมีหลายองค์กรได้มีการนำวิธีการของลีนไปใช้จนทำให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- กลุ่มปฏิบัติการ จากผลสำรวจของ NIST Manufacturing Extension Partnership ปรากฏว่ามีมากกว่า 40 บริษัท ที่นำวิธีการของลีนไปประยุกต์ใช้จนได้ประโยชน์มากมาย อาทิ Lead Time ลดลงได้ร้อยละ 90 , Productivity เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 , Work In Process Inventory ลดลงร้อยละ 80

- กลุ่มบริหาร ทำให้ความผิดพลาดในกระบวนการสั่งซื้อลดลง ลดความต้องการจำนวนพนักงานลง ลดอัตราการเข้า-ออกของพนักงาน ทำให้มีต้นทุนในการจ้างงานลดลง

- กลุ่มปรับปรุงเชิงกลยุทธ์ ทำให้ลดระยะเวลาในการทำงานลงไปได้เป็นอันมาก การจัดเก็บสินค้าคงคลังเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดความสูญเสียของวัสดุที่ใช้ต่าง ๆ

จะเห็นได้ว่าระบบลีน จะทำให้เกิดการพัฒนาที่ดีขึ้นไปกว่าเดิม เพราะสามารถลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้อย่างดี แต่ทุกสิ่งย่อมมีทั้งข้อดีและข้อเสีย (ตารางที่ 2.12) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ที่นำไปใช้ว่าจะบูรณาการระบบการผลิตให้มีผลสัมฤทธิ์ได้มากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 2.12 เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการผลิต

ปรัชญาการผลิต	ระบบการผลิต	ความสูญเสียจาก	ข้อดี	ข้อเสีย
- สร้างความได้เปรียบด้วยขนาดของการผลิต (Economy of Scale)	- การผลิตคราวละมากๆ	- การผลิตมากเกินไป - การเก็บสต๊อกมากเกินไป - งานระหว่างกระบวนการ	- ต้นทุนต่อหน่วยต่ำ - การวางแผนและควบคุมการผลิตทำได้ง่าย - มีการใช้ประโยชน์สูงสุดจากเครื่องจักรและอุปกรณ์	- เกิดต้นทุนแฝง เนื่องจากความสูญเสียประเภทต่าง ๆ - ไม่มีความยืดหยุ่น เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลง - ล่าช้าต่อการแก้ปัญหา
- สร้างความได้เปรียบโดยการกำจัดความสูญเสีย (Waste-free Production)	- การผลิตแบบลีน (Lean Production)	- การเปลี่ยนรุ่นการผลิต - อัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรอุปกรณ์	- ไม่มีต้นทุนจมกับของคงคลัง - มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับกระบวนการได้ง่าย - สามารถแก้ปัญหาได้ทันท่วงที	- มีความยุ่งยากในการวางแผนและควบคุมการผลิต - ต้องการความร่วมมือจากผู้ผลิตจากภายนอก (Supplier) - ต้องสร้างแรงงานแบบหลายทักษะ

2.8 อ้างอิง

Marhan, M. A., Jaapar, A., & Bari, N. A. A. (2012). ASIA Pacifice Intemational Conference of Enviromment-Behaviour Studies. Sciverse ScienceDirect. 12, 87-98.

O.K. Nation. (2556). วิกฤติแรงงานดันพรีแฟบบูม. Retrieved from http://oknation.nationtv.tv/blog/print.php?id=844510

PD House. (2554). ระบบก่อสร้าง PD House. Retrieved from http://www.pd.co.th/th/pages/pd-house-system

Precast-Prefab. (2555). งานก่อสร้างระบบก่อสร้างสำเร็จรูป. Retrieved from http://precast-prefab.blogspot.com/2012/10/blog-post.html

Pruksa. (2559). การสร้างบ้าน Pruksa Precast. Retrieved from https://www.pruksa.com/about-us/pruksaprecast-construction

R.Smith. (2010). Prefab architecture : A guide to Modular Design and Construction. New York: Wiley.

SCG. (2559). สินค้าของเรา. Retrieved from https://www.scgbuildingmaterials.com/th/B2B/Precast

SEACON home. (2559). ระบบก่อสร้างซีคอน. Retrieved from http://www.seaconhome.co.th/construction-system

Shah, R., & Ward, T. P. (2003). Lean manufacturing : context, practice bundles, and performance. (21), 129-149.

ไทยเอ็นจิเนียริ่ง. (2558). ระบบโครงสร้างอาคารที่น่าสนใจสำหรับประเทศไทย. Retrieved from http://www.thaiengineering.com/2 0 1 5 / index.php/technology/item/5 2 0 -infrastructure-building

ตฤษนันท์ บุญมั่ง. (2557). การเปรียบเทียบต้นทุนและเวลาระหว่างวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับวิธีหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อผนังสำเร็จในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยประเภททาวโฮมส์ด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก กรณีศึกษา โครงการหมู่บ้านเดอะคอนเนค 28 เพิ่มสินกับ เดอะคอนเนค 25 ประชาอุทิศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

บ้านแสนรัก. (2554). บ้านโมดูลาร์ บ้านจิ๊กซอสำเร็จรูปสวย ๆ (Modular House).

บ้านไอเดีย. (2557). ความรู้คู่บ้าน. Retrieved from https://www.banidea.com/precast-concrete-wall/

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง. (2545). การออกแบบการวิจัย.

วรวรรธน์ ธีรภัทรธำรง, ผศ.ดร.กองกูณฑ์ โตชัยวัฒน์, ดร.สิทธิชัย นาคสุขสกุล,. (2560). การก่อสร้างด้วยระบบโมดูลาร์กับผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทย (วิทยานิพนธ์). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สภาวิศวกร. (2556). การก่อสร้างโครงสร้างสำเร็จรูป.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย
(Research Operations)

งานวิจัยนี้เกิดจากแนวคิดที่จะทำให้การก่อสร้างอาคารมีความต่อเนื่อง และสามารถที่จะลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างในทุก ๆ ขั้นตอนให้เหลืออยู่น้อยที่สุดหรือจนกระทั่งหมดสิ้นไป โดยได้นำเครื่องมือและแนวคิดในการผลิตสินค้าแบบลีน (Lean Manufacturing) (Briose, 2015) เข้ามาพัฒนาและใช้ในการแก้ไขปัญหางานก่อสร้างอาคารเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

ผู้วิจัยได้คัดเลือกเครื่องมือของลีนทั้ง 4 ประเภท ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 เข้ามาใช้เพื่อปรับปรุง และพัฒนาเพื่อให้เกิดวิธีการก่อสร้างอาคารแบบแถว 2 ชั้น ที่มีผลสัมฤทธิ์มากขึ้นกว่าเดิม โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ชุดเครื่องมือที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการก่อสร้างอาคารแถว

Set	Lean Tools	Objective
1	**Continuous Improvement** - Design of Experiment (ออกแบบการทดลอง) - Root Cause Analysis (วิเคราะห์หาสาเหตุ)	 - ใช้เพื่อหาข้อมูลที่ต้องการ - ใช้เพื่อหาสาเหตุของปัญหา
2	**Flow** - Visual Control (ควบคุมด้วยสายตา)	 - ใช้เพื่อลดขั้นตอนของการสื่อสาร
3	**Flexibility** - Cross Trained Workers (ฝึกอบรมข้ามสายงาน)	 - ใช้เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่น
4	**Throughput Rate** - Flow Cells (การผลิต) - Point of Used Material (จัดเตรียมและบริหารพื้นที่)	 - ใช้เพื่อลำดับขั้นตอนการก่อสร้าง - ใช้เพื่อลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

3.1 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) (วรรณ์ดี แสงประทีปทอง, 2545)

เป็นกระบวนการค้นหาความจริง ทฤษฎี หลักการ เทคโนโลยี หรือองค์ความรู้ใหม่ ๆ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องภายใต้เงื่อนไขที่มีการควบคุมโดยกระบวนการวิจัย เพื่อศึกษาพฤติกรรมหรือสถานการณ์ดังกล่าวนั้นว่าเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ โดยวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรที่เปลี่ยนไป ที่เกิดขึ้นในสภาพปกติ กับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสภาพที่ถูกควบคุม การวิจัยเชิงทดลองจึงเป็นการศึกษาวิจัยจากสาเหตุไปหาผล เพื่อศึกษาว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องนั้นเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ กล่าวโดยสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงทดลองเป็นการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นการวิจัยที่ให้ผลความเชื่อถือดีที่สุด โดยเฉพาะการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากการวิจัยเชิงทดลองถือว่ามีบทบาทอย่างมากในการพัฒนาและสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ ๆ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการประกอบภารกิจและการดำรงชีวิตของมนุษย์ในสังคมปัจจุบัน

นวัตกรรมใหม่ ๆ ที่มนุษย์ได้คิดค้นและพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการประกอบอาชีพหรือใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันในสมัยปัจจุบัน ล้วนเกิดจากการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ที่อาศัยกระบวนการ ทดลองที่เป็นระบบและสามารถพิสูจน์ได้ในเชิงเหตุผล ไม่ว่าจะเป็นการค้นพบทางการแพทย์ที่ต้องอาศัยกระบวนการวิจัยเชิงทดลองอย่างต่อเนื่องในระยะเวลานาน รวมทั้งการค้นพบทางด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ ส่งผลให้มนุษย์ทุกคนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นก็ล้วนเกิดจากการวิจัยเชิงทดลองทั้งสิ้น

ก. วัตถุประสงค์ของการวิจัยเชิงทดลอง

1. เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงของสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือพฤติกรรมต่าง ๆ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลของตัวแปรหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ
3. เพื่อนำผลการวิจัยไปประยุกต์สร้างสรรค์ทฤษฎี เทคโนโลยี หรือองค์ความรู้ใหม่ ๆ
4. เพื่อวิเคราะห์หรือค้นหาข้อบกพร่องของระบบ เพื่อนำข้อมูลไปพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นกว่าเดิม
5. เพื่อนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้

ข. องค์ประกอบของการวิจัยเชิงทดลอง

1. กลุ่มทดลอง (Experimental Group) ใช้ตัวย่อว่า E หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทดลอง (Treatment) ในการกระทำตามแบบแผนการทดลอง (Experimental Design) ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

2. กลุ่มควบคุม (Control Group) ใช้ตัวย่อว่า C หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเหมือนกลุ่มทดลองทั้งจำนวนและคุณสมบัติทั่ว ๆ ไป แต่ไม่ได้รับการทดลองถูกปล่อยให้เป็นไปตามสภาพแวดล้อมปกติที่เป็นอยู่เดิม เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมต่าง ๆ กับกลุ่มทดลองที่ถูกกระทำ

ค. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) หมายถึง ตัวแปรที่คาดว่า เป็นต้นเหตุหรือสาเหตุที่ส่งผลให้ตัวแปรอื่นๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง บางครั้งจึงเรียกว่า ตัวแปรการทดลอง (Experimental Variable) ใช้ตัวย่อว่า **X**

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง ตัวแปรที่คาดว่าจะเป็นผลมาจาก ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นหรือเป็นตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากอิทธิพลหรือ การกระทำของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น ใช้ตัวย่อว่า **Y**

3. ตัวแปรเชื่อมโยง (Intervening Variable) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรสอดแทรก หรือ ตัวแปรภายใน หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมใด ๆ ในระหว่างดำเนินการทดลองที่มีผลต่อพฤติกรรมที่แสดงออกมา ซึ่งในการวิจัยจะควบคุมตัวแปรชนิดนี้ได้ยาก ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากภายในบุคคลทั้งทางบวกและทางลบ ได้แก่ ความวิตกกังวล ความอยาก การปรับตัว การจูงใจ เป็นต้น

4. ตัวแปรแทรกซ้อน หรือตัวแปรภายนอก (Extraneous Variable) หมายถึง ตัวแปร ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการดำเนินการทดลองที่อาจมีอิทธิพลต่อการทดลอง โดยที่ผู้วิจัยไม่ได้ต้องการให้เกิดขึ้นหรือไม่ต้องการทราบ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยสามารถกำหนดวิธีการควบคุมตัวแปรชนิดนี้ได้เช่นกัน จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรควบคุม (Control Variable) ตัวแปรแทรกซ้อน

ง. สถานที่ในการทดลอง

สถานที่ในการทดลอง ได้แก่ ห้องประลอง ห้องทดลอง (Laboratory) หรือสถานที่จริง โดยทั่วไปการดำเนินการทดลอง มักกระทำในห้องประลองหรือห้องทดลองที่มีการเตรียมการและควบคุมสภาพแวดล้อมไว้อย่างเหมาะสม เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อนขึ้น ตลอดจนมีความสะดวกในการเก็บข้อมูล สามารถบันทึกพฤติกรรมต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างขณะดำเนินการทดลอง อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนี้การวิจัยเชิงทดลองในสถานที่จริงกำลังมีบทบาทและได้รับความนิยมมากขึ้นเรียกว่า **การวิจัยเชิงทดลองภาคสนาม (Field Experiment Research)** โดยที่ผู้วิจัยจะเข้าไปสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกลุ่มทดลองในสถานที่จริง

จ. แบบแผนการทดลอง (Experimental Design)

การกำหนดรูปแบบ ขั้นตอน หรือกระบวนการ ในการทดลองก็เพื่อศึกษาผลอิทธิพลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในการวิจัย การวิจัยเชิงทดลองส่วนใหญ่จึงจะต้องมีการกำหนดแบบแผนการทดลองไว้ก่อน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องมือ การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะส่งผลไปยังการค้นหาคำตอบเพื่อทดสอบสมมติฐานตามประเด็นปัญหาของการวิจัยที่กำหนดไว้ แบบแผนการทดลองจึงมีประโยชน์ต่อผู้วิจัยโดยตรง เพื่อใช้ในการวางแผนการวิจัยให้ดำเนินไปตามกระบวนการวิจัยอย่างเป็นระบบ

แบบแผนการทดลองมีด้วยกันหลายแบบ การเลือกใช้แบบแผนการทดลองจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการเก็บข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งความต้องการของผู้วิจัยเอง แบบแผนการทดลองที่นิยมใช้ในการวิจัยเชิงทดลองทั่ว ๆ ไป มี 4 กลุ่ม มีรูปแบบและสัญลักษณ์ (ตารางที่ 3.9) ดังนี้ กลุ่มที่ 1 แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design)

1.1 One-Shot Case Study

1.2 One Group Pretest Posttest Design

1.3 Static Group Comparison

กลุ่มที่ 2 แบบแผนการทดลองจริง (True-Experimental Design)

2.1 Posttest-Only Control Group Design

2.2 Pretest Posttest Control Group Design

2.3 Solomon Four Group Design

กลุ่มที่ 3 แบบแผนการทดลองกึ่งการทดลอง (Quasi-Experimental Design)

3.1 Quasi-Equivalent Control Group Design

3.2 Time Series Design

3.3 Multiple Time Series Design

กลุ่มที่ 4 แบบแผนการทดลองอื่น ๆ ได้แก่

4.1 One-Shot Repeated Measures Design

4.2 Randomized Groups Repeated Measures Design

4.3 Latin Square Design

4.4Non-Experimental Research

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์ใช้แทนความหมายของข้อมูลงานวิจัยเชิงทดลอง

สัญลักษณ์	ความหมาย
E	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
C	กลุ่มควบคุม (Control Group)
X	การทดลองหรือการกระทำ (Treatment)
O_1	การสังเกตก่อนการวัดผลก่อนการทดลอง
O_2	การสังเกตหลังการวัดผลหลังการทดลอง

<u>กลุ่มที่ 1</u> **แบบแผนการทดลองขั้นต้น**

เป็นแบบแผนขั้นพื้นฐานของการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อใช้ในการวางแผนการทดลองโดยมุ่งเน้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม อันเนื่องมาจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

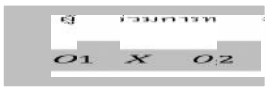
รูปแบบที่ 1. One-Shot Case Study

วิธีการทดลอง : มุ่งเน้นการวิจัยเชิงทดลองกับกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น

E-group …. (1)

รูปแบบที่ 2 One Group Pretest Posttest Design

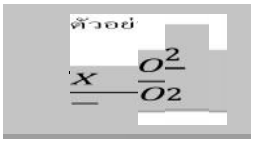
วิธีการทดลอง : มุ่งเน้นทดลองกับกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว แต่ดำเนินการสังเกต (Observation) ผู้เข้าร่วมการทดลองก่อนและหลังการทดลอง (O_1 และ O_2)

E-group  …. (2)

รูปแบบที่ 3 Static Group Comparison

วิธีการทดลอง : เป็นการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มทดลอง (E) และกลุ่มควบคุม (C)

E-group

C-group 

…. (3)

<u>กลุ่มที่ 2</u> แบบแผนการทดลองจริง

มุ่งเน้นการวิจัยเชิงทดลองแบบเต็มรูปแบบ กล่าวคือ มีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้เกิดการกระจายของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้ครอบคลุมประชากรทั้งหมด รวมทั้งมีการควบคุมตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และมีการสร้างกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง แบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 Posttest-Only Control Group Design

วิธีการทดลอง : คล้ายกับแบบแผนการทดลองแบบ One-Shot Case Studyแต่เพิ่มกลุ่มควบคุมในการทดลองอีก 1 กลุ่ม

E-group R X O_2

C-group R O_2 …. (4)

รูปแบบที่ 2 Pretest Posttest Control Group Design

วิธีการทดลอง : การสุ่มจากกลุ่มประชากรจำนวน 2 กลุ่ม ด้วยกัน ได้แก่ กลุ่มทดลอง (ER) และกลุ่มควบคุม (CR)

E-group R O_1 X O_2

C-group R O_1 O_2 …. (5)

รูปแบบที่ 3 Solomon Four Group Design

วิธีการทดลอง : แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม จำนวนเท่า ๆ กัน

E-group (E_1) R O_1 X O_2

C-group (C_1) R O_1 O_2

E-group (E_2) R X O_2

C-group (C_2) R O_2 …. (6)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>กลุ่มที่ 3</u> แบบแผนการทดลองกึ่งการทดลอง

เป็นแบบแผนการทดลองที่มุ่งเน้นการดำเนินการใด ๆ เพื่อควบคุมตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น กับการสร้างกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง โดยไม่มีการสุ่มให้กลุ่มตัวอย่างแต่อย่างใด แบ่งได้ดังนี้

รูปแบบที่ 1 Quasi-Equivalent Control Group Design

วิธีการทดลอง : มีกลุ่มควบคุมอีก 1 กลุ่ม ที่มีจำนวนเท่ากัน เพื่อใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง ก่อนเริ่มการทดลองจะมีการวัด

E-group $O_1 \quad X \quad O_2$

C-group $O_1 \quad \quad O_2$ …. (7)

รูปแบบที่ 2 Time Series Design

วิธีการทดลอง : เก็บข้อมูลหลายครั้งในช่วงเวลาที่ต่างกันทั้งก่อนและหลังการทดลอง

E-group $O_{10} \quad O_{11} \quad O_{12} \quad X \quad O_{20} \quad O_{21} \quad O_{22}$ …. (8)

รูปแบบที่ 3 Multiple Time Series Design

วิธีการทดลอง : เก็บข้อมูลหลายครั้งในช่วงเวลาต่างกันและมีกลุ่มควบคุม

E-group $O_{10} \quad O_{11} \quad O_{12} \quad X \quad O_{20} \quad O_{21} \quad O_{22}$

C-group $O_{10} \quad O_{11} \quad O_{12} \quad \quad O_{20} \quad O_{21} \quad O_{22}$ …. (9)

<u>กลุ่มที่ 4</u> แบบแผนการทดลองอื่น ๆ ที่ใช้ในการวิจัยเชิงทดลองทั่วไป ได้แก่

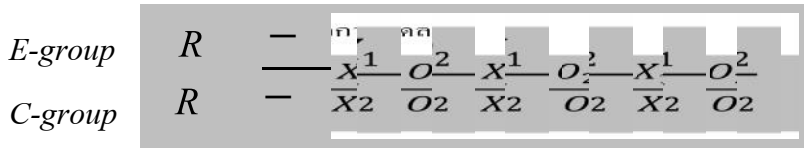
รูปแบบที่ 1 One-Shot Repeated Measured Design

วิธีการทดลอง : ทดสอบซ้ำกับกลุ่มทดลองกลุ่มเดิมอีก 2 ครั้ง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมือนเดิม

E-group $X \quad O_2 \quad X \quad O_2 \quad X \quad O_2$ …. (10)

รูปแบบที่ 2 Randomized Groups Repeated Measures Design

วิธีการทดลอง : ดำเนินการทดลองเหมือน One-Shot Repeated Measures Design แต่มีจำนวนกลุ่มควบคุมอีก 1 กลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลจากการทดลอง

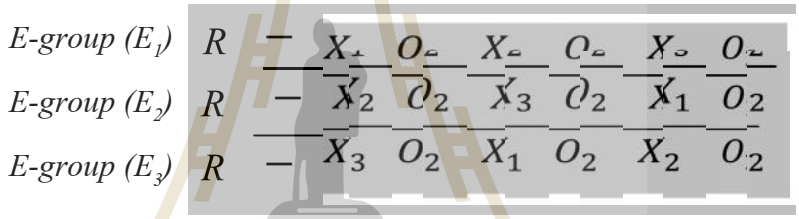


.... (11)

43

รูปแบบที่ 3 Latin Square Design

วิธีการทดลอง : ทดลองที่มุ่งเน้นการทดลองหลาย ๆ อย่างกับกลุ่มทดลอง



.... (12)

รูปแบบที่ 4 Non-Experimental Research

วิธีการทดลอง : ใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่มีอยู่ในสภาพการณ์จริงหรือข้อมูลที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ

.... (13)

การวิจัยแบบไม่ทดลอง (Non-Experimental Research) หมายถึง การศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบ โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่มีอยู่ในสภาพการณ์จริงหรือข้อมูลที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ โดยมิได้เข้าไปเปลี่ยนแปลงหรือสร้างตัวแปรใหม่แต่อย่างใด รวมทั้งไม่มีการกระทำใด ๆ เพื่อดำเนินการทดลองเพื่อให้ผลลัพธ์เป็นอย่างอื่น นอกจากการวัดหรือสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เป็นไปเท่านั้น **การวิจัยรูปแบบนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง หรือการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบข้อมูล ตลอดจนใช้เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องของเหตุการณ์จริงที่เคยเกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบันหรืออนาคต** โดยยังมีแบบย่อยเพื่อใช้ในงานวิจัยอีก 3 แบบ ได้แก่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบที่ 1 การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

เป็นวิธีการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาข้อเท็จจริงจากกลุ่มตัวอย่างเพื่ออธิบายหรือคาดคะเนสภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกตหรือวิธีการอื่น ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลจริงที่เป็นปัจจุบัน

ข้อดีของการวิจัยเชิงสำรวจก็คือ สามารถทำได้หลายลักษณะเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก แต่ข้อจำกัดก็คือ ลักษณะของข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลโดยรวม ไม่ใช่ข้อมูลเชิงลึกและเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง หากดำเนินการกับประชากรกลุ่มใหญ่ การวิจัยเชิงสำรวจจัดว่าเป็นการวิจัยที่ไม่ซับซ้อนกระทำได้ง่าย แต่อาจพบกับปัญหาบ้างในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบที่ 2 การวิจัยแบบย้อนรอย (Ex-Post Factor Research)

เป็นการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ของตัวแปรอย่างน้อย 2 ตัวขึ้นไป จากเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเพื่อมุ่งหาคำตอบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกหรือลบ สามารถทำวิจัยได้กว้างขวางโดยศึกษาจากประชากรกลุ่มเดียวกันหรือหลายกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบกัน วิธีการเก็บรวบรวมทำได้ไม่จำกัดขึ้นกับความสนใจในตัวแปรนั้น ๆ ซึ่งโดยมากใช้กับวิธีที่ทำการวิจัยเชิงทดลองไม่ได้

แบบที่ 3 การศึกษารายกรณี (Case Studying Research)

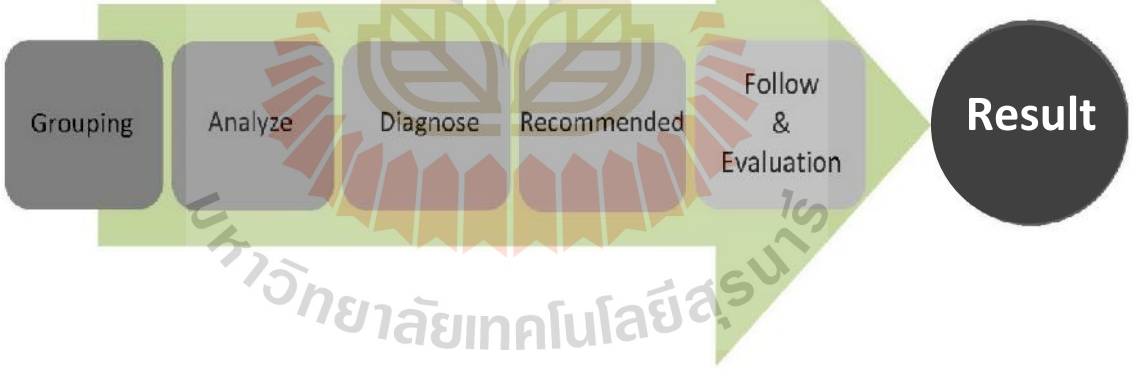
เป็นการศึกษาค้นคว้าที่เน้นการศึกษาอย่างละเอียดลึกซึ้ง เพื่อวิเคราะห์เหตุของปัญหาต่าง ๆ ตามประเด็นของการวิจัยที่น่าสนใจ พร้อมทั้งหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีการนำทฤษฎีหลักการและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างมีเหตุผล มีการรวบรวมข้อมูลที่เป็นระบบและจัดการกับข้อมูลโดยใช้สถิติที่น่าเชื่อถือ พร้อมทั้งมีการสรุปผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าที่เป็นประโยชน์ต่อการค้นพบการเปลี่ยนแปลงหรือพฤติกรรมใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ การศึกษารายกรณีโดยทั่วไปมีการดำเนินงานอยู่ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดหมวดหมู่ (Grouping)

การรวบรวมข้อมูลผู้รวบรวมข้อมูลต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านพัฒนาการ มีจรรยาบรรณของนักวิจัย และต้องพยายามรวบรวมข้อมูลให้ครบครอบคลุมพัฒนาการทุกด้านโดยละเอียดอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนเลือกวิธีรวบรวมให้เหมาะสมหลายวิธี จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายน่าเชื่อถือ อาทิเช่น การสัมภาษณ์ การรวบรวมข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้อง และการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ (Analyze)

การนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาพิจารณาเพื่อตั้งสมมุติฐานประกอบการวิจัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถที่จะนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. ผลจากการวิจัยเชิงทดลองนี้ สามารถนำมาช่วยพัฒนาการศึกษาด้านต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้นในสาขาที่ทำการวิจัย นอกจากนี้ยังทำให้ทราบจุดอ่อนของศาสตร์ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

4. เป็นพื้นฐานของการศึกษาและวิจัยในระดับสูงทำให้เกิดความมุ่งพัฒนาและสร้างสรรค์ทฤษฎี องค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของยุคโลกาภิวัฒน์ โดยเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีในสาขาที่ทันสมัย เช่น Nano Technology หรือเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3.1.1 การเก็บข้อมูลในสนาม (Field Data)

สำหรับงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกรูปแบบการทดลองในกลุ่มที่ 4 รูปแบบที่ 4 Non-Experimental Research มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นที่มีอยู่ในสภาพการณ์จริงที่อยู่ในสนาม โดยข้อมูลเหล่านี้จะยังไม่ถูกปรุงแต่งแต่อย่างใด จากนั้นเมื่อได้ข้อมูลต่าง ๆ ตามที่ต้องการแล้ว ก็จะนำข้อมูลที่ได้มาไปศึกษาแบบรายกรณี (Case Studying Research) โดยการปฏิบัติตามขั้นตอนตั้งแต่การจัดหมวดหมู่ (Grouping), การวิเคราะห์ (Analyze), การวินิจฉัย (Diagnose), การเสนอแนะ (Recommended) และการติดตามประเมินผล (Follow & Evaluation)

E-group = การวิเคราะห์ (Analyze), การวินิจฉัย (Diagnose), การเสนอแนะ (Recommended) และการติดตามประเมินผล (Follow & Evaluation)
NATURE

เมื่อ ;

E-group คือ กลุ่มข้อมูลที่ต้องการ ได้แก่ กลุ่มข้อมูลด้านคุณภาพ กลุ่มข้อมูลด้านวัสดุ กลุ่มข้อมูลด้านเทคนิคการก่อสร้าง กลุ่มข้อมูลด้านเวลา และกลุ่มข้อมูลด้านราคา

NATURE คือ ข้อมูลจากการก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริง โดยยังไม่มีการปรุงแต่ง

3.1.2 สร้างแปลงทดลองในสนาม (Field Experiment Research)

ผู้วิจัยได้ทำการก่อสร้างอาคารแปลงทดลองบ้านแถว (7 ห้อง) ทั้งชั้นเดียวและ 2 ชั้น อาคารดังกล่าวนี้ได้ถูกสร้างขึ้นด้วยวิธี Precast System (รูปที่ 3.2 ก,ข) และ Tunnel Form (รูปที่ 3.2 ค,ง) โดยเริ่มก่อสร้างแปลงทดลองครั้งแรกขึ้นใน ปี พ.ศ.2556 เมื่อสร้างแล้วเสร็จ (รูปที่ 3.2 จ,ฉ) จะมีรูปแบบภายนอกและภายในที่เหมือนกันทั้งหมด โดยผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกข้อมูลที่ต้องการรวมทั้งข้อมูลด้านเทคนิคการก่อสร้างที่มีความแตกต่างของทั้ง 2 วิธี

ก) ผลิตผนังสำเร็จรูปที่หน้างาน (Precast)

ข) นำผนังสำเร็จรูปมาติดตั้ง (Precast)

ค) ประกอบแบบหล่อเพื่อเทผนัง (Tunnel)

ง) ผนังที่เทคอนกรีตแล้วเสร็จ (Tunnel)

จ) อาคารที่ก่อสร้างทั้ง 2 วิธี แล้วเสร็จ

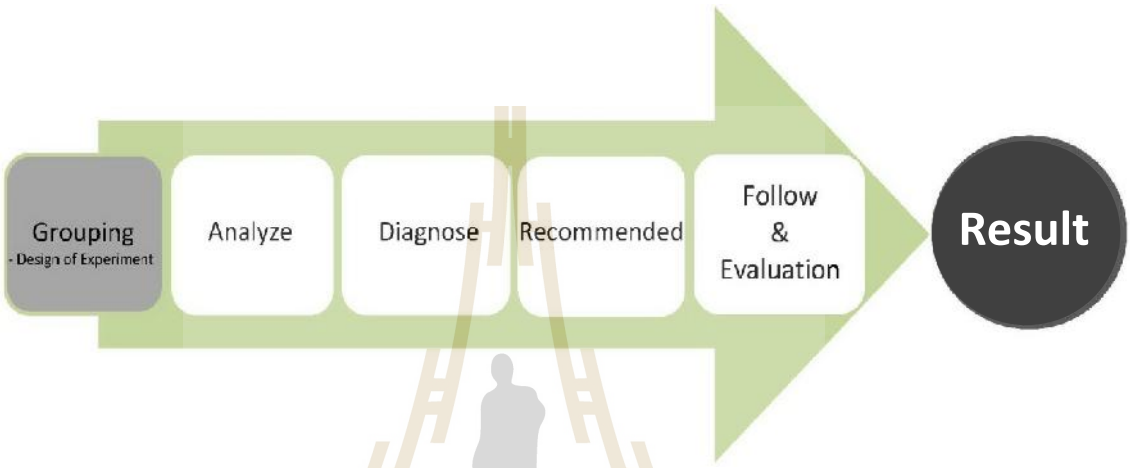
ฉ) ใบโฆษณาของโครงการ

รูปที่ 3.2 แปลงทดลองก่อสร้างอาคารในสนาม ณ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

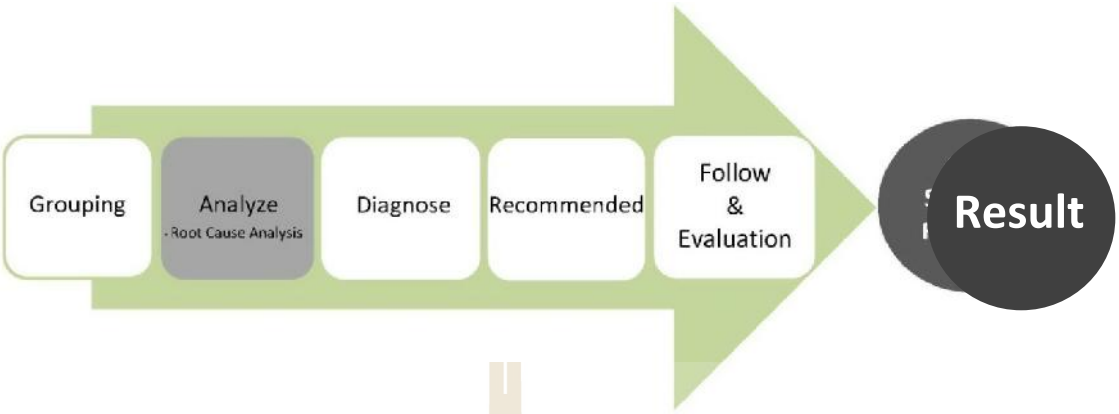
ผลจากการดำเนินการวิจัยแปลงทดลองทั้งอาคารแถว (7 ห้อง) แบบชั้นเดียวและแบบ 2 ชั้น พบว่าอาคารแถวแบบชั้นเดียวมีค่าความแตกต่างทางด้านเทคนิค ราคาและเวลาไม่มากนัก ซึ่งแตกต่างกับอาคารแถวแบบ 2 ชั้น ที่มีช่วงของข้อมูลที่แตกต่างกันมาก ดังนั้นผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยเฉพาะในส่วนของการก่อสร้างอาคารแถวแบบ 2 ชั้น นี้เท่านั้น (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลเปรียบเทียบการก่อสร้างอาคารแถวจากแปลงทดลอง

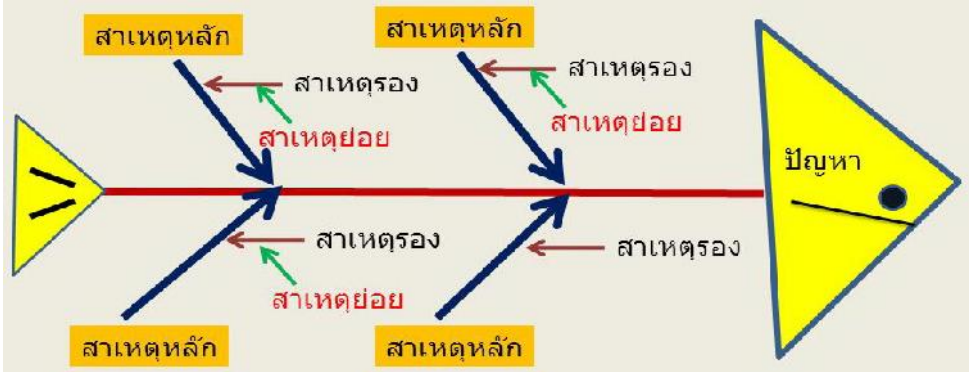
อาคารแถว 7 ห้อง	Precast System	Tunnel Form
ทั่วไป	**ด้านคุณภาพ** - เป็นการผลิตชิ้นส่วนกลางแจ้งก่อนที่จะยกไปประกอบขึ้นรูปอาคาร ทำให้การควบคุมคุณภาพจึงเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีปัจจัยในเรื่องดิน ฟ้า อากาศ และการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วน - ต้องใช้บุคลากรควบคุมดูแลระหว่างการก่อสร้างทุกขั้นตอนอย่างใกล้ชิด **ด้านวัสดุ** - มีการสูญเสียในระบบการผลิต 10-12% - ใช้วัสดุพิเศษ อาทิ ท่อ Corrugate เป็นต้น **ด้านเทคนิคการก่อสร้าง** - มีการผลิตชิ้นส่วนจากที่หนึ่งก่อนส่งไปติดตั้งอีกที่หนึ่ง - สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบอาคารได้ง่าย โดยมีค่าใช้จ่ายไม่ มากนัก - มีปัญหาเรื่องการรั่วซึมจากรอยต่อของผนัง - ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้ง - ต้องใช้เครื่องมือเครื่องจักรหลายชนิด	**ด้านคุณภาพ** - ใช้วิธีการหล่อชิ้นส่วนด้วยการขึ้นรูปจากแบบหล่อในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้การควบคุมคุณภาพทำได้ง่าย มีผลกระทบจากปัจจัยภายนอกน้อยกว่าระบบชิ้นส่วน - ใช้บุคลากรในการกำหนดรูปแบบและรายการเฉพาะในขั้นต้น จากนั้นสามารถปล่อยให้แรงงานดำเนินการได้ **ด้านวัสดุ** - มีการสูญเสียในระบบการผลิต 3-5% - ใช้วัสดุทั่วไปที่มีอยู่ในท้องตลาด **ด้านเทคนิคการก่อสร้าง** - สามารถผลิตชิ้นส่วนพร้อมติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างได้เลย - ปรับเปลี่ยนรูปแบบอาคารได้ยากกว่า มีต้นทุนในการเปลี่ยนรูปแบบสูง - ไม่มีปัญหาเรื่องการรั่วซึมจากรอยต่อของผนัง - ใช้แรงงานปกติในการติดตั้งได้
ชั้นเดียว **ไม่รวมฐานราก**	**ด้านเวลา (7 ห้อง)** - ใช้เวลาประมาณ 80 วัน - ใช้เวลาในการบ่มชิ้นส่วนก่อนติดตั้ง **ด้านราคา (49 ห้อง)** - ค่าก่อสร้างต่อห้องประมาณ 0.607 ล้านบาท	**ด้านเวลา (7 ห้อง)** - ใช้เวลาประมาณ 78 วัน - ใช้เวลาในการบ่มโครงสร้างหลังจากเทแล้ว **ด้านราคา (49 ห้อง)** - ค่าก่อสร้างต่อห้องประมาณ 0.549 ล้านบาท
2 ชั้น **ไม่รวมฐานราก**	**ด้านเวลา (7 ห้อง)** - ใช้เวลาประมาณ 120 วัน **ด้านราคา (49 ห้อง)** - ค่าก่อสร้างต่อห้องประมาณ 1.020 ล้านบาท - ราคาค่าก่อสร้างอ้างอิงจากผลการวิจัยในระดับปริญญาโท ม.เทคโนโลยีสุรนารีของนายปัณณพงศ์ ภัสร์ศรีตระกูล ปี พ.ศ.2557	**ด้านเวลา (7 ห้อง)** - ใช้เวลาประมาณ 100 วัน **ด้านราคา (49 ห้อง)** - ค่าก่อสร้างต่อห้องประมาณ 0.920 ล้านบาท - ราคาค่าก่อสร้างอ้างอิงจากผลการวิจัยในระดับปริญญาโท ม.เทคโนโลยีสุรนารีของนายปัณณพงศ์ ภัสร์ศรีตระกูล ปี พ.ศ.2557



Waste	Problem
1. Unnecessary Motion	1.1 Formwork 1.2 Mechanical movement
2. Time / Delay	2.1 Information Delay 2.2 Waiting for compressive strength of concrete.
3. Non-Effective Process	3.1 Use of machinery is not appropriate for the job. 3.2 Labors
4. Defects and Reworks	4.1 Use a lot of construction materials.
5. Over Production	5.1 Materials Loss
6. Unnecessary Stock	6.1 Stocks of material.
7. Transportation	7.1 Delivery of construction materials.



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



(บทสะท้อนคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา G5, 2559)

ก. วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุ

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

ข. การกำหนดปัจจัย

ทีมสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่ทีมกำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้ทีมแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผล โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

M - Man	คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
M - Machine	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
M - Material	วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
M - Method	กระบวนการทำงาน
E - Environment	อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

แต่ไม่ได้หมายความว่า การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากทีมไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยนำเข้า (Input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place, Procedure, People และ Policy หรือเป็น 4S Surrounding, Supplier, System และ Skill อย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจจะเป็น MILK Management, Information, Leadership, Knowledge ก็ได้ นอกจากนั้น หากกลุ่มที่ใช้ก้างปลามีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารถที่จะกำหนดกลุ่ม ปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่ในขั้นตอนแรกก็สามารถทำได้เช่นกัน

ค. การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากทีมกำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็น

ต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ

ง. หลักการเขียนผังก้างปลาอย่างมีประสิทธิภาพ

1. ควรวิเคราะห์ประเด็นโดยแตกก้างปลาให้หลากหลาย
2. ควรจัดหมวดหมู่ของปัญหาและสาเหตุอย่างรอบด้าน
3. หัวปลาควรหันทางด้านขวาเปรียบเสมือนทิศทางของลูกศรนำไปสู่ปัญหาที่เกิดขึ้น

จ. ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

1. ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
2. สาเหตุหลัก
3. สาเหตุย่อย

ฉ. ข้อดีของผังก้างปลา

1. ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก แผนภูมิก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม

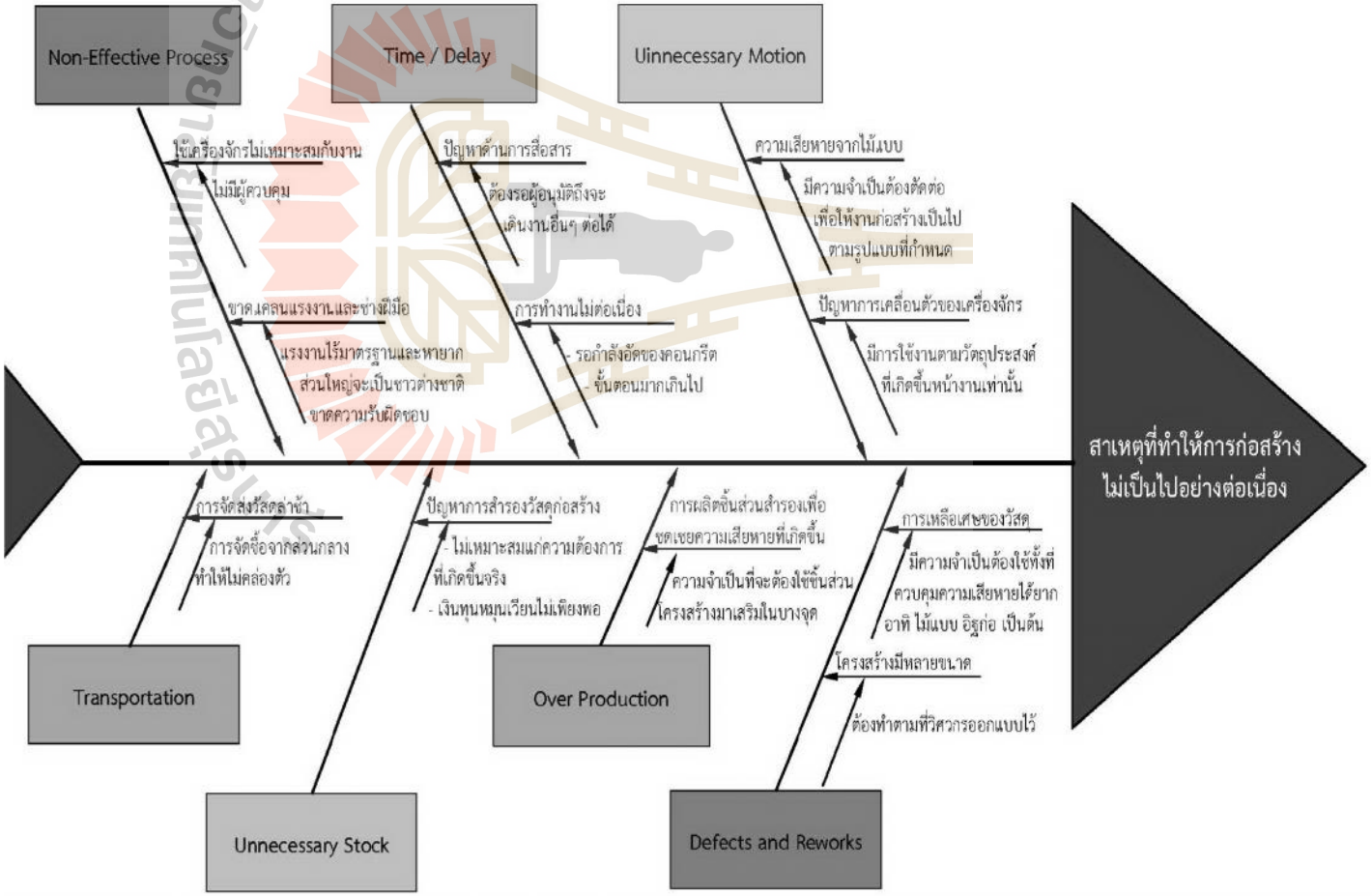
2. ทำให้ทราบสาเหตุหลัก ๆ ของสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้เราสามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี

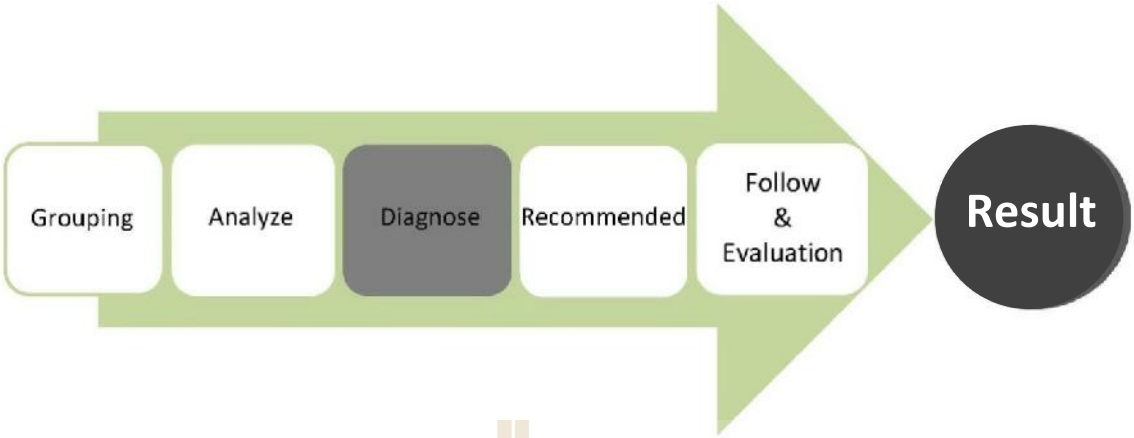
ช. ข้อเสียของผังก้างปลา

1. ความคิดไม่อิสระเนื่องจากมีแผนภูมิก้างปลาเป็นตัวกำหนด ซึ่งความคิดของสมาชิกในทีมจะมารวมอยู่ที่แผนภูมิก้างปลา

2. ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถและมีประสบการณ์สูงเข้ามาดำเนินการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


Non-Effective Process
Time / Delay
Uinnecessary Motion
ใช้เครื่องจักรไม่เหมาะสมกับงาน
ไม่มีผู้ควบคุม
ขาดแคลนแรงงานและช่างฝีมือ
แรงงานไร้มาตรฐานและหายาก
ส่วนใหญ่จะเป็นชาวต่างชาติ
ขาดความรับผิดชอบ
ปัญหาด้านการสื่อสาร
ต้องรอผู้อนุมัติถึงจะ
เดินงานอื่นๆ ต่อได้
การทำงานไม่ต่อเนื่อง
- รอกำลังอัดของคอนกรีต
- ขั้นตอนมากเกินไป
ความเสียหายจากไม้แบบ
มีความจำเป็นต้องตัดต่อ
เพื่อให้งานก่อสร้างเป็นไป
ตามรูปแบบที่กำหนด
ปัญหาการเคลื่อนตัวของเครื่องจักร
มีการใช้งานตามวัตถุประสงค์
ที่เกิดขึ้นหน้างานเท่านั้น
สาเหตุที่ทำให้การก่อสร้าง
ไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง
การจัดส่งวัสดุล่าช้า
การจัดซื้อจากส่วนกลาง
ทำให้ไม่คล่องตัว
ปัญหาการสำรองวัสดุก่อสร้าง
- ไม่เหมาะสมแก่ความต้องการ
ที่เกิดขึ้นจริง
- เงินทุนหมุนเวียนไม่เพียงพอ
การผลิตชิ้นส่วนสำรองเพื่อ
ชดเชยความเสียหายที่เกิดขึ้น
ความจำเป็นที่จะต้องใช้ชิ้นส่วน
โครงสร้างมาเสริมในบางจุด
การเหลือเศษของวัสดุ
มีความจำเป็นต้องใช้ทั้งที่
ควบคุมความเสียหายได้ยาก
อาทิ ไม้แบบ อิฐก่อ เป็นต้น
โครงสร้างมีหลายขนาด
ต้องทำตามที่วิศวกรออกแบบไว้
Transportation
Unnecessary Stock
Over Production
Defects and Reworks



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข. ประเภทของปัญหาที่จะนำมาวินิจฉัย

ทีมงานจะต้องนำปัญหาที่มีระดับใกล้ความเป็นวิกฤติมากกว่าขึ้นมาเป็นประเด็นหลัก หรือ Theme of Problem โดยสามารถแยกได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาเล็ก ๆ แต่ถ้าไม่ขจัดให้หมดไป ก็จะเป็นตัวทำให้เกิดความเสียเปรียบในเชิงแข่งขันได้เมื่อสภาพการแข่งขันเปลี่ยนแปลงไป
2. ปัญหาเล็ก ๆ แต่ทิ้งไว้จะลุกลามใหญ่ขึ้นในอนาคต
3. ปัญหาที่จะนำไปสู่วิกฤติได้หากไม่รีบแก้ไข
4. ปัญหาที่กำลังเป็นวิกฤติขององค์กรและสถานประกอบการ

ค. ประโยชน์จากการวินิจฉัย

1. ลดความเสี่ยงจากการดำเนินธุรกิจและการลงทุน ลดต้นทุนด้านค่าเสียโอกาสอันเนื่องมาจากการตัดสินใจผิดพลาด เพิ่มอัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน

2. เพิ่มโอกาสในการทำกำไรให้กับองค์กร เพิ่มโอกาสในการสร้างความเติบโตให้กับองค์กร เพิ่มโอกาสในการสร้างผลงาน

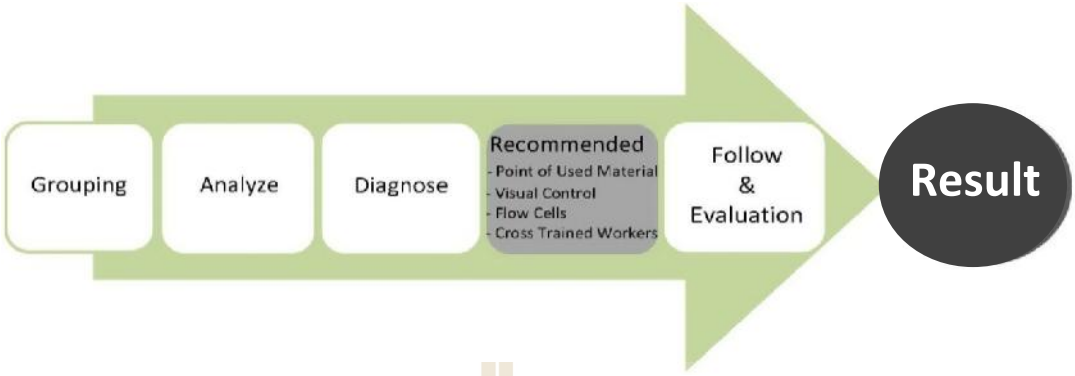
3. มีโอกาสได้สะท้อนปัญหาจากการปฏิบัติการอย่างเป็นระบบและชัดเจน ได้รับโอกาสให้เรียนรู้วิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้รับแนวทางให้พัฒนาผลงานขององค์กรมากขึ้น รวมทั้งมีโอกาสได้รับผลตอบแทนการทำงานเพิ่มขึ้น

4. องค์กรที่ต้องการใช้ผลการวินิจฉัย ได้แก่ สถาบันการเงิน สามารถลดความเสี่ยงจากการปล่อยกู้ให้กับองค์กรหรือวิสาหกิจที่ผ่านการวินิจฉัย สถาบันร่วมทุนและผู้ลงทุนสามารถลดความเสี่ยงจาการร่วมทุน และเพิ่มอัตราผลตอบแทนจากเม็ดเงินลงทุน โครงการของรัฐที่ต้องการให้ความสนับสนุนวิสาหกิจและสถานประกอบการทำงานได้ตรงตามเป้าหมายมากขึ้น รวมทั้งที่ปรึกษาสามารถนำผลการวินิจฉัยไปใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ การให้คำปรึกษากับลูกค้าได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

5. ได้เพิ่มความรู้และประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์และพัฒนาวิชาชีพให้มีมูลค่ายิ่งขึ้นไป

ตารางที่ 3.5 การวินิจฉัยปัญหาจากผลที่ได้ในขั้นตอนการวิเคราะห์

Issues	Analyze	Diagnose
1. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion)	1.1 การใช้ไม้แบบมีความเสียหายมาก ควบคุมความเสียหายลำบาก 1.2 การเคลื่อนตัวของเครื่องจักรไม่มีเสถียรภาพ	1.1 การใช้แบบหล่อที่ไม่ต้องมีการตอกเลื่อย น่าจะทำให้แบบหล่อมีความทนทานสูง และประหยัดมากกว่าเดิม 1.2 กำหนดผังให้เครื่องจักรเคลื่อนย้ายเพื่อการทำงานให้คุ้มค่าที่สุด
2. การรอคอย (Delay)	2.1 การสื่อสารมีหลายขั้นตอน ทำให้เกิดความล่าช้า 2.2 การทำงานไม่ต่อเนื่อง เพราะรอกำลังอัดของคอนกรีต และขั้นตอนการก่อสร้างที่มากเกินไป	2.1 สร้างขั้นตอนการสื่อสารขึ้นใหม่ ให้มีความกระชับและรวดเร็วเข้าใจง่าย 2.2 กำหนดกำลังอัดของคอนกรีตให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง
3. ขั้นตอนที่ทำแล้วไม่เกิดคุณค่า (Non-Effective Process)	3.1 ใช้เครื่องจักรไม่เหมาะสม 3.2 ขาดแคลนแรงงานที่มีทักษะ	3.1 กำหนดประเภทเครื่องจักรให้ใช้กับงานที่ระบุไว้เท่านั้น 3.2 ลดการใช้แรงงานลงให้มากที่สุด
4. การผลิตของเสีย และการแก้ไขงานที่เสียหาย (Defects and Reworks)	4.1 การใช้วัสดุก่อสร้างบางอย่างทำให้มีเศษวัสดุเหลือใช้มากเกินไป อาทิ เหล็กเส้น ปูนฉาบ ตะปู 4.2 การออกแบบโครงสร้างหลายขนาด ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองสูง	4.1 พยายามขจัดวัสดุก่อสร้างที่ใช้แล้วเกิดเศษวัสดุมาก โดยเลือกใช้วัสดุอื่นทดแทน 4.2 พัฒนาการออกแบบจากโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อลดจำนวนของโครงสร้างให้มีขนาดน้อยที่สุด
5. การผลิตมากเกินความจำเป็น (Over Production)	5.1 มีความสูญเสียจากการผลิตชิ้นส่วน ทั้งระหว่างและหลังการผลิต	5.1 มีความจำเป็นที่ต้องผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปมาเตรียมไว้ จึงทำให้เกิดความสูญเสียดังกล่าว
6. สินค้าคงคลังมากเกินไป (Unnecessary Stock)	6.1 จำเป็นต้องวัสดุก่อสร้างบางชนิดมาเก็บไว้ เพื่อป้องกันปัญหาการหยุดชะงักของงานก่อสร้าง 6.2 เกิดปัญหาเงินทุนหมุนเวียน	6.1 งานบางชนิดไม่จำเป็นต้องดำเนินการเอง ควรพิจารณาให้ผู้รับเหมารายย่อยเข้ามาดำเนินการแทน
7. การขนส่ง (Transportation)	7.1 โครงการขึ้นหลายแห่งและอยู่ห่างไกลกันมาก ทำให้เกิดปัญหาในการจัดส่งวัสดุก่อสร้างที่เป็นไปด้วยความล่าช้า	7.1 พิจารณาการใช้วัสดุก่อสร้างที่มีอยู่ในพื้นที่โครงการเป็นหลัก เพื่อลดผลกระทบจากการขนส่ง



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อเสนอแนะที่ดีจะต้องเชื่อมโยงและเป็นผลสืบเนื่องมาจากข้อค้นพบจาการวิจัยครั้งนั้น ๆ สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการประยุกต์ใช้ในทางวิชาการ ผู้วิจัยควรคำนึงถึงประโยชน์ของผลการวิจัยต่อการพัฒนาองค์ความรู้หรือวิชาการ โดยจะต้องพิจารณาและเสนอแนะเกี่ยวกับตัวแปรที่ควรคำนึงถึงในอนาคต เมื่อต้องการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่ได้ดำเนินการวิจัย อย่างไรก็ตามการให้ข้อเสนอแนะจะต้องอิงผลการวิจัยครั้งนั้นๆ เสมอ ต้องไม่นำความคิดเห็นส่วนบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการวิจัยมาใช้ในการให้ข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 3.6 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงพัฒนาการก่อสร้างอาคารแถว ค.ส.ล. 2 ชั้น

Seven Wastes	Recommended	Lean Tools
1. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion)	1.1 ความเสียหายจากแบบหล่อคอนกรีต - ควรดำเนินการสร้างแบบหล่อคอนกรีตจากวัสดุที่ทำจากเหล็กทั้งหมด 1.2 การเคลื่อนตัวของเครื่องจักรไร้เสถียรภาพ - จัดทำแผนการเคลื่อนตัวของเครื่องจักร	- Point of Used Material
2. การรอคอย (Delay)	2.1 มีขั้นตอนการสื่อสารที่ซับซ้อน - ควรใช้ระบบโซเชียลมีเดีย (Line) เข้ามาจัดการ 2.2 การทำงานไม่ต่อเนื่อง - มอบให้วิศวกรออกแบบวิธีการทำงานใหม่โดยไม่ให้มีอุปสรรคในเรื่องการรอคอย	Visual Control Flow Cells
3. ขั้นตอนที่ทำแล้วไม่เกิดคุณค่า (Non-Effective Process)	3.1 ใช้เครื่องจักรไม่เหมาะสมกับงาน - วางแผนการทำงานของเครื่องจักร 3.2 ขาดแคลนแรงงานและช่างฝีมือ - ปรับลดงานจำพวกงานก่อ งานฉาบ ที่ต้องใช้ช่างฝีมือ รวมทั้งให้กลุ่มช่างประจำของบริษัททำงานข้ามสายงานได้ รวมทั้งพิจารณาตัดงานที่ไม่ชำนาญออกไปให้ผู้รับเหมารายย่อย	- Cross Trained Workers
4. การผลิตของเสียและการแก้ไขงานที่เสียหาย (Defects and Reworks)	4.1 การเหลือเศษของวัสดุ - จากผลการศึกษาพบว่า วัสดุที่ทำให้เหลือเศษมากที่สุดคือเหล็กเส้น ขอให้ใช้ตะแกรงลวดเหล็กเข้ามาทดแทนให้ได้มากที่สุด 4.2 มิติของโครงสร้างมากเกินไป - ปกติจะออกแบบความหนาของผนังเพื่อรับน้ำหนักถึง 3 ขนาด ควรออกแบบให้มีขนาดเดียว จะทำให้ง่ายแก่การดำเนินการ	- -

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงพัฒนาการก่อสร้างอาคารแถว ค.ส.ล. 2 ชั้น

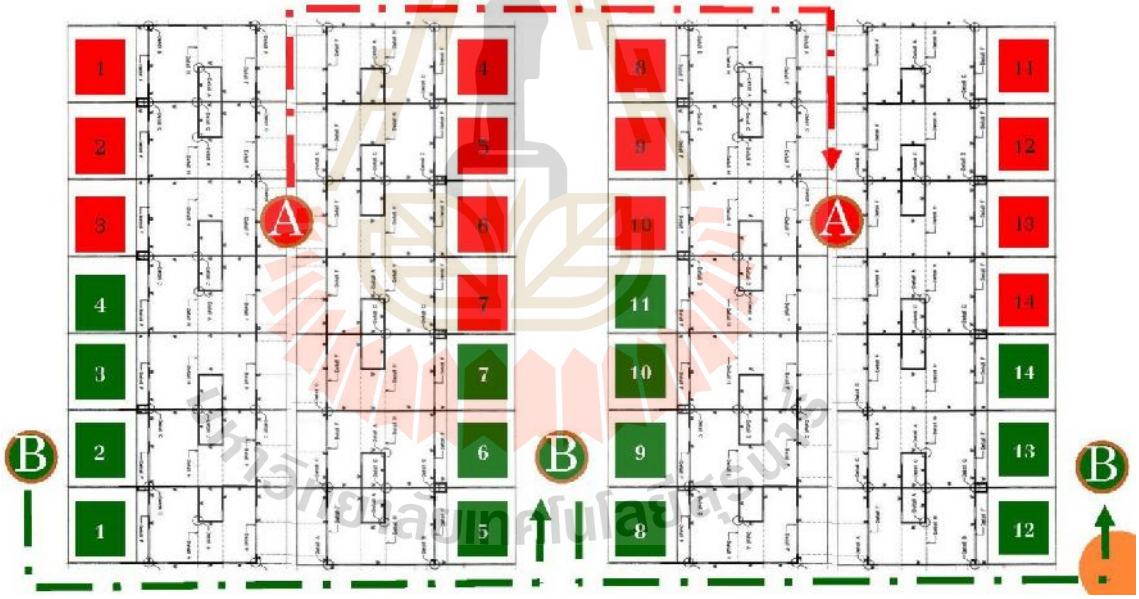
Seven Wastes	Recommended	Lean Tools
5. การผลิตมากเกินความจำเป็น (Over Production)	5.1 การผลิตชิ้นส่วนเพื่อชดเชยความเสียหาย - ความสูญเสียส่วนใหญ่เกิดจากการผลิตชิ้นส่วนเพื่อเตรียมก่อสร้างในชั้นที่ 2 เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ควรออกแบบให้อาคารมีการใช้คอนกรีตสดที่หน้างานทั้งหมด	-
6. สินค้าคงคลังมากเกินไป (Unnecessary Stock)	6.1 การสำรองวัสดุก่อสร้าง - ควรมีการตัดเหมางานจำพวกไฟฟ้า ประปา กระเบื้อง และงานทาสีออกไปให้ผู้รับเหมารายย่อยทำทั้งหมด	-
7. การขนส่ง (Transportation)	7.1 การจัดส่งวัสดุล่าช้า - ควรออกแบบให้มีการใช้วัสดุก่อสร้างหลักเป็นคอนกรีตให้ได้ไม่น้อยกว่า 80% ของมูลค่าอาคาร จะทำให้ลดภาระในการจัดซื้อ	-

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้สร้างนำเครื่องมือของลีนเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ตามแนวทางของการวินิจฉัยจำนวน 4 เครื่องมือ ดังนี้

3.2.4.1 การจัดเตรียมและบริหารพื้นที่ (Point of Used Material)

ในพื้นที่ก่อสร้างมักจะมีปัญหาเรื่องการเคลื่อนย้ายของเครื่องจักรกลหนักต่างๆ เนื่องจากการใช้งานที่ไม่มีแผนรองรับใดๆ หากพิจารณาให้ดีจะเห็นได้ว่าการเคลื่อนย้ายแต่ละครั้งจะทำให้เกิดการเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายที่ไม่คุ้มค่าเป็นอันมาก ดังนั้น การกำหนดพื้นที่สำหรับเครื่องจักรกลหนักเหล่านี้ จึงถือเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่อาจมองข้ามได้ สำหรับเครื่องจักรกล ที่เหมาะสำหรับการก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น ส่วนใหญ่มักนิยมใช้รถเครนล้อยาง ขนาด 20 ตัน (รูปที่ 3.9) เป็นตัวหลักในการปฏิบัติงาน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดการเคลื่อนตัวของเครื่องจักรกลดังกล่าว ให้ทำงานอยู่ใน 2 ทิศทาง (รูปที่ 3.10) โดยเครื่องจักร A จะทำการก่อสร้างอาคารในกรอบสีแดง ตั้งแต่หมายเลข 1-14 และเครื่องจักร B จะทำการก่อสร้างอาคารในกรองสีเขียว ตั้งแต่หมายเลข 1-14 จะไม่มีการเคลื่อนย้ายไปในทิศทางอื่น



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ดังนั้นการผลิต (Flow Cells) ที่มีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์สูง จะต้องเกิดจากการบูรณาการองค์ประกอบทั้ง 5 ประการ ให้มีความสมดุล (Line Balancing) เหมาะสมตามศักยภาพขององค์กรที่มีอยู่ในขณะนั้น

ก. แนวทางการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหล

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ให้ชัดเจน เช่น เพื่อลดปริมาณการเคลื่อนย้าย หรือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น
2. ชี้บ่งกระบวนการที่ต้องการศึกษาพร้อมทั้งรายละเอียดของกระบวนการ
3. กำหนดว่าเป็นการวิเคราะห์การไหลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ดังนี้
   - ผลิตภัณฑ์ : การทำงานบนตัวผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ชิ้นส่วน วัตถุดิน เข้าสู่สายการผลิต จนประกอบเสร็จเป็นผลิตภัณฑ์
   - พนักงาน : การปฏิบัติงานของพนักงานคนหนึ่งในการทำงาน เคลื่อนย้ายสิ่งของ และการเดิน
   - เครื่องมือหรืออุปกรณ์ : การโยกย้ายของเครื่องมือหรือการใช้งานของอุปกรณ์
4. เริ่มวิเคราะห์จากจุดเริ่มต้นของการไหล บันทึกงานตามที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้สัญลักษณ์กำกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดทุกขั้นตอน พร้อมทั้งคำบรรยายสั้น ๆ ถึงลักษณะงานที่เกิดขึ้น
5. เก็บข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
6. โดยเส้นระหว่างสัญลักษณ์จากบนลงล่าง
7. สรุปขั้นตอนการปฏิบัติงานลงในตารางสรุปผล

ข. แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

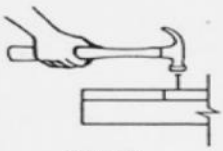
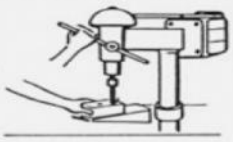
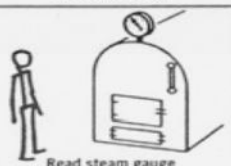
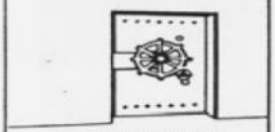
แผนภูมินี้ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (Flow) (จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, 2551) ของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงานและอุปกรณ์ ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อม ๆ กับกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 6 ตัว (ตาราง 3.7) ซึ่งกำหนดโดย สมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Mechanical Engineer : ASME)

ตารางที่ 3.7 สัญลักษณ์มาตรฐานของกระบวนการไหล

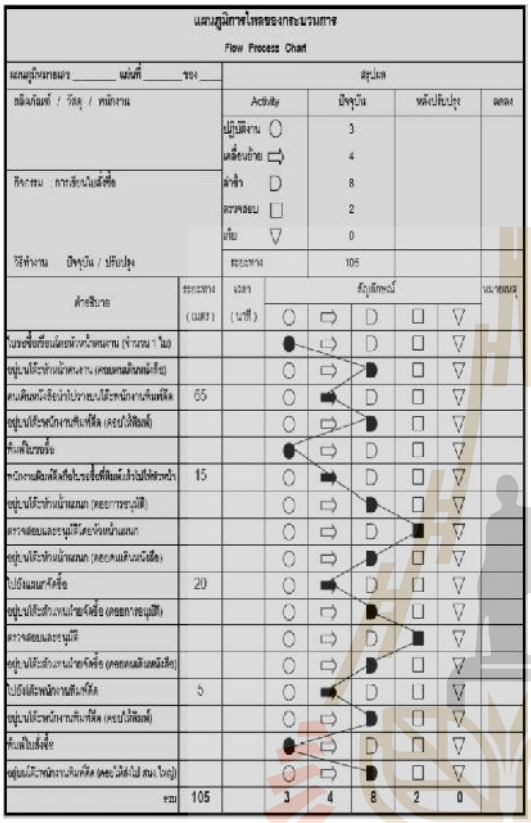
สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation การปฏิบัติงาน	- การเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัตถุ - การประกอบชิ้นส่วน หรือการถอดส่วนประกอบออก - การเตรียมวัตถุเพื่องานขั้นต่อไป - การวางแผน การคำนวณ การให้คำสั่ง หรือการรับคำสั่ง
	Inspection การตรวจสอบ	- ตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ - ตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation การเคลื่อน	- การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง - พนักงานกำลังเดิน
	Delay การคอย	- การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน - การคอยเพื่อให้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น
	Storage การเก็บ	- การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้าย - การเก็บชิ้นส่วนที่รอเป็นเวลานาน
	Multiple Operation กิจกรรมผสม	- มีกิจกรรมมากกว่า 1 กิจกรรม มาทำงานร่วมกัน

ค. ข้อควรระวัง

1. ไม่วิเคราะห์แผนภูมิการไหลของชิ้นส่วนปะปนกับแผนภูมิการเคลื่อนของพนักงาน เพราะพนักงานและชิ้นส่วนอาจไม่เคลื่อนที่ไปพร้อมกัน
2. พึงระวังในการแยกกิจกรรมการปฏิบัติงานที่ต่างวัตถุประสงค์ออกจากกัน
3. บันทึกรายละเอียดของงานลงบนแผนภูมิก่อนเริ่มต้นการวิเคราะห์เสมอ

OPERATION A large circle indicates an operation, such as →	 Drive nail	 Drill hole	 Type letter
TRANSPORTATION An arrow indicates a transportation, such as →	 Move material by truck	 Move material by hoist or elevator	 Move material by carrying (Messenger)
INSPECTION A square indicates an inspection, such as →	 Examine material for quality or quantity	 Read steam gauge on boiler	 Examine printed form for information
DELAY The letter D indicates a delay such as →	 Material in truck or on floor at bench waiting to be processed	 Employee waiting for elevator	 Papers waiting to be filed
STORAGE A triangle indicates a storage such as →	 Bulk storage of raw material	 Finished product in warehouse	 Documents and records in storage vault

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

Flow Process Chart

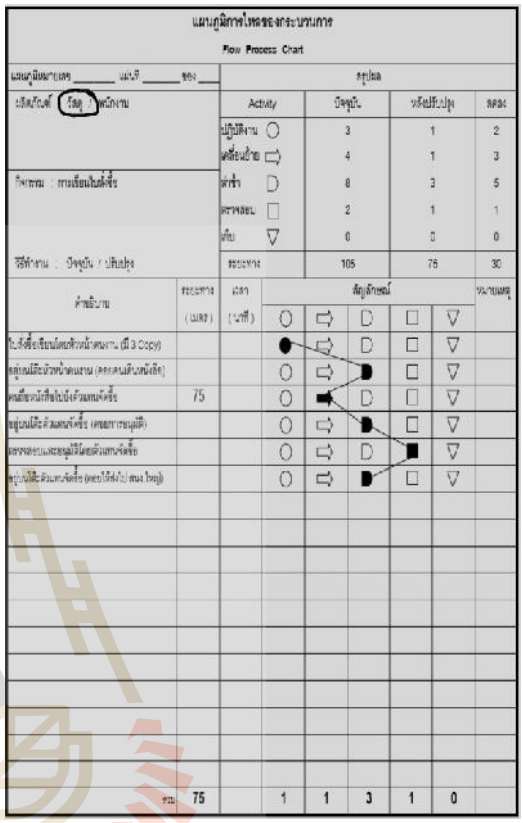
สรุปผล	Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
	ปฏิบัติงาน ○	3		
	เคลื่อนย้าย ⇨	4		
	ล่าช้า D	8		
	ตรวจสอบ □	2		
	เก็บ ▽	0		
	ระยะทาง	105		

ผลผลิต/บริการ / วัสดุ / พนักงาน

กิจกรรม : การสั่งซื้อวัตถุดิบ

วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง

คำอธิบาย	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ลักษณะ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
ใบขอซื้อเขียนโดยหัวหน้าแผนก (จำนวน 1 ใบ)			●	⇨	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้าแผนก (คอยแผนกเดินมาเอา)			○	⇨	●	□	▽	
แผนกเดินมาเอาใบไปยังแผนกจัดซื้อ	65		○	●	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะพนักงานคีย์ข้อมูล (คอยใส่ฟิลด์)			○	⇨	●	□	▽	
คีย์ข้อมูลซื้อ			●	⇨	D	□	▽	
พนักงานคีย์ข้อมูลซื้อที่คีย์แล้วไปให้หัวหน้า	15		○	●	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้าแผนก (คอยการอนุมัติ)			○	⇨	●	□	▽	
ตรวจสอบและอนุมัติโดยหัวหน้าแผนก			○	⇨	D	●	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้าแผนก (คอยแผนกเดินมาเอา)			○	⇨	●	□	▽	
ไปยังแผนกจัดซื้อ	20		○	●	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวแผนกจัดซื้อ (คอยการอนุมัติ)			○	⇨	●	□	▽	
ตรวจสอบและอนุมัติ			○	⇨	D	●	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวแผนกจัดซื้อ (คอยแผนกเดินมาเอา)			○	⇨	●	□	▽	
ไปยังโต๊ะพนักงานคีย์ข้อมูล	5		○	●	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะพนักงานคีย์ข้อมูล (คอยใส่ฟิลด์)			○	⇨	●	□	▽	
คีย์ข้อมูลซื้อ			●	⇨	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะพนักงานคีย์ข้อมูล (คอยไปส่งไปรษณีย์)			○	⇨	●	□	▽	
รวม	105		3	4	8	2	0	



แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

Flow Process Chart

สรุปผล	Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
	ปฏิบัติงาน ○	3	1	2
	เคลื่อนย้าย ⇨	4	1	3
	ล่าช้า D	8	3	5
	ตรวจสอบ □	2	1	1
	เก็บ ▽	0	0	0
	ระยะทาง	105	75	30

ผลผลิต/บริการ (วัสดุ) / พนักงาน

กิจกรรม : การเขียนใบสั่งซื้อ

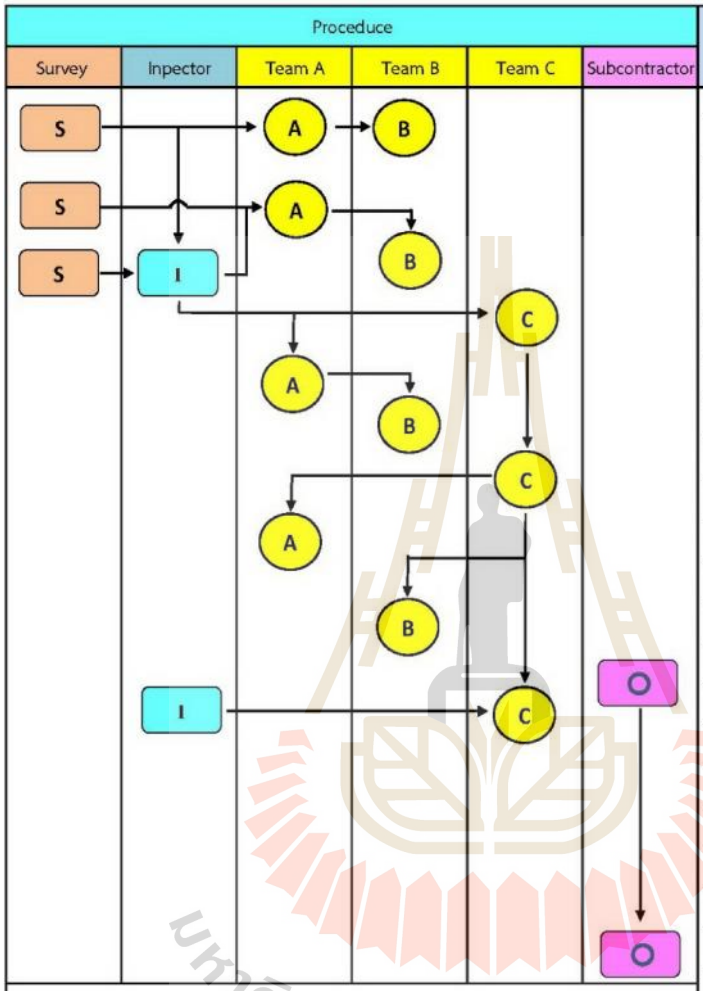
วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง

คำอธิบาย	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ลักษณะ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
ใบสั่งซื้อเขียนโดยหัวหน้าแผนก (มี 3 Copy)			●	⇨	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวหน้าแผนก (คอยแผนกเดินมาเอา)			○	⇨	●	□	▽	
แผนกเดินมาเอาใบไปยังห้องแผนกจัดซื้อ	75		○	●	D	□	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวแผนกจัดซื้อ (คอยการอนุมัติ)			○	⇨	●	□	▽	
ตรวจสอบและอนุมัติโดยหัวแผนกจัดซื้อ			○	⇨	D	●	▽	
อยู่บนโต๊ะหัวแผนกจัดซื้อ (คอยไปส่งไปรษณีย์)			○	●	●	□	▽	
รวม	75		1	1	3	1	0	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Flow Process Chart 7 units	Start Finish	Sheet Copy No.
	No.	

Bulding with the on-site manufacturing process ; BMP. System



Product	Day
- Survey	Start
- Filling	
- Floor 1st	
- Pipe & Mold Slab 1st	
- Concrete Slab 1st	
- Wall 1st & Slab 2nd	
- Wall & Slab Reinforcement 2nd	
- Pipe 2nd	
- Wall 1st & Slab 2nd Concrete	
- Mold Wall 2nd & Wall 1st	
- Removing Mold Wall 1st	
- Wall 2 nd Reinforcement & Wall 1st (Final)	
- Electric Pipe & Sanitary Pipe	
- Wall Concrete 2nd	
- Pipe Work (Final)	
- Removing Mold (Wall 2st & Wall 1st)	
- Roof Main	
- Roof Tile	
- Skin Coat	
- Paint, Sanitary, Lighting, Doors, Windows,	
- Stair & Ceiling	
- Detailed	
- Finish	

Remark

D Not waiting in construction.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะเป้าหมายบางเป้าหมายที่องค์กรกำหนดไว้ หน่วยงานใด หน่วยงานหนึ่งไม่มีพลังพอที่จะทำให้บรรลุผล ต้องนำหน่วยงานอื่นเข้ามาร่วมดำเนินการถึงจะเห็นผลสำเร็จได้

ลักษณะการทำงานแบบข้ามสายงานที่ดีนั้น สมาชิกควรอยู่ระหว่าง 6-8 คน ถ้าเป็นงานที่มีขอบเขตใหญ่กว้างขวางมากกว่านี้ ควรจัดเป็นทีมย่อยลงไป นอกจากนี้การทำงานเป็นทีมต้องยึดหลักการที่ว่า

1. ทีมงานข้ามสายงานต้องกำหนดเป้าหมาย ผลที่คาดหวังอย่างชัดเจน
2. การกำหนดบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิก
3. การกำหนดแผนการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการ
4. การจัดสรร การจัดการใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
5. การให้การยอมรับ การให้รางวัลสมาชิกที่ทำงานได้ประสบความสำเร็จ

นอกจากลักษณะงานและหลักการของการทำงานแบบข้ามสายงานแล้ว ขีดความสามารถของการทำงานข้ามสายงานยังมีครบทั้ง 3 ด้าน คือ เก่งคน (สร้างความสัมพันธ์) เก่งคิด (ระบบทักษะการคิด) เก่งงาน (ทักษะเทคนิคงาน)

<u>ด้านเก่งงาน</u> จะไม่ขอนำเสนอไว้ ณ ที่นี้ ว่าต้องเก่งในเรื่องอะไร เพราะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของงานที่ดำเนินการ แต่ขีดความสามารถที่ถือว่าเป็นขีดความสามารถหลักที่การทำงานแบบข้ามสายจำเป็นจะต้องมีคือ ด้านเก่งคนและเก่งคิด

<u>ด้านเก่งคน</u> ต้องมีความสามารถในเรื่อง

- ภาวะผู้นำ (Leadership) การตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ โดยสามารถหาข้อมูลและเหตุผลต่างๆ มาสนับสนุน การโน้มน้าวชักจูงให้ผู้อื่นปฏิบัติตาม หรือมีความคิดเห็นคล้อยตามได้ชี้นำ และมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมบุคคล หรือกลุ่มบุคคลเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานตามเป้าหมายขององค์กร
- การสื่อสาร (Communication) การสื่อข้อมูลโดยใช้วิธีการช่องทางได้อย่างถูกต้องชัดเจน เหมาะสมกับบุคคล กลุ่มบุคคลตามเวลาและสถานที่ที่แตกต่างกัน โดยที่กลุ่มเป้าหมายมีความเข้าใจชัดเจนถูกต้องตรงกับวัตถุประสงค์ของผู้สื่อ
- การประสารงาน (Coordination) การติดต่อแจ้งข้อมูลการขอข้อมูล การขอความช่วยเหลือ สนับสนุนการทำงานกับผู้อื่น
- การบริหารการเปลี่ยนแปลง (Change Management) การยอมรับความคิดเห็นใหม่ ๆ และนำการเปลี่ยนแปลงไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้สามารถบรรลุ

เป้าหมายได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

<u>ด้านแก่งคิด</u> ต้องมีความสามารถในเรื่อง

- การวางแผน (Planning) การกำหนดแผนงานและกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบและลำดับความสำคัญ รวมทั้งการกำหนดช่วงเวลาที่จะดำเนินการ การนำทรัพยากรมาใช้ ตลอดจนกำหนดบุคคลผู้รับผิดชอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การแก้ไขปัญหา (Problem Solving) การระบุ วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบมีความน่าเชื่อถือ รวมทั้งหาแนวทางเลือกและพิจารณาในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถดังกล่าว ถ้าจะเขียนเป็นสูตรก็จะได้เป็นค่า
-

ขีดความสามารถทั่วไปของการทำงานแบบข้ามสายงาน

=

$$LC^3P^2 + Technical\ SSkill$$

(Leadership. Communication, Coordination, Change

Management, Planning, Problem Solving)

ในสภาพการทำงานที่ลูกค้าต้องการทั้งคุณภาพและคุณค่าอย่างไม่มีที่สิ้นสุดแล้ว การทำงานแบบข้ามสายงานจะมีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เมื่อเป็นเช่นนี้แล้ว องค์กรต้องสร้างโอกาส โอกาสที่จะสร้างได้โดยไม่ต้องลงทุนและเป็นการดึงศักยภาพของคนออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดก็คือ การพัฒนาคนร่วมไปกับการทำงานแบบข้ามสายงาน

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานแบบข้ามสายงาน จะมีการสอนแนะนำระหว่างกัน คนที่มีความรู้ด้านใดที่เด่นกว่าก็ถ่ายทอดแก่คนที่ด้อยกว่า หรือผู้น้อยกว่า มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเรียนรู้ร่วมกันที่ถือว่าเป็น Knowledge Sharing อย่างธรรมชาติ

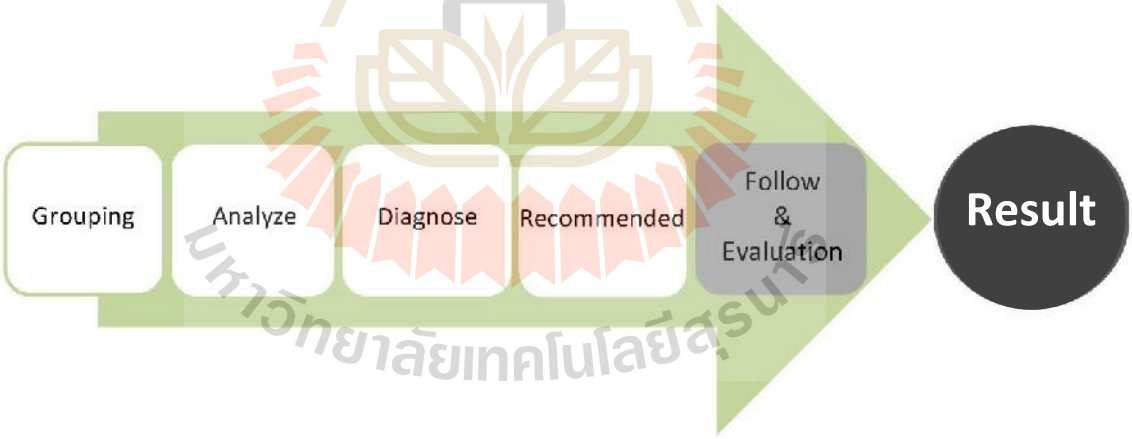
การมอบหมาย ส่งคนเข้าไปร่วมทำโครงการการทำงานแบบข้ามสายงาน จึงเป็นการเรียนรู้พัฒนาจากการลงมือปฏิบัติจริง เมื่อมีการปฏิบัติจริงก็จะเกิดประสบการณ์ ตรงนั้นแหละคือความรู้ที่แท้จริง

สำหรับในงานวิจัยนี้ทีมได้พิจารณากำหนดกลุ่มช่างว่ามีกลุ่มใดบ้างที่จะสามารถปฏิบัติงานข้ามสายงานได้ (ตารางที่ 3.8) จากนั้นจะทำการฝึกอบรมช่างเหล่านั้นให้เข้าไปดำเนินการร่วมกับช่างในกลุ่มอื่นๆ ที่มีปัญหาได้อย่างทันท่วงที ทำให้สามารถลดผลกระทบได้เป็นอย่างดี

กลุ่ม	การทำงานข้ามสายงาน		กิจกรรม				
	ทำได้	ทำไม่ได้	ระดับ	เหล็กเสริม	วางท่อ	แบบหล่อ	คอนกรีต
งานสำรวจ	-	/	-	-	-	-	-
งานเหล็ก	/	-	-	/	/	/	/
งานระบบ	-	/	-	-	/	-	/
งานคอนกรีต	/	-	-	-	/	/	/
งานแบบหล่อ	/	-	-	-	/	/	/

หมายเหตุ / ทำได้ - ทำไม่ได้

- สำหรับงานอื่นๆ อาทิ งานทาสี งานก่อ-ฉาบ งานไฟฟ้า-ประปา งานสุขภัณฑ์ งานตอกเสาเข็ม และงานปูกระเบื้อง ได้ตัดจ้างเหมาให้ผู้ประกอบการรายย่อยเข้าไปดำเนินการแทนทั้งหมด



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ก. ความหมายของการติดตามและประเมินโครงการ (กลุ่มงานติดตามและประเมิน สำนักนโยบายและแผน, 2550)

การติดตาม (Follow) โครงการ หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยนำเข้า (Input) การดำเนินงาน (Process) และผลการดำเนินงาน (Output) เกี่ยวกับโครงการ เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ (Feedback System) สำหรับการกำกับ ทบทวน และแก้ไขปัญหาขณะดำเนินโครงการ

การประเมิน (Evaluation) โครงการ หมายถึง กระบวนการตรวจสอบและตัดสินคุณค่า (Value Judgement) เกี่ยวกับปัจจัยนำเข้า การดำเนินงาน และผลการดำเนินโครงการ เพื่อเป็นสารสนเทศสำหรับการปรับปรุงการดำเนินโครงการ สรุปผลสำเร็จของโครงการและพัฒนาโครงการ

ข. วัตถุประสงค์การติดตามโครงการ

1. เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามแผน
2. เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน
3. เพื่อหาแนวทางแก้ไข ปรับปรุง การดำเนินงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

ค. วิธีการติดตามโครงการ

การติดตามเป็นการเก็บและรวบรวมข้อมูล ซึ่งโดยทั่วไปกระทำได้หลายวิธี เช่น เก็บและรวบรวมข้อมูลจากผู้ดำเนินงานโดยตรง/การสอบถามผู้ดำเนินโครงการ หรือผู้ให้ดำเนินการจัดส่งข้อมูลตามแบบสอบถาม/แบบรายงาน หรือดำเนินการทั้ง 2 วิธี ควบคู่ไปกับการไปดูสถานที่ปฏิบัติการ

หลักจากเก็บและรวบรวมข้อมูลได้แล้ว จะนำมาประมวลวิเคราะห์เปรียบเทียบผลงานกับเป้าหมาย เพื่อประเมินความก้าวหน้าว่าผลงานได้ผลประการใด มีปัญหาอุปสรรคหรือไม่ หากมีปัญหาอุปสรรคเกิดขึ้นในขั้นตอนใด กล่าวคือ ขั้นตอนการวางแผน (Planning) หรือขั้นตอนการปฏิบัติตามแผน (Implementation) จะได้นำมาใช้ประโยชน์หรือนำไปปรับปรุงแก้ไขจัดทำรายงานเป็นระบบและต่อเนื่อง

ง. ประโยชน์ของการติดตามโครงการ

การติดตามมีประโยชน์ที่สำคัญที่สุด คือ การนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ระหว่างดำเนินโครงการ รองลงมาคือ ใช้สำหรับวางแผนการจัดโครงการในอนาคต ซึ่งประโยชน์ต่าง ๆ ถ้าจะแยกกล่าวเป็นข้อ ๆ แล้ว มีดังนี้

1. ทราบถึงสถานภาพและสถานการณ์ต่างๆ ของการดำเนินโครงการ

2. ทราบข้อดี ข้อบกพร่อง ตลอดจนปัจจัยที่ทำให้การดำเนินโครงการมีปัญหา ทำให้สามารถแก้ไขได้ทุกจุดอย่างทันท่วงที และ/หรือในโอกาสต่อไป
3. ประหยัดเวลา งบประมาณ และทรัพยากรในการดำเนินโครงการ
4. สามารถเก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เพื่อนำเสนอผลการดำเนินโครงการในเชิงสถิติหรือวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้รับความเชื่อถือและการยอมรับจากผู้เกี่ยวข้อง
5. กระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องกับโครงการ มีความสำนึกต่อหน้าที่ความรับผิดชอบ และกระตือรือร้นในการแก้ไข ตลอดจนคิดค้นปรับปรุงโครงการอย่างสม่ำเสมอ
6. ผู้บริหารระดับต่างๆ ของโครงการ สามารถวินิจฉัย สั่งการ ได้อย่างรัดกุมมีเหตุผล
7. สร้างสัมพันธภาพอันดีระหว่างผู้บริหารกับผู้ปฏิบัติงานของโครงการ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้อง
8. เป็นขวัญ กำลังใจ ต่อผู้ปฏิบัติงาน
9. เป็นสารสนเทศสำหรับการประเมินผล

จ. วัตถุประสงค์ของการประเมินโครงการ

เนื่องจากการประเมินผลเป็นการหาแนวทางในการตัดสินใจโดยไม่มีเป้าหมาย เพื่อการค้นหาความรู้อย่างการวิจัย แต่จะมุ่งค้นหาสิ่งที่โครงการได้ดำเนินการไปแล้วว่าสิ่งใดควรรีบดำเนินการต่อไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ หรือศึกษาระหว่างดำเนินโครงการนั้นมีปัญหาใดว่าควรปรับปรุงเพื่อการบรรลุเป้าหมายของโครงการ ซึ่งอาจจะพิจารณาเกี่ยวกับการประเมินผลได้ดังนี้

1. การประเมินเป็นเครื่องมือในการบริหารและการวางแผนอย่างที่จะช่วยตอบสนองต่อภารกิจ ความต้องการหน่วยงาน รวมทั้งปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม
2. เพื่อทราบความก้าวหน้า สภาพ ผลการดำเนินงาน ตลอดจนปัญหาอุปสรรค
3. เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเร่งรัด ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของการดำเนินงานโครงการ ยกเลิกโครงการที่ไม่เหมาะสมหรือหมดความจำเป็น
4. เพื่อทราบถึงสถานภาพการบริหารการใช้จ่ายงบประมาณ
5. เป็นความรับผิดชอบของผู้บริหารทุกระดับที่จะต้องผลักดันให้ทำการดำเนินงาน/โครงการ หรือแผนงานต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์ให้เกิดประโยชน์กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ประชาชนหรือสังคมส่วนรวมมากที่สุด

ฉ. การประเมินโครงการมีหลักการสำคัญอย่างไรบ้างนั้น จำเป็นต้องพิจารณาจากความหมายและความสำคัญของการประเมินเป็นสำคัญ ดังนี้

การประเมิน (Evaluation) หมายถึง กระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามตัวชี้วัด โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้น การประเมินโครงการจึงหมายถึง การตัดสินคุณค่าของโครงการ โดยเก็บข้อมูลจากตัวชี้วัดที่กำหนดขึ้น และนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐาน เพื่อแสดงถึงความสำเร็จของโครงการ

จากหมายดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การประเมินจะต้องเกี่ยวข้องกับคำ 3 คำ คือ ตัวชี้วัด เกณฑ์ และมาตรฐาน ดังนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน จึงขออธิบายความหมาของคำทั้ง 3 คำ ดังนี้

ตัวชี้วัด (Key Performance Indication : KPI) หมายถึง ตัวประกอบ ตัวแปร หรือค่าที่สังเกตได้ ซึ่งใช้บ่งบอกถึงสถานภาพหรือสะท้อนลักษณะหรือผลของการดำเนินงาน

เกณฑ์ (Criteria) หมายถึง ระดับที่แสดงถึงความสำเร็จของการดำเนินงานหรือผลที่ได้รับ

มาตรฐาน (Standard) หมายถึง ระดับการปฏิบัติที่แสดงถึงความสำเร็จอันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

ช. ประโยชน์ของการประเมินโครงการ

1. การประเมินผลเป็นภารกิจที่สำคัญของระบบการวางแผนและบริหารแผน/โครงการ เนื่องจากการประเมินโครงการเป็นการตรวจสอบและควบคุมชนิดหนึ่ง ซึ่งดำเนินงานอย่างมีระบบ ทั้งปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process) และผลการดำเนินงาน (Outputs) จะได้รับการตรวจสอบทุกขั้นตอน และนำมาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นอันเป็นข้อมูลย้อนกลับที่จะนำมาใช้ปรับปรุงการดำเนินงาน เพราะนอกจากจะชี้ให้เห็นข้อบกพร่องของการปฏิบัติงานแล้ว ยังชี้ให้เห็นผลการปฏิบัติงานซึ่งไม่สามารถทราบได้จากกระบวนการวางแผน

2. เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ฝ่ายบริหารสามารถปรับปรุงระบบการวางแผนและบริหารแผนด้วยการให้ข้อมูลที่ต่อเนื่อง ทำให้สามารถปรับสภาพการปฏิบัติให้เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง สามารถควบคุมแผนและโครงการให้เป็นไปตามทิศทางที่กำหนดไว้

3. การประเมินช่วยให้การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างคุ้มค่าหรือเกิดประโยชน์ต่อประชาชน เพราะการประเมินโครงการจะต้องวิเคราะห์ทุกส่วนของโครงการ ข้อมูลหรือปัจจัยใดที่เป็นปัญหาจะได้รับการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ หรือใช้ในการปฏิบัติงานอย่างเหมาะสมคุ้มค่า ทรัพยากรทุกชนิดได้รับการจัดสรรให้อยู่ในจำนวนหรือปริมาณที่เหมาะสมเพียงพอแก่การดำเนินงาน

ตารางที่ 3.9 การจัดทำตัวชี้วัด (KPI) เพื่อแสดงผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัยในการก่อสร้างอาคารแถว

Items	Tunnel Form	BMP.System	Remark
Cost	6,440,000 Baht	5,796,000 Baht	Per 7 Units
Time	100 Days	49 Days	
Loss	193,200 Baht	57,960 Baht	

3.3 รายการอ้างอิง

Briose, X. (2015). Teaching Lean Construction : Pontifical Catholice University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. Science Direct, 9, 85-93.

TIRETRUCK CENTER. (2558). เครนและประเภทยางรถเครน. Retrieved from http://www.tiretruckintertrade.com/knowledge_view.php?id_knowledge=49

กลุ่มงานติดตามและประเมิน สำนักนโยบายและแผน. (2550). คู่มือติดตามและประเมินผล.

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. (2551). การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis): ภาควิชาวิศวกรรม อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุมพจน์ วนิชกุล, ฉ. ช., นันทา วิทวุฒิศักดิ์, พรทิพย์ วัฒนสุวกุล ภิญญาพร นิตยประภา, อัญญาณี คล้ายสุบรรณ์,. (2555). ข้อเสนอแนะในการเขียนผลงานทางวิชาการและการเสนอผลงานวิจัย. 8, 44-51.

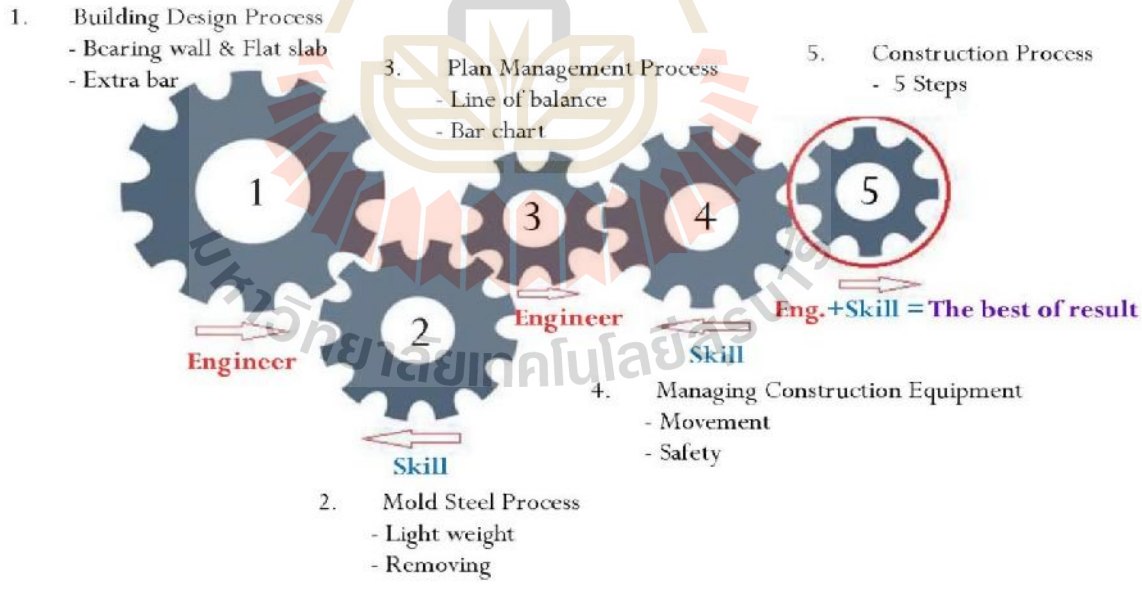
ชุติมา วงษ์สวัสดิ์. (2557). การทำงานข้ามสายงานอย่าง HAR (Happiness, Achievement and Relationship): ศูนย์พัฒนาศักยภาพกายและจิต.

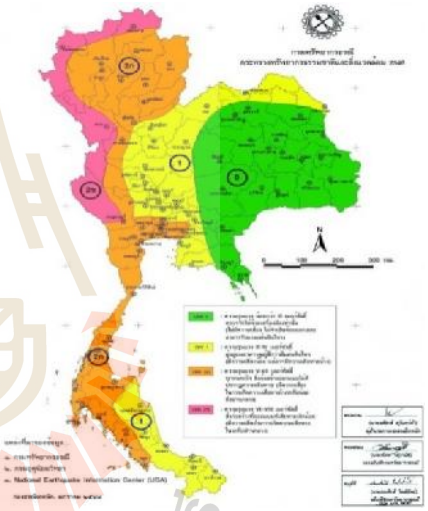
บทสะท้อนคิดเชิงระบบกับการวิเคราะห์ปัญหา G5. (2559). ผังก้างปลา. Retrieved from http://59070226g5.blogspot.com/2016/10/blog-post.html

ปัทมา นพรัตน์. (2559). การวิเคราะห์ต้นเหตุของปัญหาในระบบบริหารงานคุณภาพ (Root Cause Analysis, RCA).

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง. (2545). การออกแบบการวิจัย.

วรางคณา ผลประเสริฐ. (2554). แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเชิงกลยุทธ์ (pp. 1-35). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.


1. Building Design Process
- Bearing wall & Flat slab
- Extra bar
3. Plan Management Process
- Line of balance
- Bar chart
5. Construction Process
- 5 Steps
1
2
3
4
5
Engineer
Skill
Engineer
Skill
Eng.+Skill = The best of result
4. Managing Construction Equipment
- Movement
- Safety
2. Mold Steel Process
- Light weight
- Removing



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ก. น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load ; DL.)

- น้ำหนักคอนกรีตเสริมเหล็ก 2,400 กก./ลบ.ม.
- น้ำหนักเหล็กเสริม 7,850 กก./ลบ.ม.
- น้ำหนักเหล็กรูปพรรณ 7,850 กก./ลบ.ม.

ข. น้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติม (Super Dead Load ; SDL.)

- ปูนทรายปรับระดับหนา 5 ซม. 150 กก./ตร.ม.
- พื้นปูกระเบื้อง 120 กก./ตร.ม.
- ฝ้าเพดาน และงานระบบ 30 กก./ตร.ม.

ค. น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load ; LL.)

- หลังคา 50 กก./ตร.ม.
- พื้นกันสาดหรือพื้นหลังคาคอนกรีต 100 กก./ตร.ม.
- พื้นที่พักอาศัยห้องแถว 200 กก./ตร.ม.
- บันได และช่องทางเดิน 300 กก./ตร.ม.

4.1.2. ระบบโครงสร้างเลือกที่ใช้ (Structure System)

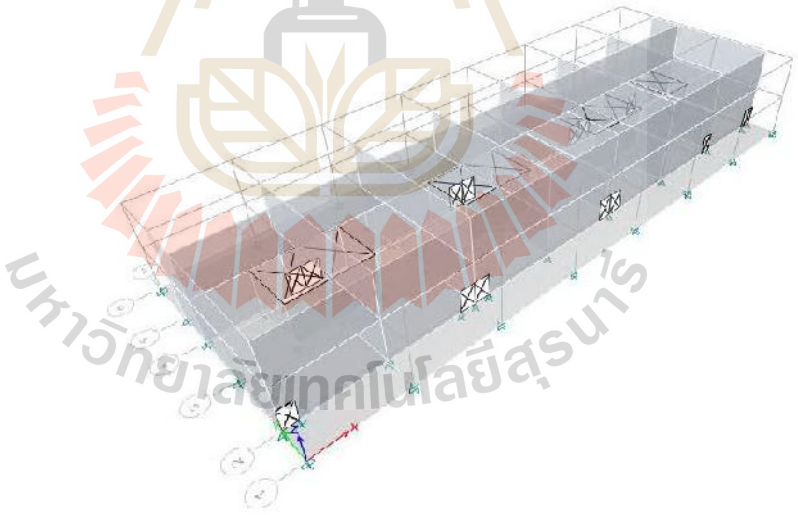
- ฐานราก ในโครงการนี้ได้ทำการออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง โดยใช้ขนาด I 0.26 x 0.26 ม. รับน้ำหนักปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 30 ตัน/ต้น สำหรับความยาวของเสาเข็มให้ขึ้นอยู่กับผลการเจาะสำรวจดินด้วยวิธี Boring Test

- พื้นชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ใช้โครงสร้างแบบพื้นไร้คาน (Flat Slab) หนา 0.15 เมตร และ 0.17 เมตร ตามลำดับ เสริมด้วยลวดตะแกรง Wire Mesh และเหล็กเส้นเสริมพิเศษ SD 40

- ผนังชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ใช้โครงสร้างแบบผนังรับแรง (Bearing Wall) หนา 0.12 เมตร ในชั้นที่ 1 และ 0.10 เมตร ในชั้นที่ 2 เสริมด้วย Wire Mesh และเหล็กเส้นเสริมพิเศษ SD 40

ETABS® 2016

Integrated Building Design Software



Summary Report

Model File: TH5, Revision 0

31-May-17

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1 Structure Data

This chapter provides model geometry information, including items such as story levels, point coordinates, and element connectivity.

1.1 Story Data

Table 1.1 - Story Data

Name	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story
Story2	3.3	6.6	Yes	None	No
Story1	3.3	3.3	No	Story2	No
Base	0	0	No	None	No

2 Loads

This chapter provides loading information as applied to the model.

2.1 Load Patterns

Table 2.1 - Load Patterns

Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Load
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
SDL	Superimposed Dead	0	
EQKY	Seismic	0	User Coefficient

2.2 Load Cases

Table 2.2 - Load Cases - Summary

Name	Type
Dead	Linear Static
Live	Linear Static
SDL	Linear Static
EQKY	Linear Static

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3 Analysis Results

This chapter provides analysis results.

3.1 Structure Results

Table 3.1 - Base Reactions

Load Case/Combo	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-m	MY kgf-m	MZ kgf-m	X m	Y m	Z m
Dead	0	0	920580.91	6468742.61	-18256398	0	0	0	0
Live	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SDL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EQKY 1	-16218.69	0	0	0	-70879.37	106126.73	0	0	0
EQKY 2	0	-16218.69	0	70879.37	0	-323530.06	0	0	0
EQKY 3	-16218.69	0	0	0	-70879.37	106126.73	0	0	0
EQKY 4	0	-16218.69	0	70879.37	0	-323530.06	0	0	0
EQKY 5	-16218.69	0	0	0	-70879.37	106126.73	0	0	0
EQKY 6	0	-16218.69	0	70879.37	0	-323530.06	0	0	0

3.2 Story Results

Table 3.2 - Story Drifts

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story2	Dead	X	3.1E-05	101	34.3675	2.3015	6.6
Story2	Dead	Y	6E-06	101	34.3675	2.3015	6.6
Story2	EQKY 1	X	0.000692	29	22.8	11.9	6.6
Story2	EQKY 2	X	9E-06	41	34.2	11.9	6.6
Story2	EQKY 2	Y	2E-06	46	39.9	9.5	6.6
Story2	EQKY 3	X	0.000692	29	22.8	11.9	6.6
Story2	EQKY 4	X	9E-06	41	34.2	11.9	6.6
Story2	EQKY 4	Y	2E-06	46	39.9	9.5	6.6
Story2	EQKY 5	X	0.000692	29	22.8	11.9	6.6
Story2	EQKY 6	X	9E-06	41	34.2	11.9	6.6
Story2	EQKY 6	Y	2E-06	46	39.9	9.5	6.6
Story1	Dead	X	8E-06	44	39.9	2.05	3.3
Story1	Dead	Y	3E-06	63	22.8	2.3	3.3
Story1	EQKY 1	X	3E-06	47	39.9	11.9	3.3
Story1	EQKY 2	Y	3E-06	44	39.9	2.05	3.3
Story1	EQKY 3	X	3E-06	47	39.9	11.9	3.3
Story1	EQKY 4	Y	3E-06	44	39.9	2.05	3.3
Story1	EQKY 5	X	3E-06	47	39.9	11.9	3.3
Story1	EQKY 6	Y	3E-06	44	39.9	2.05	3.3

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

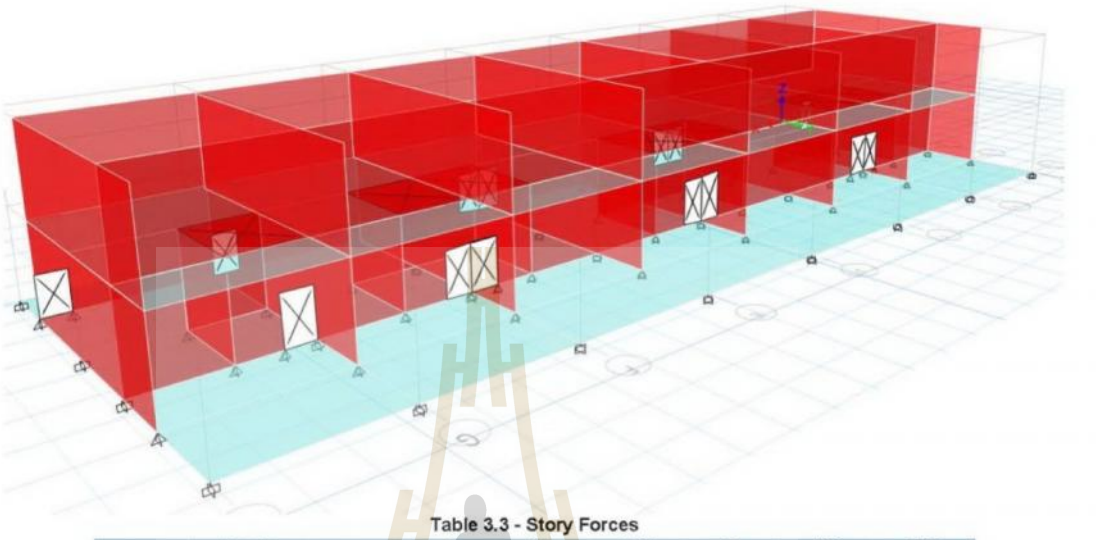


Table 3.3 - Story Forces

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	MY kgf-m
Story2	Dead	Top	0	0	0	0	0	0
Story2	Dead	Bottom	145060.93	0	0	0	936827.61	-2780611.37
Story2	Live	Top	0	0	0	0	0	0
Story2	Live	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story2	SDL	Top	0	0	0	0	0	0
Story2	SDL	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story2	EQKY 1	Top	0	-5259.9	0	33547.05	0	0
Story2	EQKY 1	Bottom	0	-5259.9	0	33547.05	0	-17357.67
Story2	EQKY 2	Top	0	0	-5259.9	-104843.4	0	0
Story2	EQKY 2	Bottom	0	0	-5259.9	-104843.4	17357.67	0
Story2	EQKY 3	Top	0	-5259.9	0	33547.05	0	0
Story2	EQKY 3	Bottom	0	-5259.9	0	33547.05	0	-17357.67
Story2	EQKY 4	Top	0	0	-5259.9	-104843.4	0	0
Story2	EQKY 4	Bottom	0	0	-5259.9	-104843.4	17357.67	0
Story2	EQKY 5	Top	0	-5259.9	0	33547.05	0	0
Story2	EQKY 5	Bottom	0	-5259.9	0	33547.05	0	-17357.67
Story2	EQKY 6	Top	0	0	-5259.9	-104843.4	0	0
Story2	EQKY 6	Bottom	0	0	-5259.9	-104843.4	17357.67	0
Story1	Dead	Top	363747.6	0	0	0	2428452.26	-7152459.45
Story1	Dead	Bottom	522687.21	0	0	0	3464645.15	-10318418
Story1	Live	Top	0	0	0	0	0	0
Story1	Live	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story1	SDL	Top	0	0	0	0	0	0
Story1	SDL	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story1	EQKY 1	Top	0	-16218.69	0	106126.73	0	-17357.67
Story1	EQKY 1	Bottom	0	-16218.69	0	106126.73	0	-70879.37
Story1	EQKY 2	Top	0	0	-16218.69	-323530.06	17357.67	0
Story1	EQKY 2	Bottom	0	0	-16218.69	-323530.06	70879.37	0
Story1	EQKY 3	Top	0	-16218.69	0	106126.73	0	-17357.67
Story1	EQKY 3	Bottom	0	-16218.69	0	106126.73	0	-70879.37
Story1	EQKY 4	Top	0	0	-16218.69	-323530.06	17357.67	0

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf	T kgf-m	MX kgf-m	MY kgf-m
Story1	EQKY 4	Bottom	0	0	-16218.69	-323530.06	70879.37	0
Story1	EQKY 5	Top	0	-16218.69	0	106126.73	0	-17357.67
Story1	EQKY 5	Bottom	0	-16218.69	0	106126.73	0	-70879.37
Story1	EQKY 6	Top	0	0	-16218.69	-323530.06	17357.67	0
Story1	EQKY 6	Bottom	0	0	-16218.69	-323530.06	70879.37	0

Table 3.4 - Story Stiffness

Story	Load Case	Shear X kgf	Drift X m	Stiffness X kgf/m	Shear Y kgf	Drift Y m	Stiffness Y kgf/m
Story2	EQKY 1	5259.9	0.001142	4604974.77	0	1.6E-05	0
Story1	EQKY 1	16218.69	7E-06	2274509506	0	1E-06	0
Story2	EQKY 2	0	1.5E-05	0	5259.9	5E-06	1032378381
Story1	EQKY 2	0	1E-06	0	16218.69	7E-06	2283605885
Story2	EQKY 3	5259.9	0.001142	4604974.77	0	1.6E-05	0
Story1	EQKY 3	16218.69	7E-06	2274509506	0	1E-06	0
Story2	EQKY 4	0	1.5E-05	0	5259.9	5E-06	1032378381
Story1	EQKY 4	0	1E-06	0	16218.69	7E-06	2283605885
Story2	EQKY 5	5259.9	0.001142	4604974.77	0	1.6E-05	0
Story1	EQKY 5	16218.69	7E-06	2274509506	0	1E-06	0
Story2	EQKY 6	0	1.5E-05	0	5259.9	5E-06	1032378381
Story1	EQKY 6	0	1E-06	0	16218.69	7E-06	2283605885

3.3 Modal Results

Table 3.5 - Modal Periods and Frequencies

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency rad/sec	Eigenvalue rad²/sec²
Modal	1	0.384	2.604	16.361	267.6812
Modal	2	0.331	3.02	18.9724	359.9515
Modal	3	0.331	3.022	18.9898	360.6107
Modal	4	0.331	3.023	18.9959	360.8452
Modal	5	0.331	3.024	19.0022	361.0826
Modal	6	0.33	3.027	19.0196	361.7441
Modal	7	0.298	3.353	21.0689	443.8984
Modal	8	0.173	5.775	36.2854	1316.6299
Modal	9	0.172	5.804	36.4655	1329.7322
Modal	10	0.043	23.498	147.6423	21793.2529
Modal	11	0.035	28.608	179.747	32308.9675
Modal	12	0.03	33.634	211.3297	44660.2429

Table 3.6 - Modal Participating Mass Ratios (Part 1 of 2)

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	0.384	2.003E-06	0	0	2.003E-06	0	0
Modal	2	0.331	0.0188	0	0	0.0188	0	0
Modal	3	0.331	0.0016	0	0	0.0204	0	0
Modal	4	0.331	0.0002	0	0	0.0206	0	0
Modal	5	0.331	0.0005	0	0	0.0211	0	0
Modal	6	0.33	0.0013	0	0	0.0224	0	0
Modal	7	0.298	0.0089	2.289E-06	0	0.0313	2.311E-06	0
Modal	8	0.173	0.0092	0	0	0.0405	2.311E-06	0
Modal	9	0.172	0	0	0	0.0405	2.332E-06	0
Modal	10	0.043	0	3.075E-05	0	0.0405	3.308E-05	0

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	11	0.035	0.0089	0.0008	0	0.0494	0.0008	0
Modal	12	0.03	0.0074	0.0121	0	0.0568	0.0129	0

Table 3.6 - Modal Participating Mass Ratios (Part 2 of 2)

Case	Mode	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0	6.28E-06	0.0009	0	6.28E-06	0.0009
Modal	2	0	0.0777	0.0022	0	0.0777	0.0031
Modal	3	0	0.0066	0.0002	0	0.0843	0.0033
Modal	4	0	0.0007	1.934E-05	0	0.085	0.0034
Modal	5	0	0.0021	0.0001	0	0.0871	0.0034
Modal	6	0	0.0054	0.0002	0	0.0925	0.0036
Modal	7	1.01E-05	0.0361	0	1.014E-05	0.1286	0.0036
Modal	8	0	0.0372	0.0011	1.014E-05	0.1658	0.0047
Modal	9	0	1.072E-06	0	1.019E-05	0.1658	0.0047
Modal	10	0.0001	0	0	0.0001	0.1658	0.0047
Modal	11	0.0009	0.0034	0.0026	0.001	0.1692	0.0072
Modal	12	0.0147	0.0031	0.6244	0.0157	0.1723	0.6317

Table 3.7 - Modal Load Participation Ratios

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	92.23	5.68
Modal	Acceleration	UY	2.71	1.29
Modal	Acceleration	UZ	0	0

Table 3.8 - Modal Direction Factors

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.384	0	0	0	1
Modal	2	0.331	0.55	0	0	0.45
Modal	3	0.331	0.828	0	0	0.172
Modal	4	0.331	0.209	0	0	0.791
Modal	5	0.331	0.687	0	0	0.313
Modal	6	0.33	0.874	0	0	0.126
Modal	7	0.298	0.994	0	0	0.005
Modal	8	0.173	0.001	0	0	0.999
Modal	9	0.172	0	0	0	1
Modal	10	0.043	0	0.003	0	0.997
Modal	11	0.035	0.002	0	0	0.998
Modal	12	0.03	0.005	0.009	0	0.986

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Project :	BMP.system	***Date :***	24/3/2018
Owner :	อาคารแถว 2 ชั้น	***Foot :***	F
Location :	ฐานราก	***Grid Line :***	

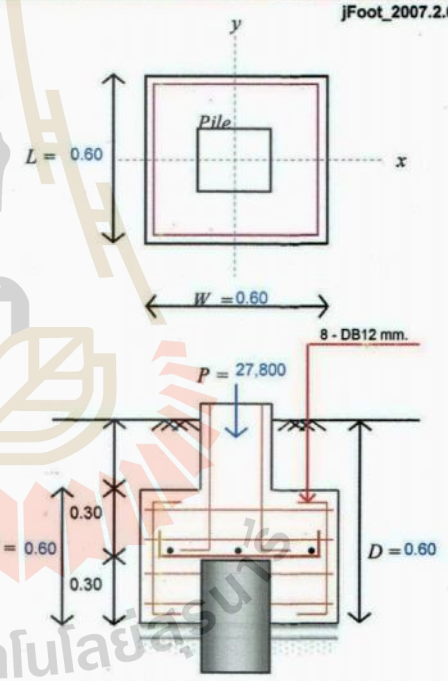
Footing x 1 Pile jFoot_2007.2.0907

Constant :

Yeild Stress, fy (ksc)	=	3,000
Allowable Stress of Steel, fs (ksc)	=	1,500
Comp. Stress of Concrete, fc' (ksc)	=	173
Factor	=	0.375

Input :

Width, W (m)	>= (1-1.5)Dp	=	0.60
Long, L (m)	>= (1-1.5)Dp	=	0.60
Thickness, T (m)		=	0.60
Bottom of Footing, D (m)		=	0.60
Concrete Covering (m)		=	0.05
Section of Pile, Dp (m)		=	0.26
Pile Safe Load, Ps (kg)		=	30,000
Axial Load, P (kg)		=	27,800
% Weight of Soil , Footing, Etc.		=	5%
Total Load, Pn (kg)		=	29,190



Main Bars Design:

Pcon=R(0.85*Ag*0.25*fc') (kg)		=	132,345	
Psteel = Pn-Pcon (kg)		=	0.00	
As Required (cm2)		=	7.20	
Area of Steel	8 - DB12 mm.	=	**9.05**	cm2 OK

เสาเข็มรับน้ำหนักปลอดภัยไม่น้อยกว่า 30 ตัน/ต้น

Case : e_x , e_y > 0

เหล็กเสริมต้านทานโมเมนต์จากการเยื้องศูนย์ (เหล็กตะแกรง)

Offset from Origin		Mx	My	P/N	Asx (cm2)	Asy (cm2)
x1 (m)	y1 (m)					
0.000	0.000	0	0	30,000	0.00	0.00
				Select	DB20	DB20
				No.	0	0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Project BMP.System

Drawing ชาคารแถว 2 ชั้น

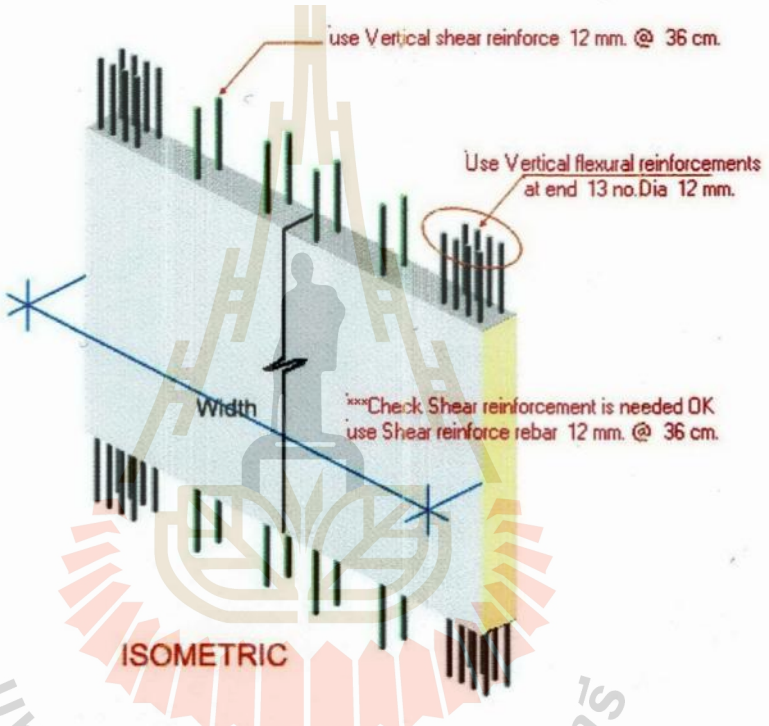
Engineer Nattawat สย.6714

Reinforce Concrete Shear Wall Design

ความกว้างผนัง Width = 4.35 m. x สูง height = 3 m. x หนา Thickness = 12 cm.

use Fc = 350 kg./sq.cm. Fy = 4000 kg./sq.cm. Concrete cover = 2 cm.

แรงเฉือนที่กำหนด Vu = 17357 kg.



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการคำนวณ : Calculation report

ตรวจสอบแรงเฉือนสูงสุดที่ยอมให้

ความลึกประสิทธิผล d = 3.48 m. ---------วสท.[4410(ง)]

แรงเฉือนที่กำหนด Vu = 17357 kg. แรงเฉือนที่คำนวณได้ max.Vn = 179298.7253 kg. ---------วสท.[4410(ค)]

ตรวจสอบกำลังเฉือนของคอนกรีต

ระยะหน้าตัควิกฤตห่างจากฐาน Critical section = 150 m. ---------วสท.[4410(ช)]

กำลังเฉือนของคอนกรีต Vc = 68760 kg. ---------สูตร วสท.(44-27)

กำลังเฉือนของคอนกรีต Vc = kg. ---------สูตร วสท.(44-28)

เลือกกำลังเฉือนของคอนกรีต Vc = kg. ---------วสท.[4410(ช)]

พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงเฉือน Av = .0147 sq.cm. ---------วสท.[4410(ฌ)] สูตร วสท.(44-29)

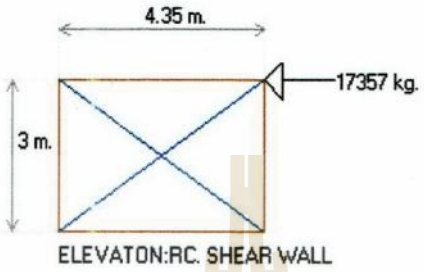
พื้นที่หน้าตัดเหล็กยืนรับแรงดัดหัวท้าย As = 14.616 sq.cm.

Project BMP.System

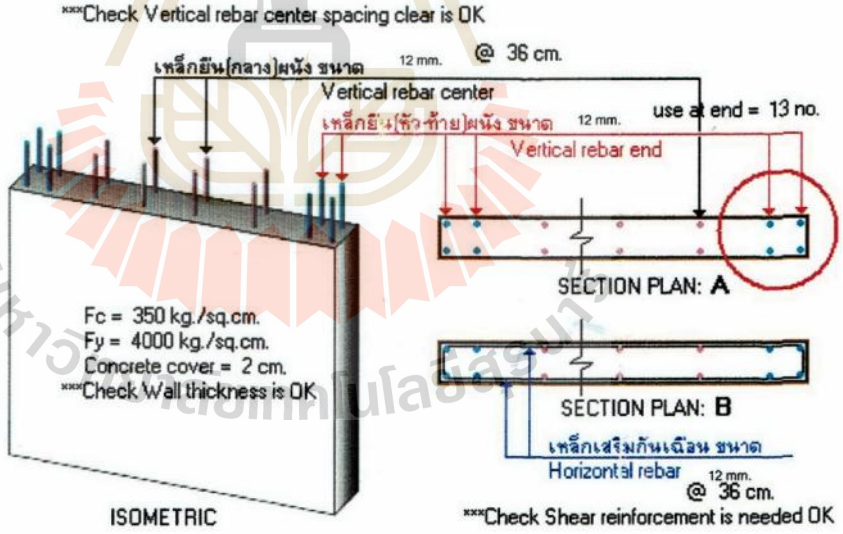
Drawing อาคารแถว 2 ชั้น

Engineer Nattawat สย.6714

Reinforce Concrete Shear Wall Design



ELEVATON:RC. SHEAR WALL



รายการคำนวณ : Calculation report

ตรวจสอบแรงเฉือนสูงสุดที่ยอมให้

ความลึกประสิทธิผล d = 3.48 m. ----------วสท.[4410(ง)]

แรงเฉือนที่กำหนด Vu = 17357 kg. แรงเฉือนที่คำนวณได้ max.Vn = 179298.7253 kg. ----------วสท.[4410(ค)]

ตรวจสอบกำลังเฉือนของคอนกรีต

ระยะหน้าตัดวิกฤตห่างจากฐาน Critical section = 150 m. ----------วสท.[4410(ข)]

กำลังเฉือนของคอนกรีต Vc = 68760 kg. ----------สูตร วสท.(44-27)

กำลังเฉือนของคอนกรีต Vc = kg. ----------สูตร สท.(44-28)

เลือกกำลังเฉือนของคอนกรีต Vc = kg. ----------วสท.[4410(ข)]

พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงเฉือน Av = .0147 sq.cm. ----------สูตร วสท.(44-29)

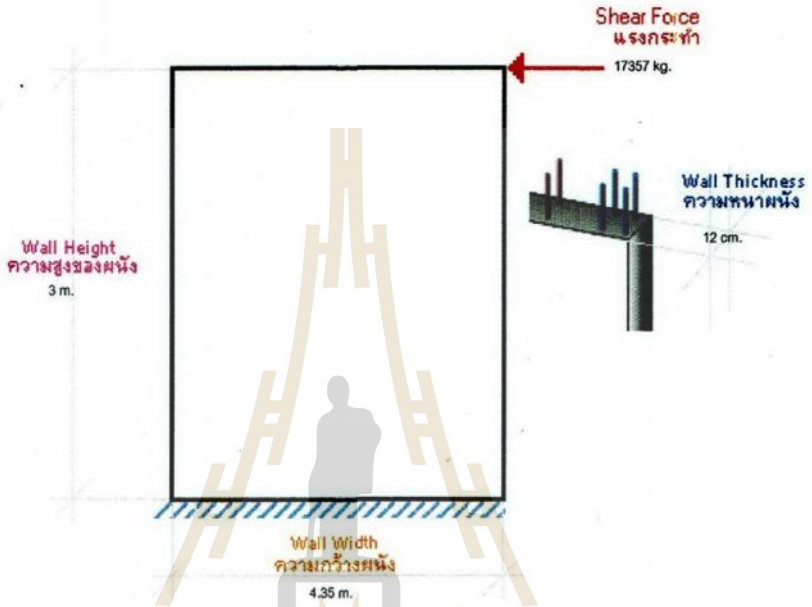
พื้นที่หน้าตัดเหล็กยืนรับแรงดัดหัวท้าย As = 14.616 sq.cm.

Project BMP.System

Drawing อาคารแถว 2 ชั้น

Engineer Nattawat สย.6714

Reinforce Concrete Shear Wall Design



ตรวจสอบความหนาของผนัง Check wall thickness

ความลึกประสิทธิผล d = 3.48 m.

Vu = แรงเฉือนที่กำหนด = 17357 kg.

คำนวณ Vn max.Shear force = 179298.7253 kg. or 179 Tons.

***Check Wall thickness is OK

คำนวณหาแรงเฉือนของคอนกรีตจาก 2 สูตร มาตรฐาน วสท.

Vc ที่คำนวณได้ = 68760 kg. ***จากสูตรที่ 1วสท.(44-27)

ไม่ใช้สูตรที่2 เนื่องจากค่าติดลบ

use Vc = 0 kg.

ตรวจสอบว่าต้องใช้เหล็กเสริมรับแรงเฉือนหรือไม่?

***Check Shear reinforcement is needed OK

use Shear reinforce rebar 12 mm. @ 36 cm.

ตรวจสอบอัตราส่วนเหล็กเสริม/คอนกรีต Check steel ratio

***Check Shear Steel ratio is OK

Steel ratio = .0052 (Min. 0.0025) -----วสท.4410(ฌ)

ออกแบบเหล็กยืนรับแรงเฉือนทางตั้งบริเวณกลางผนัง

Design vertical shear reinforcements

use Vertical shear reinforce 12 mm. @ 36 cm.

***Check Vertical center Spacing clear is OK

ออกแบบเหล็กยืนรับแรงทางตั้งบริเวณหัวหรือท้ายของผนัง

P action for Vertical flexuaral reinforce is OK

ที่ปลายผนังใช้เหล็กยืนขนาด 12 mm.จำนวน 13 เส้น

Dead Load = 3758.4 kg. or = 3.7584 Tons.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

NEO RC. Design v4.50(WSD.)

[Project] BMP.SyStem [Owner]

[Building] อาคารแถว 2 ชั้น [Engineer] ณัฐวัชต์ พัฒนจันทร์

[Location] ผนัง [Date]

[WIRE MESH DESIGN]

When : As_1 = Require Area Of Wire Mesh($cm.^2/m.$)

As_2 = Require Area Of Reinforcedment($cm.^2/m.$)

Fs_1 = Allowable Tensile Strength Of Wire Mesh($kg./cm.^2$)

Fs_2 = Allowable Tensile Strength Of Reinforcedment($kg./cm.^2$)

When Design By Use Reinf. DB 12 mm. @ 0.350 m.#

As_2 = 3.230 $cm.^2/m.$

When :	Fy_1	=	5,500.00	ksc.
	Fs_1	=	2,750.00	ksc.
	Fy_2	=	3,000.00	ksc.
	Fs_2	=	1,500.00	ksc.
From :	As_1	=	$As_2 \times [Fs_2/Fs_1]$	
So Require	As_1	=	1.760	$cm.^2/m.$

From Calculate : Select To Use Wire Mesh

For : Dia. 6 mm. @ 0.160 m.#

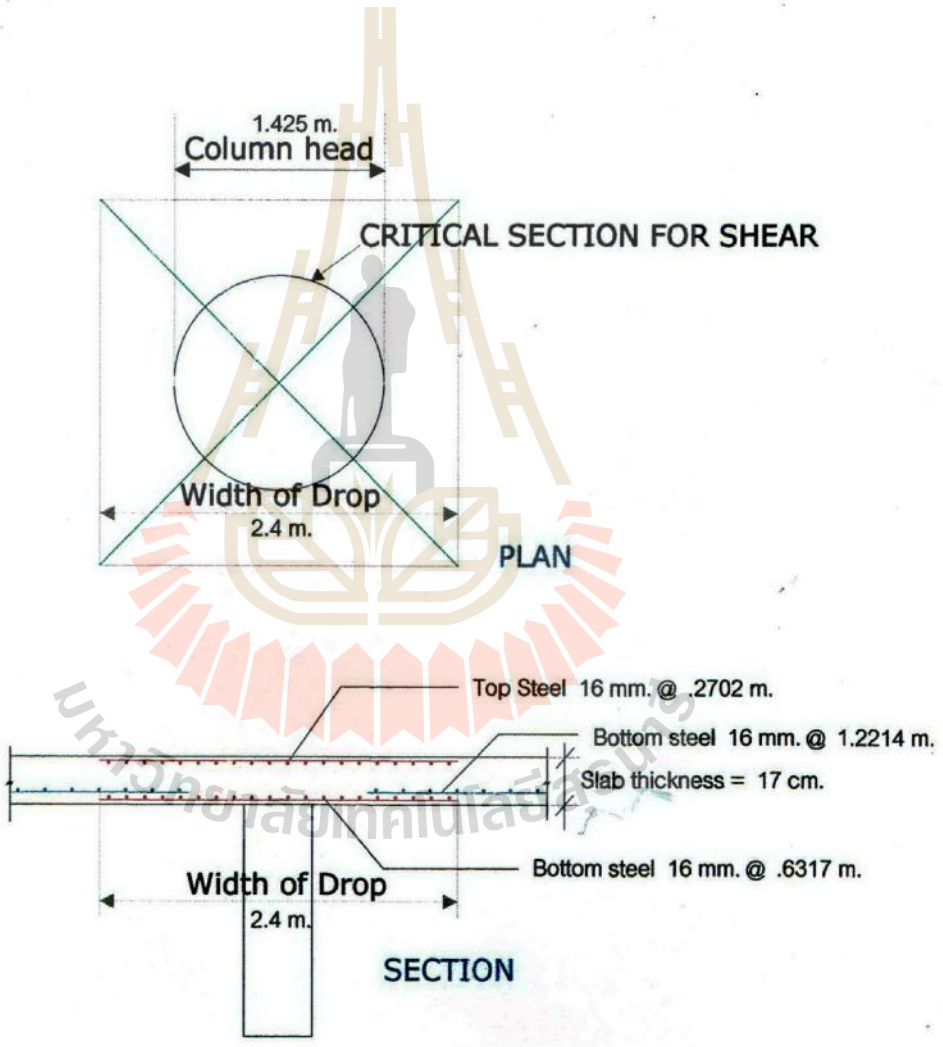
สรุป : เลือกใช้ตะแกรงเหล็กเพื่อการทำงานดังนี้ได้

Set 1 : Dia. 6 mm. @ 0.150 m.#

Set 2 : Dia. 6 mm. @ 0.150 m.#

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการ : BMP.System
เจ้าของ : Two-way Flat Plate
หัวเรื่อง : อาคารแถว2ชั้น
บริษัท :
วิศวกร : Nattawat
หมายเหตุ : พื้นชั้น1



โครงการ : BMP.System
เจ้าของ : Two-way Flat Plate
หัวเรื่อง : อาคารแถว2ชั้น
บริษัท :
วิศวกร : Nattawat
หมายเหตุ : พื้นชั้น1

Total load / panel = 608 x 5.7 x 6.1 = 21140.16 kg.

Shear Stresss

Shear stress at section D + Dd (1.595 m.)

Total load on the circular area with (D+ Dd) as diameter

$$W_1 = \frac{\pi}{4}(D + Dd)^2 W$$

= 1215.3171 kg.

Shear force along the perimeter = 21140.16 - 1215.3171 = 19924.8429 kg.

Shear force/m. length of perimeter = 19924.8429 / ((22/7) x 1.595) = 3974.7478 kg.

Shear stress = 3974.7478 / (100 x 0.865 x 14.5) = 3.169 kg./sq.cm. < 5 kg./sq.cm.

Shear stress at Dw + Ds (2.57 m.)

Load on the square area of (Dw + Ds) = (Dw + Ds)^2 x W

= (2.57)^2 x 608 = 4015.7792 kg.

Shear force along the perimeter = 21140.16 - 4015.7792 = 17124.3808 kg.

Shear force/m. length of perimeter = 17124.3808 / (2.57 x 4) = 1665.79579766537 kg.

Shear stress = 1665.79579766537 / (100 x 0.865 x 14.5) = 1.3281 kg./sq.cm. < 5 kg./sq.cm.

Main steel

Column strip

At for positive moment = 1629.5214 x 100 / (1700 x 0.865 x 14.5) = 7.6424 sq.cm.

At/m. width = 7.6424 / 2.4 = 3.1843 sq.cm.

Use 16 mm. @ .6317 m.

At for negative moment = 3809.5568 x 100 / (1700 x 0.865 x 14.5) = 17.8666 sq.cm.

At/m. width = 17.8666 / 2.4 = 7.4444 sq.cm.

Use 16 mm. @ .2702 m.

Middle strip

At for negative moment = 1299.213 x 100 / (1700 x 0.865 x 14.5) = 6.0932 sq.cm.

At/m. width = 6.0932 / 3.7 = 1.6468 sq.cm.

Use 16 mm. @ 1.2214 m.

At for positive moment = 1299.213 x 100 / (1700 x 0.865 x 14.5) = 6.0932 sq.cm.

At/m. width = 6.0932 / 3.7 = 1.6468 sq.cm.

Use 16 mm. @ 1.2214 m.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการ : BMP.System
เจ้าของ : Two-way Flat Plate
หัวเรื่อง : อาคารแถว2ชั้น
บริษัท :
วิศวกร : Nattawat
หมายเหตุ : พื้นชั้น1

Column Grid : ความกว้างพื้น = 5.7 m. x ความยาวพื้น = 6.1 m.

Live load = 200 kg./sq.m. Dead load of slab(17 cm.) = 17 x 24 = 408 kg./sq.m.

Dead load due to extra thickness of slab in drops = 0 kg./sq.m.

Total load W = 608 kg./sq.m.

Column head 0.25 x L = D = 5.7 /4 = 1.425 m.

Calculate Bending Moment

$$M = \frac{WL_2}{10}(L_1 - \frac{2}{3}D)^2$$

Bending Moment = 8367.8126 kg.-m.

Distribution of Bending Moment

Column strip Bending Moment

-Negative Bending moment = 50% = 0.50 x 8367.8126 = 4183.9063 kg.-m.

+Positive Bending moment = 20% = 0.20 x 8367.8126 = 1673.5625 kg.-m.

Middle strip Bending Moment

-Negative Bending moment = 15% = 0.15 x 8367.8126 = 1255.1719 kg.-m.

+Positive Bending moment = 15% = 0.15 x 8367.8126 = 1255.1719 kg.-m.

Revised Moments

Middle strip is 3.7 m. Column head = 1.425 m. Column strip = 2.4 m.

Middle strip and Column strips are not equal ratio = 1.29824561403509

Revised middle strip moment = 1.29824561403509 x 1255.1719 = 1629.5214 kg.-m.

Column strip Moments

Total column strip positive moment and middle strip negative moment = 1673.5625 + 1255.1719
= 2928.7344 kg.-m.

Revised middle strip moment = 1629.5214 kg.-m.

Total column strip positive moment and middle strip moment = 1673.5625 + 1629.5214
= 3303.0839 kg.-m.

The amount of moment that can be decreased from column strip moment = 3303.0839 - 2928.7344
= 374.3495 kg.-m.

Column strip moments

-Negative moment = 4183.9063 - 374.3495 = 3809.5568 kg.-m.

+Positive moment = 1673.5625 - 374.3495 = 1299.213 kg.-m.

Cal. thickness of slab

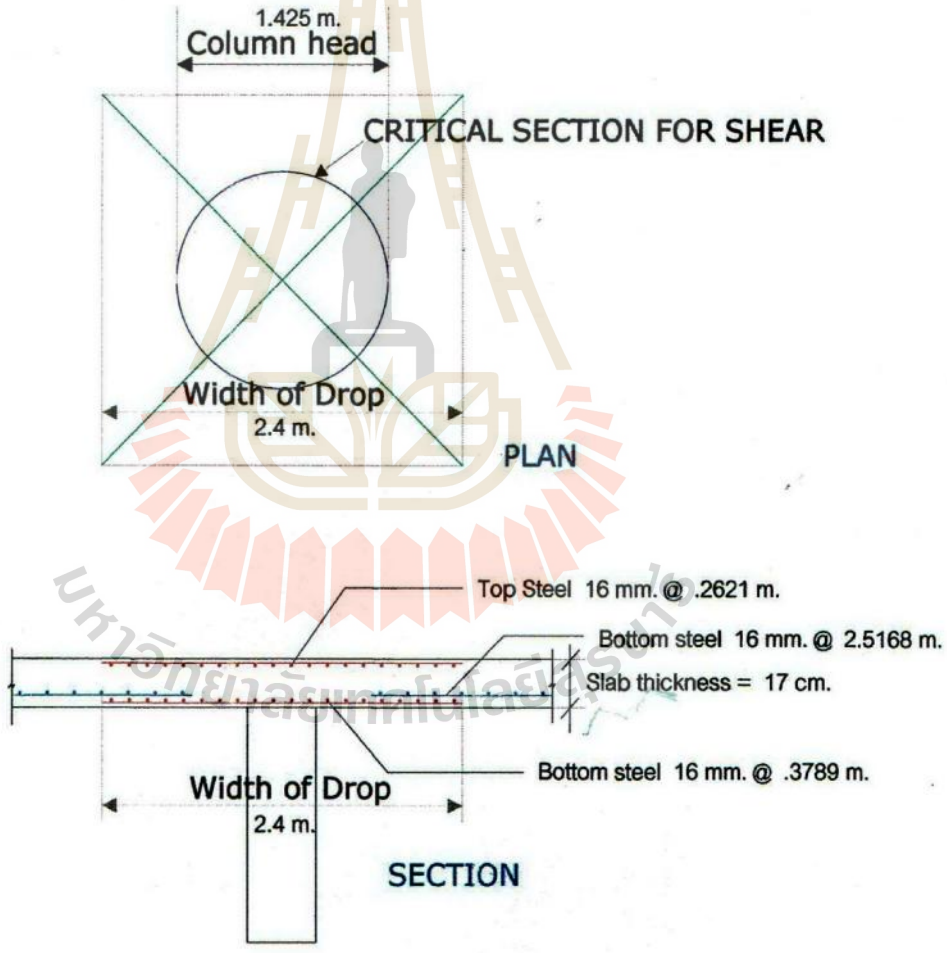
Thickness of slab at drops Dd = (3809.5568 x 100 / (2.4 x 8.74)^2 = 13.4765 cm.

Thickness of slab at column strip Ds = (1299.213 x 100 / (2.4 x 8.74)^2 = 7.8701 cm.

Thickness of slab at middle strip Ds = (1629.5214 x 100 / (3.7 x 8.74)^2 = 7.0986 cm.

Use slab depth = 17 cm.

โครงการ : BMP. System
เจ้าของ : Two-way Flat Plate
หัวเรื่อง : อาคารแถว2ชั้น
บริษัท :
วิศวกร : Nattawat
หมายเหตุ : พื้นชั้น2



โครงการ : BMP. System
เจ้าของ : Two-way Flat Plate
หัวเรื่อง : อาคารแถว2ชั้น
บริษัท :
วิศวกร : Nattawat
หมายเหตุ : พื้นชั้น2

Total load / panel = 608 x 5.7 x 7.45 = 25818.72 kg.

Shear Stresss

Shear stress at section D + Dd (1.595 m.)

Total load on the circular area with (D+ Dd) as diameter

$$W_1 = \frac{\pi}{4}(D + Dd)^2 W$$

= 1215.3171 kg.

Shear force along the perimeter = 25818.72 - 1215.3171 = 24603.4029 kg.

Shear force/m. length of perimeter = 24603.4029 / ((22/7) x 1.595) = 4908.0599 kg.

Shear stress = 4908.0599 / (100 x 0.865 x 14.5) = 3.9131 kg./sq.cm. < 5 kg./sq.cm.

Shear stress at Dw + Ds (2.57 m.)

Load on the square area of (Dw + Ds) = (Dw + Ds)^2 x W

= (2.57)^2 x 608 = 4015.7792 kg.

Shear force along the perimeter = 25818.72 - 4015.7792 = 21802.9408 kg.

Shear force/m. length of perimeter = 21802.9408 / (2.57 x 4) = 2120.9086381323 kg.

Shear stress = 2120.9086381323 / (100 x 0.865 x 14.5) = 1.691 kg./sq.cm. < 5 kg./sq.cm.

Main steel

Column strip

At for positive moment = 2716.2901 x 100 / (1700 x 0.865 x 14.5) = 12.7392 sq.cm.

At/m. width = 12.7392 / 2.4 = 5.308 sq.cm.

Use 16 mm. @ .3789 m.

At for negative moment = 3926.5185 x 100 / (1700 x 0.865 x 14.5) = 18.4151 sq.cm.

At/m. width = 18.4151 / 2.4 = 7.673 sq.cm.

Use 16 mm. @ .2621 m.

Middle strip

At for negative moment = 860.6068 x 100 / (1700 x 0.865 x 14.5) = 4.0362 sq.cm.

At/m. width = 4.0362 / 5.05 = .7992 sq.cm.

Use 16 mm. @ 2.5168 m.

At for positive moment = 860.6068 x 100 / (1700 x 0.865 x 14.5) = 4.0362 sq.cm.

At/m. width = 4.0362 / 5.05 = .7992 sq.cm.

Use 16 mm. @ 2.5168 m.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการ : BMP. System
เจ้าของ : Two-way Flat Plate
หัวเรื่อง : อาคารแถว2ชั้น
บริษัท :
วิศวกร : Nattawat
หมายเหตุ : พื้นชั้น2

Column Grid : ความกว้างพื้น = 5.7 m. x ความยาวพื้น = 7.45 m.

Live load = 200 kg./sq.m. Dead load of slab(17 cm.) = 17 x 24 = 408 kg./sq.m.

Dead load due to extra thickness of slab in drops = 0 kg./sq.m.

Total load W = 608 kg./sq.m.

Column head 0.25 x L = D = 5.7 /4 = 1.425 m.

Calculate Bending Moment

$$M = \frac{WL}{10}^2 (L_1 - \frac{2}{3}D)^2$$

Bending Moment = 10219.7056 kg.-m.

Distribution of Bending Moment

Column strip Bending Moment

-Negative Bending moment = 50% = 0.50 x 10219.7056 = 5109.8528 kg.-m.

+Positive Bending moment = 20% = 0.20 x 10219.7056 = 2043.9411 kg.-m.

Middle strip Bending Moment

-Negative Bending moment = 15% = 0.15 x 10219.7056 = 1532.9558 kg.-m.

+Positive Bending moment = 15% = 0.15 x 10219.7056 = 1532.9558 kg.-m.

Revised Moments

Middle strip is 5.05 m. Column head = 1.425 m. Column strip = 2.4 m.

Middle strip and Column strips are not equal ratio = 1.7719298245614

Revised middle strip moment = 1.7719298245614 x 1532.9558 = 2716.2901 kg.-m.

Column strip Moments

Total column strip positive moment and middle strip negative moment = 2043.9411 + 1532.9558
= 3576.8969 kg.-m.

Revised middle strip moment = 2716.2901 kg.-m.

Total column strip positive moment and middle strip moment = 2043.9411 + 2716.2901
= 4760.2312 kg.-m.

The amount of moment that can be decreased from column strip moment = 4760.2312 - 3576.8969
= 1183.3343 kg.-m.

Column strip moments

-Negative moment = 5109.8528 - 1183.3343 = 3926.5185 kg.-m.

+Positive moment = 2043.9411 - 1183.3343 = 860.6068 kg.-m.

Cal. thickness of slab

Thickness of slab at drops Dd = (3926.5185 x 100 / (2.4 x 8.74)^2 = 13.6818 cm.

Thickness of slab at column strip Ds = (860.6068 x 100 / (2.4 x 8.74)^2 = 6.4053 cm.

Thickness of slab at middle strip Ds = (2716.2901 x 100 / (5.05 x 8.74)^2 = 7.8449 cm.

Use slab depth = 17 cm.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

NEO RC. Design v4.50(WSD.)

[Project] BMP.SyStem [Owner]

[Building] อาคารแถว 2 ชั้น [Engineer] ณัฐวัชต์ พัฒนจันทร์

[Location] พื้น [Date]

[WIRE MESH DESIGN]

When : As_1 = Require Area Of Wire Mesh($cm.^2/m.$)

As_2 = Require Area Of Reinforcedment($cm.^2/m.$)

Fs_1 = Allowable Tensile Strength Of Wire Mesh($kg./cm.^2$)

Fs_2 = Allowable Tensile Strength Of Reinforcedment($kg./cm.^2$)

When Design By Use Reinf. DB 16 mm. @ 0.250 m.#

As_2 = 8.040 $cm.^2/m.$

When :	Fy_1	=	5,500.00	ksc.
	Fs_1	=	2,750.00	ksc.
	Fy_2	=	3,000.00	ksc.
	Fs_2	=	1,500.00	ksc.
From :	As_1	=	$As_2 \times [Fs_2/Fs_1]$	
So Require	As_1	=	4.390	$cm.^2/m.$

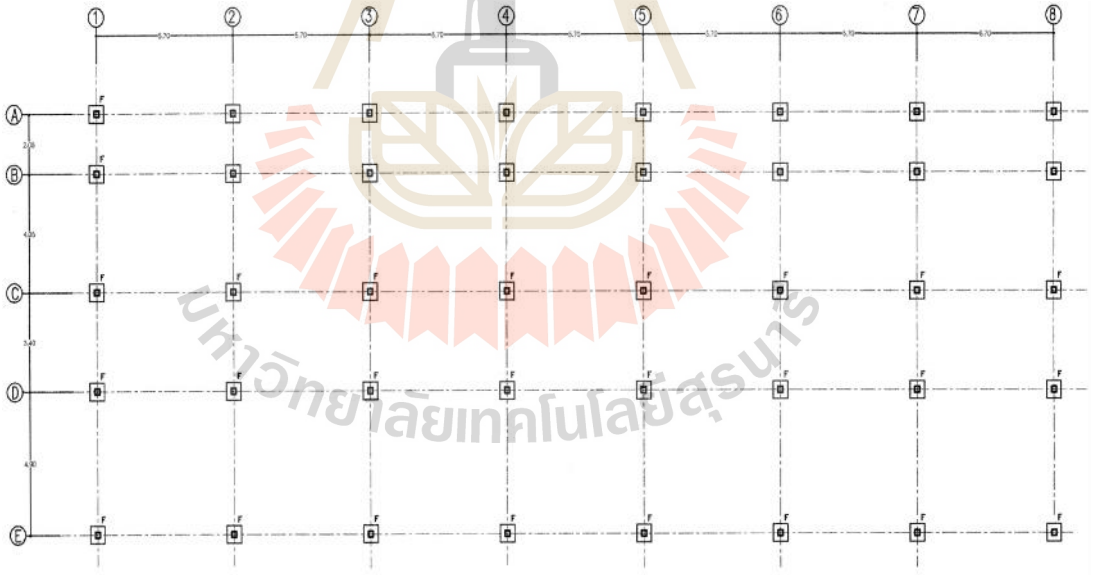
From Calculate : Select To Use Wire Mesh

For : Dia. 8 mm. @ 0.110 m.#

สรุป : เลือกใช้ตะแกรงเหล็กเพื่อการทำงานดังนี้ได้

Set 1 : Dia. 8 mm. @ 0.100 m.#

Set 2 : Dia. 8 mm. @ 0.100 m.#



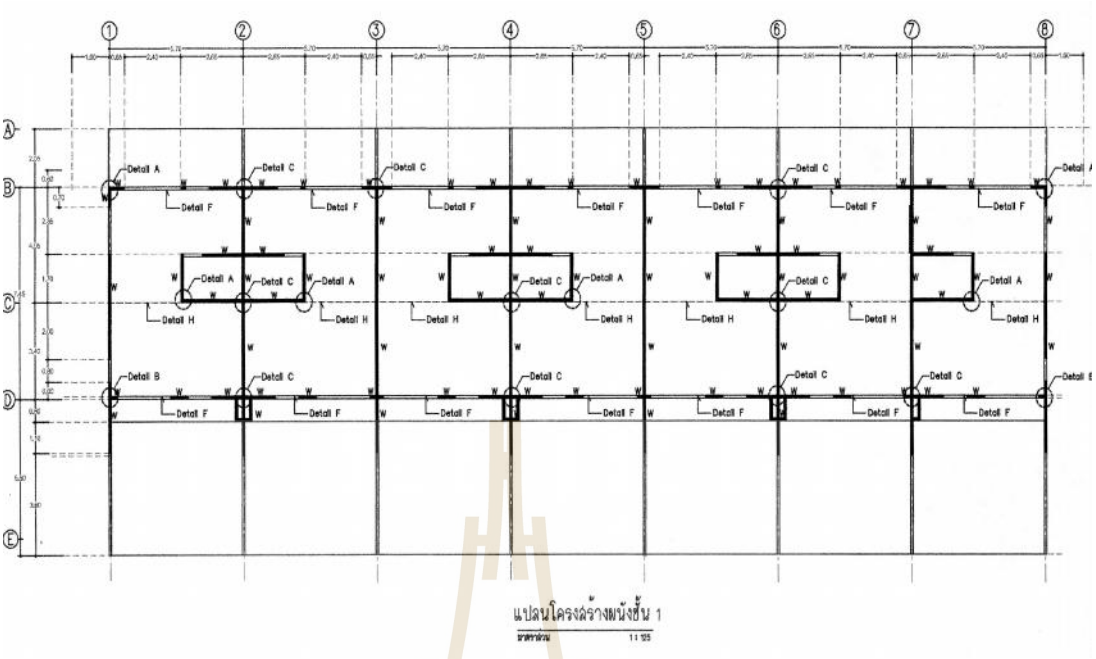
แปลนฐานราก

มาตราส่วน 1 : 125

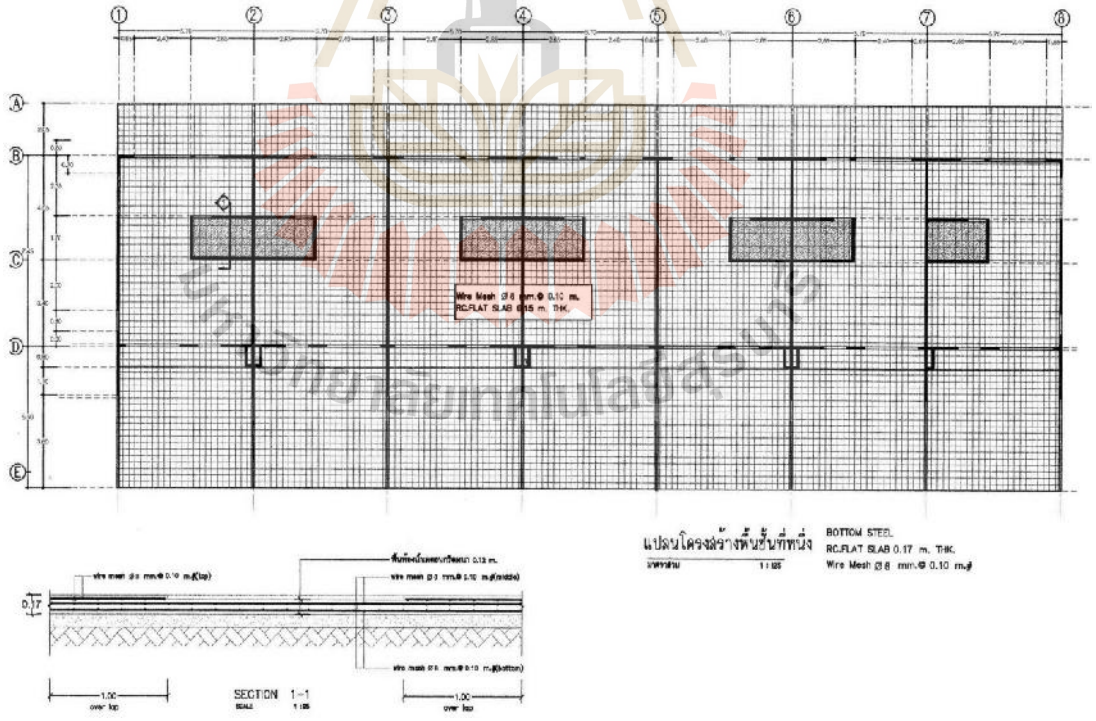
หมายเหตุ

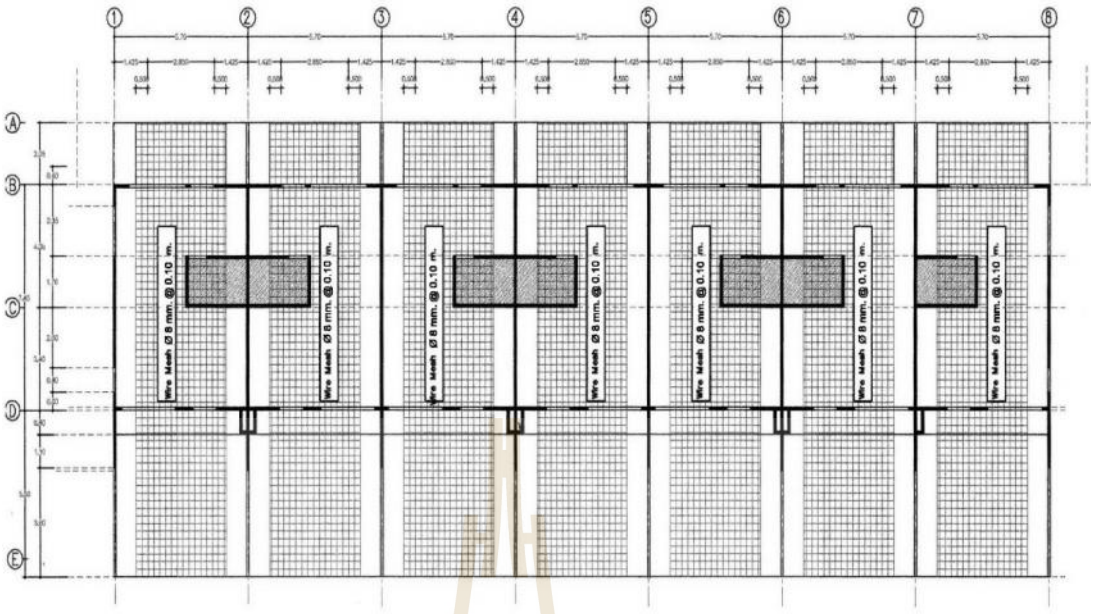
1. เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงขนาดหน้าตัด0.26 x 0.26 ยาว m.
   โดยสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ต้นละ25 TON
2. ให้ดำเนินการทดสอบเพื่อหาความยาวของเสาเข็ม โดยวิธี standard penetration test
   อาคาร 1 แถว (6 ท้องที่) คัดทดสอบอย่างน้อย 1 จุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



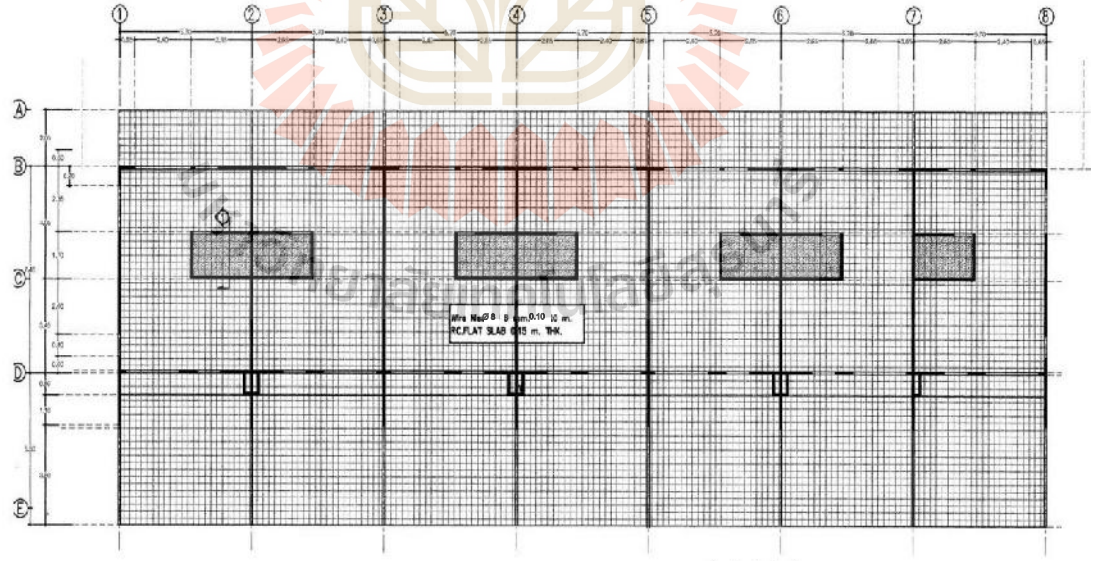
ข) แสดงตำแหน่งผนังชั้น 1





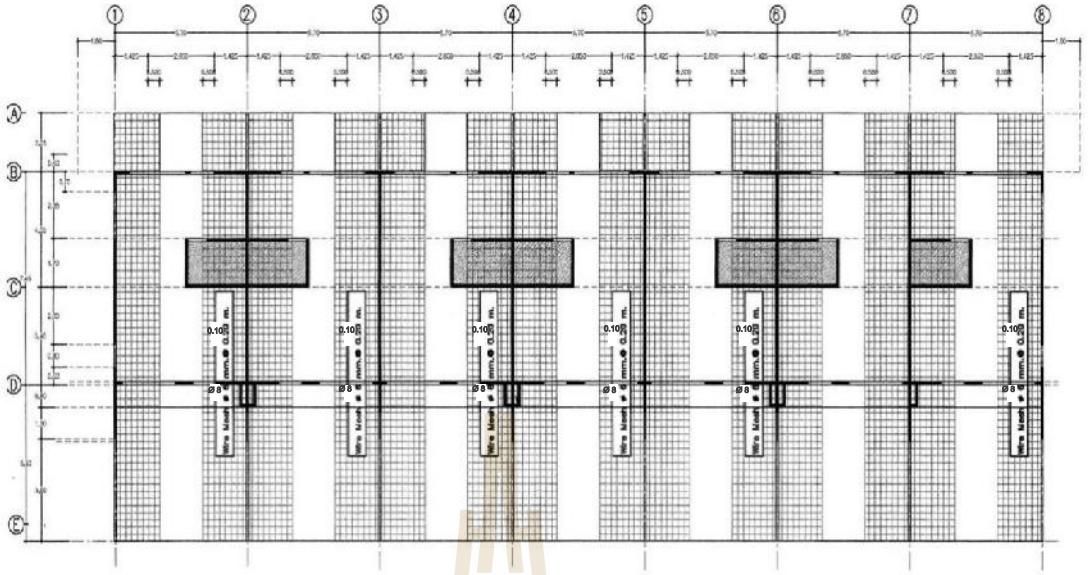
แปลนโครงสร้างพื้นชั้นที่หนึ่ง

EXTRA BOTTOM STEEL
RC.FLAT SLAB 0.17 m. THK.
Wire Mesh Ø 8 mm.@ 0.10 m.



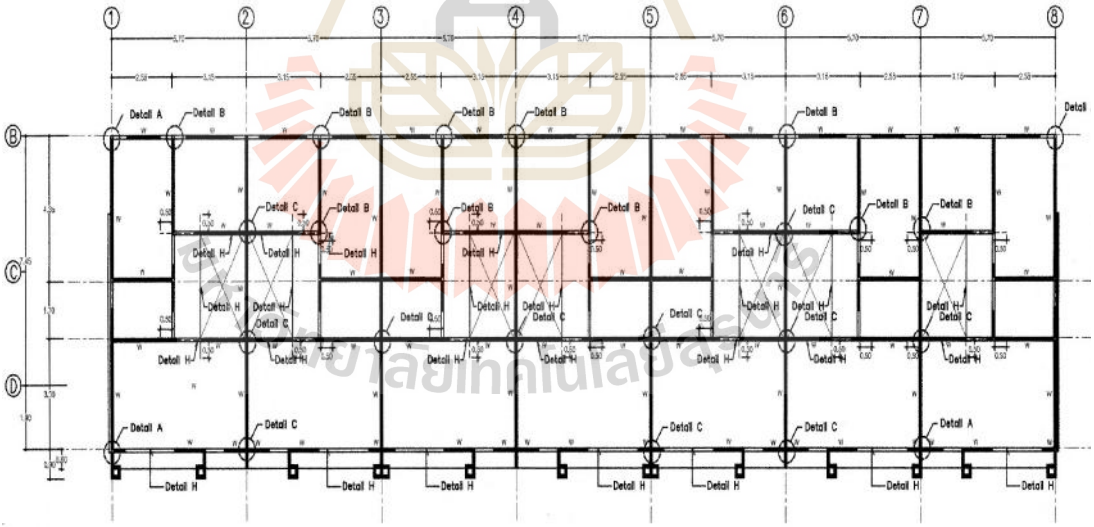
แปลนโครงสร้างพื้นชั้นที่หนึ่ง

TOP STEEL
RC.FLAT SLAB 0.17 m. THK.
Wire Mesh Ø 8 mm.@ 0.10 m.



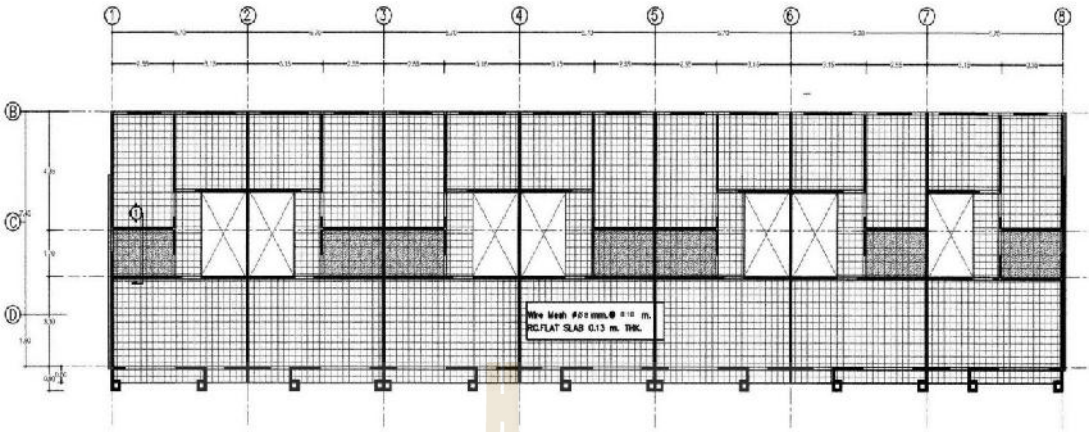
แปลนโครงสร้างพื้นชั้นที่หนึ่ง

มาตราส่วน 1:125

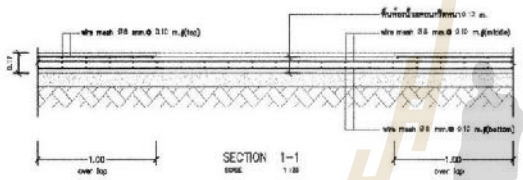


แปลนโครงสร้างพนังชั้น 2

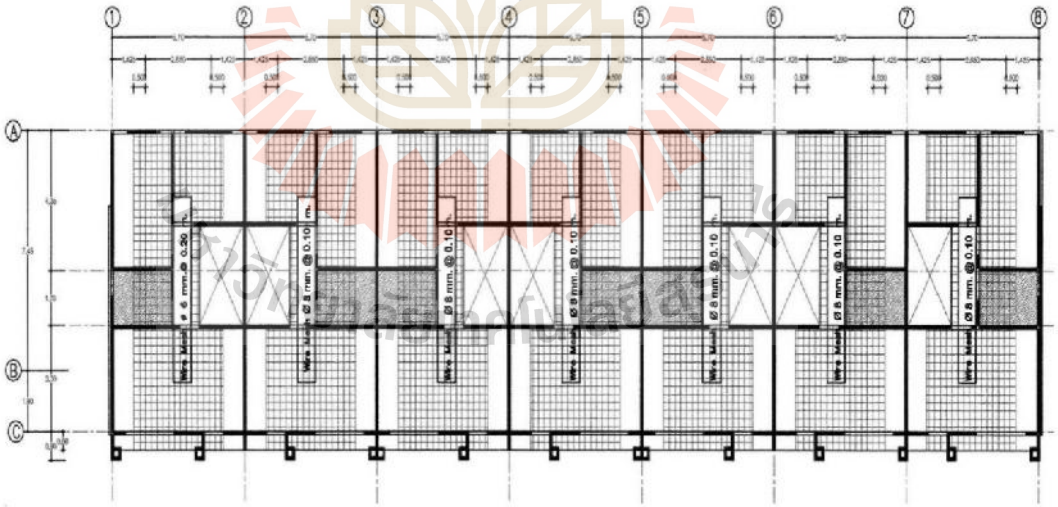
มาตราส่วน 1:125



แปลนโครงสร้างพื้นชั้นที่ 2

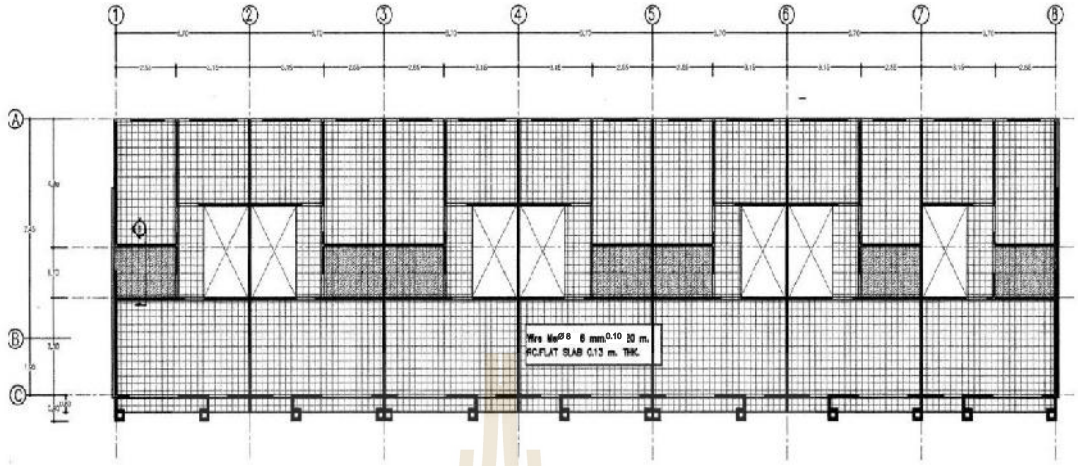


BOTTOM STEEL
RC.FLAT SLAB 0.17 m. THK.
Wire Mesh Ø 6 mm.@ 0.10 m.



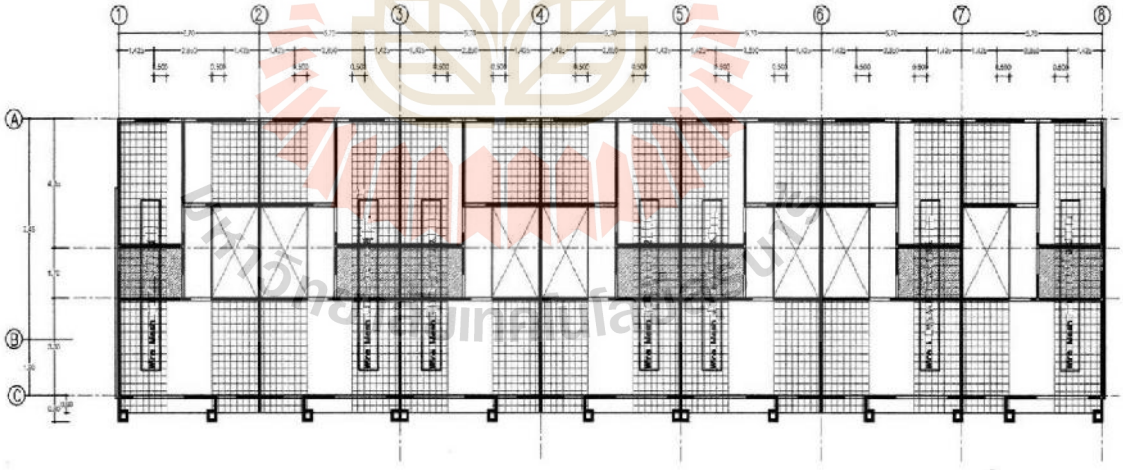
แปลนโครงสร้างพื้นชั้นที่ 2

EXTRA BOTTOM STEEL
RC.FLAT SLAB 0.17 m. THK.
Wire Mesh Ø 6 mm.@ 0.10 m.



แปลนโครงสร้างพื้นชั้นที่ 2

TOP STEEL
RC.FLAT SLAB 0.17 m. THK.
Wire Mesh Ø 6 mm.@ 0.10 m.



แปลนโครงสร้างพื้นชั้นที่ 2

EXTRA TOP STEEL
RC.FLAT SLAB 0.17 m. THK.
Wire Mesh Ø 6 mm.@ 0.10 m.

รายละเอียดและข้อกำหนดทั่วไปประกอบงานโครงสร้าง

ความหมายและคำย่อ

ก.ส.ล. = คอนกรีตเสริมเหล็ก
fy = กำลังครากของเหล็กเสริม
fc' = กำลังอัดประลัยของคอนกรีต
DB = สัญลักษณ์แทนเหล็กข้ออ้อย
RB = สัญลักษณ์แทนเหล็กกลม
WM = สัญลักษณ์แทนเหล็กตะแกรง
STIR = เหล็กปลอก,เหล็กลูกตั้ง
TIES = เหล็กปลอกสำหรับเสา
@ = ระยะห่างจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลางของเหล็กปลอก
TAB = เหล็กเสริมบนและเหล็กล่าง

ข้อกำหนดเกี่ยวกับกำลังวัสดุ

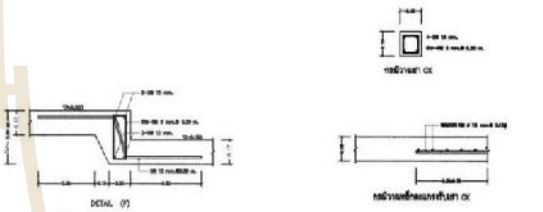
1. คอนกรีตมีกำลังอัดประลัยของตัวอย่างทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน ดังนี้
   - สำหรับโครงสร้างหล่อกับที่ เช่น ฐานราก,เสา,คาน,พื้น = 280 ksc.
   - สำหรับโครงสร้างคำแพงหล่อกับที่ = 240 ksc.
   - สำหรับโครงสร้าง หล่อสำเร็จ เช่น กำแพงหล่อสำเร็จฯ = 240 ksc.
   - สำหรับโครงสร้าง คอนกรีตอัดแรง เช่น พื้นสำเร็จรูปฯ = 350 ksc.
2. เหล็กเสริมมีกำลังคือจากดังนี้
   - เหล็กเสริมกลมตามมาตรฐาน มอก.20 ชั้นคุณภาพ SR-24 = 2400 ksc.
   - เหล็กเสริมข้ออ้อยตามมาตรฐาน มอก.24 ชั้นคุณภาพ SD-40 = 4000 ksc.
   - เหล็กเสริมตะแกรงตามมาตรฐาน มอก.20-2543
   - ลวดเหล็กแรงดึงสูง PC WIRE ตามมาตรฐาน มอก.95-2540 = 5500 ksc.
3. การเชื่อมให้ใช้ลวดเชื่อม E60XX รับแรงดึงประลัย 60 ksi

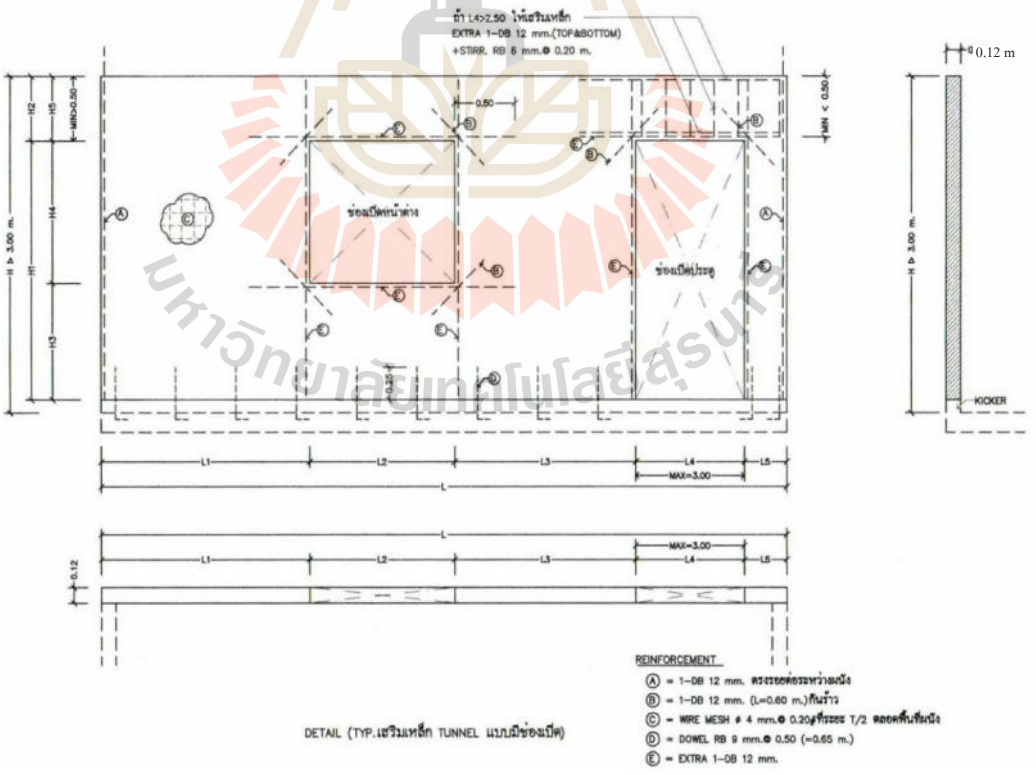
ความยาวระยะฝัง และระยะต่อทาบ

สำหรับ fc' = 240 ksc. และ fy = 4000 ksc.

ขนาดของเหล็กเส้น	ความยาวระยะฝัง (มม.)				ความยาวระยะต่อทาบ (มม.)			
	เหล็กรับแรงดึง	เหล็กเสริมบน	ข้องอมาตรฐานรับแรงดึง	เหล็กรับแรงอัด	เหล็กรับแรงดึง	เหล็กเสริมบน	ข้องอมาตรฐานรับแรงดึง	เหล็กรับแรงอัดในเสา
DB10	400	500	200	200	500	650	300	300
DB12	450	600	250	250	600	800	350	300
DB16	600	800	300	300	800	1050	450	400
DB20	750	1000	350	350	1000	1300	550	450

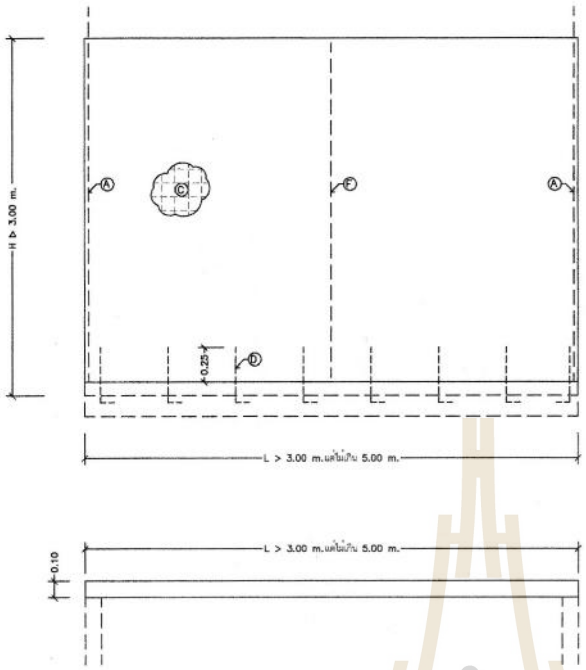
ระยะทาบของตะแกรงเหล็กให้เป็นเหล็กเสริมในแผ่นพื้นต้องมีระยะทาบของตะแกรงไม่น้อยกว่าระยะเรียงของเส้นลวดบวกอีก 5 ซม.

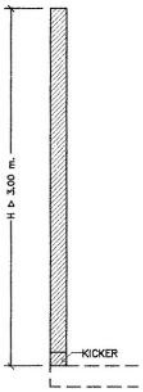




DETAIL (TYP.เสริมเหล็ก TUNNEL แบบมีช่องเปิด)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

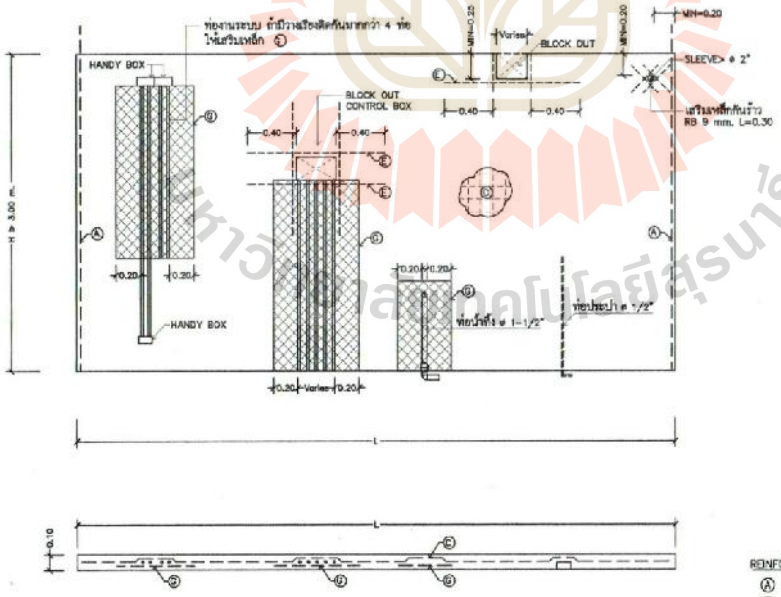


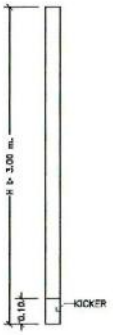


DETAIL (TYP.เสริมเหล็ก TUNNEL แบบไม่มีช่องเปิด)

REINFORCEMENT

Ⓐ = 1-DB 12 mm. ตรงรอยต่อระหว่างผนัง
Ⓑ = 1-DB 12 mm. (L=0.60 m.)กันร้าว
Ⓒ = WIRE MESH ø 4 mm.@ 0.20ø ที่ระยะ T/2 ตลอดพื้นที่ผนัง
Ⓓ = DOWEL RB 9 mm.@ 0.50 (=0.65 m.)
Ⓔ = EXTRA 1-DB 12 mm.
Ⓕ = EXTRA 1-DB 12 mm.ในกรณีที่ L >= 3.00 m.

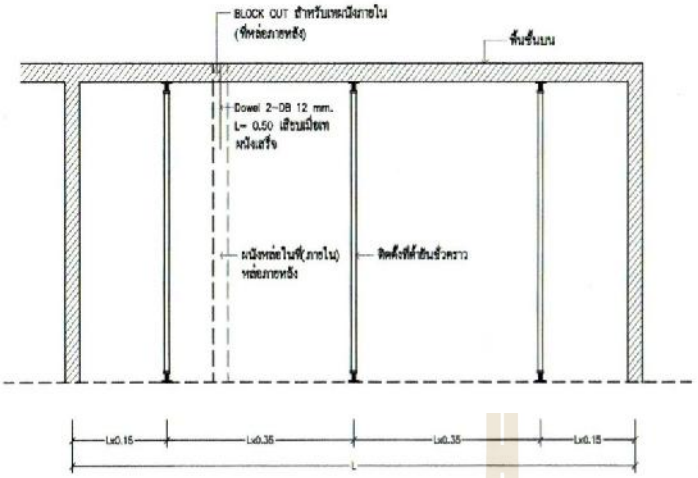




DETAIL (การเสริมเหล็กพิเศษสำหรับท่องานระบบ)

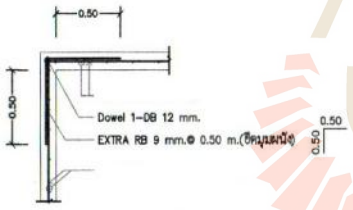
REINFORCEMENT

Ⓐ = 1-DB 12 mm. ตรงรอยต่อระหว่างผนัง
Ⓑ = 1-DB 12 mm. (L=0.60 m.)กันร้าว
Ⓒ = WIRE MESH ø 4 mm.@ 0.20ø ที่ระยะ T/2 ตลอดพื้นที่ผนัง
Ⓓ = DOWEL RB 9 mm.@ 0.50 (=0.65 m.)
Ⓔ = EXTRA 1-DB 12 mm.
Ⓕ = EXTRA 1-DB 12 mm.ในกรณีที่ L >= 3.00 m.
Ⓖ = WIRE MESH ø 4 mm.@ 0.20ø

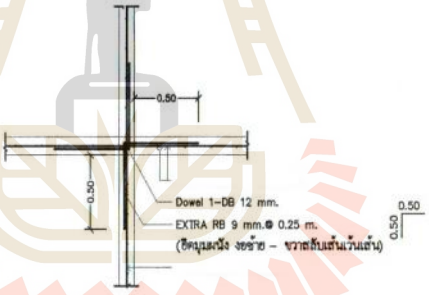


DETAIL (ค้ำยันชั่วคราว)

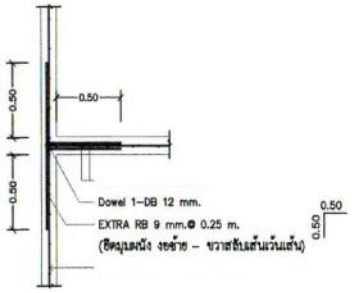
หมายเหตุ
- ให้ค้ำยันชั่วคราวทันทีเมื่อถอดแบบเทพื้นชั้นบน
- ค้ำยันพื้น สามารถถอดเมื่อเทผนังภายในชั้นล่างทั้งหมดครบ 24 ชม
- เมื่อถอดแบบแล้ว ให้ฉีดพ่นโครงสร้างบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตเท่านั้น ห้ามใช้น้ำบ่มโดยตรง



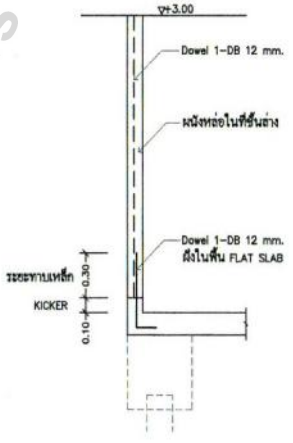
DETAIL (A)



DETAIL (C)

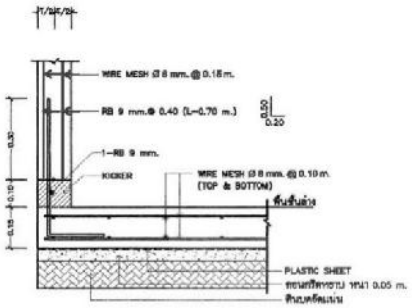


DETAIL (B)

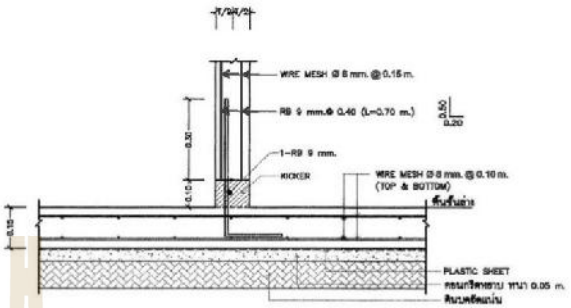


DETAIL (D) (การเสริมเหล็กจุดต่อผนัง)

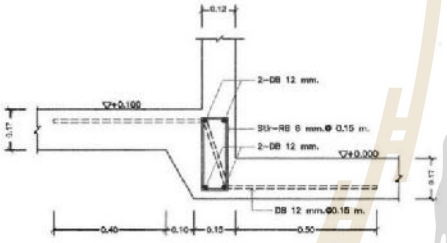
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



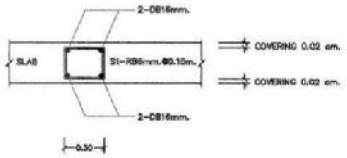
DETAIL (E)



DETAIL (G)

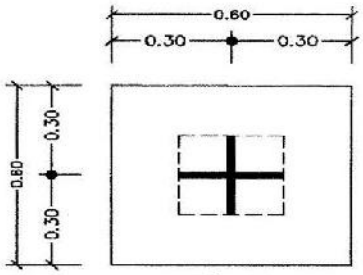


DETAIL (F)

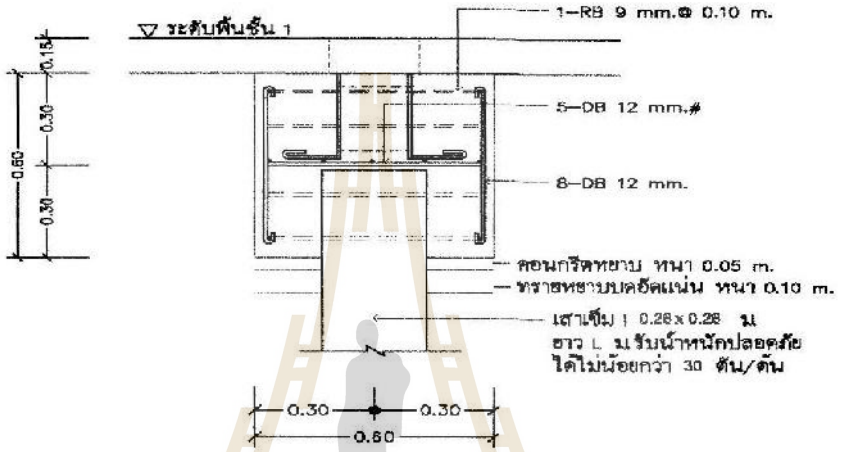


DETAIL (H)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

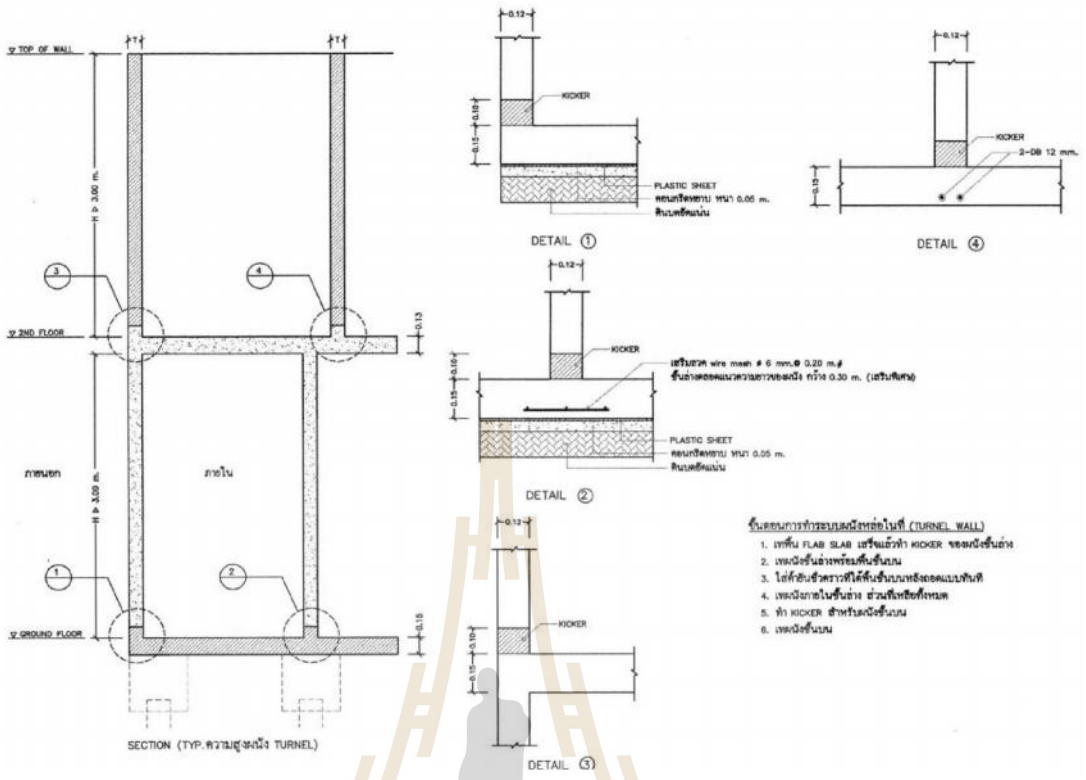


แปลน F

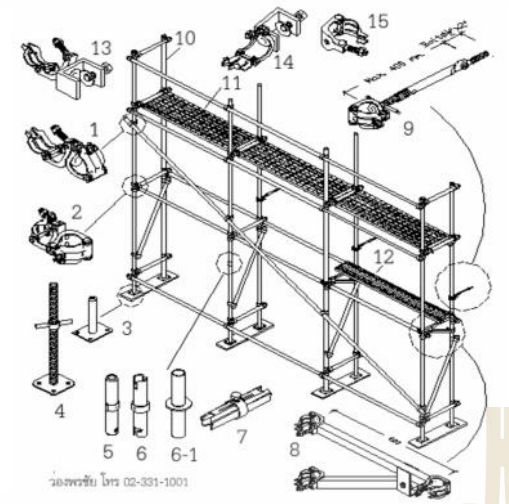


รูปตัด F

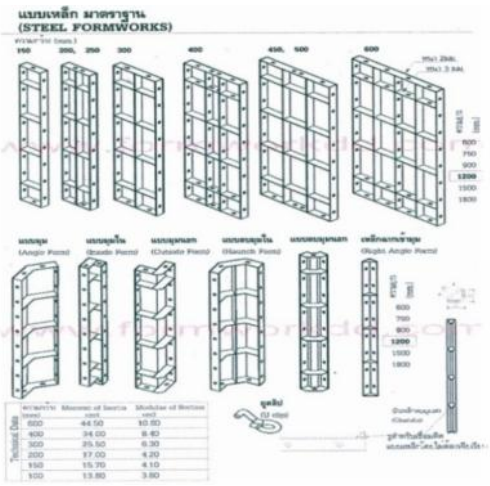
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ก) อุปกรณ์นั่งร้าน



ข) ชิ้นงานแบบหล่อคอนกรีต

รูปที่ 4.4 อุปกรณ์มาตรฐานที่มีอยู่ทั่วไป

<u>ประเด็นที่ 2</u> แบบเหล็กต้องสามารถถอดง่าย ประกอบง่าย เคลื่อนย้ายง่าย (รูปที่ 4.5)

ก) แบบหล่อคอนกรีตชั้นที่ 1

ข) แบบหล่อคอนกรีตชั้นที่ 2

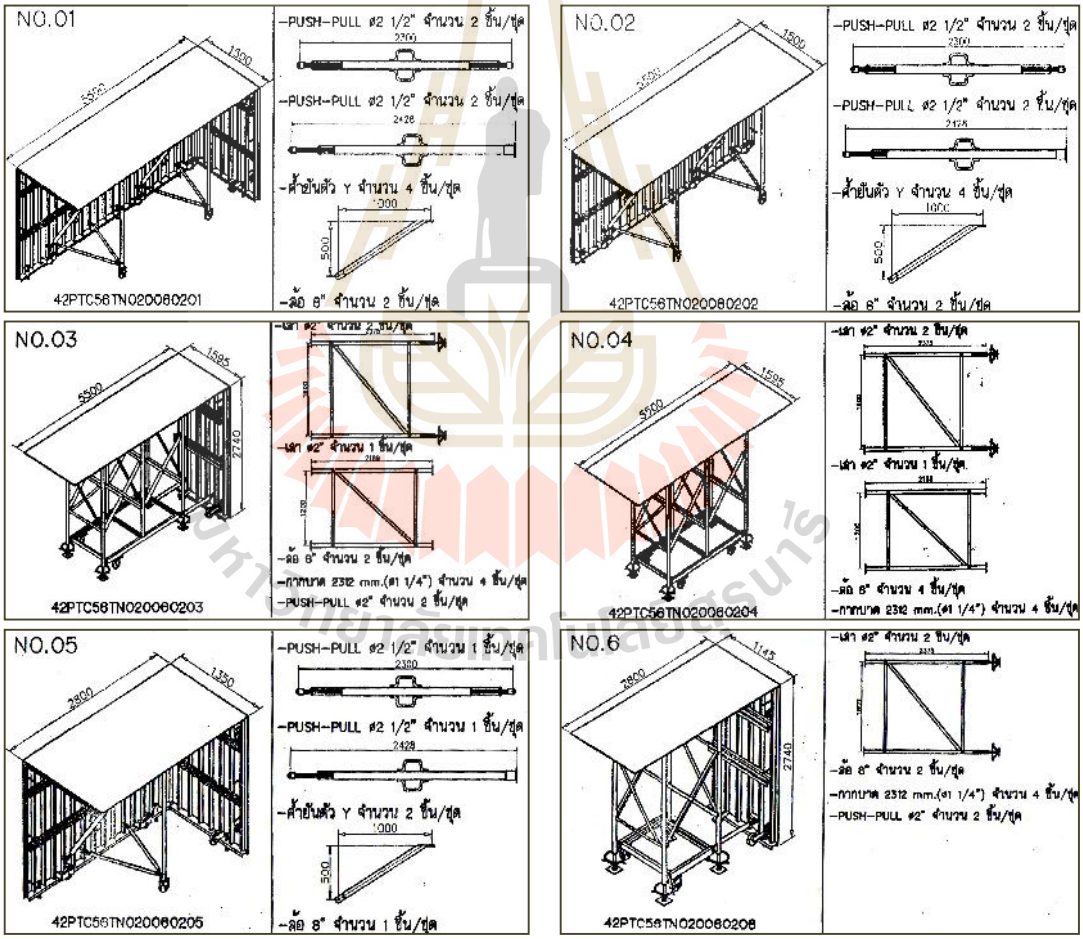
รูปที่ 4.5 แบบหล่อคอนกรีตที่กำลังก่อสร้างภายในโรงงาน

แบบหล่อคอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น นี้จะออกแบบให้สามารถเทคอนกรีตทดแทนผนังส่วนที่จะต้องก่ออิฐ ฉาบปูนให้ได้ไม่น้อยกว่า 95% โดยมีเงื่อนไขที่จะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

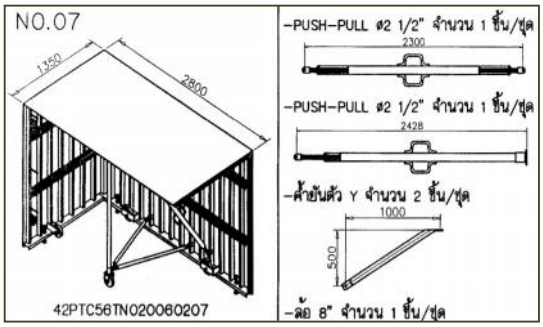
1. เทผนังภายในได้โดยไม่จำเป็นต้องมาก่ออิฐฉาบปูน

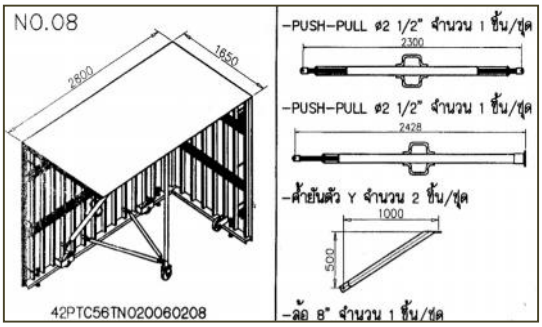
2. ใช้แรงงานคนเข้าทำการประกอบแบบได้ทันทีที่เครื่องจักรทำการวางแบบหล่อไว้ในตำแหน่งที่ต้องการแล้ว โดยไม่ต้องเสียเวลาใช้เครื่องจักรหิ้วจนกว่าจะประกอบเสร็จ
3. ใช้แบบหล่อเพื่อการก่อสร้างอาคารชนิดอื่นได้อีก เนื่องจากได้ออกแบบไว้แตกต่างจากระบบ Tunnel From ที่จะมีไม่กี่ชิ้น แต่ในระบบ BMP. System ได้ออกแบบให้มีจำนวนแบบหล่อที่มากกว่าเพื่อลดน้ำหนักแต่ละชิ้นลง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในที่แคบได้ดีกว่า โดยแบบหล่อคอนกรีตจะถูกแบ่งกลุ่มไว้ดังนี้

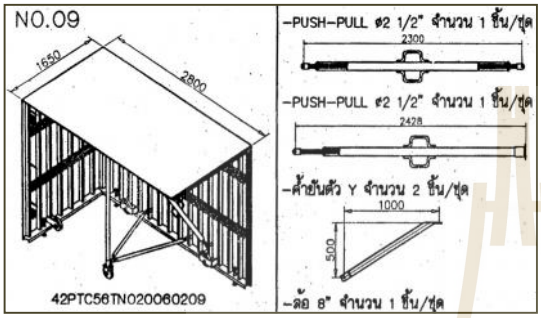
ก. **กลุ่มโต๊ะ** ใช้เพื่อประกอบในการเทคอนกรีตผนังชั้นที่ 1 และพื้นชั้นที่ 2 ในคราวเดียวกันโดยการประกอบแบบหล่อให้สามารถเทขึ้นจากพื้นชั้นที่ 1 แบบหล่อในกลุ่มนี้จะมีทั้งหมดจำนวน 14 ชิ้น (รูปที่ 4.6) ทำให้สามารถเทได้ครั้งละ 2 ห้อง

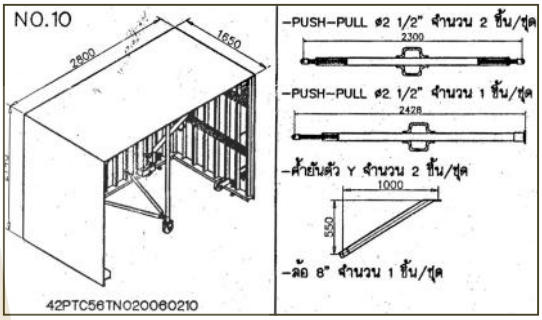


รูปที่ 4.6 แบบหล่อคอนกรีตแบบโต๊ะที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น

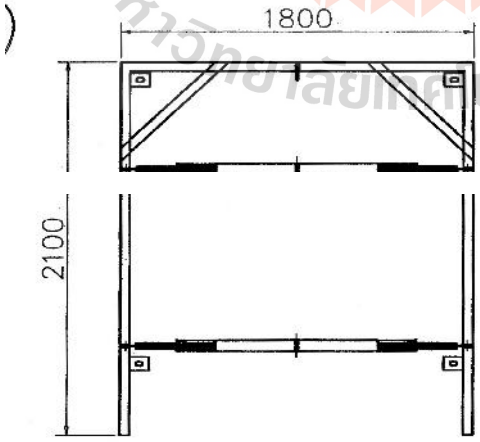




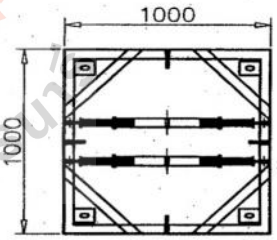




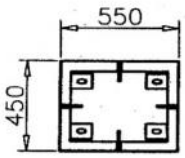
-Block ประตู ข้างบ้าน



-Block หน้าต่าง น 2



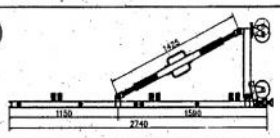
-Block หน้าต่าง S



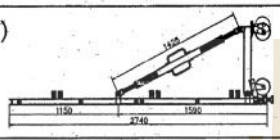
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบหล่อผนัง ชั้น

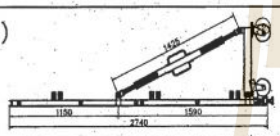
1T201 (กว้าง 1875 mm.)



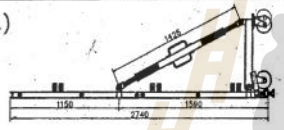
1T202 (กว้าง 1875 mm.)



1T203 (กว้าง 1875 mm.)

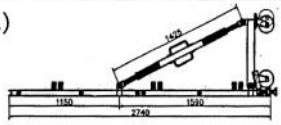


1T204 (กว้าง 1875 mm.)

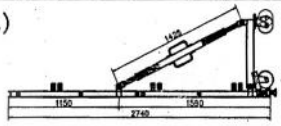


แบบหล่อผนัง ชั้น

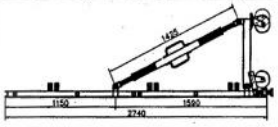
1T205 (กว้าง 1200 mm.)



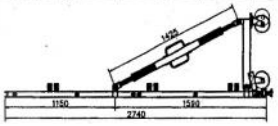
1T206 (กว้าง 1290 mm.)



1T207 (กว้าง 895 mm.)

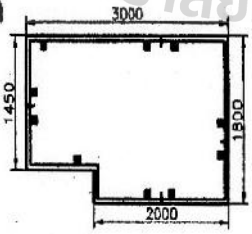


1T207 (กว้าง 895 mm.)

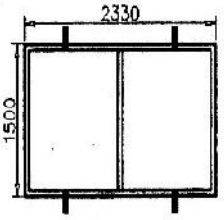


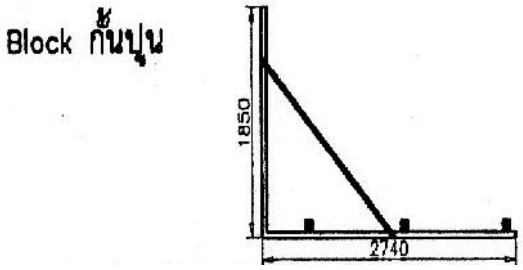
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Block ช่องบันได

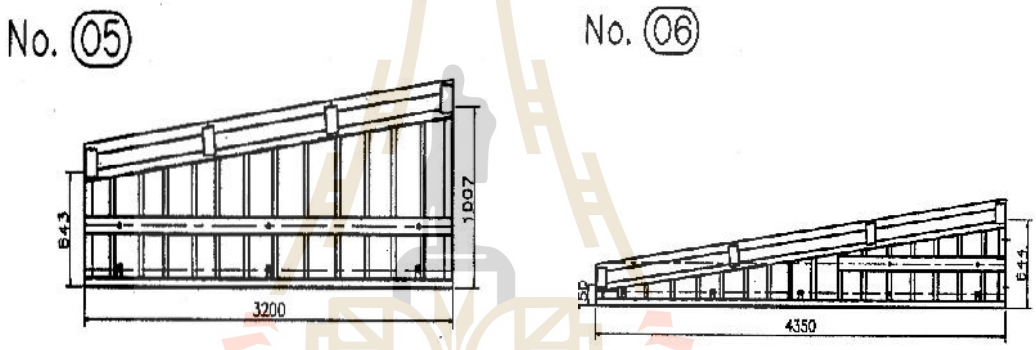


ชุด Drop ห้องน้ำชั้น 2

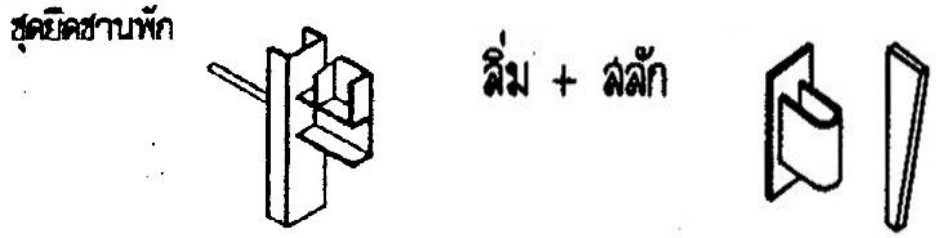




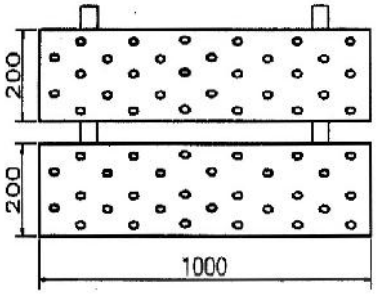
รูปที่ 4.9 อุปกรณ์สำหรับใช้ในการหยุดคอนกรีตเพื่อเป็นช่องว่างหรือใช้ในการลดระดับ



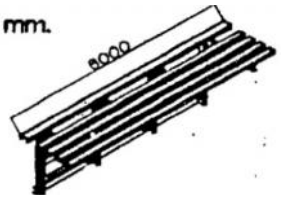
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



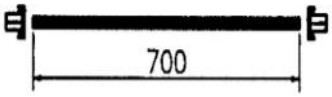
ชานพัก 500x1000 mm.



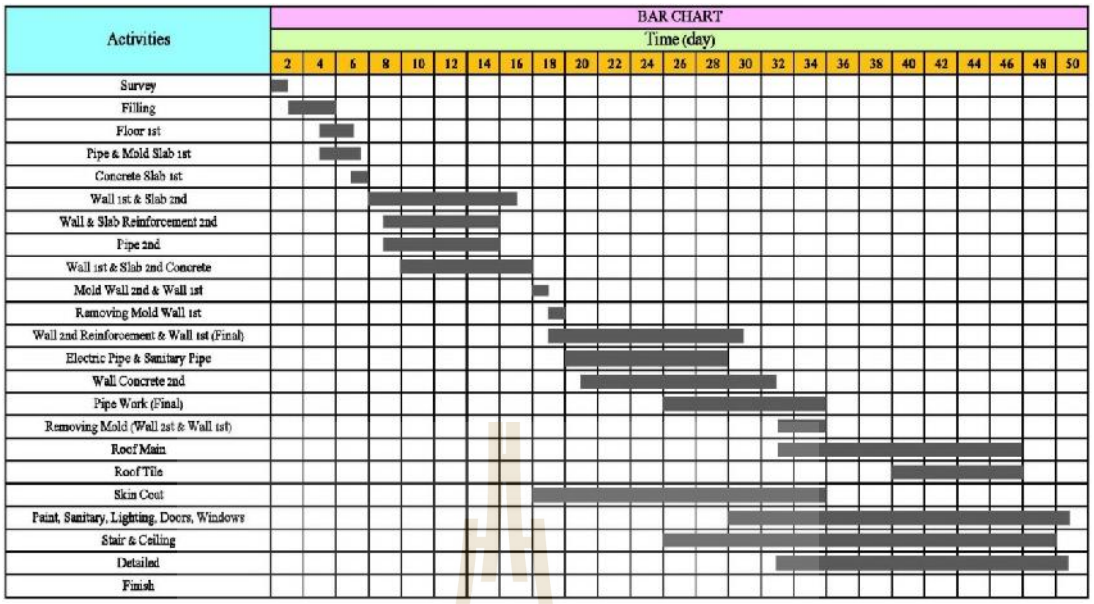
ชานพัก ยาว 6000 mm.



Tie Rod(DVD) ยาว 700 mm.+Wing Nut(DVD)



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.12 แผนงานก่อสร้างอาคารแถว 2 ชั้น 7 ห้อง แบบ Bar Chart

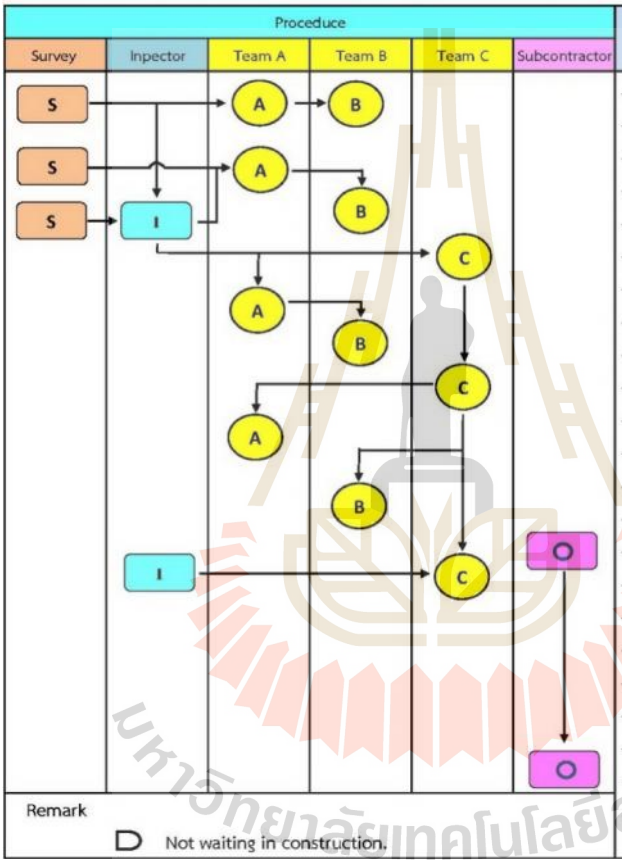
ข้อดีของการวางแผนงานรูปแบบนี้ คือแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการดำเนินงานของแต่ละกิจกรรมให้สามารถเข้าใจได้โดยง่าย การปรับแผนหรือแก้ไขแผนก็ทำได้สะดวก การนำไปใช้ติดตามความก้าวหน้าของแต่ละกิจกรรม ได้ทำให้บุคลากรทุกหน่วยทราบถึงวันเริ่มและวันแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรมได้อย่างชัดเจน เป็นการป้องกันการทำงานที่ซ้ำซ้อนและไม่ให้กระทบกันและกัน เนื่องจากทุกกิจกรรมมีการวางแผนในเงื่อนเวลาตามที่ได้ตกลงกันไว้อย่างชัดเจน (รูปที่ 4.13)

รูปที่ 4.13 การวางแผนงานแบบตารางเวลา (Bar Chart) เพื่อการนำไปใช้ในสนาม ทำให้ผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งมีอยู่หลายส่วนได้เข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน วัตถุประสงค์หลักก็คือการให้รับรู้ถึงวันเริ่มและวันแล้วเสร็จในงานที่รับผิดชอบ

ข. แผนงานก่อสร้างแบบกระบวนการไหล (Flow Process Plan)

Flow Process Chart 7 units	Start Finish No.	Sheet Copy No.

Bulding with the on-site manufacturing process ; BMP. System



Product	Day
- Survey	Start
- Filling	
- Floor 1st	
- Pipe & Mold Slab 1st	
- Concrete Slab 1st	6
- Wall 1st & Slab 2nd	
- Wall & Slab Reinforcement 2nd	
- Pipe 2nd	
- Wall 1st & Slab 2nd Concrete	17
- Mold Wall 2nd & Wall 1st	
- Removing Mold Wall 1st	
- Wall 2 nd Reinforcement & Wall 1st (Final)	
- Electric Pipe & Sanitary Pipe	
- Wall Concrete 2nd	31
- Pipe Work (Final)	
- Removing Mold (Wall 2st & Wall 1st)	
- Roof Main	
- Roof Tile	
- Skin Coat	
- Paint, Sanitary, Lighting, Doors, Windows,	
- Stair & Ceiling	
- Detailed	
- Finish	49

Remark

D Not waiting in construction.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ที่แล้วเสร็จ โดยช่างกลุ่มแรกที่เข้ามาดำเนินการก็คือช่างสำรวจ จะเข้ามาดำเนินการตรวจสอบแนวและให้ระดับในการก่อสร้าง จากนั้นช่างแบบหล่อซึ่งในรูปเรียกว่า Team A จะเข้ามาทำการประกอบแบบต่าง ๆ โดยมีช่างเหล็ก (Team B) เข้ามาวางเหล็กเสริมต่าง ๆ พร้อมทั้งท่อ Sleeve ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นก็จะเป็นหน้าที่ของผู้ตรวจสอบ (Inspector) ที่จะเข้ามาตรวจตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เมื่อผ่านก็จะเป็นหน้าที่ของช่างเทคอนกรีต (Team C) ที่จะเข้ามาดำเนินการในขั้นตอนสุดท้ายของแต่ละวัน สำหรับเวลาการทำงานในแต่ละวันจะเริ่มตั้งแต่ 07.30 น. ไปจนถึง 18.30 น. โดยจะพักในช่วงเวลา 11.30 น. ถึง 12.30 น. คิดเป็นเวลาในการทำงานแบบเหมารวม 10 ชั่วโมง/วัน ซึ่งจะต้องสามารถเทคอนกรีตให้ได้ 1 ห้อง/วัน จากนั้น จะเป็นหน้าที่ของผู้รับเหมาช่วงงานต่าง ๆ อาทิ งานไฟฟ้า งานกระเบื้อง ที่จะเข้ามาดำเนินการในส่วนที่ถอดแบบหล่อคอนกรีตแล้วเสร็จ จนกระทั่งงานก่อสร้างแล้วเสร็จทั้งหมดจนสามารถส่งมอบงานได้ โดยเฉลี่ยจะใช้เวลา 7 วัน/ห้อง

สำหรับจำนวนคนที่จะใช้ต่อ 1 ทีม ผู้วิจัยขอแนะนำให้ใช้ตามตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนบุคลากรที่ใช้ในงานก่อสร้าง

จำนวนคนต่อ 1 ทีม				
ช่างสำรวจ	ผู้ตรวจสอบ	ช่างแบบหล่อ	ช่างเหล็ก	ช่างเทคอนกรีต
2	1	6	7	4

2. <u>การจัดการแบบหล่อคอนกรีต</u> สำหรับทีม 1 ทีม จะต้องใช้แบบหล่อคอนกรีตเพื่อก่อสร้างอาคารแถว 2 ชุด โดยจะทำการประกอบแบบหล่อให้แล้วเสร็จก่อน 2 ชุด (ชั้นล่าง) จากนั้นจึงจะทำการเทคอนกรีตในครั้งแรกได้ 2 ห้อง (ชั้นล่าง) เมื่อดำเนินการในขั้นตอนนี้แล้วจะทำให้สามารถประกอบแบบหล่อในชั้นที่ 2 และชั้นล่างต่อ ๆ กันไปได้เรื่อย ๆ ซึ่งจะทำให้สามารถเทคอนกรีตได้ทุกวัน

3. <u>การจัดการเครื่องจักรกล</u> สำหรับงานก่อสร้างอาคารแบบแถว 2 ชั้น เครื่องจักรกลที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ รถเครนแบบล้อยางขนาด 20 ตัน โดยทีม 1 ทีม จะต้องจัดหารถเครนมาช่วยในการทำงานอย่างน้อย 2 คัน จึงจะทำให้งานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยหน้าที่หลักของรถเครนก็คือ การยกแบบหล่อและเทคอนกรีต โดยมีหน้าที่รองคือการ ช่วยส่งวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

จะเห็นได้ว่า การดำเนินการก่อสร้างตามแผนงานแบบกระบวนการไหลนี้ มีวัตถุประสงค์ก็เพื่อให้งานก่อสร้างดำเนินไปโดยไม่ต้องหยุดรองานอื่น ๆ งานทุกส่วนได้ถูกกำหนดไว้ให้ดำเนินการตามช่วงเวลาที่แต่ละคนได้รับมอบหมายให้ไปปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ดี ก็ยังมีข้อดีข้อเสียที่จะต้องระมัดระวังตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ข้อดี-ข้อเสียของการก่อสร้างตามแผนงานแบบกระบวนการไหล

ลำดับ	ข้อดี-ข้อเสีย
	ข้อดี
1	มีการจัดวางบุคลากรอย่างชัดเจน
2	การทำงานจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ไม่ติดขัด
3	งานแล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนดไว้ในแผน ไม่มีการคลาดเคลื่อน
4	ผู้ปฏิบัติรู้หน้าที่และภารกิจของตนเองล่วงหน้าก่อนแล้ว
5	ผู้ปฏิบัติจะมีความรู้ความชำนาญและทราบถึงหน้าที่ของตนเองทำอย่างดีเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นการทำงานซ้ำ ๆ อยู่เช่นเดิม ทำให้งานที่ออกมามีคุณภาพดี
	ข้อเสีย
1	องค์กรต้องมีความพร้อมในทุก ๆ ด้าน ก่อนที่จะเข้าดำเนินการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นคน เงิน สิ่งของ เครื่องจักร
2	หากมีปัญหา-อุปสรรคเกิดขึ้น จะทำให้งานต้องหยุดชะงักไปทั้งหมด จนกว่าจะแก้ปัญหาได้
3	จะต้องมีการลงทุนเพื่อเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรบุคคลเป็นอย่างดีก่อนเข้าสู่กระบวนการ

4.4 กระบวนการที่ 4 การจัดการเครื่องจักรกล (Managing Construction Equipment)

การก่อสร้างในปัจจุบันนี้ได้นำเอาเครื่องทุ่นแรงหรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ เข้ามาใช้ดำเนินการเป็นจำนวนมาก นับวันยิ่งมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เพราะต้องการผลงานที่ได้มาตรฐานตรงตามข้อกำหนดในรายการก่อสร้าง (Specifications) ประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งก็เพื่อลดค่าใช้จ่ายโดยมุ่งหวังเพื่อให้งานเสร็จทันตามกำหนดเวลา แต่เหตุผลที่สำคัญในการนำเอาเครื่องจักรกลเข้ามาใช้ดำเนินการก่อสร้างนั้นเนื่องมาจาก

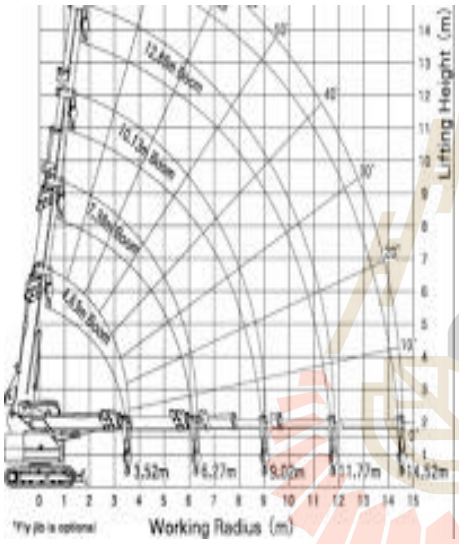
1. ประสิทธิภาพการทำงานบางอย่างสูงกว่าการใช้แรงงาน เครื่องจักรกลบางชนิดใช้แทนแรงงานได้หลาย ๆ คน และเมื่อใช้เครื่องจักรกลแล้ว ค่าใช้จ่ายจะต่ำกว่าการใช้แรงงานเสียอีก

2. การทำงานบางอย่างซึ่งถ้าใช้แรงงานแล้วอาจจะทำให้เกิดความล่าช้า ไม่สะดวกด้วยประการทั้งปวง และไม่สามารถทำงานให้เสร็จตามกำหนดเวลาได้

สำหรับวิธีการก่อสร้างด้วยระบบ BMP. System นั้น ได้นำเครื่องจักรกลหลักเพื่อมาใช้ในงานก่อสร้างอยู่เพียง 1 ชนิด เท่านั้นได้แก่ รถเครนล้อยาง 4 ล้อ ขนาด 25 ตัน (รูปที่ 4.15) เนื่องจากมีความเหมาะสมกับขอบเขตของการทำงานตามผลการวิจัยมากที่สุด ทั้งในด้านความคุ้มค่าในการทำงานตามผลการวิจัยมากที่สุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

TADANO TR-250M-5
รถเครน 25 ตัน 4 ล้อ
ความยาวบูม
1. OUTRIGGERS FULLY EXTENDED (6.3m) - 360°
กางขาสุด
A (m)
B (m)
9.5m
16.5m
23.5m
30.5m
ระยะยื่น
1. Structural
บูมหัก
A = Boom Length
B = Working Radius
C = Jib Length
D = Jib Offset
E = Boom Angle
2. Stability
เส้นทึบ
ดำ
เครดิต กลุ่มรถเครนไทย



โดยมี Lifting capacity rate = $\frac{Total\ Weight}{Maximum\ Load}$ %

ซึ่ง Lifting capacity rate คือ อัตราส่วนความสามารถในการยกชิ้นงานต้องไม่เกิน 75%

อาทิเช่น Total Weight 28 Tons , Max. Load 45 Tons

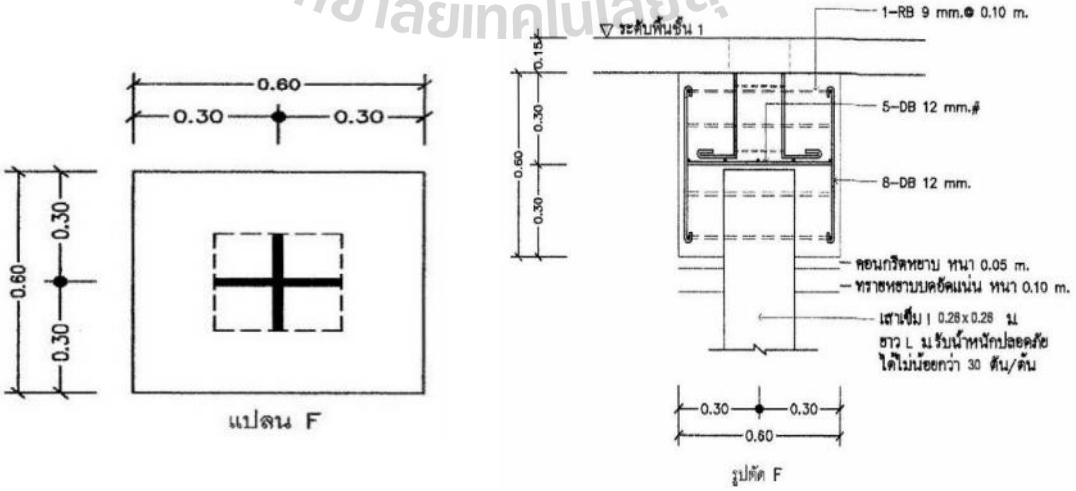
ได้ค่า Lifting capacity rate = (28/45) x 100

= 62.2% ซึ่งไม่เกิน 75.0%

<u>สรุป</u> สามารถใช้รถเครนเพื่อการยกชิ้นงานชิ้นนี้ได้

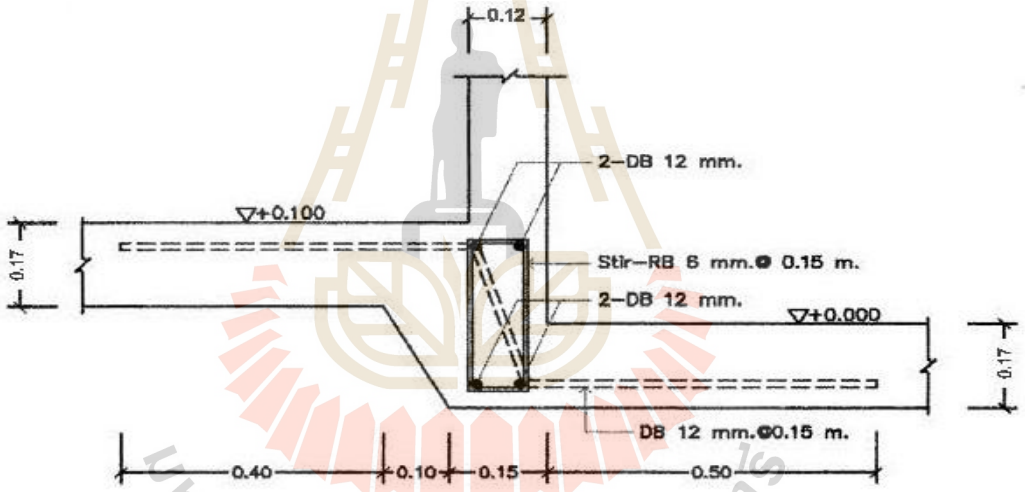
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Building can be the same as the production plant (Less than 49 days : 7 days/unit)



ก) แบบฐานราก

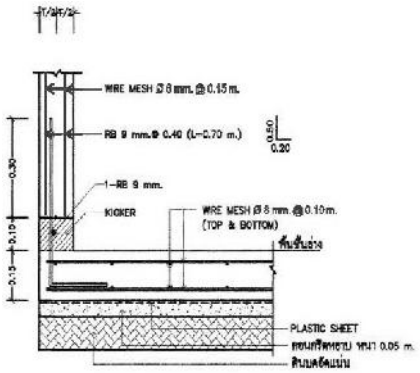
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



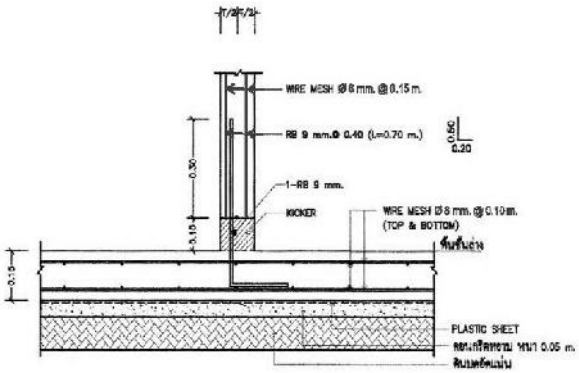
DETAIL (F)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

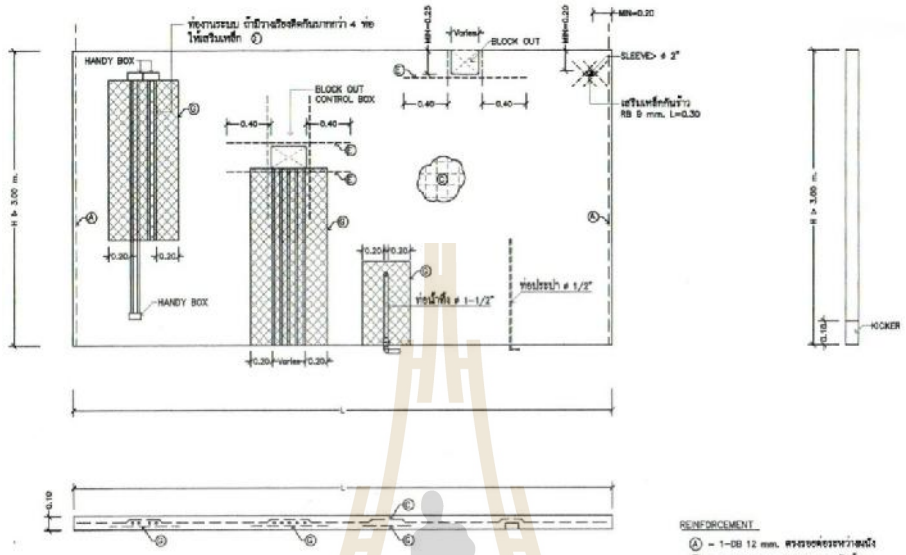


DETAIL (E)



DETAIL (G)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



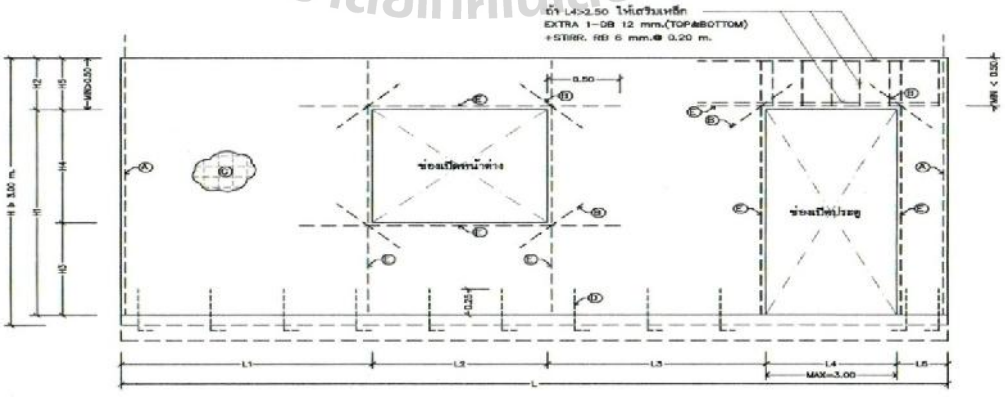
DETAIL (การเสริมเหล็กพิเศษสำหรับท่องานระบบ)

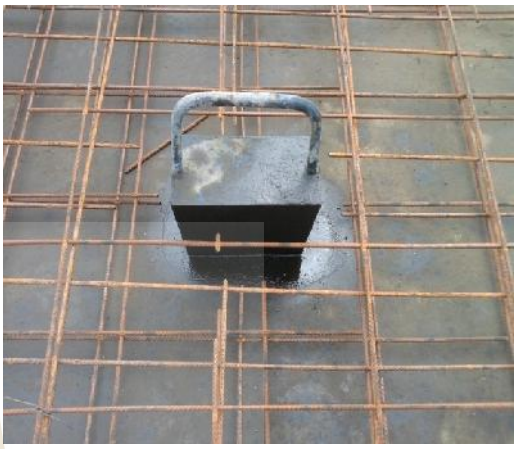
REINFORCEMENT

Ⓐ = 1-DB 12 mm. ตรงรอยต่อระหว่างผนัง
Ⓑ = 1-DB 12 mm. (L=0.60 m.)กันร้าว
Ⓒ = WIRE MESH ø 4 mm.@ 0.20ม่ำระยะ 1/2 ของพื้นที่ผนัง
Ⓓ = DOWEL RB 9 mm.@ 0.50 (=0.65 m.)
Ⓔ = EXTRA 1-DB 12 mm.
Ⓕ = EXTRA 1-DB 12 mm.ในกรณีที่ L >= 3.00 m.
Ⓖ = WIRE MESH ø 4 mm.@ 0.20ม่ำ

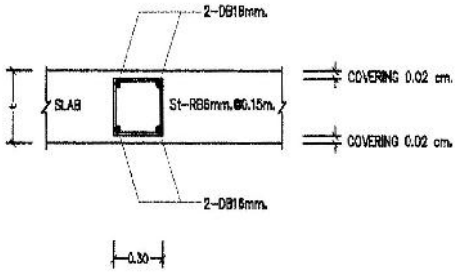
โครงการวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



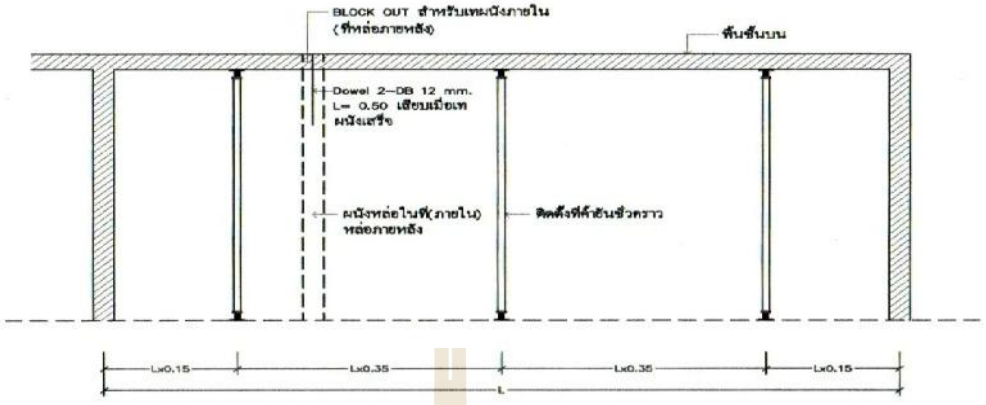


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



DETAIL (H)

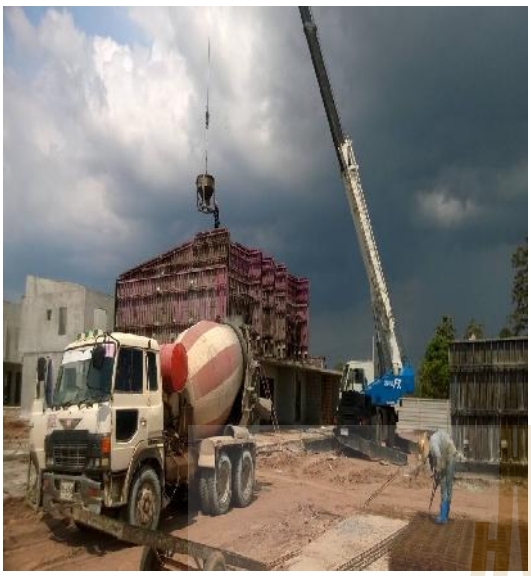
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



DETAIL (ค้ำยันชั่วคราว)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.6 บทสรุป

การที่จะทำให้โครงการก่อสร้างสำเร็จตามวัตถุประสงค์ จำเป็นที่จะต้องมีวิธีการวางแผนเพื่อบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ ทรัพยากรที่กล่าวถึงนั้นได้แก่ คน เงิน สิ่งของ เหตุผลที่ต้องมีการวางแผนก่อสร้าง ก็เพื่อหาแนวทางในการพิจารณาถึงสภาพปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นโดยเฉพาะปัญหาที่จะทำให้โครงการเกิดภาวะวิกฤติ จากประสบการณ์ในการควบคุมงานก่อสร้างของผู้วิจัยมากว่า 20 ปี พบว่าทรัพยากรที่จะทำให้โครงการเกิดภาวะวิกฤติได้มากที่สุดก็คือ คน นั่นเอง เนื่องจากเป็นทรัพยากรที่ไม่สามารถคาดการณ์ผลกระทบใด ๆ ล่วงหน้าได้เลยว่าจะทำให้เกิดปัญหาในด้านใดต่อโครงการได้บ้าง สำหรับวงการก่อสร้างในประเทศไทยได้พบกับปัญหาที่เกี่ยวกับคน นั่นคือปัญหาด้านแรงงานซึ่งเกิดขึ้นมาเป็นเวลานานแล้ว ทั้งในด้านปริมาณแรงงานที่ไม่เพียงพอ และการขาดแคลนแรงงานที่มีคุณภาพ จนทำให้ผู้บริหารโครงการจำเป็นต้องหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อเข้าไปแก้ไขปัญหาดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องมือ เครื่องจักร หรือการใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างต่าง ๆ เข้าไปทดแทน อาทิ การใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นต้น แต่ก็ไม่สามารถที่จะลดการพึ่งพาแรงงานให้อยู่ระดับที่ต้องการได้ จะเห็นได้ว่าทรัพยากรมนุษย์มักจะทำให้โครงการเกิดกิจกรรมวิกฤติ (Critical Activity) ที่พร้อมจะเกิดขึ้นได้เสมอทั้งจากการคาดการณ์ไว้แล้ว หรือจากสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดว่าจะเกิดขึ้น

จากสิ่งที่กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น ผู้วิจัยจึงได้คิดค้นวิธีเพื่อแก้ปัญหา โดยการสร้างระบบการก่อสร้างที่ใช้แนวคิดให้เสมือนกับการผลิตสินค้าที่เกิดขึ้นภายในโรงงานอุตสาหกรรม ที่มีการควบคุมความแปรผันในทุกกิจกรรมของการผลิต (Activity Process) กล่าวคือ สามารถควบคุมปัจจัยในการผลิตทั้งในด้านเวลา วัสดุ และการลดความสูญเสีย **“งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบกระบวนการก่อสร้างเพื่อให้เกิดการก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบ BMP. System ทำให้มีระยะเวลาก่อสร้างในทุกกิจกรรมที่แม่นยำ (Project Time Management)”** เป็นผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ได้อย่างมีคุณค่า โดยไม่ต้องอาศัยการคาดการณ์ (Imagine) เข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากสามารถปรับลดตัวแปรที่เป็นปัญหาสำคัญ (คน) ลงได้จนเป็นที่น่าพอใจ

4.7 รายการอ้างอิง

TIRETRUCK CENTER. (2558). เครนและประเภทยางรถเครน.Retrieved from http://www.tiretruckintertrade.com/knowledge_view.php?id_knowledge=49

ไพฑูรย์ เครน. (2557). การคำนวณ Load เพื่อเลือกเครนในการยก. Retrieved from http://paitooncrane.blogspot.com/2014/07/load.html

กรมชลประทาน. (2560). การให้บริการยานพาหนะด้านการขนส่งเครื่องจักรกลหนัก.

ชัยยุทธ ชลลิตนิธิกุล. (2531). ความปลอดภัยในการทำงาน. สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กระทรวงแรงงาน.

มงคล จิรวัชรเดช. (2560). คู่มือการใช้โปรแกรมอีแทบส์ ETABS (2016) สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้าง. นครราชสีมา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ยามะเครน. (2557). การอ่านกราฟการทำงานรถเครน. Retrieved from https://cranesyama.wordpress.com/2014/03/24/

วชรภูมิ เบญจโอฬาร. (2555). การบริหารงานก่อสร้าง.

สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2553). พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และกฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5

การออกแบบกระบวนการใหม่

(Core Process Redesign)

5.1 บทนำ

การพัฒนาองค์กรให้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลาจำเป็นต้องมีการออกแบบกระบวนการใหม่ และสร้างกลยุทธ์พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อทำให้องค์กรเกิดความได้เปรียบในการแข่งขัน หากองค์กรใดดำเนินกลยุทธ์ผิดพลาดก็จะนำมาซึ่งความเสียหายและอาจทำให้ธุรกิจประสบความล้มเหลวได้ ดังนั้นการออกแบบกระบวนการใหม่จึงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาองค์กรเป็นอย่างมาก งานวิจัยในบทนี้จะขอกล่าวถึงการออกแบบกระบวนการใหม่ทำให้สามารถดำเนินกลยุทธ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการก่อสร้างอาคารที่มีประสิทธิภาพที่ดีมากกว่าเดิม ทำให้บริษัท อนานคร จำกัด ที่ประกอบธุรกิจด้านพัฒนาอสังหาริมทรัพย์จนประสบความสำเร็จสามารถต่อสู้กับคู่แข่งที่มีศักยภาพสูงกว่าได้

5.2 การออกแบบกระบวนการใหม่คืออะไร (What is Core Process Redesign)

การออกแบบแระบวนการใหม่ (ศิริชัย ยศวังใจ, 2558) คือ การทำงานที่เป็นทีมที่มีพื้นฐานการเรียนรู้การปฏิบัติการ เพื่อการปรับปรุงในวิธีการทำงานภายในองค์กรเพื่อเพิ่มความพึงพอใจของผู้บริหารหรือลูกค้า ผลการดำเนินงานทางธุรกิจและความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน หรือการปรับปรุงกระบวนการเป็นทีมอย่างเป็นระบบ เพื่อการสำรวจและการปรับเปลี่ยนระบบภายในโดยมีความมุ่งมั่นต่อความสำเร็จ และมีกระบวนการเพื่อการพัฒนาปรับปรุงด้วยตนเอง โดยเราอาจจะเคยเรียนรู้มาแล้วในชื่อของ Reengineering หรือ Process Redesign ซึ่งการออกแบบกระบวนการใหม่นั้นไม่ใช่วิธีการแก้ไขโดยเร่งด่วน, การลดขนาดองค์กร, การตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก, ทำได้ง่ายและรวดเร็ว, การปรับเปลี่ยนแผนงาน หรือการเจรจายืดหยุ่นความต้องการ

5.2.1 เมื่อใดที่ควรมีการออกแบบใหม่

เมื่อองค์กรพยายามริเริ่มการตัดสินใจในการปรับเปลี่ยนกระบวนหลักขึ้น ผู้บริหารระดับสูงจะเป็นผู้กำหนดกระบวนการที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลง การออกแบบกระบวนการที่มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับผู้ที่เกี่ยวข้อง การกำหนดพื้นที่การปรับปรุงโดยการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เมื่อวิเคราะห์กระบวนการเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลที่ได้จะใช้ประโยชน์ในการกำหนดกระบวนการที่สำคัญในการออกแบบกระบวนการใหม่

5.2.2 วิธีการออกแบบกระบวนการทำงาน

ขั้นตอนออกแบบกระบวนการใหม่เพื่อสำรวจและปรับแต่งกระบวนการ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงขั้นตอนการออกแบบกระบวนการใหม่

ขั้นตอนที่ 1 การมุ่งเน้น (Focus)	ขั้นตอนที่ 2 การประเมิน (Assessment)	ขั้นตอนที่ 3 การอภิปราย (Negotiation)	ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบใหม่ (Redesign)	ขั้นตอนที่ 5 การนำไปปฏิบัติ (Implementation)
การสร้างทีม	แผนผังกระบวนการ	การชี้บ่งสิ่งที่ไม่บรรลุความต้องการลูกค้า	การปฏิบัติการ - การวิเคราะห์ - การสรุปผล - การทดสอบ	การวิเคราะห์ การแบ่งความรับผิดชอบ การหาผู้อนุมัติ
การมุ่งเน้นทีม - พันธกิจ - ขอบเขต - วัตถุประสงค์ - กลยุทธ์ - การวัดผล	การประเมินและการพิสูจน์ความต้องการลูกค้า	การอภิปรายร่วมกันเพื่อการยืนยันผลตามความต้องการการตั้งเป้าหมายและการวัดผลสัมฤทธิ์		การปรับแต่งกระบวนการวัดและการเฝ้าติดตาม
ผลลัพธ์ที่ได้การก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการให้แนวทางหลักการและความสำคัญอย่างเร่งด่วน	ผลลัพธ์ที่ได้ความเข้าใจในสถานการณ์ทางธุรกิจในปัจจุบัน	ผลลัพธ์ที่ได้การกำหนดความต้องการที่แท้จริงและการหาโอกาสในการปรับปรุงจากความสามารถในปัจจุบัน	ผลลัพธ์ที่ได้การพัฒนาการเปลี่ยนแปลงแผนการทดสอบสมมติฐานเบื้องต้นการปรับแต่งในรายละเอียด	ผลลัพธ์ที่ได้การปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขั้นตอนที่ 1 การมุ่งเน้น (Focus)

ในขั้นตอนแรกนั้นเราควรมีการศึกษาก่อนว่าในกระบวนการใดมีความจำเป็นสูงสุดต่อการออกแบบพัฒนากระบวนการใหม่ โดยให้ผลตอนแทนจากการปรับปรุงสูงสุด โดยสามารถพิจารณาจากกระบวนการที่ยังขาดความสามารถเมื่อเทียบกับความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า หรือกระบวนการที่มีความสำคัญต่อกลยุทธ์ขององค์การ ซึ่งสามารถตัดสินใจได้จากการประเมินองค์การ (Assessment) หรือการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารระดับสูงขององค์การเป็นผู้สนับสนุนทีมงาน โดยการสนับสนุนทรัพยากรเพื่อการออกแบบกระบวนการใหม่ โดยทีมต้องมุ่งสู่ความต้องการของผู้บริหารร่วมกัน ทีมงานมีกิจกรรมที่เป็นหลักสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ การชี้บ่งขอบเขตงานที่นำเสนอ และระบบเอกสารที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อสนับสนุนโครงการ โดยทีมงานต้องมีการริเริ่มการจัดทำแผนงานการปรับปรุงการออกแบบกระบวนการใหม่ขึ้น โดยมีการทบทวนสถานะปัจจุบัน ระบบเอกสารที่เป็นปัจจุบัน กำหนดนโยบาย วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการปรับปรุง แผนกลยุทธ์ รวมทั้งระยะเวลาสำเร็จของโครงการอย่างชัดเจน

ขั้นตอนที่ 2 การประเมิน (Assessment)

องค์การจะต้องมีการประเมินข้อมูลทั้ง 2 ด้าน ก่อนที่การออกแบบกระบวนการใหม่เริ่มต้นขึ้น ได้แก่ ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) และความต้องการของลูกค้า (Customer Needs) การกำหนดความสามารถของกระบวนการเกี่ยวข้องกับแผนผังการไหลของกิจกรรมกระบวนการ ได้แก่ การเกิดกิจกรรมการเปลี่ยนปัจจัยเข้าเป็นปัจจัยออกและการเพิ่มคุณค่าในกิจกรรม โดยทีมงานออกแบบกระบวนการใหม่ควรพิจารณาแผนผังกระบวนการทำงานในปัจจุบัน และวิเคราะห์หากระบวนการที่ไม่จำเป็น และพยายามกำจัดในแต่ละขั้นตอนที่เกิดขึ้น โดยสามารถใช้วิธีการของ 7 Waste Analysis หรือวิธีการ Lean Manufacturing

การประเมินความต้องการของลูกค้าในสิ่งที่ลูกค้ามีความเชื่อ ความต้องการและความคาดหวังซึ่งเป็นที่สำคัญในการวัดความสำเร็จของกระบวนการ โดยองค์ประกอบของการประเมินความต้องการของลูกค้าคือ การประเมินความต้องการของลูกค้าทั้งภายในและภายนอก การจัดทำเป็นเอกสารในสิ่งที่ลูกค้าต้องการในปัจจุบันและในอนาคต และวางแผนที่จะทำให้บรรลุผลตามความต้องการและความคาดหวังโดยการใช้ความรู้และความเข้าใจของบุคลากรในองค์การ สิ่งที่ทีมควรพิจารณาในการประเมินสิ่งที่ยังไม่บรรลุผล 2 ประการ ก่อนการดำเนินการในขั้นตอนการอภิปรายร่วมกัน ได้แก่

ประการที่ 1 ความสามารถที่ยังไม่บรรลุ เช่น กระบวนการที่ไม่สามารถส่งมอบได้ตามที่ลูกค้าต้องการ ทีมงานต้องมีการปรับปรุงความสามารถของกระบวนการเพื่อให้บรรลุผลตามความต้องการ

ประการที่ 2 โอกาสในการเติบโตและความเสี่ยง ในกรณีที่กระบวนการบรรลุตามความต้องการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทีมงานอาจพิจารณาหาโอกาสในการปรับปรุง โดยการพิจารณาจากความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้น และการปรับปรุงเพื่อการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน

รายละเอียดของหัวข้อในการปรับปรุงสามารถพิจารณาได้ 3 ประเด็น เพื่อการวิเคราะห์ประสิทธิผลของกระบวนการและนำกระบวนการดังกล่าวไปปฏิบัติ ได้แก่ ระยะเวลากระบวนการ (Process Cycle), ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร (Fixed cost and variable cost) และของเสียหรืองานทำใหม่ (คุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการ)

ขั้นตอนที่ 3 การอภิปราย (Negotiation)

วิธีการในการปรับปรุงกระบวนการนั้น ทีมต้องมีความเข้าใจในแผนผังการไหลของกระบวนการในปัจจุบัน สิ่งที่ต้องการและวิเคราะห์ผลที่ได้รับ สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การทำความเข้าใจกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการ (Process Partnership) ซึ่งจำเป็นต่อการพิสูจน์ทราบความต้องการที่เกิดขึ้นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการ

เมื่อการออกแบบกระบวนการใหม่นั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญในกระบวนการ ซึ่งทีมงานอาจจะได้รับแรงกดดันจากเป้าหมายที่ต้องพยายามบรรลุผล ดังนั้น ในขั้นตอนที่ 4 การออกแบบกระบวนการใหม่ ทีมงานจะต้องชี้บ่งสิ่งที่เป็นอันตรายต่อการดำเนินการด้วยกระบวนการเดิมและสรุปผลแนวทางการดำเนินการเพื่อเปลี่ยนแปลงกระบวนการใหม่ให้ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบใหม่ (Redesign)

ทีมงานการออกแบบกระบวนการใหม่นั้นจะต้องพิจารณาในรายละเอียดว่า ทำอย่างไรกระบวนการจึงจะมีประสิทธิผลดีขึ้น การตัดสินใจในการคงไว้ การกำจัดและการแก้ไขกระบวนการในแต่ละสมมติฐาน โดยการใช้ข้อมูลที่ได้รับการพิสูจน์ยืนยัน ประสบการณ์และความรู้ของสมาชิกทีม

มีวิธีการหลากหลายในการปรับปรุง เช่น การพิจาณาสมการถดถอย (Regression Analysis) โดยการวิเคราะห์ปัจจัยเข้าที่มีผลต่อผลลัพธ์ที่ได้และการใช้วิธีการระดมสมองในการหาวิธีการปิดช่องว่างของความสามารถที่ยังไม่บรรลุตามความต้องการลูกค้า โดยการใช้หลักการที่พิจารณารายละเอียดของการทดสอบสมมติฐานเปลี่ยนแปลง ดังนี้

1. การลดขั้นตอนการทำงานลง เช่น ขั้นตอนกิจกรรมงาน การอนุมัติ การส่งมอบ การตรวจสอบเพื่อลดต้นทุน จะส่งผลต่อผลผลิต คุณภาพและบริการอย่างไร และมีผลกระทบต่อกระบวนการถัดไปอย่างไร

2. ถ้ามีการปรับเปลี่ยนเส้นทางกระบวนการจะช่วยให้กระบวนการเร็วขึ้นหรือไม่

3. ถ้ามีการเพิ่มขั้นตอนการทำงาน จะช่วยเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการหรือไม่อย่างไร และมีผลกระทบอย่างไร เช่น ต้นทุนโดยรวม เป็นต้น สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวนี้ เช่น การทดสอบผลิตภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการและทดสอบสมมติฐานทางสถิติ กลวิธีทางสถิติเช่น Activity Base Costing : ABC ศัพท์คำหนึ่งในการช่วยคิดให้กับทีมการปรับปรุงคือ ACT (Analyze-Conclude-Test) ซึ่งหมายถึง

- การวิเคราะห์ (Analyze) งานในกระบวนการที่เป็นสาเหตุหลักที่ไม่บรรลุความสามารถที่กำหนด
- การสรุปผล (Conclusion) สิ่งที่เปลี่ยนแปลงเพื่อให้บรรลุความสามารถที่กำหนด
- การทดสอบ (Test) ข้อสรุปเพื่อพิจารณาโอกาสในการปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปปฏิบัติ (Implementation)

สิ่งหนึ่งของการพิจารณาการนำกระบวนการใหม่ไปปฏิบัติ คือ ต้องมีการทดสอบและสรุปผลโครงสร้างของกระบวนการใหม่ และการประเมินความสามารถของบุคลากรที่ต้องการในการควบคุมกระบวนการใหม่ ข้อมูลและเอกสารที่ต้องการในการปฏิบัติงานที่ต้องควบคุมใหม่ การให้รางวัลผลตอบแทนเพื่อสร้างกลไกของการขับเคลื่อนพฤติกรรม ซึ่งอาจมีการลดความสำคัญลงในอนาคต ความสำเร็จของการออกแบบกระบวนการใหม่นั้นต้องพิจารณาถึงการปรับปรุงกระบวนการภายในที่มีความสัมพันธ์กัน และทีมงานต้องพิจารณาการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงที่จำเป็นในขั้นตอนการออกแบบ และมีการติดตามผลในแต่ละขั้นตอนการประยุกต์ใช้การปรับปรุงกระบวนการใหม่ ทีมงานต้องพึงระลึกถึงการควบคุมกระบวนการใหม่ โดยวิธีการดังนี้

- การวิเคราะห์ความสามารถและการประเมินความต้องการที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
- การพัฒนาการนำข้อเสนอแนะไปปฏิบัติให้เป็นรูปธรรม

กฎของการออกแบบกระบวนการใหม่

1. การตัดสินใจนั้นอยู่บนพื้นฐานของข้อเท็จจริงและมีการทดสอบสมมติฐานตามมาตรฐานที่กำหนด
2. การประชุมต้องให้ความสำคัญต่อข้อกำหนดและการบรรลุผลกลยุทธ์ขององค์กร
3. การแก้ไขในสิ่งที่สามารถทำได้ ควรทำทันที
4. การใช้ระบบการวัดผลทั้งกระบวนการและผลลัพธ์ที่ได้ให้ทันเวลาและเป็นปัจจุบัน
5. ในขั้นตอนของการออกแบบกระบวนการใหม่ ถ้ายังไม่บรรลุผลต้องมีการปรับแต่ง และการมุ่งเน้นในกระบวนการที่สนใจ
6. การคิดในเชิงบวก และไม่คาดเดา

7. การปรับปรุงเพื่อพัฒนางานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในการดำเนินงานเพียงครั้งเดียวอาจจะไม่สามารถประสบความสำเร็จได้ ต้องใช้วิธีลองถูกลองผิดจนบรรลุวัตถุประสงค์

5.3 การดำเนินกลยุทธ์ (Strategic Process)

ในการออกแบบกระบวนการใหม่นี้ นอกจากการดำเนินงานตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้นแล้ว ทีมงานจะต้องอาศัยเครื่องมือในการวิเคราะห์เพื่อให้ผู้บริหารตัดสินใจ สำหรับเครื่องมือที่กล่าวถึงนี้ผู้วิจัยได้นำการวิเคราะห์ SWOT (ชูเพ็ญ วิบูลสันต์, 2547) มาใช้ ซึ่งเครื่องมือนี้จะครอบคลุมขอบเขตของปัจจัยที่กว้างมาก ข้อมูลเกิดจากการระบุ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรคขององค์กร ทำให้มีเหตุผลเพื่อกำหนดทิศทางหรือเป้าหมายที่ถูกสร้างขึ้นมาจากบรรทัดฐานบนจุดแข็งขององค์กร และการแสดงหาประโยชน์จากโอกาสทางสภาพแวดล้อมจนสามารถกำหนดกลยุทธ์ที่ทำให้เอาชนะอุปสรรคทางสภาพแวดล้อม หรือไม่ก็เป็นการลดจุดอ่อนขององค์กรให้มีอยู่น้อยที่สุดได้ การดำเนินกลยุทธ์ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่กล่าวถึงนี้มีขั้นตอนดำเนินงานดังต่อไปนี้

5.3.1 กำหนดเป้าประสงค์ (Goal)

การที่จะองค์กรจะวางแผนกลยุทธ์ให้บรรลุถึงสิ่งที่ต้องการได้นั้น ผู้บริหารต้องกำหนดเป้าประสงค์ที่ต้องการก่อน โดยคำนึงถึงความเป็นจริงทั้ง 3 ประเด็น ดังนี้

- องค์กรจะก้าวไปในทิศทางที่ต้องการได้อย่างไร
- สภาพแวดล้อมปัจจุบันเป็นอย่างไร
- องค์กรจะก้าวไปสู่เป้าหมายที่ต้องการได้อย่างไร

เป้าประสงค์ หมายถึง การระบุหรือบอกให้ทราบเกี่ยวกับสิ่งที่องค์กรจะทำให้ได้ หรือสิ่งที่องค์กรต้องการจะเป็นสำหรับระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่อยู่ไกลออกไป เช่น อาจจะใช้ระยะเวลา 1 ปี 3 ปี หรือ 5 ปี ก็ได้ เป้าประสงค์ที่กำหนดขึ้นมานี้ในทางปฏิบัติจะต้องสามารถวัดผลได้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป้าประสงค์ระยะสั้น ซึ่งเป็นเป้าประสงค์จากการดำเนินงานที่เป็นผลงานประจำปี การระบุออกมาเป็นจำนวนตัวเลขที่ชัดเจนและวัดได้ นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญยิ่งที่จะช่วยให้การวางแผน คุณลักษณะของเป้าประสงค์ระยะยาวที่ดี ในสภาพทั่วไปนั้น มักจะกระทำโดยการเริ่มต้นด้วยการร่างข้อความขึ้นมาก่อนว่าต้องการที่จะให้ได้อะไรหรือต้องการจะเป็นอะไรมากกว่าที่จะมาจากการคิดอย่างรอบคอบ และมั่นใจว่าจะเป็นสิ่งที่สามารถจะทำให้สำเร็จลงได้จริงตามที่คาดคิด ดังนั้น ก่อนที่จะกำหนดเป้าประสงค์ ทุกคนที่มีส่วนร่วมดำเนินการจะต้องเข้าใจถึงคุณลักษณะของเป้าประสงค์ก่อน ดังนี้

ก. **สามารถวัดหรือตรวจนับได้** เป้าประสงค์จะต้องเป็นสิ่งที่เมื่อมีการปฏิบัติหรือทำไปแล้ว ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหลายต้องสามารถวัดหรือตรวจสอบได้ อาทิเช่น ข้อความเป้าประสงค์ที่ว่า "เป็นผู้นำในการตลาด" ก็ย่อมต้องวัดได้ด้วย "ส่วนแบ่งตลาด (Market Share)" หรือเกณฑ์การวัดอย่างใดอย่างหนึ่งที่คล้ายกัน พร้อมกันนั้นก็จะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะการแข่งขันให้สามารถพิจารณาพร้อมกันไป

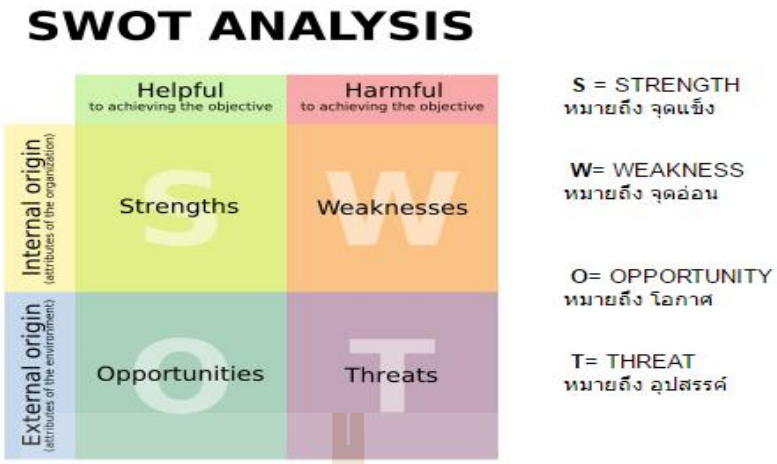
ข. **พิจารณาถึงความเป็นไปได้หรือโอกาสที่จะทำให้สำเร็จผลได้** ทั้งนี้ก็คือการพยายามหลีกเลี่ยงมิให้เป้าประสงค์กลายเป็นสิ่งที่สุดเอื้อมหรือเป็นไปไม่ได้นั่นเอง การพิจารณาจึงต้องดูให้เห็นชัดว่าความพยายามหรือการทุ่มเทที่สำคัญมีอะไรบ้าง หรือการเปลี่ยนแปลงที่มีความหมายความสำคัญมาก ในการทำให้บรรลุเป้าประสงค์ได้นั้นมีอะไรบ้าง และสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นมีโอกาสจะเป็นไปได้เพียงใด

ค. **มีความคล่องตัวหรือปรับตัวตามสถานการณ์ได้** ความจำเป็นในข้อนี้ก็เพราะสาเหตุสืบเนื่องจากเหตุผลที่ว่าในการกำหนดเป้าประสงค์นั้น มีปัจจัยหลายประการที่มีความไม่แน่นอน โดยอาจเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ดังนั้น เป้าประสงค์ที่กำหนดไว้จึงต้องมีความคล่องตัวเพียงพอที่จะสามารถปรับให้ทันกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง รวมทั้งต้องสอดคล้องเข้ากันได้กับโอกาสใหม่ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ง. **สอดคล้องเข้ากันได้กับแผนงานอื่น ๆ** การพิจารณาว่าเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้นั้น จะมีส่วนช่วยนำให้เข้าไปสู่ความสำเร็จที่ตั้งไว้ตามกำหนด และกลยุทธ์ที่ได้จัดทำไว้แล้วหรือไม่

5.3.2 ประเมินสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกองค์กร

หลักการที่สำคัญของ SWOT คือการวิเคราะห์โดยการสำรวจจากสภาพการณ์ 2 ด้าน ได้แก่ สภาพการณ์ภายใน และสภาพการณ์ภายนอก ดังนั้นการวิเคราะห์ SWOT จึงเรียกได้ว่าเป็นการวิเคราะห์สภาพการณ์ (Situation Analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน เพื่อให้รู้จักตนเอง (รู้เรา) รู้จักสภาพแวดล้อม (รู้เขา) ชัดเจน จากนั้นวิเคราะห์โอกาส-อุปสรรค การวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ (รูปที่ 5.1) ทั้งภายนอกและภายในองค์กร ซึ่งจะช่วยให้องค์กรทราบถึงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกองค์กร ทั้งสิ่งที่ได้เกิดขึ้นแล้วและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคต รวมทั้งผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ที่มีต่อองค์กรธุรกิจ และจุดแข็ง จุดอ่อน และความสามารถด้านต่างๆ ที่องค์กรมีอยู่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการกำหนดวิสัยทัศน์ การกำหนดกลยุทธ์และการดำเนินตามกลยุทธ์ขององค์กรที่เหมาะสม



รูปที่ 5.1 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดแข็ง-จุดอ่อน และโอกาส-อุปสรรค (วิกิพีเดีย, 2558)

ผลจากการวิเคราะห์ SWOT นี้จะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดวิสัยทัศน์ การกำหนดกลยุทธ์ เพื่อให้องค์กรเกิดการพัฒนาไปในทางที่เหมาะสม

5.3.2.1 การประเมินสภาพแวดล้อมภายในองค์กร การประเมินสภาพแวดล้อมภายในองค์กรจะเกี่ยวกับการวิเคราะห์และพิจารณาทรัพยากรและความสามารถภายในองค์กรทุกๆ ด้าน เพื่อที่จะระบุจุดแข็งและจุดอ่อนขององค์กรแหล่งที่มาเบื้องต้นของข้อมูลเพื่อการประเมินสภาพแวดล้อมภายใน คือระบบข้อมูลเพื่อการบริหารที่ครอบคลุมทุกด้าน ทั้งในด้านโครงสร้าง ระบบ ระเบียบ วิธีปฏิบัติงาน บรรยากาศในการทำงาน และทรัพยากรในการบริหาร คน เงิน วัสดุ การจัดการ รวมถึงการพิจารณาผลการดำเนินงานที่ผ่านมาขององค์กรเพื่อที่จะเข้าใจสถานการณ์และกลยุทธ์ก่อนหน้านี้ด้วย

- จุดแข็งขององค์กร (S-Strengths) เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยภายในจากมุมมองของผู้ที่อยู่ภายในองค์กรนั้นเองว่าปัจจัยใดภายในองค์กรที่เป็นข้อได้เปรียบหรือจุดเด่นขององค์กรที่ควรนำมาใช้ในการพัฒนา และเสริมสร้างความเข็มแข็งขององค์กร
- จุดอ่อนขององค์กร (W-Weaknesses) เป็นการวิเคราะห์ ปัจจัยภายในจากมุมมองของผู้ที่อยู่ภายในจากมุมมองของผู้ที่อยู่ภายในองค์กรนั้นๆ เองว่าปัจจัยภายในองค์กรที่เป็นจุดด้อย ข้อเสียเปรียบที่ควรปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือขจัดให้หมดไปอันจะเป็นประโยชน์ต่อองค์กร

5.3.2.2 การประเมินสภาพแวดล้อมภายนอก ภายใต้การประเมินสภาพแวดล้อมภายนอกองค์กรนั้น สามารถค้นหาโอกาสและอุปสรรคทางการดำเนินงานขององค์กรที่ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจทั้งในและระหว่างประเทศที่เกี่ยวกับการดำเนินงานขององค์กร อาทิเช่น อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ นโยบาย การเงิน การงบประมาณ สภาพแวดล้อมทางสังคม เป็นต้น

- การพิจารณาโอกาสทางสภาพแวดล้อม (O-Opportunities) เป็นการวิเคราะห์ว่าปัจจัยภายนอกองค์กร ปัจจัยใดที่สามารถส่งผลกระทบประโยชน์ ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการดำเนินการขององค์กรในระดับมหภาค และองค์กรสามารถฉกฉวยข้อดีเหล่านี้มาเสริมสร้างให้ หน่วยงานจนกระทั่งเข้มแข็งขึ้น
- อุปสรรคทางสภาพแวดล้อม (T-Threats) เป็นการวิเคราะห์ว่าปัจจัยภายนอกองค์กรปัจจัยใดที่สามารถส่งผล กระทบในระดับมหภาคในทางที่จะก่อให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม จำต้องหลีกเลี่ยงหรือปรับสภาพให้มีความแข็งแกร่งให้พร้อมที่จะเผชิญแรงกระทบดังกล่าวได้

5.3.2.3 ระบุสถานการณ์จากการประเมินสภาพแวดล้อม เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับ จุดแข็ง-จุดอ่อน โอกาส-อุปสรรค จากการวิเคราะห์ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกด้วยการประเมินสภาพแวดล้อมภายในและสภาพแวดล้อมภายนอกแล้ว ให้นำจุดแข็ง-จุดอ่อนภายในมาเปรียบเทียบกับโอกาส-อุปสรรค จากภายนอกเพื่อดูว่าองค์กรกำลังเผชิญสถานการณ์เช่นใดและภายใต้สถานการณ์ เช่นนั้น องค์กรควรจะทำอย่างไร โดยทั่วไปในการวิเคราะห์ SWOT องค์กรจะอยู่ในสถานการณ์ 4 รูปแบบ (รูปที่ 5.2) ดังนี้

- รูปแบบที่ 1 (จุดแข็ง+โอกาส) สถานการณ์นี้เป็นสถานการณ์ที่พึงปรารถนาที่สุด เนื่องจาก องค์กรค่อนข้างจะมีหลายอย่าง ดังนั้น ผู้บริหารขององค์กรควรกำหนดกลยุทธ์ในเชิงรุก (Aggressive - Strategy) เพื่อดึงเอาจุดแข็งที่มีอยู่มาเสริมสร้างและปรับใช้และฉกฉวยโอกาสต่างๆ ที่เปิดมาหาประโยชน์อย่างเต็มที่
- รูปแบบที่ 2 (จุดอ่อน-อุปสรรค) สถานการณ์นี้เป็นสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด เนื่องจากองค์กรกำลังเผชิญอยู่กับอุปสรรคจากภายนอกและมีปัญหาจุดอ่อนภายในหลาย ประการ ดังนั้น ทางเลือกที่ดีที่สุดคือกลยุทธ์ การตั้งรับหรือป้องกันตัว (Defensive Strategy) เพื่อพยายามลดหรือหลบหลีกภัยอุปสรรค

TOWS/SWOT Matrix

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ไม่ควรกำหนดของเขตของความหมายของปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น จุดอ่อน (W) หรือ จุดแข็ง (S) หรือ โอกาส (O) หรือ อุปสรรค (T) ให้มีความหมายคาบเกี่ยวกัน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตัดสินใจ และชี้ชัดว่าปัจจัยที่กำหนดขึ้นมานั้นเป็นปัจจัยในกลุ่มใด ทั้งนี้เพราะปัจจัยที่อยู่ต่างกลุ่มกัน ก็ต้องสมควรที่จะนำไปกำหนดกลยุทธ์ที่ต่างกันออกไป (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.2 ความหมายของ SWOT

ปัจจัยภายใน/ปัจจัยภายนอก	S จุดแข็งภายในองค์กร	W จุดอ่อนภายในองค์กร
O โอกาสภายนอก	SO การนำข้อได้เปรียบของจุดแข็งภายในและโอกาสภายนอกมาใช้	WO การแก้ไขจุดอ่อนภายในโดยพิจารณาจากโอกาสภายนอกที่เป็นผลดีต่อองค์กร
T อุปสรรคภายนอก	ST การแก้ไขหรือลดอุปสรรคภายนอก โดยนำจุดแข็งภายในมาใช้	WT การแก้ไขหรือลดความเสียหายของธุรกิจ อันเกิดจากจุดอ่อนภายในองค์กรและอุปสรรคภายนอก

5.3.4 ข้อดีและข้อเสีย ของการทำ SWOT

เทคนิคการวิเคราะห์ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ ทางธุรกิจและการบริหารเชิงกลยุทธ์ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ด้านต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย

<u>ข้อดี</u>
1. การตัดสินใจเลือกเมื่อมีทางเลือกหลาย ๆ ทาง
2. การกำหนดความสำคัญก่อนหลังของเหตุการณ์
3. การบริหารความเปลี่ยนแปลงที่ต้องการให้เกิดขึ้น
4. การวิเคราะห์และแก้ปัญหาในการดำเนินการ
5. การวิเคราะห์โครงการเริ่มใหม่
6. การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น
7. การสร้างกระบวนการเรียนรู้ใหม่

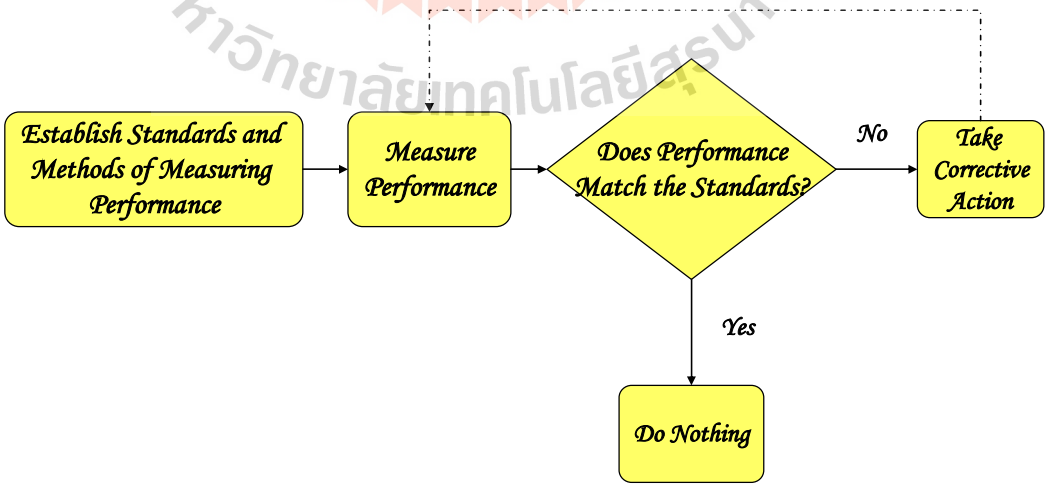
ข้อเสีย 1. โอกาสผิดพลาดเกิดจาก คุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ ทักษะประสบการณ์ และความเข้าใจในความรู้พื้นฐานของเทคนิค SWOT ของผู้วิเคราะห์

2. ต้องทบทวน SWOT เป็นระยะ ๆ เพื่อตรวจสอบสภาพว่า เหตุการณ์และปัจจัยต่าง ๆ ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ยังเหมือนเดิมหรือมีการเปลี่ยนแปลงไปแล้วหรือไม่

5.3.5 การควบคุมกลยุทธ์ (Strategic Control) (วรางคณา ผลประเสริฐ, 2554)

เมื่อได้กลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับองค์กรมาแล้ว สิ่งที่จำเป็นต่อมาก็คือ การกำหนดและ/หรือสร้างวิธีการเพื่อควบคุมกลยุทธ์ให้สามารถนำมาปฏิบัติได้จริง (รูป 5.3) โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

- การจัดตั้งมาตรฐาน (Establishment of Standards) ได้แก่ การนำมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับมาใช้ดำเนินงาน อาทิเช่น นำมาตรฐานการก่อสร้างของหน่วยงานรัฐมาใช้ในหน่วยงาน เป็นต้น
- การวัดผลการปฏิบัติงาน (Measurement of Performance) ได้แก่ การสร้างตัวชี้วัด (KPI) เพื่อเปรียบเทียบสิ่งที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้นใหม่
- การดำเนินการแก้ไข (Taking Corrective Action) ได้แก่ การปรับปรุงกลยุทธ์ที่ได้มาให้มีความยืดหยุ่นสามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น แม้ไม่ได้คาดคิดมาก่อนโดยการเพิ่มหรือลดวิธีการต่างๆ ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ



รูปที่ 5.3 แผนผังการควบคุมกลยุทธ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. ไม่สามารถขึ้นราคาขายอาคารในโครงการได้ เนื่องจากคู่แข่งที่มีศักยภาพสูงกว่าเป็นผลให้กำไรลดน้อยลงไปทุกปี

- โอกาส (O-Opportunities)
  1. จากแนวโน้มประชากรที่เพิ่มขึ้น และจำนวนผู้อยู่อาศัยเฉลี่ยต่อครัวเรือนมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ความต้องการที่อยู่อาศัยต่อหน่วยเพิ่มขึ้น
  2. มีความเชี่ยวชาญในการทำตลาดอสังหาริมทรัพย์ในเขตอุตสาหกรรม
  3 ขนาดของบริษัทที่ยังไม่ใหญ่นัก ส่งผลให้บริษัทมีโอกาสในการขยายตัวในอนาคตได้มากขึ้นกว่าเดิม
  4. บริษัทเป็นธุรกิจประเภท SME ซึ่งขณะนี้หรือในอนาคตจะได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากภาครัฐ แต่จะต้องมีแผนดำเนินการที่ดี
- อุปสรรค (T-Threats)
  1. คู่แข่งรายใหญ่ที่เข้ามาทำตลาดในพื้นที่มีความพร้อมทั้งด้านเงินทุนและบุคลากร สามารถลดราคาอาคารต่าง ๆ ลงมาได้ง่าย ในขณะที่บริษัทมีค่าใช้จ่ายที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
  2. ราคาวัสดุก่อสร้างที่ผันผวนส่งผลให้ต้นทุนไม่แน่นอน
  3. มีผู้รับเหมาช่วงเป็นจำนวนมาก ทำให้การบริหารจัดการไม่ทั่วถึง
  4. มีระยะเวลาในการส่งมอบสินค้านานเกินไป

5.4.3 การพิจารณาให้คะแนนตามประเด็นปัจจัยแต่ละด้าน

เกณฑ์การให้คะแนนเกี่ยวกับระดับความสำคัญของเนื้อหาในประเด็นจุดแข็ง-จุดอ่อน โอกาส-อุปสรรค ที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ในหัวข้อ 5.3.2 แล้ว

มากที่สุด	ค่าคะแนน 5
มาก	ค่าคะแนน 4
ปานกลาง	ค่าคะแนน 3
น้อย	ค่าคะแนน 2
น้อยที่สุด	ค่าคะแนน 1

ดังนั้น.,

$$\text{การแปรผลค่าเฉลี่ย} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{ช่วงที่ต้องการแปรผล}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5.1)$$

ตารางที่ 5.3 จุดแข็ง (S-Strengths)

รหัส	ประเด็นปัจจัย	คะแนนที่ได้					รวม	น้ำหนัก	คะแนนเฉลี่ย	
		1	2	3	4	5			โอกาส	ดุกคาม
S1	บริษัท อนานคร จำกัด มีชื่อเสียงในธุรกิจการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยามากกว่า 5 ปี	3	3	1	2	1	10	0.15	2.0	0.0
S2	มีกลุ่มลูกค้าที่เป็นเป้าหมายชัดเจน	5	4	4	4	3	20	0.20	4.0	0.0
S3	บริษัทฯ มีผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าเลือกซื้อเพื่อการอยู่อาศัยหลายอย่าง อาทิ บ้านเดี่ยว ทาวเฮ้าส์ชั้นเดียว ทาวเฮ้าส์ 2 ชั้น และอาคารพาณิชย์ เป็นต้น	4	5	5	5	5	24	0.30	4.8	0.0
S4	การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ เพื่อตอบโจทย์กลุ่มลูกค้าในเขตพื้นที่อุตสาหกรรม	3	2	3	4	4	16	0.10	0.0	3.2
S5	มีผู้สนับสนุนเงินลงทุนจากธนาคารภายในประเทศหลายแห่ง	5	5	5	5	5	25	0.25	5.0	0.0
							95	1.00	15.8	3.20
				N			5			
							19		3.16	0.65

หมายเหตุ น้ำหนัก ในที่นี้เกิดจากการการทำข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนร่วมในการให้คะแนน โดยจะต้องมีผลรวมเท่ากับ 1.0 เท่านั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 5.4 จุดอ่อน (W-Weaknesses)

รหัส	ประเด็นปัจจัย	คะแนนที่ได้					รวม	น้ำหนัก	คะแนนเฉลี่ย	
		1	2	3	4	5			โอกาส	คุกคาม
W1	การเข้ามาทำตลาดในพื้นที่ของกลุ่มบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่	4	4	3	3	2	16	0.35	-	3.20
W2	ไม่มีที่ดินเปล่าเพื่อเก็บสำรองไว้ในการจัดทำโครงการระยะยาว ไม่สามารถควบคุมราคาที่ดินภายในอนาคตได้	4	4	3	3	2	17	0.25	-	3.40
W3	รายได้ส่วนใหญ่ยังมาจากการขายอาคารเป็นหลัก	3	4	4	2	3	16	0.20	3.20	-
W4	มีผู้รับเหมารายย่อยเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะต้องจ่ายค่าแรงงานเพิ่มขึ้นทุกปี อีกทั้งใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนานเกินไป	4	3	3	4	3	16	0.10	-	3.20
W5	ไม่สามารถขึ้นราคาขายได้ เนื่องจากคู่แข่งที่มีศักยภาพสูงกว่า เป็นผลให้กำไรลดน้อยลงไปทุกปี	3	3	2	2	1	11	0.10	2.20	-
							76	1.00	5.40	9.80
				N			5			
							15.20		1.08	1.96

หมายเหตุ น้ำหนัก ในที่นี้เกิดจากการการทำข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนร่วมในการให้คะแนน โดยจะต้องมีผลรวมเท่ากับ 1.0 เท่านั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 5.5 โอกาส (O-Opportunities)

รหัส	ประเด็นปัจจัย	คะแนนที่ได้					รวม	น้ำหนัก	คะแนนเฉลี่ย	
		1	2	3	4	5			โอกาส	คุกคาม
O1	จำนวนผู้อยู่อาศัยเฉลี่ยต่อครัวเรือนมีแนวโน้มลดลงส่งผลให้ ความต้องการที่อยู่อาศัยต่อหน่วยเพิ่มขึ้น	2	2	2	3	2	11	0.30	2.80	-
O2	มีความเชี่ยวชาญในการทำตลาดอสังหาริมทรัพย์ในเขตอุตสาหกรรม	2	3	2	2	3	12	0.15	-	3.00
O3	ขนาดของบริษัทที่ยังไม่ใหญ่นักส่งผลให้บริษัทมีโอกาสในการขยายตัวในอนาคตได้มากขึ้นกว่าเดิม	2	2	3	3	4	14	0.40	3.50	-
O4	บริษัทเป็นธุรกิจประเภท SME ทำให้ได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากภาครัฐ	1	3	2	2	2	10	0.15	2.50	-
							47	1.00	8.80	3.00
				N			4			
							11.75		2.19	0.75

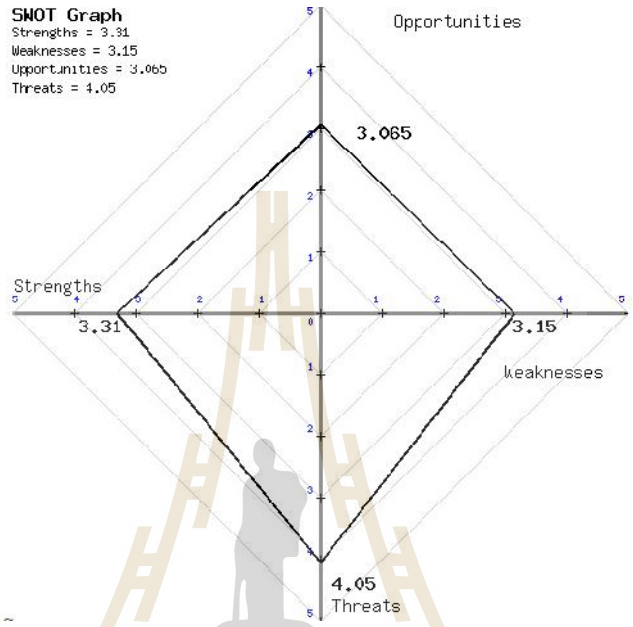
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 5.6 อุปสรรค (T-Threats)

รหัส	ประเด็นปัจจัย	คะแนนที่ได้					รวม	น้ำหนัก	คะแนนเฉลี่ย	
		1	2	3	4	5			โอกาส	คุกคาม
T1	คู่แข่งรายใหญ่ที่เข้ามาทำตลาดในพื้นที่มีความพร้อมทั้งด้านเงินทุนและบุคลากร สามารถลดราคาอาคารต่างๆ ลงมาได้ง่าย ในขณะที่ค่าใช้จ่ายที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น	3	3	3	4	3	16	0.35	-	4.00
T2	ราคาวัสดุก่อสร้างที่ผันผวนส่งผลให้ต้นทุนไม่แน่นอน	3	3	3	4	4	17	0.30	-	4.25
T3	การบริหารจัดการไม่ทั่วถึง	3	4	4	3	3	17	0.20	-	4.25
T4	ใช้ระยะเวลาในการส่งมอบสินค้านานเกินไป	2	2	3	3	4	14	0.15	-	3.50
							64	1.00	-	16.00
				N			4			
							16		-	4.00

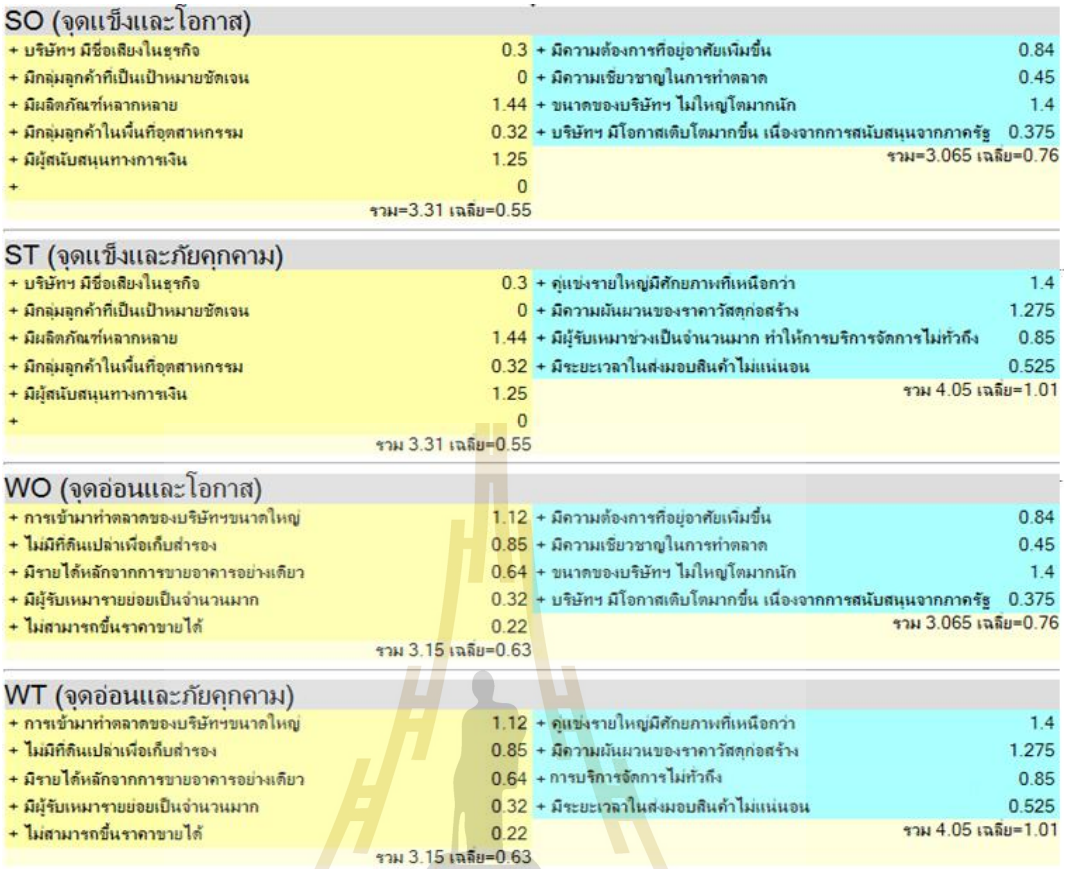
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5.4.4 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ SWOT (พิมล เอี่ยมผา, 2554)



รูปที่ 5.6 กราฟแสดงผลลัพธ์ (IT Blog, 2553)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



SO (จุดแข็งและโอกาส)			
+ บริษัทฯ มีชื่อเสียงในธุรกิจ	0.3	+ มีความต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น	0.84
+ มีกลุ่มลูกค้าที่เป็นเป้าหมายชัดเจน	0	+ มีความเชี่ยวชาญในการทำตลาด	0.45
+ มีผลิตภัณฑ์หลากหลาย	1.44	+ ขนาดของบริษัทฯ ไม่ใหญ่โตมากนัก	1.4
+ มีกลุ่มลูกค้าในพื้นที่อุตสาหกรรม	0.32	+ บริษัทฯ มีโอกาสเติบโตมากขึ้น เนื่องจากการสนับสนุนจากภาครัฐ	0.375
+ มีผู้สนับสนุนทางการเงิน	1.25	รวม=3.065 เฉลี่ย=0.76	
+	0		
รวม=3.31 เฉลี่ย=0.55			
ST (จุดแข็งและภัยคุกคาม)			
+ บริษัทฯ มีชื่อเสียงในธุรกิจ	0.3	+ คู่แข่งรายใหญ่มีศักยภาพที่เหนือกว่า	1.4
+ มีกลุ่มลูกค้าที่เป็นเป้าหมายชัดเจน	0	+ มีความผันผวนของราคาวัสดุก่อสร้าง	1.275
+ มีผลิตภัณฑ์หลากหลาย	1.44	+ มีผู้รับเหมาช่วงเป็นจำนวนมาก ทำให้การบริการจัดการไม่ทั่วถึง	0.85
+ มีกลุ่มลูกค้าในพื้นที่อุตสาหกรรม	0.32	+ มีระยะเวลาในส่งมอบสินค้าไม่แน่นอน	0.525
+ มีผู้สนับสนุนทางการเงิน	1.25	รวม 4.05 เฉลี่ย=1.01	
+	0		
รวม 3.31 เฉลี่ย=0.55			
WO (จุดอ่อนและโอกาส)			
+ การเข้ามาทำตลาดของบริษัทฯขนาดใหญ่	1.12	+ มีความต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น	0.84
+ ไม่มีที่ดินเปล่าเพื่อเก็บสำรอง	0.85	+ มีความเชี่ยวชาญในการทำตลาด	0.45
+ มีรายได้หลักจากการขายอาคารอย่างเดียว	0.64	+ ขนาดของบริษัทฯ ไม่ใหญ่โตมากนัก	1.4
+ มีผู้รับเหมารายย่อยเป็นจำนวนมาก	0.32	+ บริษัทฯ มีโอกาสเติบโตมากขึ้น เนื่องจากการสนับสนุนจากภาครัฐ	0.375
+ ไม่สามารถขึ้นราคาขายได้	0.22	รวม 3.065 เฉลี่ย=0.76	
รวม 3.15 เฉลี่ย=0.63			
WT (จุดอ่อนและภัยคุกคาม)			
+ การเข้ามาทำตลาดของบริษัทฯขนาดใหญ่	1.12	+ คู่แข่งรายใหญ่มีศักยภาพที่เหนือกว่า	1.4
+ ไม่มีที่ดินเปล่าเพื่อเก็บสำรอง	0.85	+ มีความผันผวนของราคาวัสดุก่อสร้าง	1.275
+ มีรายได้หลักจากการขายอาคารอย่างเดียว	0.64	+ การบริการจัดการไม่ทั่วถึง	0.85
+ มีผู้รับเหมารายย่อยเป็นจำนวนมาก	0.32	+ มีระยะเวลาในส่งมอบสินค้าไม่แน่นอน	0.525
+ ไม่สามารถขึ้นราคาขายได้	0.22	รวม 4.05 เฉลี่ย=1.01	
รวม 3.15 เฉลี่ย=0.63			

รูปที่ 5.7 ค่า Rating (IT Blog, 2553)

จากผลการวิเคราะห์ ทำให้ทราบว่าประเด็นที่จะต้องนำมาพิจารณาเพื่อแก้ไขปรับปรุงและวางกลยุทธ์ของบริษัทฯ เป็นประเด็นที่อยู่ในช่วง WT (จุดอ่อนและภัยคุกคาม) เนื่องจากมีคะแนนสูงที่สุดอยู่ที่ 4.05 โดยมีประเด็นหลักอยู่ในช่วงอุปสรรค (T-Threats) จำนวน 4 ประเด็น ดังนี้

1. คู่แข่งรายใหญ่ที่เข้ามาทำตลาดในพื้นที่มีความพร้อมทั้งด้านเงินทุนและบุคลากร สามารถลดราคาอาคารต่าง ๆ ลงมาได้ง่าย ในขณะที่ค่าใช้จ่ายที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
2. ราคาวัสดุก่อสร้างที่ผันผวนส่งผลให้ต้นทุนไม่แน่นอน
3. การบริหารจัดการไม่ทั่วถึง
4. ใช้ระยะเวลาในการส่งมอบสินค้านานเกินไป

สำหรับประเด็นในข้อ 1 และข้อ 2 เป็นเรื่องที่บริษัทฯ ไม่สามารถที่จะเข้าไปควบคุมได้ มีเพียงข้อ 3 และข้อ 4 ที่จะต้องนำมาพิจารณาเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และผลที่ได้จากการประชุมผู้บริหารได้วางแผนกลยุทธ์เป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ให้ฝ่ายวิศวกรรมทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิธีการก่อสร้าง จากเดิมที่ใช้การหล่อเสาคานในพื้นที่ ให้เป็นการสั่งเสาคานหรือสั่งผนังสำเร็จรูปจากโรงงานมาให้ผู้รับเหมาติดตั้ง เนื่องจากจะทำให้เป็นการลดขั้นตอนการทำงาน และให้ผู้รับเหมาปรับตัวให้เข้ากับระบบใหม่ที่จะเกิดขึ้น การดำเนินการดังกล่าวให้มีราคาค่าก่อสร้างแบบจ้างเหมาไม่สูงไปจากเดิม โดยดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน 1 ปี

ระยะที่ 2 เมื่อประสบความสำเร็จในขั้นตอนที่ 1 แล้ว ให้ฝ่ายวิศวกรรมพิจารณาดำเนินการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้เป็นของบริษัทฯ เอง และ/หรืออาจพัฒนาไปเป็นรูปแบบอื่นได้ โดยบริษัทฯ จะสนับสนุนเงินลงทุนให้ ไม่เกิน 5.0 ล้านบาท โดยให้ฝ่ายวิศวกรรมไปจัดทำแผนการฝึกอบรมและการจัดซื้อเครื่องไม้เครื่องมือที่จำเป็น เพื่อให้ดำเนินการดังกล่าวบรรลุผลสำเร็จ การดำเนินการตามขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์ก็เพื่อลดจำนวนของผู้รับเหมาลง โดยให้แปรสภาพเป็นการรับเหมาเฉพาะส่วน อาทิเช่น รับเหมาติดตั้งโครงสร้าง รับเหมาทาสี รับเหมาติดตั้งระบบไฟฟ้า-ประปา เป็นต้น โดยดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน 2 ปี

จากผลการดำเนินการดังกล่าว ที่เริ่มใช้เมื่อปี พ.ศ.2554 ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของงานวิจัยนี้ ซึ่งมีวิวัฒนาการมาจากการจัดการเชิงกลยุทธ์ เพื่อปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่เป็นอยู่และสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่องค์กรจะต้องยึดถือและดำเนินการ เพื่อให้องค์กรมีศักยภาพสามารถต่อสู้กับคู่แข่งในตลาดได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5.5 รายการอ้างอิง

IT Blog. (2553). โปรแกรมการวิเคราะห์ swot การวาด swot graph. Retrieved from http://www.thaiall.com/blog/burin/1297/

เทคนิคการตลาดและกลยุทธ์การตลาดออนไลน์. (2558). ความแตกต่าง SWOT และ TOWS Analysis. Retrieved from http://haiharvardwu-onlinemarketing.blogspot.com/2015/10/swot-tows-analysis.html

ชูเพ็ญ วิบูลสันต์. (2547). การวิเคราะห์จุดแข็ง. จุดอ่อน (จุดด้อย) โอกาส อุปสรรค (ความเสี่ยง) ขององค์กร (SWOT analysis).

พิมล เอี่ยมผา. (2554). การศึกษาโครงสร้างองค์กร เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของบริษัท NG จำกัด (วิทยานิพนธ์). มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพมหานคร.

วรางคณา ผลประเสริฐ. (2554). แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเชิงกลยุทธ์ (pp. 1-35). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วิกิพีเดีย. (2558). การวิเคราะห์สวอต. Retrieved from https://th.wikipedia.org/wiki/

ศิริชัย ยศวังใจ. (2558). กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์. 11, 131-141.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

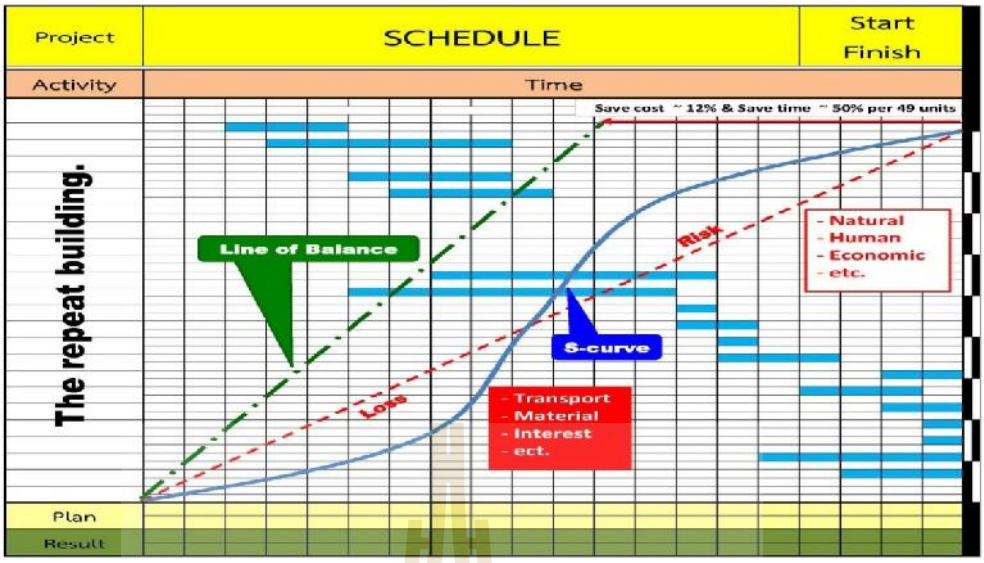
บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ
(Conclusions and Recommendations)

6.1 บทนำ

การเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ในศตวรรษนี้เกิดจากการนำองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมต่างๆ และเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาบูรณาการร่วมกันจนเกิดเป็นนวัตกรรมการก่อสร้าง (Construction Innovation) จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการที่จะเป็นผู้นำในวงการก่อสร้างยุคนี้นอกจากจะมีการบริหาร (Management) และผู้ออกแบบ (Designer) ที่ดีแล้ว สิ่งที่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างชัดเจนก็คือ การที่มีเทคนิคในการก่อสร้างที่แตกต่างจากผู้อื่น เทคนิคเหล่านี้เกิดขึ้นจากการวิจัยเพื่อปรับปรุงรูปแบบการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม อาทิเช่น ผลงานการออกแบบและสร้างกำแพงกันดินเหล็กเสริมแบกทาน (Bearing Reinforcement Earth, BRE Wall) (รูปที่ 6.1) ของ ศาตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข หรือเทคโนโลยีในการก่อสร้างรถไฟความเร็วสูงของประเทศจีน ซึ่งนอกจากจะตอบสนองต่อการพัฒนาประเทศจีนได้อย่างดีแล้ว ยังสามารถส่งออกเทคโนโลยีการก่อสร้างไปยังประเทศอื่นได้อีกด้วย

ปัจจุบันประเทศไทยมีนักวิจัยในด้านการออกแบบวิธีการก่อสร้าง (Building Construction) อยู่ไม่มากนัก อาจเป็นเพราะสมัยก่อนที่ไม่ค่อยมีงานก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ แต่ในขณะนี้ประเทศไทยกำลังจะก้าวสู่ยุค 4.0 และรัฐบาลให้การสนับสนุนเพื่อการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่อยู่เป็นจำนวนมาก โดยจะต้องใช้ระยะเวลาอีกนับ 10 ปี กว่าที่งานก่อสร้างเหล่านี้จะแล้วเสร็จ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเหล่านักวิจัยทั้งหลายควรที่จะใช้โอกาสอันดีนี้เพื่อทำการสร้างนวัตกรรมด้านวิธีการก่อสร้างให้เกิดขึ้นอย่างหลากหลายต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยทุกชนิดนอกจากผู้วิจัยจะต้องมีองค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนแล้ว สิ่งที่จะขาดไม่ได้ก็คือห้องทดลอง เพราะเมื่อได้จัดทำชิ้นตัวอย่างมาแล้วก็ต้องนำมาเข้าห้องทดลอง เพื่อทำการทดสอบตามตรรกะที่คาดคะเนไว้ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาปรับแก้เพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ทำ งานวิจัยแบบที่กล่าวนี้กระทำได้สำหรับชิ้นตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก แต่งานวิจัยนี้ ไม่สามารถดำเนินการในแบบที่กล่าวไว้ได้ การได้มาซึ่งข้อมูลผู้วิจัยจึงต้องใช้ข้อมูลที่เรียกว่า “ข้อมูลเชิงทดลอง” ซึ่งเป็นข้อมูลที่สร้างขึ้นภายในสภาพแวดล้อมของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยการสำรวจและการจดบันทึกจากการสร้างตัวอย่างขนาดเท่าของจริง

วิธีที่ทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลเชิงทดลองนี้ ผู้วิจัยได้ทำการก่อสร้างแปลงทดลองขึ้น ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยแยกแปลงทดลองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แปลงทดลองที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (รูปที่ 6.3) และแปลงทดลองที่ก่อสร้างด้วยการเทคอนกรีตในที่ (รูปที่ 6.4) โดยแปลงทดลองภาคสนามทั้งหมดนี้ได้ตั้งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันและถูกจำกัดสภาวะต่าง ๆ ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน โดยผู้วิจัยได้ทำการหล่อแผ่นผนังในพื้นที่ก่อสร้างโดยมิได้สั่งผลิตจากโรงงาน เพื่อจะได้ตัดต้นทุนในเรื่องการขนส่งระยะไกลออกไป

a) การยกชิ้นส่วนผนังขึ้นจากแบบหล่อ b) ชิ้นส่วนผนังเมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ

รูปที่ 6.3 ก่อสร้างอาคารด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำหรับการพัฒนาเพื่อก่อสร้างบ้านแถวในขั้นตอนต่อไป ผู้วิจัยได้มีแนวคิดที่จะใช้รอกไฟฟ้า (รูปที่ 6.5) ควบคู่กับระบบรางเข้ามายกชิ้นส่วนบริเวณหน้างานเพื่อทดแทนการใช้รถเครนขนาด 20 ตัน โดยคาดว่าหากสำเร็จ จะทำให้ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ และลดค่าใช้จ่ายลงไปได้อีกไม่น้อยกว่า 3 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าการก่อสร้าง เนื่องจากรถเครนเป็นเครื่องจักรกลหนักที่มีต้นทุนในการดำเนินงานที่ค่อนข้างสูง นั่นเอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายณัฐวัชต์ พัฒนจันทร์ เกิดเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2512 ที่อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันภูมิลำเนาอยู่ที่อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) เมื่อ พ.ศ.2536 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ในปี พ.ศ.2537 ได้เข้ารับราชการตำแหน่งวิศวกรโยธา ที่กรมโยธาธิการและผังเมือง และได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร) ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน โดยสำเร็จการศึกษาเมื่อ พ.ศ.2549

ในปี พ.ศ.2555 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาเอก หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี