การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม และ การก่อสร้างแบบผนังหล่อประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมการก่อสร้างของหมู่บ้านจัดสรร

นายศุภณัฐ วัฒนสินศักดิ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2556

การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม และ การก่อสร้างแบบผนังหล่อประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมการก่อสร้างของหมู่บ้านจัดสรร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงงาน

_____

(รศ. ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์)
ประธานกรรมการ

_____

(รศ. ดร.วชรภูมิ เบญจโอฬาร)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)

_____

(ผศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)
กรรมการ

_____

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศุภณัฐ วัฒนสินศักดิ์ : การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม และ การก่อสร้างแบบผนังหล่อประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมการก่อสร้างของหมู่บ้านจัดสรร (A COMPARISON BETWEEN PRECAST CONSTRUCTION AND TRADITIONAL CONSTRUCTION FOR THE IMPROVEMENT IN THE INNOVATION OF REAL ESTATE'S CONSTRUCTION) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วชรภูมิ เบญจโอฬาร

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างทั้งแบบดั้งเดิม และ แบบหล่อประกอบ และ (2) เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการพัฒนาเปลี่ยนแปลงระบบการก่อสร้าง ให้ใช้คนน้อยลง เนื่องจากแนวโน้มค่าแรงคนงานมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น เพื่อนำผลการศึกษาไปเป็นแนวทางที่จะนำไปประกอบการตัดสินใจ สำหรับการวางแผนการบริหารโครงการ กำหนดงบประมาณโครงการหมู่บ้านอยู่สบายโครงการหมู่บ้านอยู่สบายโครงการที่ 11 การศึกษาใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการให้น้ำหนักความสำคัญของหัวข้อที่จะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบ และนำข้อมูลที่ได้มาทาการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจของผู้บริหารในการเปลี่ยนแปลงระบบการก่อสร้าง ทั้งทางด้านต้นทุน ระยะเวลา และคุณสมบัติของวัสดุ

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า (1) ด้านต้นทุนถ้ามีการก่อสร้างบ้านด้วยปริมาณมาก ระบบการก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นจะมีต้นทุนที่ต่ำกว่า เนื่องจากเมื่อทำการก่อสร้างบ้านแบบหล่อประกอบนั้นต้องใช้เครื่องมือเครื่องจักรหนักที่มีราคาสูง ถ้าก่อสร้างบ้านในปริมาณน้อยก็จะไม่คุ้มทุนกับค่าเครื่องจักรที่ลงไป (2) ด้านการระยะเวลา บ้านที่ก่อสร้างแบบหล่อประกอบจะสามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากใช้เครื่องมือเครื่องจักรเข้ามาช่วย ทำให้สามารถสร้างได้เร็วกว่าแรงงานคนสร้าง สามารถช่วยลดระยะเวลาโครงการลงได้ก็จะสามารถทำโครงการได้หลายโครงการมากขึ้น ทำให้บริษัทสามารถเติบโตได้เร็วขึ้น สามารถขยายกิจการขยายสาขาไปยังทั่วประเทศ หรือแม้กระทั่งทั่วโลกได้

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

SUPHANUT WATANASINSAK : A COMPARISON BETWEEN PRECAST CONSTRUCTION AND TRADITIONAL CONSTRUCTION FOR THE IMPROVEMENT IN THE INNOVATION OF REAL ESTATE'S CONSTRUCTION. ADVISOR : ASSOC.PROF. VACHARAPOOM BENJAORAN, Ph.D.

The objectives of this study are to gather necessary information to make decision in the need to shift from traditional construction method to precast construction because method of the rising labor costs. and to forecast the budgets in the construction of U-Sabai 11 Project. In this study, data are collected through surveys to get more accurate results. The data used for the calculations are used in percentage for more accurate information. This study is to provide U-Sabai executives with all the necessary information to make decision in the need to shift from traditional construction methods to the precast construction method in term of cost saving, time saving and the quality of the buildings.

The conclusion are that the precast construction method is suitable for the mass production construction because of the lower material and labor cost. But in small volume construction, the precast construction method will not be feasible because of the high cost of heavy machineries that are needed to invest in at the start. In term of time, the precast construction method can save a lot of time. With the use of heavy machineries, structural components, can be produced faster than the use of labor. The precast method can help reduce the production time so we can commence many more projects at a time.

School of Civil Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2013 Advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วชรภูมิ เบญจโอฬาร อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แนะนำแนวทางการทำงานเพิ่มเติม และให้ความเอาใจใส่ ความเมตตากรุณาถ่ายทอดความรู้แก่ศิษย์เป็นอย่างดี ผู้ศึกษาจึงขอขอบพระคุณท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.วชรภูมิ เบญจโอฬาร ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ให้แก่ผู้ศึกษา ซึ่งเป็นความรู้และประสบการณ์ที่มีค่าและมีประโยชน์ในการทำงานของผู้ศึกษาต่อไป ผู้ศึกษาขอระลึกถึงพระคุณบิดาและมารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี รักการศึกษา และหมั่นหาความรู้เพิ่มเติม และไม่ย่อท้อต่อปัญหาและอุปสรรคต่างๆ และท้ายสุดขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดการทำงานศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างดี

ศุภณัฐ วัฒนสินศักดิ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูปภาพ ..... ซ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการทำวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การสร้างบ้านแบบหล่อประกอบ 3

2.1.1 ขั้นตอนการหล่อผนัง 3

2.1.2 ขั้นตอนการสร้างบ้านด้วยเทคโนโลยี การหล่อประกอบ 9

2.2 การวิเคราะห์งาน 12

2.2.1 การศึกษางาน 12

2.2.2 วิธีปฏิบัติงานมาตรฐาน 12

2.2.3 เวลามาตรฐาน 13

2.3 การวิเคราะห์ประมาณต้นทุน 16

2.3.1 การประมาณ 16

2.3.2 องค์ประกอบของราคา 16

2.3.3 ข้อควรพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการประมาณราคา 17

2.3.4 การดำเนินงาน 17

2.3.5 รายการงานตรวจสอบ 17

2.4 การการวิเคราะห์การตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์ 19
2.4.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ 20
2.4.2 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน 25
2.5 การดูดซับกันเสียง 27
2.6 การเป็นฉนวนกันความร้อน 29
2.7 การทนความร้อน 32
3 วิธีการดำเนินโครงการ 36
3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล 36
3.2 วิเคราะห์ข้อมูล 37
3.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านผลกำไร 37
3.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลทางระยะเวลาการก่อสร้าง 38
3.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุ 38
3.3 สรุปผล 39
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 40
4.1 การวิเคราะห์แบบสอบถาม 40
4.2 รวบรวมข้อมูลแบบแปลนการก่อสร้าง 41
4.3 การวิเคราะห์ต้นทุน 41
4.4 ข้อมูลด้านระยะเวลา 49
4.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติวัสดุ 55
4.5.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติการทนเสียง 55
4.5.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน 58
4.5.3 การวิเคราะห์การทนความร้อน 60
4.6 การสรุปผลการวิเคราะห์ 62
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 64
5.1 สรุปผลการวิจัย 64
5.1.1 ปัจจัยทางด้านผลกำไร 64
5.1.2 ปัจจัยทางด้านระยะเวลา 64
5.1.3 ปัจจัยทางด้านคุณสมบัติของวัสดุ 65
5.2 ข้อเสนอแนะ 65
5.2.1 ข้อเสนอแนะการนำผลการศึกษาไปใช้ 65
5.2.2 ข้อเสนอแนะการศึกษาครั้งต่อไป 66

เอกสารอ้างอิง 67
ภาคผนวก ข้อมูลโครงการกรณีศึกษา 68
แบบงานก่อสร้างแบบดั้งเดิม 69
แบบงานก่อสร้างแบบหล่อประกอบ 72
รายการคำนวณแผ่นผนังหล่อประกอบ 77
ประวัติผู้เขียน 90

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 สูตรการคำนวณทางหลักเศรษฐศาสตร์ 25

2.2 อัตราการทนไฟของวัสดุผนัง / ฝา QCON Quality Construction Product (2010) 34

4.1 ผลการถ่วงน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการประชุมร่วมกัน 41

4.2 แบบประเมินวัสดุของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม 42

4.3 การประมาณราคาของการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ 44

4.4 วัสดุรวมที่ใช้เหมือนกันในการก่อสร้างทั้ง 2 วิธี 45

4.5 คำนวณอัตราการผลิตบ้านในระบบดั้งเดิมของผู้รับเหมา 49

4.6 คำนวณอัตราการผลิตบ้านในระบบหล่อประกอบของผู้รับเหมา 50

4.7 การเปรียบเทียบหาจำนวนปีที่ปิดโครงการ 51

4.8 สรุปรายรับ – รายจ่าย ของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม 52

4.9 สรุปรายรับ – รายจ่าย ของการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ 53

4.10 การทนเสียงของอิฐมวลเบา QCON Quality Construction Product (2010) 56

4.11 การทนเสียงของผนังคอนกรีต PCI Precast / Prestressed Concrete Institute (2009) 57

4.12 การเป็นฉนวนความร้อนของผนังอิฐมวล QCON Quality Construction Product (2010) 59

4.13 การเป็นฉนวนความร้อนของผนังคอนกรีต Yothin Ungkoon , (2007) 59

4.14 การทนความร้อนของผนังอิฐมวลเบา QCON Quality Construction Product (2010) 60

4.15 การทนความร้อนของผนังคอนกรีต Waffle Crete , (2003) 61

4.16 สรุปผลการวิจัย 62

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	Technology for house solution (Pruksa Real Estate , 2006)	3
2.2	การทำความสะอาด และ เคลือบน้ำมัน (Pruksa Real Estate , 2006)	4
2.3	การวางตำแหน่งอุปกรณ์ และของฝัง (Pruksa Real Estate , 2006)	4
2.4	การวางเหล็กกั้นแบบ (Pruksa Real Estate , 2006)	5
2.5	การวางเหล็กเสริม (Pruksa Real Estate , 2006)	5
2.6	การวางอุปกรณ์ และฝังท่อไฟก่อนการเท (Pruksa Real Estate , 2006)	6
2.7	การเทคอนกรีต (Pruksa Real Estate , 2006)	6
2.8	การขัดผิวหน้าคอนกรีต (Pruksa Real Estate , 2006)	7
2.9	การบ่มคอนกรีตด้วยระบบเตาอบ (Pruksa Real Estate , 2006)	7
2.10	การถอดแบบ (Pruksa Real Estate , 2006)	8
2.11	การยกชิ้นงาน (Pruksa Real Estate , 2006)	8
2.12	การตอกเสาเข็ม และสกัดหัวเข็ม (Pruksa Real Estate , 2006)	9
2.13	การติดตั้งฐานรากบ้าน และ ฐานรากรั้ว (Pruksa Real Estate , 2006)	10
2.14	การติดตั้งรั้วบ้าน ทำการติดตั้งเสารั้วบ้านและผนังรั้วบ้านหล่อประกอบ (Pruksa Real Estate , 2006)	10
2.15	การเทพื้นและคาน (Pruksa Real Estate , 2006)	11
2.16	การติดตั้งผนังรับแรง (Pruksa Real Estate , 2006)	11
2.17	การจัดลำดับ และเวลาการทำงานในแต่ละสถานีงาน	16
2.18	แผนภูมิการคำนวณมูลค่าเงินปัจจุบันและมูลค่าเงินในอนาคต	23
2.19	แผนภูมิการคำนวณมูลค่าเงินรวมเฉพาะงวดและมูลค่าเงินในอนาคต	24
2.20	กราฟการเปรียบเทียบการสูญเสียง (Maple Integration Co.,Ltd , 2012)	27
2.21	ค่าระดับเสียงมาตรฐาน (Neil A. Shaw , 2002)	29
2.22	โครงสร้างอาคารทั่วไป (Choo Chuay , 2013)	32
2.23	แผนภูมิการวิบัติอาคาร	33
4.1	ตารางเวลางานก่อสร้างในระบบดั้งเดิม	49
4.2	ตารางเวลางานก่อสร้างในระบบหล่อประกอบ	50
4.3	ผังทางเศรษฐศาสตร์ของรายรับรายจ่ายของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม	52

4.4 ผังทางเศรษฐศาสตร์ของรายรับรายจ่ายของการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ 53
4.5 กราฟแสดงการสูญเสียเสียงของผนังคอนกรีตแยกตามความหน้า
(PCI Precast / Prestressed Concrete Institute , 2009) 57

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โครงการหมู่บ้านอยู่สบายมีปริมาณยอดขายในช่วง 1–2 ปีนี้ (พ.ศ. 2556-2557)เติบโตขึ้นอย่างมาก เนื่องจากจังหวัดนครราชสีมานั้น มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากขึ้น มีเขตอุตสาหกรรม และการลงทุนด้วยงบประมาณของรัฐบาลเกิดขึ้นในจังหวัดเป็นจำนวนมาก ประกอบกับโครงการหมู่บ้านอยู่สบายต้องการจะพัฒนาโครงการ เพื่อเป็นที่ 1 ในจังหวัดนครราชสีมา และเพื่อที่จะขยายกิจการสาขาให้สามารถรองรับการเปิดเขตการค้าเสรีอาเซียน (AEC) จึงต้องมีการพัฒนาระบบการผลิตของโครงการให้สามารถรองรับกับ ความต้องการ ของลูกค้า เพื่อที่จะขยายกิจการและสาขาของบริษัท เนื่องจากในปัจจุบันบริษัทกำลังเริ่มประสบปัญหาในการก่อสร้าง ทั้งในเรื่องของทางด้านคนงาน และแรงงาน ซึ่งมีแนวโน้มที่จะหายาก และ ค่าแรงของแรงงานในตลาดแรงงานเริ่มจะสูงขึ้น อาจทำให้ผู้รับเหมาของโครงการทั้งหลายเกิดการขาดทุนหรือ ไม่มีแรงงานในการทำงานมากพอที่จะทำให้งานก่อสร้างนั้นสำเร็จงานได้ทันเวลาและอยู่ในงบประมาณที่สามารถควบคุมได้ การหันไปพึ่งเครื่องจักรอาจจะเป็นทางเลือกที่จะสามารถช่วยแก้ปัญหาในการก่อสร้างได้ ทั้งในด้านของการขาดแคลนแรงงาน และต้นทุนที่อาจเพิ่มขึ้นจากการขึ้นค่าแรงขั้นต่ำของรัฐบาลได้

การก่อสร้างแบบหล่อสำเร็จ (Precast) จึงได้ถูกนำมาพิจารณา เพื่อที่จะสามารถลดปัญหาทางด้านแรงงาน และต้นทุนค่าแรงจะไม่ขึ้นกับการที่ค่าแรงขึ้น รวมถึงยังสามารถลดเวลาในการก่อสร้างมากกว่าเดิม โครงงานวิจัยฉบับนี้จึงถูกทำขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า และ ผลกระทบของการเปลี่ยนระบบการก่อสร้างแบบ Precast ต่อลูกค้าที่จะมาซื้อบ้านในอนาคต เพื่อการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของบริษัทให้สามารถแข่งขันกับบริษัทใหญ่ จากกรุงเทพมหานครที่มีแผนการมาลงทุนในจังหวัดนครราชสีมา การก่อสร้างในระบบ Precastนั้นสามารถลดปัญหาทางด้านการขาดแคลนแรงงาน ต้นทุน คุณภาพ และที่สำคัญที่สุดคือระยะเวลาที่สามารถลดลงเป็นอย่างมาก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจของผู้บริหารโครงการหมู่บ้านอยู่สบาย เพื่อที่จะพัฒนาระบบการก่อสร้างให้สามารถแข่งกับคู่แข่ง จากบริษัทยักใหญ่ที่กำลังจะเข้ามาในโคราช เนื่องจากโคราชนั้นจะมีงบประมาณจากรัฐบาลมาลงเป็นอย่างมากในแผนการพัฒนาเมืองโคราช ให้บริษัทสามารถรองรับการเจริญเติบ โตของชุมชนในเมืองโคราชได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาวิจัยและอธิบายถึงการก่อสร้างในระบบดั้งเดิมและระบบ Precast ในแบบบ้านเดียวกัน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการก่อสร้างทั้ง 2 ระบบ ทั้งทางด้าน คุณภาพ ระยะเวลา และต้นทุน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการวางแผนของโครงการหมู่บ้านอยู่สบายโครงการที่ 11 ในอนาคต

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการหมู่บ้านอยู่สบายในการเปลี่ยนระบบการก่อสร้างมาเป็นแบบหล่อสำเร็จ (Precast) และประกอบ

1.3 ขอบเขตการทำวิจัย

การทำโครงงานครั้งนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าวิเคราะห์ ความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนระบบการก่อสร้างของโครงการหมูบ้านอยู่สบายที่กำลังจะขึ้นโครงการใหม่ กว่า 400 ยูนิต ซึ่งเป็นการค้นคว้าจากการรวบรวมข้อมูลต่างๆ จากข้อมูลของโครงการหมู่บ้านอยู่สบายในปัจจุบันเปรียบเทียบกับข้อมูลแบบหล่อแระกอบ(Precast)ที่จะทำการคำนวณโดยวิศวกรโครงการหมู่บ้านอยู่สบาย เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจะนำไปทำการก่อสร้างหมู่บ้านอยู่สบายโครงการที่ 11
ด้วยวิธีการวิเคราะห์ แบบเอกสาร (Documentary Analysis) ดังนี้

1.3.1 วิเคราะห์ผลต่างทางด้านราคา (Price Variance) โดย BOQ ของบ้านแบบเดียวกัน

1.3.2 วิเคราะห์ผลต่างทางด้านเวลา (Time Variance) โดย Schedule งานของบ้านแบบเดียวกัน

1.3.3 วิเคราะห์ผลต่างทางด้านคุณสมบัติวัสดุ (Property of Material Variance)

1.3.4 วิเคราะห์ทางหลักเศรษฐศาสตร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนระบบการก่อสร้างของโครงการ หมู่บ้านอยู่สบาย

1.4.2 เพื่อแก้ไขปัญหาขาดแคลนแรงงาน และปัญหาการขึ้นค่าแรงขั้นต่ำของรัฐบาล

1.4.3 เพื่อให้หมู่บ้านอยู่สบายสามารถสู้กับคู่แข่งที่กำลังจะเข้ามา ทั้งจากบริษัทยักใหญ่ในกรุงเทพมหานคร และ บริษัทจากต่างประเทศในการเปิดเขตการค้าเสรีอาเซียน

1.4.4 เพื่อขยายกิจการขยายสาขาไปทั่วประเทศ ทั่วโลก

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสร้างบ้านแบบหล่อประกอบ(Precast) Pruksa Real Estate (2006)

2.1.1 ขั้นตอนการหล่อผนัง Precast เทคโนโลยี Precast เป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ที่บริษัทฯ นำมาใช้เพื่อพัฒนารูปแบบการก่อสร้าง โดยเป็นการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก เช่น พื้น ผนังเสา รั้วบ้าน เป็นต้น สถานที่ก่อสร้างให้แล้วเสร็จก่อนที่จะนำไปติดตั้ง

รูปที่ 2.1 Technology for house solution (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.1 ทำความสะอาด เคลือบน้ำมัน ทำความสะอาด เคลือบน้ำมัน (Cleaning & Oiling Station) โต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ไปตาม Roller Block ผ่านไปยังเครื่องจักรทำความสะอาดและพ่นน้ำยาทาแบบ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 การทำความสะอาด และ เคลือบน้ำมัน (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.2 วางอุปกรณ์และของฝัง (Embedding) ทำการวางอุปกรณ์และวัสดุฝังตามจุดที่กำหนด เช่น ท่อน้ำ ท่อประปา วงกบประตู วงกบหน้าต่าง เป็นต้น ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 การวางตำแหน่งอุปกรณ์ และของฝัง (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.3 วางเหล็กแบบกั้นข้าง (Shuttering) ทำการวางเหล็กแบบกั้นข้าง ตามแนวที่กำหนดเพื่อให้คอนกรีตคงรูปร่างตามแบบ ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 การวางเหล็กกั้นแบบ (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.4 วางเหล็กเสริม (Reinforcement) ทำการยกโครงเหล็กเสริมที่ทำการผูกเรียบร้อยแล้วติดตั้งลงบนโต๊ะหล่อทำการตรวจสอบความถูกต้องก่อนเทคอนกรีต ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 การวางเหล็กเสริม (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.5 เทคอนกรีต (Concrete Placing) กระสวยบรรจุคอนกรีตจะรับคอนกรีตผสมเสร็จมาเทลงในเครื่องเทคอนกรีต (Concrete Spreader) เพื่อเทคอนกรีตลงบนโต๊ะหล่อฯ ตามรูปร่างของชิ้นงาน ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 การวางอุปกรณ์ และฝังท่อไฟก่อนการเท (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.6 ปาดหน้าคอนกรีต (Screeding Station) โต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ผ่านเครื่องปาดหน้าชิ้นงาน เพื่อควบคุมระดับความหนาของชิ้นงานให้ได้มาตรฐาน ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 การเทคอนกรีต (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.7 ขัดผิวหน้าคอนกรีตโดย (Helicopter) ขัดผิวผนังด้วยเครื่องขัดแบบ Helicopter จนผิวเรียบเสมอกันทั่วแผ่น ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 การขัดผิวหน้าคอนกรีต (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.8 บ่มคอนกรีต (Curin Station) ห้องบ่มคอนกรีต ทำการเก็บโต๊ะหล่อพร้อมชิ้นงานไว้เพื่อเร่งชิ้นงานให้ได้กำลังของคอนกรีตเร็วขึ้น ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 การบ่มคอนกรีตด้วยระบบเตาอบ (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.9 ถอดแบบ (Shuttering Removing Station) จุดถอดแบบข้าง จะทำการถอดเหล็กแบบข้างที่วางไว้ออก ดังรูปที่ 2.10

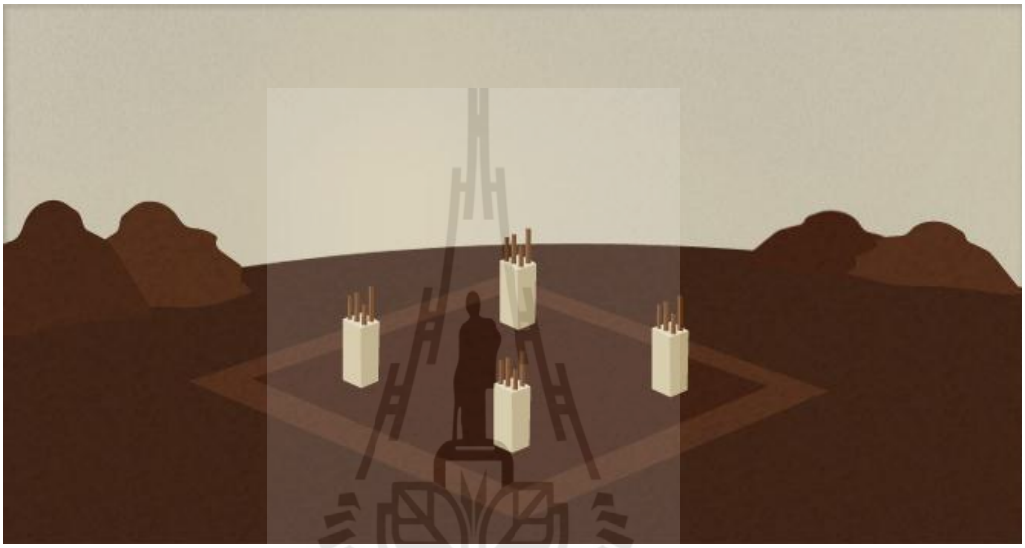
รูปที่ 2.10 การถอดแบบ (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.1.9 ยกชิ้นงาน (Tilting) โต๊ะหล่อฯ จะถูกยกขึ้นจากแนวราบเป็นแนวตั้ง 85 องศา เพื่อยกชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อฯ ในแนวดิ่งและบรรจุลงในกล่องเก็บชิ้นงาน (Rack) เพื่อทำการจัดส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างต่อไป ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 การยกชิ้นงาน (Pruksa Real Estate , 2006)

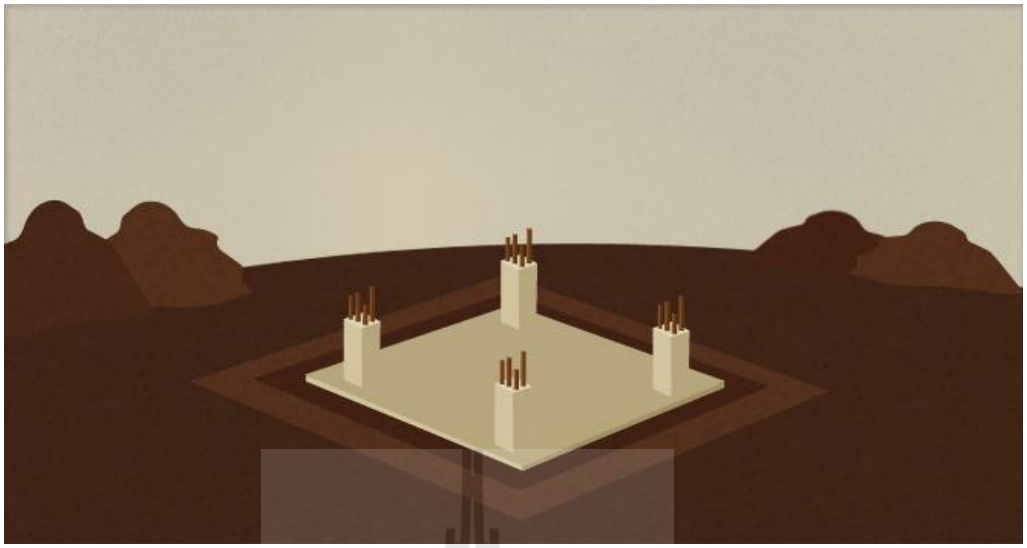
2.1.2 ขั้นตอนการสร้างบ้านด้วยเทคโนโลยี การหล่อประกอบ (Precast) Pruksa Real Estate (2006)

2.1.2.1 ตอกเสาเข็มและการสกัดหัวเข็ม ใช้เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง โดยคำนวณขนาดและความยาวของเสาเข็มจากผลการทดสอบลักษณะของชั้นดินในบริเวณก่อสร้าง และทำการกำหนดตำแหน่งเข็มให้ถูกต้องตามแบบ ก่อนตอกเสาเข็มลงดิน ดังรูปที่ 2.12



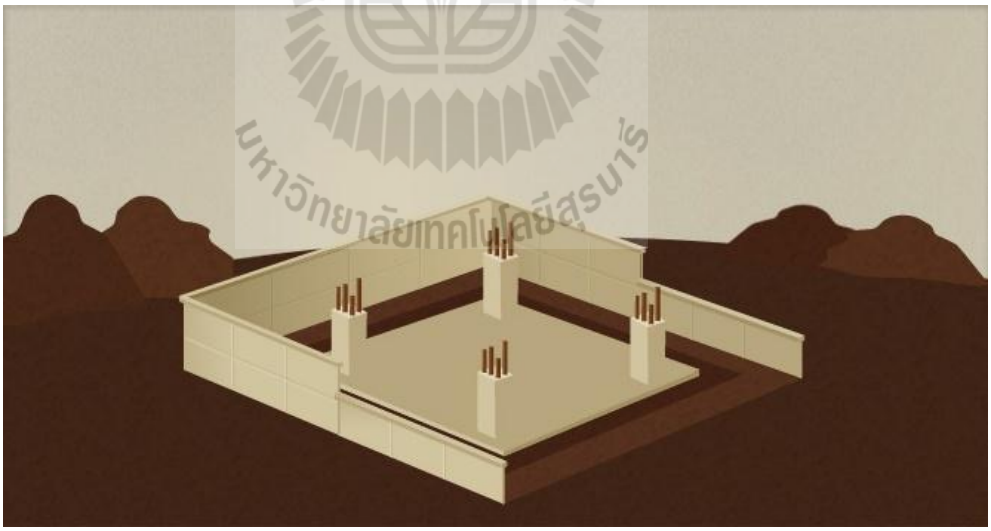
รูปที่ 2.12 การตอกเสาเข็ม และสกัดหัวเข็ม (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.2.2 ติดตั้งฐานรากบ้าน และฐานรากรั้ว ทำการติดตั้งฐานรากบ้าน รั้วบน / เสาเข็มที่ตัดให้ได้ผิวเรียบตามระดับที่กำหนด ทำการเสริมเหล็กและตรวจสอบก่อนการเทคอนกรีต ดังรูปที่ 2.13



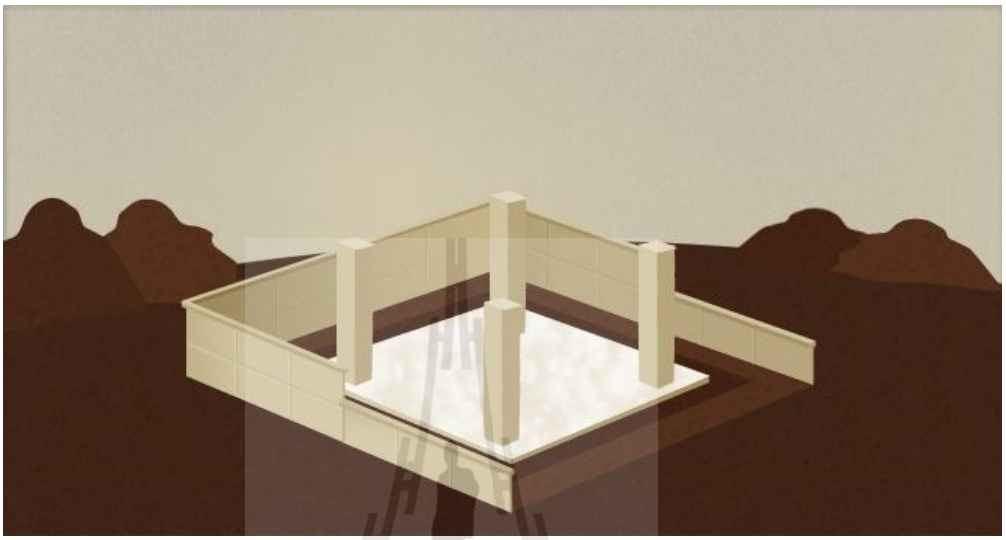
รูปที่ 2.13 การติดตั้งฐานรากบ้าน และ ฐานรากรั้ว (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.2.3 การติดตั้งรั้วบ้าน ทำการติดตั้งเสารั้วบ้านและผนังรั้วบ้านหล่อประกอบ โดยประสานรอยต่อระหว่างเสาและผนังรั้วบ้านด้วยคอนกรีตพิเศษ และใส่เหล็กเส้นเพื่อเสริมความแข็งแรง ดังรูปที่ 2.14



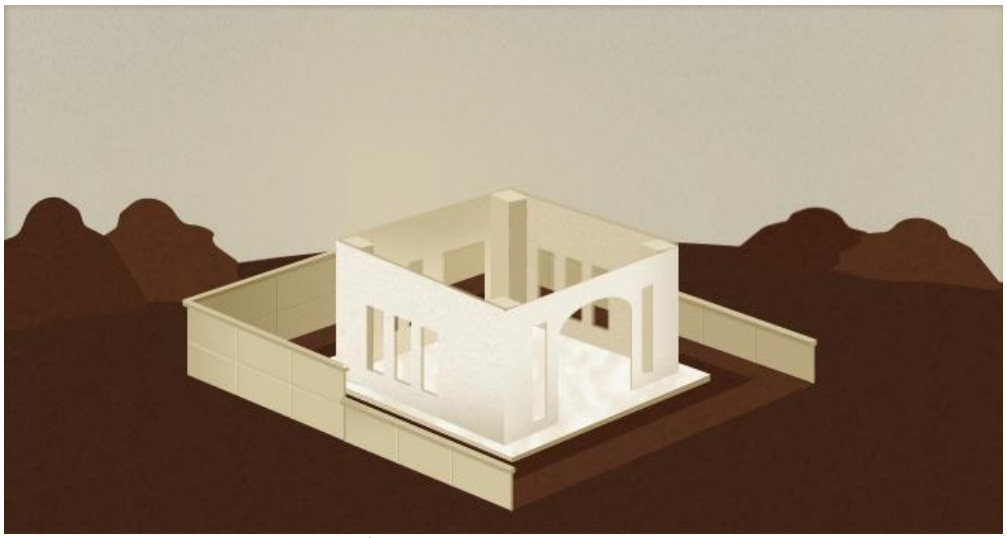
รูปที่ 2.14 การติดตั้งรั้วบ้าน ทำการติดตั้งเสารั้วบ้านและผนังรั้วบ้านหล่อประกอบ (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.2.4 เทพื้นชั้นล่างและคาน ทำการปรับระดับพื้นดิน ลงน้ำยาป้องกันปลวก เสริมเหล็กคานคอดินและพื้น ทำการติดตั้งท่อประปา ท่อร้อยสายไฟฟ้า และตรวจสอบก่อนการเทคอนกรีต ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การเทพื้นและคาน (Pruksa Real Estate , 2006)

2.1.2.5 การติดตั้งผนัง ทำการติดตั้งผนังรับแรงหล่อประกอบ ทีละแผ่น โดยติดตั้งค้ำยันผนังกับพื้นชั้นล่างหลังจากวางผนังได้ตำแหน่ง เพื่อยึดผนังไม่ให้ล้ม รวมทั้งเสริมเหล็กเส้นและเทคอนกรีตพิเศษ เพื่อเชื่อมรอยต่อของผนังภายนอกและใช้วัสดุกันน้ำซึมที่มีประสิทธิภาพ สำหรับ ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การติดตั้งผนังรับแรง (Pruksa Real Estate , 2006)

2.2 การวิเคราะห์งาน (Work Process Analysis) ศจี ศิริไกร **(2003)**

2.2.1 การศึกษางาน หมายถึงองค์ความรู้เชิงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าอย่างเป็นระบบ เพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า พร้อมทั้งกำหนดระยะเวลาที่จำเป็นต่อการทำงานนั้น ไม่ว่าจะด้วยการใช้แรงงานคน หรือเครื่องจักรอุปกรณ์ สาระของการศึกษางานยังรวมถึงการพัฒนาเครื่องมือใช้สอยต่างๆ ที่จะช่วยให้การทำงานนั้นสำเร็จได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลดีการศึกษางานเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการสร้างองค์ความรู้ด้านการปฏิบัติการ เพื่อมุ่งสู่การปรับปรุงการดำเนินงานขององค์กร โครงสร้างของการศึกษางาน ประกอบด้วย การวิเคราะห์กระบวนการ (Process analysis) การวิเคราะห์การปฏิบัติการ (Operations analysis) การศึกษาการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติงานในระหว่างการปฏิบัติงาน (Motion study) การศึกษาเวลา (Time Study) จนกระทั่งนำไปสู่การกำหนด การใช้ และการพัฒนาปรับปรุงวิธีปฏิบัติงานมาตรฐานให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ แนวคิดหลักในการศึกษางานยังสอดคล้องกับกลยุทธ์การบริหารองค์กรสมัยใหม่ต่างๆ เช่น การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge management) การบริหารคุณภาพทั่ว ทั้งองค์กร (Total Quality Management) Lean Production และ Six Sigma ดังนั้น การนำการศึกษางานมาใช้ยังช่วยให้องค์กรสามารถดำเนินกลยุทธ์เหล่านี้ได้อย่างเป็นรูปธรรมในเชิงการปฏิบัติการมากขึ้น

2.2.2 วิธีปฏิบัติงานมาตรฐาน การกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงาน เป็นการบันทึกองค์ความรู้ด้านการปฏิบัติงานอย่างเป็นรูปธรรม มาตรฐานการปฏิบัติงานอาจอยู่ในรูปเอกสารต่างๆ เช่น คู่มือการทำงาน

เอกสารอ้างอิงในระบบการบริหารงานตามแบบมาตรฐานสากล อาทิ ISO 9000 เอกสารข้อกำหนดในการปฏิบัติงาน (Work Instruction, WI) หรือขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard operating procedure, SOP) การมีวิธีการปฏิบัติงานที่เหมาะสม และการปฏิบัติตามวิธีการดังกล่าวช่วยลดโอกาสการกระทำที่ไม่ปลอดภัย ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ทำให้การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น แม้ว่าผลของการศึกษางานจะนำไปสู่การกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานทั้ง ในเรื่องวิธีปฏิบัติ และการระบุถึงทรัพยากรที่ต้องจัดสรรเพื่อการทำงานนั้น โดยผ่านการคำนวณเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน แต่อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์สุดท้ายของการศึกษางาน มิใช่เป็นเพียงการถือปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นสำหรับการปฏิบัติภาระงานประจำวัน ในทางตรงกันข้ามเป้าประสงค์ของการศึกษางานที่แท้จริงนั้น ควรมุ่งไปสู่การพัฒนาปรับปรุงวิธีปฏิบัติงานให้มีผลิต

ภาพเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะในแง่มุมของการทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น สามารถส่งมอบสินค้า และบริการที่มีคุณภาพสม่ำเสมอได้ทันเวลา หรือการสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยในการทำงาน ดังนั้น การระบุ และบันทึกวิธีการปฏิบัติงานมาตรฐาน จึงเป็นเสมือนบันไดแห่งการเรียนรู้ และพัฒนาด้านการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องขององค์กร ข้อมูลวิธีการปฏิบัติงาน และเวลามาตรฐานจึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการตั้ง เป้าหมายเพื่อพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

2.2.3 เวลามาตรฐาน เวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน หมายถึงระยะเวลาที่จำเป็นสำหรับการทำงานใดๆ ให้สำเร็จ ด้วยการใช้แรงงานคน และเครื่องจักรอุปกรณ์ ตามแบบวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน ข้อมูลเวลามาตรฐานนี้จึงเป็นประโยชน์ในการวางแผนควบคุมการผลิต และการฝึกอบรมพนักงานนอกจากนี้ ยังใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของวิธีการทำงานแบบต่างๆ ได้อย่างชัดเจนเวลามาตรฐานนี้ หาค่าได้จากการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานจริง ด้วยวิธีการทางสถิติที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ วิธีการหาค่าเวลามาตรฐานนี้ เรียกว่าการศึกษาเวลา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษางาน การระบุค่าเวลามาตรฐานนี้ มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นพิจารณา 4 เรื่องสำคัญ คือการกำหนดวิธีปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน การฝึกสอนให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานตามวิธีดังกล่าว อัตราความเร็วปกติในการปฏิบัติงาน และเวลาเผื่อที่ผู้ปฏิบัติงานสมควรได้รับในระหว่างปฏิบัติงานนั้น

2.2.3.1 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับการกำหนดเวลามาตรฐาน ด้วยประเด็นพิจารณาดังกล่าว การกำหนดค่าเวลามาตรฐาน จึงเป็นเสมือนการค้นหาจุดสมดุลร่วมกันระหว่างผู้จ้างงาน และผู้ปฏิบัติงาน เพื่อกำหนดบรรทัดฐานแห่งความยุติธรรมในการจ้างงาน จากประวัติศาสตร์ของการคิดค้นวิธีการจัดการแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Management) Taylor ได้กล่าวถึงผลของการศึกษาเวลาว่าเป็นการกำหนด A fair day's work เนื่องจากในอดีต การจ้างงานเป็นแบบอัตราค่าจ้างคงที่ โดยไม่คำนึงว่าผู้ปฏิบัติงานจะทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จมากน้อยเพียงใด การกำหนดวิธีการทำงานมาตรฐาน และระยะเวลาที่งานนั้นควรจะแล้วเสร็จ จึงเป็นแนวทางที่ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ว่าจ้างควรจะเห็นด้วยร่วมกัน เพื่อที่จะใช้เป็นมาตรฐานในการวัดปริมาณงานที่ผู้ว่าจ้างควรจะคาดหวังได้จากผู้ปฏิบัติงาน และในขณะเดียวกันผู้ว่าจ้างควรจะได้จ่ายค่าตอบแทนอย่างเป็นธรรมให้กับผู้ปฏิบัติงานตามเนื้องานที่ได้รับ ดังนั้น การศึกษางานจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การวัดงาน หรือ Work Measurement การกำหนดเวลามาตรฐานนี้ จึงควรจะเป็นงานที่ผู้

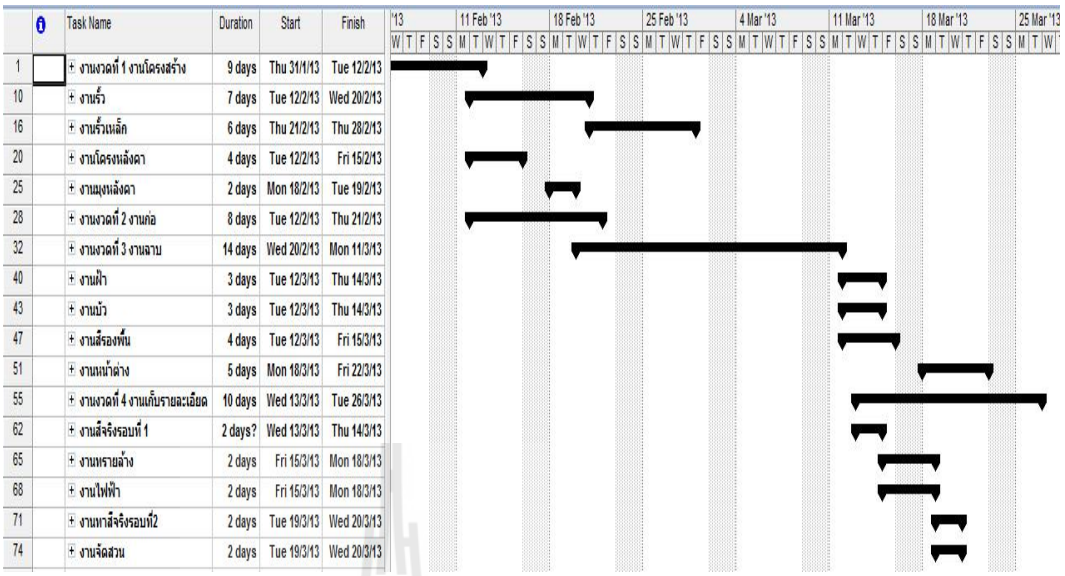
มีส่วนได้ส่วนเสียกับการใช้เวลามาตรฐานงาน ได้มีส่วนร่วมในการพิจารณา เพื่อที่จะได้มาซึ่งค่าเวลาที่น่าเชื่อถือ เป็นที่ยอมรับร่วมกัน กลุ่มคนที่เกี่ยวข้องในงานนี้ อาจรวมตั้งแต่ นักวิเคราะห์งาน หรือวิศวกร ซึ่งอาจจะเป็นวิศวกรอุตสาหะการ ตัวแทนจากสหภาพแรงงาน ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน และตัวแทนของผู้ปฏิบัติงานนั้นๆ อนึ่ง ความจำเป็นที่จะต้องให้คณะบุคคลเหล่านี้ มีส่วนร่วมในการคำนวณค่าเวลามาตรฐาน อาจแตกต่างกันไปตามแนวทางการบริหารกิจการของแต่ละองค์กร และระดับการพัฒนาด้านความรู้ความสามารถของบุคลากรแต่ละกลุ่ม เช่น ในองค์กรที่ผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจในการทำงานของตนอย่างลึกซึ้ง และได้เรียนรู้วิธีการหาค่าเวลามาตรฐานอย่างเพียงพอ เขาอาจเป็นผู้คำนวณค่าเวลานี้ด้วยตนเอง และ/หรือ โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้บังคับบัญชา (หัวหน้างาน) ในบางองค์กรอาจไม่มีสหภาพแรงงาน หรือในบางองค์กรอาจพึ่งพาการใช้ผู้เชี่ยวชาญภายนอกเพื่อกำหนดค่าเวลามาตรฐาน แต่อย่างไรก็ดี การกำหนดค่าเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานควรตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่างๆ ให้การยอมรับ เนื่องจาก การใช้ค่ามาตรฐานนี้ มีผลกระทบต่อการจ่ายค่าจ้างแรงงาน และการให้รางวัลตอบแทนในหมู่พนักงานรวมถึงการจัดสรรกำลังคนในแต่ละหน่วยงาน ซึ่งเรื่องเหล่านี้เป็นเรื่องละเอียดอ่อนในการบริหารองค์กร

2.2.3.2 วิธีการศึกษาเวลาวิธีการศึกษาเวลามีอยู่ด้วยกันหลายวิธี วิธีหลักๆ ที่ใช้กัน มี 3 วิธี ได้แก่

- **การศึกษาเวลาทางตรง (Direct time study)**
- **การศึกษาเวลาโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานเวลาที่กำหนดไว้แล้ว** วิธีการนี้ แบ่งออกเป็น 2 หมวดหลักๆ คือ
  a. ระบบเวลาก่อนการตัดสินใจ
  b. ข้อมูลเวลามาตรฐาน
- **การสุ่มงาน (Work sampling)**โปรดสังเกตว่า วิธีการศึกษาเวลามาตรฐานนี้ ไม่รวมถึงวิธีที่ได้จากการประมาณค่าโดยอาศัยประสบการณ์การทำงาน หรือการใช้ค่าเวลาที่ได้จากประวัติการปฏิบัติงานที่ผ่านมานอกจากนี้ การศึกษาเวลาในปัจจุบัน ยังมีความก้าวหน้าไปมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มบริษัทชั้น นำระดับโลก

เช่น Toyota, Frito-Lays, GE หรือหน่วยงานขนาดใหญ่ในต่างประเทศ เช่น กระทรวงกลาโหม ของสหรัฐอเมริกา ตัวอย่างรายชื่อขององค์กรที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาเวลา สามารถค้นได้จากรายชื่อบางส่วนของบริษัทที่ใช้บริการโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการศึกษาเวลา เช่น http://www.acsco.com/clients.htm องค์กรที่ให้ความสนใจกับการบริหารงานแบบ Six Sigma, Lean manufacturing หรือ การผลิตแบบโตโยต้า ยิ่งจำเป็นจะต้องเรียนรู้ และประยุกต์ใช้การศึกษาเวลาเข้ากับงานของตน เพื่อให้องค์กรมีความสามารถเพียงพอที่จะมองหา และลดความสูญเปล่าสิ้นเปลืองซึ่งแฝงอยู่ในกระบวนการปฏิบัติงาน จนกระทั่งสามารถยกระดับผลิตภาพและความสามารถในการแข่งขันได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การสนใจติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเวลาจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับองค์กรที่มุ่งมั่น ในการพัฒนาความสามารถของตนเอง

- การใช้ประโยชน์จากค่าเวลามาตรฐาน
- ค่าเวลามาตรฐานสามารถใช้เป็นเงื่อนไขในการประเมินประสิทธิภาพของวิธีการปฏิบัติงาน เพื่อเปรียบเทียบ และเลือกวิธีการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ
- การวัดค่าเวลามาตรฐานทำให้องค์กรมีข้อมูลสำหรับการประมาณต้นทุน เวลามาตรฐานในการผลิตสามารถใช้เป็นเงื่อนไขในการถ่วงน้ำหนัก เพื่อกระจายต้นทุนคงที่ลงในกระบวนการผลิตในขั้น ตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นธรรม องค์กรยังสามารถประมาณต้นทุนแปรผันได้แม่นยำมากขึ้น เพราะทราบต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการใช้แรงงานและเครื่องจักรอย่างละเอียด
- ข้อมูลเวลามาตรฐาน ช่วยให้องค์กรสามารถวางแผนการผลิตได้ดีขึ้น ทั้งในเรื่องการวางแผนกำลังคน การวางแผนการใช้เครื่องจักร การวางแผนการสั่ง ซื้อวัตถุดิบ การปรับเรียบสายการผลิต การวางผังโรงงาน การวางแผนการดำเนินโครงการ พร้อมทั้งยังช่วยให้สามารถประมาณกำลังการผลิตได้อย่างแม่นยำมากขึ้นตัวอย่าง ดังรูป 2.17



	Task Name	Duration	Start	Finish
1	งานงวดที่ 1 งานโครงสร้าง	9 days	Thu 31/1/13	Tue 12/2/13
10	งานเร็ว	7 days	Tue 12/2/13	Wed 20/2/13
16	งานเร็วเหล็ก	6 days	Thu 21/2/13	Thu 28/2/13
20	งานโครงหลังคา	4 days	Tue 12/2/13	Fri 15/2/13
25	งานมุงหลังคา	2 days	Mon 18/2/13	Tue 19/2/13
28	งานงวดที่ 2 งานก่อ	8 days	Tue 12/2/13	Thu 21/2/13
32	งานงวดที่ 3 งานฉาบ	14 days	Wed 20/2/13	Mon 11/3/13
40	งานฝ้า	3 days	Tue 12/3/13	Thu 14/3/13
43	งานบัว	3 days	Tue 12/3/13	Thu 14/3/13
47	งานสี่รองพื้น	4 days	Tue 12/3/13	Fri 15/3/13
51	งานหน้าต่าง	5 days	Mon 18/3/13	Fri 22/3/13
55	งานงวดที่ 4 งานเก็บรายละเอียด	10 days	Wed 13/3/13	Tue 26/3/13
62	งานสิ่งจิงรอบที่ 1	2 days?	Wed 13/3/13	Thu 14/3/13
65	งานพรายล้าง	2 days	Fri 15/3/13	Mon 18/3/13
68	งานไฟฟ้า	2 days	Fri 15/3/13	Mon 18/3/13
71	งานหาสิ่งจิงรอบที่2	2 days	Tue 19/3/13	Wed 20/3/13
74	งานจัดสวน	2 days	Tue 19/3/13	Wed 20/3/13

รูป 2.17 การจัดลำดับ และเวลาการทำงานในแต่ละสถานีงาน

2.3 การวิเคราะห์ประมาณต้นทุน (Bill Of Quantity Analysis) Thaicontractor.com (2012)

2.3.1 การประมาณ หมายถึง การวิเคราะห์ การให้ความเห็น การพยากรณ์ หรือการคาดหมายล่วงหน้า ดังนั้นการประมาณต้นทุนจึงเป็นการวิเคราะห์ หรือการให้ความเห็นเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการทำงานหรือกระบวนการผลิต ซึ่งอาจเป็นการทำผลิตภัณฑ์ การจัดทำโครงการ หรือการผลิตงานบริการ การประมาณ เป็นศิลปะของการประมาณการเกี่ยวกับคุณค่าหรือค่าใช้จ่ายที่อาจเป็นไปได้ โดยอาศัยข้อมูลที่สามารถจะหาได้ในขณะนั้น ขอบเขตงานประมาณยังรวมถึงการสะสมข้อมูล การจัดทำรายงานเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย และยังครอบคลุมถึงการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับชั่วโมงแรงงานและค่าวัตถุ

2.3.2 องค์ประกอบของราคา

- วัสดุ คือวัสดุที่ใช้ในงานจริง ๆ ที่อยู่ในตัวเนื้องาน
- วัสดุธรรมชาติ คือ วัสดุที่มาจากธรรมชาติ เช่น น้ำ ดิน และ ไฟฟ้า
- แหล่งวัสดุ คือ แหล่งที่ซื้อวัตถุดิบ ได้แก่ ร้านค้าต่างๆ
- แรงงานในการผลิต คือ คนงานที่จะนำมาก่อสร้างบ้าน
- ค่าขนส่ง คือค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนวัสดุมาลงหน้างาน
- ความสูญเสีย คือ การเผื่อเปอร์เซ็นต์ของที่ขาด หรือเสียหาย

- ค่าแรง คือเงินที่นำไปจ้างคนงาน
- เครื่องมือ คือ เครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน
- เครื่องจักร คือ เครื่องทุนแรงที่เป็นระบบอัตโนมัติ
- ค่าดำเนินการ คือค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดทั่วไปยกตัวอย่าง เช่น ค่าขออนุญาตต่างๆ
- กำไร คือ เงินที่เป็นส่วนต่างระหว่างราคาขาย กับต้นทุน
- ภาษี คือ ค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียให้รัฐบาล
- ดอกเบี้ย คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นกับภาระหนี้สิน
- เวลา คือความเร็วในการทำงาน

2.3.3 ข้อควรพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการประมาณราคา

- ศึกษา แบบ ข้อกำหนด และเอกสารประกวดราคา
- จัดแบ่งหมวดหมู่ของงาน
- จัดทำบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา

2.3.4 การดำเนินงาน

- ถอดแบบ
- จัดทำต้นทุนต่อหน่วย
- พิจารณาค่า Factor “F” ที่เหมาะสม สรุปเป็นราคาโครงการ
- ตรวจทาน

2.3.5 รายการงานตรวจสอบ (Checklist)

- ได้รับแบบครบถ้วนหรือไม่
- แบบที่ได้รับเป็นฉบับล่าสุดหรือไม่
- แบบที่ใช้ในการถอดแบบเป็นฉบับล่าสุดหรือไม่
- ข้อมูลระบบสาธารณูปโภคที่จำเป็นต้องรื้อย้าย ก่อสร้างใหม่มีครบถ้วนหรือไม่
- ได้คำนึงถึงวิธีการก่อสร้างว่าจำเป็นต้องมีงานชั่วคราว เช่น Sheet Pile, Coffer Dam หรือการสูบน้ำระหว่างการก่อสร้างหรือไม่
- ได้คำนวณปริมาณงานของงานชั่วคราวเพื่อใช้ในการประมาณราคาหรือไม่
- เข้าใจในวิธีการก่อสร้างหรือไม่
- ได้สอบทานตัวเลขและการคำนวณแล้วหรือไม่
- หน่วยที่ใช้ถูกต้องหรือไม่

- ปริมาณงานครบถ้วนหรือไม่
- Back up Sheet ชัดเจนและสะดวกในการตรวจสอบหรือไม่
- Back up Sheet ครบถ้วนหรือไม่
- ลายมือ ตัวเลข ชัดเจนหรือไม่
- ตรวจสอบ พิสูจน์อักษรแล้วหรือไม่
- กรณีใช้ คอมพิวเตอร์ ช่วยในการคำนวณ มีรายละเอียดสูตรการคำนวณ และตัวอย่างหรือไม่
- ระบบการจัดเก็บเป็นอย่างไร ฟล๊อปปี้ดิสก์ที่ใช้ จะต้องมีระบบการจัดเก็บ
- ได้ตรวจสอบดูสถานที่ก่อสร้างหรือไม่
- ราคาวัสดุ Update หรือไม่
- หน่วยในการจ่ายเงินสอดคล้องกับข้อกำหนดทางเทคนิค (Specifications) และบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา (Bill of Quantities/B.O.Q.) หรือไม่
- กรณีที่บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา (Bill of Quantities/B.O.Q.) ระบุให้ใส่ค่า K (Escalation Factor, สูตรการปรับราคาถูกต้องและสอดคล้องกับเอกสาร (ประกวดราคาหรือไม่
- Factor F (ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี) Update และถูกต้องตามระเบียบของทางราชการหรือไม่
- ระบบการจัดเก็บเอกสาร (Filing) การผลิต (Reproduction) และการแจกจ่าย (Distribution) ปลอดภัยและเน้นว่าเป็นเอกสาร “ลับ” หรือไม่
- ราคาวัสดุที่ใช้เป็นราคาที่รวมค่าขนส่งถึงสถานที่ก่อสร้างแล้วหรือไม่
- งานดินขุดรวมค่าขนส่งดินไปทิ้งแล้วหรือไม่
- แบบที่ใช้ในการถอดแบบมีข้อมูลครบถ้วนหรือไม่ เช่น กำลังของคอนกรีต ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม ความยาวของเสาเข็มและอื่น ๆ
- มีรายการวัสดุครบถ้วนหรือไม่
- งานที่มีความต่อเนื่องและเกี่ยวพันกัน มีการแบ่งแยกงานจากกันชัดเจนหรือไม่ และต้องสามารถตรวจสอบได้ง่าย
- วัสดุที่ระบุให้ใช้ตามแบบ มีขายในท้องตลาดหรือไม่
- ใบเสนอราคามีครบถ้วนหรือไม่

2.4 การวิเคราะห์การตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Decision Analysis)

กนต์ธร ชำนิประศาสน์ **(2012)**

การศึกษาทางเศรษฐศาสตร์

ความต้องการมนุษย์
สินค้า และบริการ
แหล่งวัตถุดิบ

แรงงาน , วัสดุ , เงิน , เวลา

การใช้ดุลพินิจ หรือการตัดสินใจในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อใช้ในการผลิตสินค้าและการบรอการเพื่อที่จะสนองความต้องการของมนุษย์ โดยพิจารณาว่าจะผลิตอะไรและจำนวนเท่าใด ควรจะผลิตอย่างไรเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด จะผลิตเพื่อใคร ผลประโยชน์ตอบแทนคุ้มหรือไม่

นิยามของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เศรษฐศาสตร์ หมายถึงศาสตร์ที่ศึกษาถึงการเลือกหาหนทางปฏิบัติที่จะใช้ทรัพยากร (Resources)ที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้บรรลุสำเร็จตามวัตถุประสงค์

วิศวกรรม หมายถึงวิชาชีพซึ่งประยุกต์เอาความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาจากประสบการณ์ และการปฏิบัติมาใช้ด้วยวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาวิถีทางที่จะใช้ทรัพยากรและพลังงานธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประโยชน์แห้งมนุษย์ชาติ

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม หมายถึง การนำเอาวิทยาการและวิธีการทางเศรษฐศาสตร์มาประยุกต์ใช้ประโยชน์กับงานทางด้านวิศวกรรมเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำเอาเทคนิคทางคณิตศาสตร์ และวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้งานเพื่อวิเคราะห์และการตัดสินใจในการเลือกจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อผลิตสินค้าและบริการ (Goods and Service) ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ในอันที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ (Human Needs) โดยวิเคราะห์และตัดสินใจว่าจะผลิตอะไร เมื่อใด และผลตอบแทนคุ้มค่าหรือไม่

ค่าขอเงินที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time Value 0f Money)

- เงินในอนาคต > เงินในวันนี้
- เงินในอนาคต = เงินในวันนี้ + ดอกเบี้ย
- เงินสามารถทำเงิน

<u>เงินลงทุน (ในอดีต)</u>

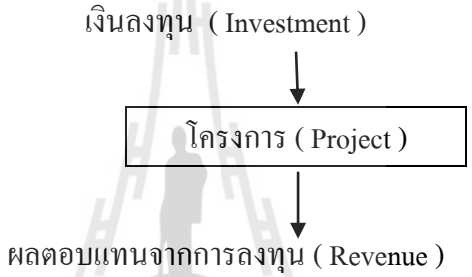
ดอกเบี้ย = ปริมาณเงินรวมสะสม – เงินลงทุนที่มีอยู่ (2.1)

<u>การกู้เงิน (ในอดีต)</u>

ดอกเบี้ย = เงินในปัจจุบัน – เงินต้นที่กู้ (2.2)

อัตราดอกเบี้ย

% อัตราดอกเบี้ย =(ดอกเบี้ยต่อหน่วยเวลา/เงินต้น)x100 (2.3)



อัตราการคืนทุน

อัตราการคืนทุน (ROR)=[(Revenue-Cost)/year x 100] / เงินลงทุน (2.4)

2.4.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

โครงการ ในที่นี้หมายถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนเพื่อผลิตสินค้าและบริการ โดยมุ่งหวังที่จะได้รับผลประโยชน์ตอบแทนในอนาคตจากการลงทุนนั้นๆ

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ หมายถึง การศึกษาเพื่อต้องการทราบผลที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินการตามโครงการ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นเครื่องมือและหลักเกณฑ์ ประกอบการตัดสินใจของผู้ที่คิดจะลงทุนในโครงการนั้น

อย่างไรก็ตาม การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการเป็นเพียงขั้นตอนในระยะก่อนการลงทุนของวงจรการพัฒนาโครงการ (Project Development Cycle) เท่านั้น ซึ่งการพัฒนาโครงการจะกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆของโครงการเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ระยะก่อนการลงทุน (Pre-Investment Phase) ได้แก่การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อเลือกโครงการที่จะลงทุน และศึกษาความเป็นไปได้ในการตัดสินใจลงทุนต่อไป

2. ระยะการลงทุน (Investment Phase) เริ่มจากการออกแบบทางวิศวกรรม การเจรจาเพื่อทำสัญญา การก่อสร้าง การกำหนดแผนการดำเนินการ และไปสิ้นสุดที่การเริ่มดำเนินโครงการ
3. ระยะการดำเนินการ (Operational Phase) เป็นระยะที่ดำเนินโครงการให้เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ โดยมีการติดตามผลงานและประเมินผลของโครงการเป็นระยะๆ ไปจนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาโครงการ

หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการนั้นนอกจากจะต้องใช้เงินลงทุนส่วนหนึ่งในการดำเนินการแล้วยังต้องเสียเวลาในการวิเคราะห์อีกด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดเวลา และเงินลงทุนดังกล่าว จึงมักจะทำการศึกษา ความเป็นไปได้เบื้องต้น (Pre-Feasibility Study) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาผลตอบแทนของโครงการอย่าคร่าวๆก่อน และเมื่อผลจากการศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นนั้นปรากฏชัดเจนว่ามีความเป็นไปได้และความคุ้มค่าต่อการลงทุนแล้วจึงจะทำการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้อย่างละเอียดต่อไป

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการเบื้องต้นนั้น ประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ด้านต่างๆ ดังนี้

การวิเคราะห์ทางด้านการตลาด (Marketing Analysis)

ในการวิเคราะห์ด้านการตลาดถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะผลของการวิเคราะห์ด้านนี้เป็นสิ่งที่สามารถบ่งชี้ถึงโอกาสของความสำเร็จหรือล้มเหลวของโครงการจึงควรทำการวิเคราะห์ด้านการตลาดนี้เป็นอันดับแรก ต่อเมื่อได้ผลประเมินแล้วเห็นว่า ผลที่ได้รับจากโครงการหรือผลิตภัณฑ์ มีความต้องการหรือมีตลาดรับรองแน่นอนแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ด้านอื่นๆ ต่อไป ในการวิเคราะห์ด้านการตลาดนั้นต้องวิเคราะห์ในเรื่องต่างๆ ดังนี้

- ความต้องการของผลิตภัณฑ์ (ประเภทและจำนวนลูกค้าทั้งในปัจจุบันและอนาคต)
- การเข้าสู่ตลาดและคู่แข่งขัน (แผนการเจาะตลาด,ผลกระทบต่ออุปสรรค ราคา และการผลิต เทคนิคในการขาย)
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์(คุณภาพรูปแบบและรูปร่าง การบรรจุหีบห่อ ตราหรือสัญลักษณ์)

นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึง ส่วนผสมการตลาด (Marketing Mix) ซึ่งได้แก่ (4P’s)

- ผลิตภัณฑ์ (Product)
- ราคา (Price)
- สถานที่ (Place)

- การส่งเสริมการขายและโฆษณา (Promotion)

Note : ในปัจจุบัน เพิ่ม Power

การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน (Financial Analysis)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาว่าโครงการที่ต้องการจะลงทุนนั้นมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนในระดับที่ต้องการหรือไม่ โดยมีเกณฑ์ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจดังนี้

- การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน (Rate Of Return Analysis)
- การวิเคราะห์ระยะเวลาของการคืนทุน (Payback Period Analysis)
- การวิเคราะห์อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit Cost Ratio Analysis)
- การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis)
- การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน(Break Even Point Analysis)

การวิเคราะห์ทางด้านบริหาร (Administration Analysis)

เพื่อให้การดำเนินการของโครงการเป็นไปอย่างราบรื่นและมีการบริหารโครงการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งตามปกติจะวิเคราะห์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ

- คุณสมบัติ คุณวุฒิและแระสบการณ์ของคณะผู้บริหาร
- การจัดหน่วยและโครงสร้างหน่วยงาน

การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค (Technical Analysis)

โดยทั่วไปการวิเคราะห์ทางด้านนี้หมายถึง การวิเคราะห์ทางด้านเครื่องจักร (Hardware Analysis) โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมในส่วนที่เกี่ยวกับ

- เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เหมาะสมทางด้านวิศวกรรม
- อายุการใช้งานเชิงเศรษฐกิจ การซ่อมบำรุง การวิเคราะห์ การทดแทนทรัพย์สิน การคิดค่าเสื่อมราคา จุดคุ้มทุนการใช้งาน

การวิเคราะห์ทางด้านวิทยาการ (Technological Analysis)

เป็นการวิเคราะห์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อการดำเนินโครงการ ได้อย่างเหมาะสมโดยพิจารณาจาก

- พลังงานที่ต้องใช้ (ทั้งปัจจุบันและอนาคต)
- การทดแทนจากปัจจัยการผลิต
- การวิจัยและพัฒนาที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ

การวิเคราะห์ทางด้านสังคม (Social Analysis)

เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านสังคมที่อาจมากระทบต่อแผนดำเนินงานของโครงการ เช่น ศาสนา ขนบธรรมเนียม ประเพณี กฎหมาย การเมือง และการปกครอง

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจ (Economical Analysis)

เป็นการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งอาจแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

ก. ความผันผวนทางเศรษฐกิจที่มีผลกระทบต่อโครงการ เช่น เงินเฟ้อ เงินฝืด การเปลี่ยนแปลงของค่าเงิน หรือการเปลี่ยนแปลงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ต่างประเทศ ภาวการณ์จ้างงาน การเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย

ข. โครงการที่มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ โดยส่วนรวมเช่น โครงการขนส่งมวลชน โครงการทางด่วนพิเศษ โครงการผลิตไฟฟ้า โครงการขุดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ โครงการตั้งสถานีขนส่งสินค้าชานเมือง เป็นต้น

ตัวแปรของ Engineering Economy Symbol

P = มูลค่าเงินปัจจุบัน (Present Worth)

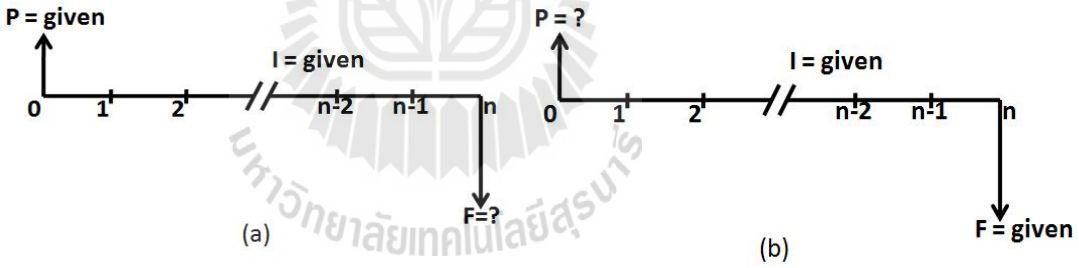
F = มูลค่าเงินในอนาคต (Future Worth)

A = มูลค่าเงินรวมเฉพาะงวด (Annual Worth)

n = จำนวนช่วงเวลา – การคิดดอกเบี้ย (Number Of Interest Periods)

i = อัตราดอกเบี้ย (Interest Rate per Interest period) % per month,% per year , …

1.Single – Payment Factors (F/P , P/F)



รูปที่ 2.18 แผนภูมิการคำนวณมูลค่าเงินปัจจุบันและมูลค่าเงินในอนาคต

สูตรคำนวณหาเงินในอนาคต

$$F = P (1+I)^n = P (F/P,i\%,n) \quad (2.5)$$

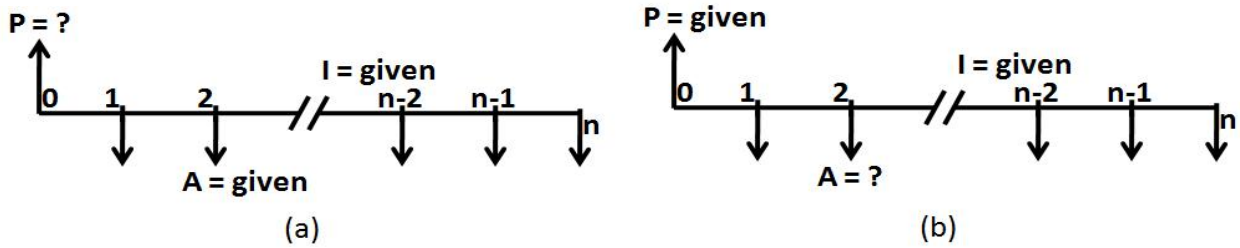
สูตรคำนวณหาเงินในอดีต

$$P = F [1/ (1+i) ^n] = F (P/F,i\%,n) \quad (2.6)$$

Single Payment Present Worth Factor (SPPWF)

2. Uniform –series present worth factor and capital recovery factor (P/A and A/P)

รูปที่ 2.19 แผนภูมิการคำนวณมูลค่าเงินปัจจุบันและมูลค่าเงินรวมเฉพาะงวด



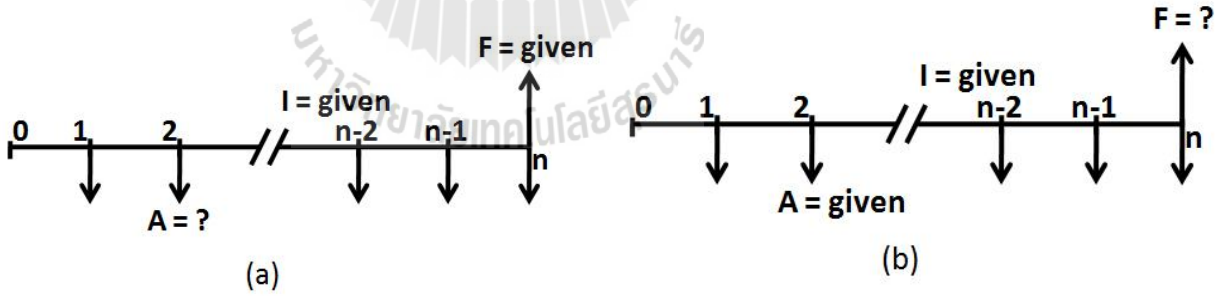
สูตรคำนวณหาเงินรวมกระจายรายปีเป็นมูลค่าปัจจุบัน

$$P = A\{[(1+i)^n -1]/i(1+i)^n\} = A(P/A,i\%,n) \quad (2.7)$$

สูตรคำนวณหาเงินแบบการกระจายรายปีจากมูลค่าปัจจุบัน

$$A = P\{i(1+i)^n/[(1+i)^n -1]\} = P(A/P,i\%,n) \quad (2.8)$$

3.Sinking fund factor and uniform-series compound amount factor (A/F and F/A)



รูปที่ 2.19 แผนภูมิการคำนวณมูลค่าเงินรวมเฉพาะงวดและมูลค่าเงินในอนาคต

สูตรคำนวณหาเงินรวมกระจายรายปีเป็นมูลค่าในอนาคต

$$F = A\{[(1+i)^n -1]/i \} = A (F/A,i\%,n) \quad (2.9)$$

สูตรคำนวณหาเงินแบบการกระจายรายปีจากมูลค่าอนาคต

$$A = F\{i/[(1+i)^n -1]\} = F(A/F,i\%,n) \quad (2.10)$$

สรุปสูตร

1. $(P/A) = (F/A)(P/F)$ (2.11)

2. $(A/F) = (P/F)(A/P)$ (2.12)

3. $(A/P) = (F/P)(A/F)$ (2.13)

ตารางที่ 2.1 สูตรการคำนวณทางหลักเศรษฐศาสตร์

หา	ให้	ปัจจัย	สมการ	สูตร
P	F	(P/F,i%,n)	P = F(P/F,i%,n)	P = F[1/(1+i)^n]
F	P	(F/P,i%,n)	F = P(F/P,i%,n)	F = P(1+i)^n
P	A	(P/A,i%,n)	P = A(P/A,i%,n)	P = A{[(1+i)^n -1]/i(1+i)^n}
A	P	(A/P,i%,n)	A = P(A/P,i%,n)	A = P{i(1+i)^n/[(1+i)^n -1]}
F	A	(F/A,i%,n)	F = A(F/A,i%,n)	F = A{[(1+i)^n -1]/i }
A	F	(A/F,i%,n)	A = F(A/F,i%,n)	A = F{i/[(1+i)^n -1] }

2.4.2 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Breakeven Analysis) กนต์ธร ชำนิประศาสน์ **(2012)**

ความรับผิดชอบที่สำคัญของหัวหน้าหน่วยหรือผู้จัดการ คือการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งประสิทธิผลหรือกำไรที่ได้ จะเป็นสิ่งชี้ให้เห็นว่าในการปฏิบัติงานนั้นได้บรรลุผลสำเร็จ ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการการที่จะทำให้บรรลุผลดังกล่าวคือการตัดสินใจที่ถูกต้อง ถ้าพิจารณาผลสำเร็จของงานในรูปของกำไรจะเห็นได้ว่ากำไรถูกกำหนดด้วยความสัมพันธ์ระหว่าง รายรับทั้งหมดกับต้นทุนทั้งหมด (Total Revenue และ Total Cost) ดังนั้นพอจะสรุปได้ว่าการตัดสินใจต่างๆจะมีผลกระทบต่อตัวเลขของรายรับและทุนเสมอ การพิจารณาปัญหาดังกล่าวนี้มีวิธีการหรือทฤษฎีที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเท่านั้น

จุดคุ้มทุน (Breakeven Point)

จุดคุ้มทุน คือ จุดที่แสดงปริมาณหรือระดับการดำเนินการผลิต การขาย เป็นต้น ที่ทำให้รายรับทั้งหมด (TR) เท่ากับต้นทุนทั้งหมด (TC) พอดี ซึ่งถ้าระดับการดำเนินการสูงขึ้นอีกหน่วยก็จะแสดงกำไร หรือถ้าระดับการดำเนินการต่ำลงอีกหนึ่งหน่วยกิจการนั้นๆ ก็จะแสดงการขาดทุน

ดังนั้นการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน คือการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน (Cost) รายได้ (Revenue) และผลกำไร(Profit) ซึ่งเป็นปัจจัยทั้งสามจะแปรผันตามระดับของปริมาณการดำเนินการ

อย่างไรก็ดี จะต้องระลึกเสมอว่าทฤษฎีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนนี้ ค่าความถูกต้องแน่นอนนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูล ถ้าข้อมูลถูกต้องและในขณะที่ดำเนินการวิเคราะห์นั้นสภาพแวดล้อมต่างๆจะคงที่มิฉะนั้นการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะผิดพลาด ล้มเหลวโดยสิ้นเชิง

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Breakeven Point Analysis)

ตัวแปร

N = จำนวนหน่วยที่ผลิตและขายได้

p = ราคาขายต่อหน่วย

v = ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย

$$TR = \text{รายได้รวมที่ได้รับ} = N \times p \qquad (2.14)$$

F = ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

$$V = \text{ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost)} = N \times v \qquad (2.15)$$

$$TC = \text{รายจ่ายรวม} = F + V = F + Nv \qquad (2.16)$$

$$P = \text{ผลกำไร (Profit)} = TR - TC \qquad (2.17)$$

$$P = Np - (F + Nv) = N (p-v) - F \qquad (2.18)$$

จุดคุ้มทุน (Breakeven Point) คือจุดที่ รายได้=รายรับ

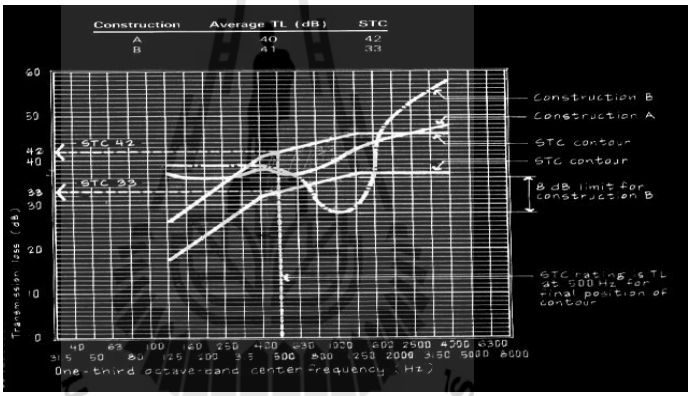
เพราะฉะนั้นจะได้

$$N^* = F/(p-v) \qquad (2.15)$$

2.5 การดูดซับกันเสียง (Sound Insulation)

ขั้นการสูญเสียการส่งผ่านเสียง (Sound Transmission Class, STC) Maple Integration Co.,Ltd **(2012)**

การสูญเสียการส่งผ่านเสียงหรือ TL เป็นการกำหนดการส่งผ่านเสียงในแต่ละความถี่ของวัสดุที่ทดสอบ ซึ่งบางวัสดุมีความสามารถในการป้องกันเสียงที่ส่งผ่านในความถี่ที่แตกต่างกัน การหาค่าเฉลี่ยรวมของการส่งผ่านเสียงในแต่ละความถี่ในบางครั้งจะได้ค่าที่คลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ยสูง ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดค่าการวัดค่าการส่งผ่านเสียงให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงจริงที่สามาถนำมาใช้งานได้แม่นยำกว่า ค่านั้นคือค่า Sound Transmission Class



รูปที่ 2.20 กราฟการเปรียบเทียบการสูญเสียง (Maple Integration Co.,Ltd , 2012)

(STC) โดยค่า STC เป็นการนำค่าการสูญเสียงการส่งผ่านเสียง TL มาพล็อตลงในกราฟคอนทัวร์ของ STC ดังแผนภูมิ

เปรียบเทียบระหว่างวัสดุ A ซึ่งมีค่าเฉลี่ย TL=40dB ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของวัสดุ B ซึ่งมีค่าเฉลี่ย TL=41dB แต่จากแผนภูมิที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าค่าการสูญเสียส่งผ่านเสียงของวัสดุ B ที่ความถี่ประมาณ 1,000 Hz มีค่าน้อยมากๆ หากนำค่าเฉลี่ย TL=41dB ของวัสดุ B ไปออกแบบ ก็อาจจะเกิดปัญหาภายหลัง แต่เมื่อนำมาพล็อตลงกราฟในแผนภูมิที่ 2.3 แล้ว ค่าเฉลี่ยSTC ของวัสดุ A จะมีค่า STC=42 ในขณะที่วัสดุ B จะมีค่าเฉลี่ย STC=33 เท่านั้น ดังนั้นในการนำค่าการสูญเสียการส่งผ่านเสียงไปใช้ในการคำนวณ หรือออกแบบ จึงนิยมใช้ค่า STC มากกว่า

ขั้นการสูญเสียการส่งผ่านเสียงเป็นค่าที่แสดงการยอมให้เสียงผ่านได้ของระบบเปลือกอาคารชนิดต่างการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณา ระบบเปลือกอาคารเฉพาะในส่วนของผนังระบบเปลือกอาคารในส่วนของผนังแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

2.5.1 ผนังทึบชั้นเดียว (Single Homogeneous Wall) เช่น ผนังไม้, ผนังก่ออิฐ, ผนังคอนกรีตบล็อก ฯลฯ ขั้นการสูญเสียการส่งผ่านเสียง, STC) ของผนังทึบชั้นเดียวจะขึ้นกับมวลอาจมีค่าถึง 70 ผนังที่มีมวลหนักจะสาม ารถกันเสียงได้มากกว่าผนังที่มีมวลเบา ค่า STC ของผนังทึบชั้นเดียวจะได้จากการคำนวณหรือจากห้องทดลองของ Ceder Knolls, Geiger and Hamme, Riverbank, etc จากหนังสืออ้างอิงของ Egan, M. David

2.5.2 ผนังสองชั้นมีช่องว่างอากาศ (Cavity Wall) เมื่อได้ประโยชน์จากระบบผนังทึบแล้วได้มีการศึกษาถึงระบบผนังที่มีช่องว่างอากาศ เช่น กระจกสองชั้น ผนังก่ออิฐสองชั้น ผนังยิบซั่มหรือไม้อัดสองชั้นที่ประกอบด้วยโครงสร้างไม้เหล็ก- ช่องว่างอากาศภายในมีคุณประโยชน์ในการดูดซับเสียง โดยเสียงรบกวนที่กระทบกับพื้นผิว ผนังจะสะท้อนกลับไปมาภายในช่องว่างอากาศทำให้ความเข้มเสียงที่ส่งผ่านผนังนั้นลดลง โดยทั่วไปผนังที่มีช่องว่างอากาศจะทำให้โครงสร้างอาคารสามารถกันเสียงเพิ่มขึ้นอีก 3-6 เดซิเบล (Stein, B; and Reynolds, J.S, 1992: 1387)

2.5.3 ผนังผสม (Composite Wall) หมายถึง ผนัง พื้น ฝ้าเพดาน ที่มีองค์ประกอบเป็นวัสดุสองชนิดขึ้นไป ผนังผสมสร้างด้วยเหตุผลทางด้านการใช้งาน เช่น การระบายอากาศ การดูวิว แสงสว่าง ฯลฯ โดยทั่วไปโครงสร้างผสมจะประกอบด้วย ประตู หน้าต่าง และช่องแสง ค่าการสูญเสียการส่งผ่านเสียงรวมของผนังคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์ค่าความเป็นฉนวนเฉลี่ยของผนัง (Sound Transmission Coefficient,α) ผนังผสมเป็นสาเหตุทำให้คุณสมบัติความเป็นฉนวนกันเสียงของผนังลดลงเมื่อเทียบกับผนังทึบ

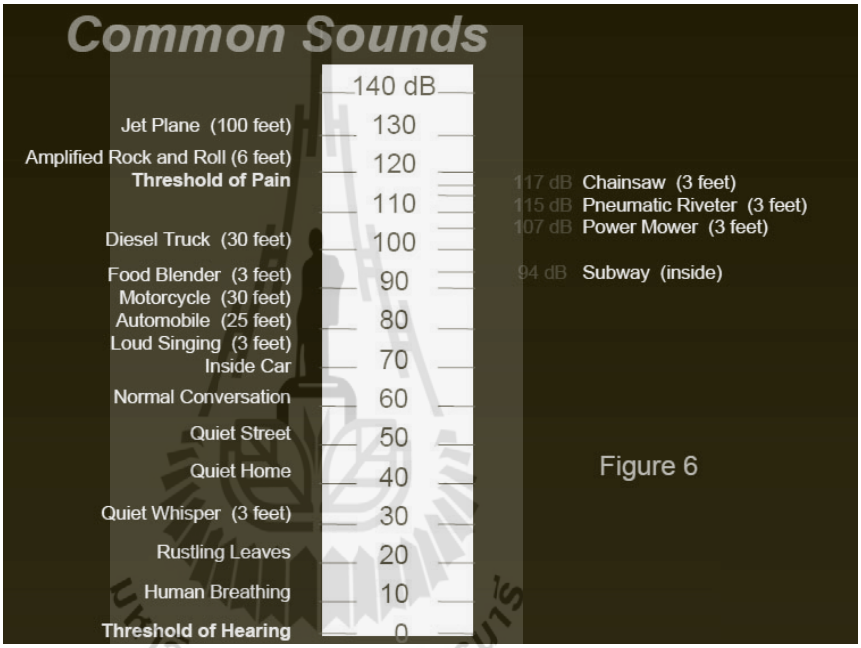
2.5.4. ผนังกรณีที่เปิดช่องเปิด เช่น เปิดประตู หน้าต่าง หรือช่องแสง เพื่อการระบายอากาศหรือเพื่อรับแสงสว่าง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เสียงรบกวนจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องประชุม ถ้าหากพื้นที่ช่องเปิดยิ่งมากทำให้ค่าความเป็นฉนวนกั้นเสียงของระบบเปลือกอาคารลดลง

การรั่วซึมของเสียง (Sound Leaks) จากระบบผนัง เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการป้องกันเสียงรบกวน จากสภาพแวดล้อมภายนอกห้องประชุม เนื่องจากเสียงภายนอกได้รั่วซึมเข้าภายในห้องประชุมทำให้ระดับเสียงภายในห้องเพิ่มขึ้น การรั่วไหลของเสียงจะเกิดขึ้นเพียงแต่ผนังมี

รอยแตกร้าวที่ประมาณ 1/32” เช่น รอยต่อระหว่างวงกบกับประตู หรือหน้าต่างกับผนัง (Miller and Montone, 1978: 55) นอกจากนี้ การรั่วซึมของเสียงผ่านรอยต่อระหว่างโครงสร้างอาคาร เช่น ระหว่างผนังกับพื้น ผนังกับฝ้าเพดาน โดยเฉพาะผนังที่มีมวลน้อยการรั่วซึมของเสียงจะเกิดได้มากกว่าผนังที่มีมวลมาก ดังนั้น ควรมีการขยายจุดต่อต่างๆ และหาวิธีป้องกันการรั่วซึมของเสียงด้วยวัสดุที่ประยุกต์จากฉนวน

ระดับเสียงมาตรฐาน Neil A. Shaw (2002)

ระดับเสียงมาตรฐานที่ได้รับการทดสอบออกมานั้นได้ค่ามาตรฐานดังรูปภาพ



รูปที่ 2.21 ค่าระดับเสียงมาตรฐาน **(Neil A. Shaw , 2002)**

ค่าเสียงมาตรฐานที่อยู่ในบ้านไม่ควรเกิน 40 Decibels เป็นเสียงเมื่อบ้านอยู่ในสภาพเงียบๆ เหมาะสมกับการพักผ่อน เมื่อดูจากรูปภาพ

2.6 การเป็นฉนวนกันความร้อน (Thermal Insulation) Rockwool Building Materials Co., Ltd **(2009)**

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัตถุ วัตถุใดๆที่ใช้ในการก่อสร้างจะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนเสมอ มีหน่วยเป็น W/mK โดยจะแสดงถึงอัตราการไหลของความร้อนที่จุดใด ๆ คงที่ผ่านมวลวัตถุและอุณหภูมิที่แตกต่างระหว่างพื้นผิวของวัตถุ

ยิ่งค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัตถุนั้นน้อยเท่าไหร่ จะแสดงถึงคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี ซึ่งตัวฉนวนกันความร้อนที่เป็นใยหินก็มีค่าสัมประสิทธิ์น้อยเช่นเดียวกับค่า U. ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อน (k or lambda) จะได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน EN และ มาตรฐาน ASTM หรือมาตรฐานอื่นๆทั้งในและต่างประเทศ ด้วยเหตุนี้สิ่งที่จะใช้ชี้วัดคุณภาพของฉนวนกันความร้อนที่ดีคือการนำค่าสัมประสิทธิ์ความร้อน (k) ค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัตถุและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) ของตัวอาคารมาวัดค่ารวมกัน.

ค่าความต้านทานความร้อน (Thermal Resistivity,R) ค่าความต้านทานความร้อนหรือ R Value ของวัตถุแปรผันตามมวลความหนาและค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัตถุ สิ่งสำคัญคือค่าความต้านทานความร้อนจะเพิ่มขึ้นตามมวลความหนาของวัตถุ (แต่ค่าสัมประสิทธิ์ยังคงเดิม) ค่าความต้านทานความร้อนมีหน่วยเป็น m2K/W.

$$R = d / k \qquad (2.16)$$

จากสูตร :

R คือ ค่าความต้านทานความร้อน

d คือ ค่าความหนาของวัตถุ (เมตร)

k คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

ค่าความต้านทานความร้อน หรือ ค่า R ของวัสดุก่อสร้างย่อมส่งผลต่อลักษณะของโครงหลังคาและตัวอาคาร อย่างไรก็ดีวัสดุต่างๆเช่น อิฐบล๊อค คอนกรีต กระเบื้อง ไม้และเหล็ก มักจะไม่ค่อยมีความต้านทานความร้อนมากนัก.

ในทางตรงกันข้ามการใช้วัสดุเฉพาะที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนเช่น ฉนวน โดยจะสามารถป้องกันความร้อนได้มากกว่าอิฐบล๊อค 20 เท่า (ในขนาดที่เท่ากัน) และมากกว่าคอนกรีตถึง 40 เท่า นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าการติดตั้งฉนวนกันความร้อนในอาคารเป็นวิธีที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการปรับใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ.

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Thermal Conductivity , U) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนหรือค่า U value ของสิ่งก่อสร้างคือปริมาณความร้อนที่ไหลผ่านเข้ามาในส่วนหนึ่งของอาคารคงที่โดยที่อุณหภูมิอากาศของทั้งสองด้านแตกต่างกัน มีหน่วยเป็น W/m2K.

$$U = 1 / Rt \qquad (2.17)$$

Rt เป็นค่าความต้านทานความร้อนทั้งหมด ดังนี้:

$$Rt = Ro + d1 / k1 + d2 / k2 + ... dn / kn + Ri \quad (2.18)$$

จากสูตร :

Ro คือ อัตราการต้านทานของชั้นอากาศภายนอก (m2K/W)

Ri คือ อัตราการต้านทานของชั้นอากาศภายใน (m2K/W)

k คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/mK)

d คือ ความหนาของวัตถุ (m)

กฎของ A general rule of thumb แสดงว่ายิ่งค่า U value ของสิ่งก่อสร้างน้อยเท่าไหร่ ความสามารถในการทนความร้อนก็ดีมากขึ้นเท่า. ค่าความต้านทานของพื้นผิวชั้นอากาศการไหลของความร้อนที่เข้าและออกจากตัวอาคารผ่านทางอากาศจะถูกเหนี่ยวนำด้วยพื้นผิวของชั้นอากาศบางๆ ก่อให้เกิดความต้านทานในการไหลของความร้อนจึงทำให้อุณหภูมิลดลงในชั้นอากาศนั่นเอง.

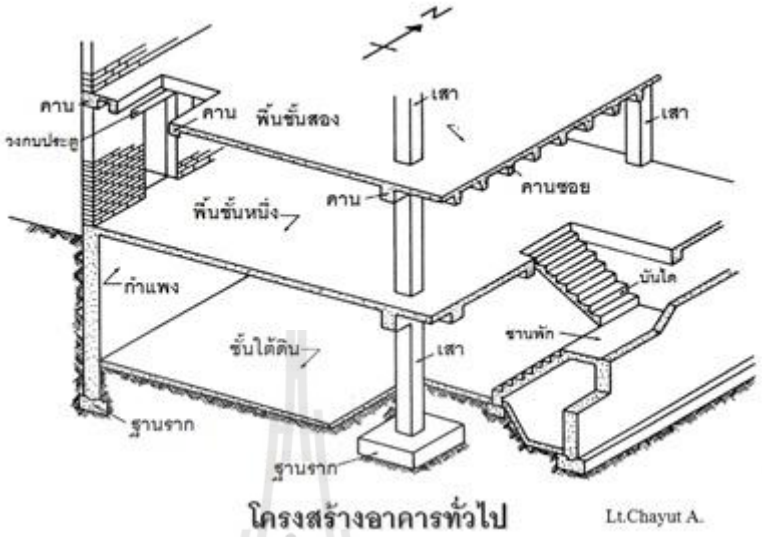
ความต้านทานของชั้นอากาศเป็นผลมาจากอัตราความเร็วลม ดังนั้นเราจึงแสดงค่าความต้านทานระหว่างชั้นอากาศภายนอกและภายในได้ดังนี้.

Ro คือ ค่าความต้านทานพื้นผิวอากาศภายนอก (moving air)

Ri คือ ค่าความต้านทานพื้นผิวอากาศภายใน (still air)

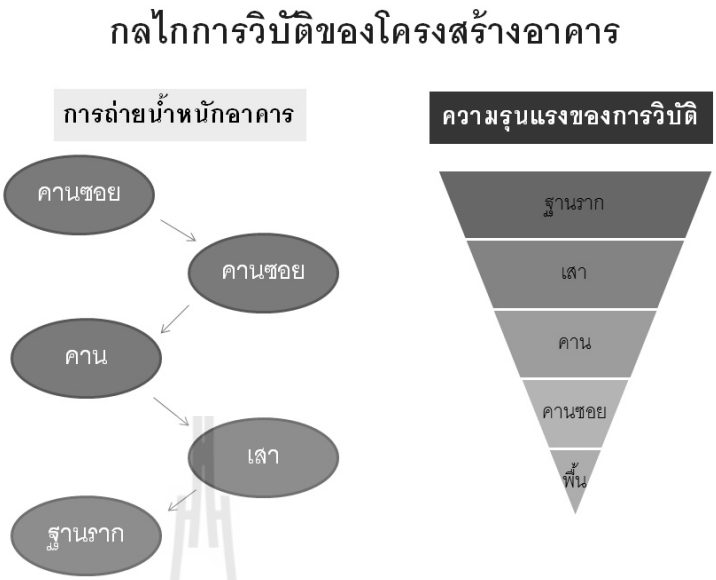
ค่า R และ ค่า U เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถในการต้านทานหรือปล่อยผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร ค่า R แสดงถึงความต้านทานการไหลของความร้อนผ่านวัสดุเข้ามาในอาคาร ยิ่งค่า R มากเท่าไหร่ ความสามารถในการต้านทานและป้องกันความร้อนก็ยิ่งสูงตามเท่านั้น. ค่า U จะแสดงค่าในทางตรงกันข้าม โดยจะแสดงถึงการไหลของความร้อนที่ส่งผ่านวัสดุต่างๆของตัวอาคารและพื้นผิวการต้านทานของชั้นอากาศ ยิ่งค่า U น้อยเท่าไหร่ ก็จะแสดงถึงอัตราการไหลความร้อนที่ช้าลงและคุณภาพของฉนวนกันความร้อนที่ดีด้วย

2.7 การทนความร้อน (Fire Endurance) Choo Chuay **(2013)**



รูปที่ 2.22 โครงสร้างอาคารทั่วไป (Choo Chuay **, 2013)**

เมื่ออัคคีภัยเกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดกับโครงสร้างอาคาร สำนักงาน โรงงาน คลังสินค้าและที่อยู่อาศัย ซึ่งอาคารเหล่านั้นล้วนแต่มีโครงสร้างเป็นหลัก โครงสร้างอาคารส่วนใหญ่ แบ่งได้ 3 ประเภท คือ โครงสร้างคอนกรีต โครงสร้างเหล็ก และโครงสร้างไม้ ปัจจุบันถ้าไม่ใช่อาคารสูง นิยมสร้างอาคารด้วยโครงสร้างเหล็ก ซึ่งก่อสร้างง่าย รวดเร็ว ส่วนอายุการใช้งาน ต้องดูตามสภาพแวดล้อม และการดูแลรักษา สำหรับอาคารสำนักงาน หรือที่อยู่อาศัย ที่มีคนอยู่อาศัย เมื่อเกิดอัคคีภัยแล้ว ทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน ซึ่ง / 90 % ของการเสียชีวิต เกิดจากควันไฟในอาคาร ผลเสียหายต่อมาคือ เกิดการเสียสภาพใช้งานของอาคาร โอกาสที่จะนำอาคารที่ผ่านการเกิดอัคคีภัยแล้วมาใช้งานต่อมีน้อยมาก ต้องทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นมาใหม่ วัสดุทุกชนิดอ่อนแอลงเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเสียกำลัง (Strength) เสียความแข็งแรง (Stiffness) เกิดแรงอัดจากการยึดรั้ง มีการโก่งจากการยึดรั้ง ความโค้งขององค์อาคารที่เพิ่มขึ้นจาก Thermal gradient ตลอดความลึก เสียความคงทน (Durability) โครงสร้างอาคารทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วย ฐานราก เสา คาน คานชอย พื้น เป็นส่วนประกอบหลัก ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.23 แผนภูมิการวิบัติอาคาร

ฉะนั้น เมื่อเกิดการวิบัติหรือได้รับความเสียหาย อันเนื่องมาจากความร้อน จะมีความรุนแรงได้หลายระดับ ถ้าการได้รับความเสียหายนั้น ทำอันตรายตรงจุดการวิบัติที่รุนแรง และตรงประเภทของวัสดุก่อสร้าง เช่น โครงสร้างที่เป็นเหล็กมีอุณหภูมิวิกฤติ จากความร้อนเท่ากับ 550 องศาเซลเซียส และเกิดการผิดรูปไป 60 % อันเนื่องมาจากความร้อน แล้วค่อยๆอ่อนแล้วพังลงอย่างช้าๆ อุณหภูมิเปลวไฟที่ประมาณ 1,200 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ ประมาณ 650 องศาเซลเซียส ก็เพียงพอที่จะทำให้โครงสร้างที่เป็นเหล็กนั้นเสียหายได้ ส่วนโครงสร้างคอนกรีต ซึ่งเป็นโครงสร้างที่นิยมใช้สร้างบ้าน สำนักงาน ตึกสำนักงาน ต่างๆ คอนกรีตเมื่อได้รับความร้อนมากว่า 300 องศาเซลเซียสขึ้นไป และ ระยะเวลา ก็จะทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเปลี่ยนแปลงไป เช่น เกิดการเสื่อมสภาพของ Hydrated parts (เนื้อคอนกรีตเสียสภาพการยึดเกาะและอ่อนแอ(เกิดการเสื่อมสภาพของมวลรวม เกิดความเค้นเป็นจุดเกิดการแตกร้าวขนาดเล็ก แต่ความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างอาคารที่เป็นคอนกรีต จะเกิดความเสียหาย หรือพังทลาย อย่างทันทีทันใด เป็นต้น เมื่อนักดับเพลิงทำการเข้าดับเพลิงต้องพิจารณา จุดต้นเพลิง รูปแบบอาคาร ประเภทอาคาร ระยะเวลาของการลุกไหม้ ประกอบการพิจารณาตัดสินใจ โดยต้องพึ่งระลึกถึงความรุนแรงตามกลไกการวิบัติ ดังตาราง

ตารางที่ 2.2 อัตราการทนไฟของวัสดุผนัง / ฝา QCON Quality Construction Product (2010)

ผลิตภัณฑ์	อัตราการทนไฟ (FRL)				
ความหนา (ซม)	7.5	10	12.5	15	20
Block มวลเบา					
ผนังรับน้ำหนัก	1ชม	2 ชม	2 ชม	4 ชม	4 ชม
ผนังไม่รับน้ำหนัก	3 ชม	4 ชม	4 ชม	4 ชม	4 ชม

จากตาราง จะเห็นถึงความรุนแรงของการวิบัติของโครงสร้างอาคาร ถ้าจุดต้นเพลิงให้ส่วนที่มีความสำคัญสุดของโครงสร้างอาคาร ก็เป็นไปได้ที่อาจจะมีการพังทลาย ของอาคารตามมาหลังเกิดเพลิงไหม้อาคารที่สร้างขึ้นมาต้องผ่านกฎหมายควบคุมอาคาร เพื่อควบคุมประเภท ลักษณะวัตถุประสงค์การใช้งาน ให้ถูกต้องตามกฎหมายจุดประสงค์ของกฎหมายควบคุมอาคารและเขตพื้นที่ควบคุม ใช้บังคับเฉพาะพื้นที่ที่มีความเจริญและมีการก่อสร้างอาคารแน่นหนา ซึ่งในท้องที่ใดจะประกาศให้เป็นเขตควบคุมอาคารจะต้องตราเป็นพระราชกฤษฎีกา ซึ่งกฎหมายควบคุมอาคารจะดูแลในเรื่องความมั่นคงแข็งแรง ความปลอดภัยและการป้องกันอัคคีภัยของอาคาร โดยเฉพาะอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่ และอาคารสาธารณะ มาตรฐานกำหนดไว้ดังนี้

อาคารชั้นเดียว อัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชม.อาคารหลายชั้น อัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ½ ชม.อาคารขนาดใหญ่ อัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชม.อาคารสูง อัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชม. (above gr.) และ 4 ชม. (under gr.) ส่วนโครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างหลักของอาคาร ก็ได้กำหนดอัตราการทนไฟไว้เช่นเดียวกัน ดังตารางถ้าแบ่งอัตราการทนไฟ แต่ละชิ้นส่วนอาคาร กฎหมายกำหนดไว้ ดังนี้อัตราการทนไฟของชิ้นส่วนอาคารเสาที่มีความสำคัญต่ออาคาร 4 ชม.พื้น 2-3 ชม.ระบบโครงข้อแข็ง (รวมถึงเสา / กำแพงภายใน) 3-4 ชม.โครงสร้างหลัก Shaft 2 ชม.หลังคา 1-2 ชม. จะเห็นได้ว่า อัคคีภัย เมื่อเกิดกับอาคารแล้ว ระยะเวลาของการลุกไหม้ มีส่วนสำคัญอย่างมาก ต่อโครงสร้างอาคาร จะเห็นได้จาก เมื่อนักดับเพลิง จะเข้าทำการดับเพลิงภายในอาคาร จะมีการคำนวณระยะเวลา อย่างคร่าว ๆ ตาม Fire man rule คือ โครงสร้างเหล็กที่สำคัญต่อโครงสร้างอาคาร หนาน้อยสุดกี่มิลลิเมตร คูณ กับ 0.8 เท่ากับ เวลาที่เกิดการวิบัติ ตามสูตรนี้ 0.8*ความหนา (mm) = นาที

ถึงอย่างไรก็ตาม การประเมินรูปแบบโครงสร้างอาคาร ระยะเวลา และปัจจัยอื่น ๆ เพื่อให้การปฏิบัติการดับเพลิงนั้น ปลอดภัย ก็ต้องพิจารณาถึงน้ำหนักของอาคารที่เพิ่มขึ้นจากน้ำที่ได้จากการดับเพลิง ด้วย ซึ่งยิ่งส่งผลให้โครงสร้างอาคารนั้นพังทลายเร็วขึ้น

นอกจากความสำคัญของโครงสร้างอาคารแล้วนั้นความสำคัญของสถาปนิกก็มีความสำคัญกับการป้องกันอัคคีภัยในอาคารต่างๆด้วยเช่นกัน ในยุโรป สหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ มาเลเซียและฮ่องกง คนที่ประกอบอาชีพทางด้านสถาปัตยกรรม จะต้องมีความรู้เรื่องข้อกำหนดทางด้านการป้องกันอัคคีภัย ซึ่งเป็นข้อกำหนดส่วนที่สำคัญที่สุดในการออกแบบอาคาร ข้อกำหนดบทแรกๆใน Architectural Building Codes ก็คือ Fire Safety Codes and Regulation ดังนั้นสถาปนิกจึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบอาคารต่างเพื่อป้องกันอัคคีภัย แต่ในประเทศไทยยังไม่มีหลักสูตรทางด้านการป้องกันอัคคีภัยในคณะสถาปัตยกรรม หลายคนอาจจะสงสัยทำไมสถาปนิกจึงต้องรู้เรื่องการป้องกันอัคคีภัยเพราะการออกแบบอาคาร เป็นจุดเริ่มต้นที่จะทำให้อาคารปลอดภัย หากเริ่มออกแบบด้วยหลักการที่ถูกต้อง อาคารก็จะปลอดภัยด้วยตัวของมันเอง แต่หากเริ่มต้นไม่ดีอาจจะทำให้อาคารนั้นๆเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยและเกิดการสูญเสียมากกว่าที่ควร

ดังนั้นข้อกำหนดที่จะทำให้อาคารจะต้องมีมาตรฐานความปลอดภัยที่สูงขึ้นการแก้ปัญหาด้วยการออกกฎหมาย ไม่ใช่คำตอบของการแก้ปัญหา ตราบใดที่สถาปนิกยังแนะนำให้เจ้าของอาคารเลี่ยงกฎหมายอยู่ เช่น การสร้างอาคาร 1950 ตรม. สร้างอาคาร 9900 ตรม. หรือสูง 22.50 ม. เพียงเพื่อต้องการเลี่ยงข้อกำหนดในกฎหมาย โดยไม่ได้พิจารณาว่าอาคารหลังนั้น เป็นอาคารที่มีความเสี่ยงหรือไม่ หรือ หุ้มคานด้วยวัสดุทนไฟเฉพาะคานที่อยู่หัวเสา แต่ไม่หุ้มกันไฟที่คานรองทั้งๆที่ก็เป็นคานที่รับน้ำหนักเหมือนกัน หรืออ้างว่าการที่มีฝ้าเพดานยิปซั่มใต้โครงหลังคาก็ถือว่าเป็นการหุ้มกันไฟโครงหลังคาที่เพียงพอแล้วผู้ออกแบบอาคารคือผู้รับใช้สังคมและจะต้องมีความรับผิดชอบต่อสังคมสถาปนิกไม่ควรโยนความรับผิดชอบเรื่องการป้องกันอัคคีภัยไปที่ผู้อื่น ไม่สมควรอ้างว่าที่ออกแบบไปอย่างนั้น เพราะเป็นความต้องการของเจ้าของ อย่างเช่นกรณีของการจัดสร้างบันไดหนีไฟ ไม่ควรจะอ้างว่าใส่บันไดหนีไฟไม่ได้เพราะเนื้อที่จำกัด ไม่ควรโยนเรื่องการวางผังทางหนีไฟไปที่วิศวกร ไม่ควรมองว่าข้อกำหนดทางด้านการป้องกันอัคคีภัยสร้างความยุ่งยากและสร้างข้อจำกัดในการออกแบบ เพราะฉะนั้นสถาปนิกจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และหากเห็นว่ามาตรฐานและกฎหมายควรจะมีการปรับปรุง ก็ควรจะเสนอข้อความใหม่พร้อมเหตุผลผ่านสมาคมสถาปนิกสยามหรือสมาคมวิศวกรรมสถานฯ ซึ่งก็เป็นวิธีการเดียวกันกับการพัฒนามาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยในสหรัฐอเมริกา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการทำโครงงาน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ในการเปลี่ยนแปลงระบบการก่อสร้างของโครงการหมู่บ้านอยู่สบาย ด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางด้านเอกสารข้อมูล (Documentary Analysis) ในหัวข้อทางด้านผลกำไร ด้านระยะเวลาโครงการ และในด้านคุณสมบัติวัสดุจะประกอบไปด้วย การดูดซับเสียง การเป็นฉนวนความร้อน และ การทนความร้อน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกันในคุณสมบัติด้านต่างๆแล้วนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างการก่อสร้างแบบดั้งเดิม และการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ จากการรวมรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่มีความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์และตัดสินใจ โดยมีลำดับและขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เป็นการเก็บรวมรวมข้อมูลของการก่อสร้างทั้งสองแบบและคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดดังนี้

3.1.1 แบบรายละเอียดของการก่อสร้างทั้ง 2 แบบ ซึ่งการก่อสร้างแบบปกติสามารถหาข้อมูลมาจากโครงการได้ เนื่องจากมีข้อมูลอยู่แล้ว ส่วนแบบก่อสร้างของระบบ Precast นั้นต้องทำขึ้นมาใหม่โดยวิศวกรของโครงการ

3.1.2 นำแบบที่ได้มาวิเคราะห์งานว่าออกมาว่างานมีรายละเอียดอะไรบ้าง ทำตารางงานและเวลาออกมาเพื่อเป็นการกำหนดแนวทางในการดำเนินการก่อสร้างโดยวิศวกรโครงการ

3.1.3 นำแบบงานมาประมาณการวัสดุออกมาเป็นจำนวนวัสดุ และราคาค่าแรง หรือ BOQ (Bill Of Quantity) และรวบรวมข้อมูลราคาเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้เพิ่ม

3.1.4 รวบรวมข้อมูลคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุทั้ง 2 แบบ ได้แก่

3.1.4.1 ด้านการดูดซับเสียง

3.1.4.2 ด้านการเป็นฉนวนความร้อน

3.1.4.3 ด้านการทนความร้อน

3.1.5 จัดทำการประชุมร่วมของผู้บริหาร ให้น้ำหนักความสำคัญของหัวข้อแต่ละหัวข้อที่จะให้ ผลลัพธ์ในการวิเคราะห์นั้นตรงกับหัวข้อของผู้บริหารที่ต้องการทราบตามหัวข้อดังนี้

ตาราง 3.1 หัวข้อการถ่วงน้ำหนักความสำคัญ

ลำดับที่	หัวข้อการเปรียบเทียบความสำคัญในการตัดสินใจ	น้ำหนัก	%ถ่วงน้ำหนัก	หมายเหตุ
1	วิเคราะห์ผลกำไร -ต้นทุนค่าแรง -ต้นทุนค่าเครื่องจักร -ต้นทุนวัสดุ -ต้นทุนค่าOverhead และดอกเบี้ย			
2	ความเร็วการก่อสร้าง -ระยะเวลาการก่อสร้างของบ้านแต่ละหลัง -ระยะเวลาของโครงการ			
3	คุณสมบัติของวัสดุ -การดูดซับกันเสียง -การเป็นฉนวนกันความร้อน -การทนไฟ			

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล มาวิเคราะห์ในด้านต่างๆ เพื่อสรุปให้คะแนน เพื่อนำมาเฉลี่ยและหาบทสรุปของแนวทางการเปลี่ยนแปลงระบบการก่อสร้าง จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ นั้นโดยฝ่ายที่มีคุณสมบัติในหัวข้อนั้น เมื่อการก่อสร้างแบบใดมีคุณสมบัติที่ดีกว่าแบบนั้นก็จะได้คะแนนเต็มไปในหัวข้อนั้นๆ ส่วนแบบที่มีคุณสมบัติที่ไม่ดีเท่าก็จะทำการเทียบผลต่างจากคุณสมบัติที่ต่างกันคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ นำไปลบออกจากผลคะแนนเต็ม และเมื่อได้คะแนนทั้งหมดทุกหัวข้อจึงนำมารวมคะแนนทั้งหมด การวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละหัวข้อเป็นดังนี้ดังนี้

3.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านผลกำไร เริ่มแรกจะวิเคราะห์โดยการนำระยะเวลาการก่อสร้างของบ้านทั้ง 2 วิธีมาหาอัตรากำลังการผลิตเฉลี่ยต่อปี เมื่อได้อัตรากำลังการผลิตเฉลี่ยแล้วก็นำมาเปรียบเทียบการผลิตว่า ภายใน 1 ปี แต่ละวิธีจะผลิตบ้านได้กี่หลังโดยใช้ผู้รับเหมาจำนวน 5 ชุด เท่าๆกัน เพื่อให้โครงการจบไม่เกิน 5 ปีที่ตั้งไว้ เมื่อได้กำลังการผลิตแล้วก็นำกำลังการผลิตมาหาว่าการก่อสร้างแต่ละวิธีนั้นจะสามารถก่อสร้างใช้ระยะเวลาประมาณกี่ปี ถ้าบ้านทั้งหมดโครงการมีอยู่ 400 หลัง

แล้วนำข้อมูลทั้งหมดที่หาได้มาทำการวิเคราะห์ผลกำไร โดยคิดอัตราดอกเบี้ยของธนาคารอยู่ที่ 8 เปอร์เซ็นต์ ต่อปี โดยคิดจากราคาขายของบ้าน นำไปหักลบกับต้นทุนรวมที่มาจากทั้ง ต้นทุนทางตรง และ ต้นทุนทางอ้อม รวมไปถึงดอกเบี้ย เพื่อหากำไรที่แท้จริงออกมา นำผลกำไรมาเปรียบเทียบแล้วทำการให้คะแนนตามตัวเลขที่คำนวณได้ตามน้ำหนักที่ได้ทำการตั้งไว้

3.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลทางระยะเวลาการก่อสร้าง เนื่องจากระยะเวลาการก่อสร้างของโครงการนั้นจะได้มาจากในหัวข้อการวิเคราะห์ผลกำไรแล้วเพียงแค่นำตัวเลขของระยะเวลาโครงการมาเปรียบเทียบผลต่างและให้คะแนนตามน้ำหนักที่ได้ทำการให้ความสำคัญของหัวข้อ

3.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุ คุณสมบัติของวัสดุนั้นจะเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับความได้เปรียบทางด้านการใช้ประโยชน์จากวัสดุที่จะนำมาทำการก่อสร้างแต่ละแบบโดยการก่อสร้างแบบดั้งเดิมนั้นจะนำคุณสมบัติของอิฐมวลเบามาใช้ เนื่องจากการก่อสร้างแบบดั้งเดิมนั้นเป็นการก่อด้วยอิฐมวลเบา และส่วนการก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นจะให้คุณสมบัติของวัสดุที่เป็นคอนกรีต เนื่องจากผนังหล่อประกอบนั้นผลิตมาจากปูนที่ใช้ในงานหล่อโครงสร้างทำให้ต้องใช้คุณสมบัติของปูนโครงสร้าง นำมาเปรียบเทียบกันทั้งหมดมีหัวข้อดังนี้

3.2.3.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านการดูดซับเสียง จะเปรียบเทียบข้อมูลในส่วนของค่ามาตรฐาน คือค่าการสูญเสียงเสียงเฉลี่ย (Sound Transmission Coefficient) เพื่อหาข้อสรุปทางด้านการดูดซับเสียง ซึ่งจะสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติที่จะช่วยให้คนที่นอนอยู่ในบ้านได้รับเสียงรบกวนน้อยที่สุดโดยจะเปรียบเทียบจากคุณสมบัติของวัสดุ หน่วยเป็น เดซิเบล นำผลต่างมาให้คะแนนตามน้ำหนักที่ได้ให้ไว้

3.2.3.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านการเป็นฉนวนความร้อนโดยใช้ค่าความต้านทานความร้อนเป็นตัวเปรียบเทียบ ซึ่งค่าความต้านทานความร้อนนั้นเป็นค่าที่บงบอกถึงการส่งผ่านอุณหภูมิจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยผ่านตัวกลางถ้ามีค่าสูงจะดี เนื่องจากต้านทานการแพร่ความร้อนเข้ามาในตัวอาคารได้ดี นำค่าความต้านทานความร้อนมาหาค่าความแตกต่างและให้คะแนน

3.2.3.3 การเปรียบเทียบในหัวข้อสุดท้ายคือการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านการทนทานต่อความร้อนของวัสดุ เนื่องจากเมื่ออาคารเกิดการไฟไหมคุณสมบัติ

นี้จะทำให้ทราบถึงการทนไฟได้นานเป็นระยะเวลาต่างๆ ตามคุณภาพของวัสดุ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการหลบหนีออกมาจากตัวอาคารได้ทันก่อนที่โครงสร้างของอาคารจะเกิดการวิบัติ จะเปรียบเทียบกันในด้านของเวลาที่จะเกิดการวิบัติ แล้วนำผลต่างของเวลามาเปรียบเทียบให้คะแนนตามน้ำหนักที่ได้ให้ไว้

3.3 สรุปผล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์การก่อสร้างทั้ง แบบปกติ และ แบบหล่อประกอบ ทั้งหมดนำมาใส่ในตารางสรุปผลแล้วทำการรวมคะแนน เพื่อทำการสรุปผลว่าการก่อสร้างแบบไหนมีข้อดีข้อเสียอย่างไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจของผู้บริหารโครงการหมู่บ้านอยู่สบาย ให้สามารถเปลี่ยนระบบการก่อสร้างที่ทันสมัยและสามารถตอบสนองลูกค้าได้เป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอผลการวิจัย เรื่องการศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านในแบบดั้งเดิม และการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อที่จะศึกษาข้อดีข้อเสียของกระบวนการก่อสร้างทั้ง 2 แบบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของเจ้าของโครงการที่จะพัฒนาระบบก่อสร้างให้ทันสมัย ผู้วิจัยขอเสนอผลการ วิเคราะห์ข้อมูลตามลาดับ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์แบบสอบถาม

วิเคราะห์ผลของความสำคัญของปัจจัยในการตัดสินใจเลือกถ่วงน้ำหนักหัวข้อแต่ละหัวข้อแก่ผู้บริหารของโครงการหมู่บ้านอยู่สบายว่าให้ความสำคัญกับปัจจัยต่างๆ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ จากการจัดทำการประชุมผู้บริหาร โครงการหมู่บ้านอยู่สบายได้ประชุมสรุปรายการน้ำหนัก ซึ่งมีรายชื่อดังนี้

1.	นาย วิวัฒน์	วัฒนสินศักดิ์	ประธานกรรมการหมู่บ้านอยู่สบาย
2.	นางปรางค์พิชชา	ชัยปัทมานนท์	รองประธานกรรมการหมู่บ้านอยู่สบาย
3.	นาย ภูมิภัทร	วัฒนสินศักดิ์	ผู้จัดการทั่วไปหมู่บ้านอยู่สบาย
4.	นาย จารุพร	แก้วกล้ำ	ผู้จัดการฝ่ายผลิต และวิศวกรรม หมู่บ้านอยู่สบาย
5.	นาย นำโชค	วัฒนสินศักดิ์	ผู้จัดการฝ่ายการตลาด หมู่บ้านอยู่สบาย
6.	นาย ศุภณัฐ	วัฒนสินศักดิ์	ผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อหมู่บ้านอยู่สบาย
7.	นาย สุรเดช	จันทเสน	ผู้จัดการฝ่ายบัญชีหมู่บ้านอยู่สบาย

ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาดังตาราง

ตารางที่ 4.1 ผลการถ่วงน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการประชุมร่วมกัน

ลำดับที่	หัวข้อการเปรียบเทียบความสำคัญในการตัดสินใจ	น้ำหนัก	%ถ่วงน้ำหนัก	หมายเหตุ
1	วิเคราะห์ผลกำไร -ต้นทุนค่าแรง -ต้นทุนค่าเครื่องจักร -ต้นทุนวัสดุ -ต้นทุนค่าOverhead และดอกเบี้ย		50%	
2	ความเร็วการก่อสร้าง -ระยะเวลาการก่อสร้างของบ้านแต่ละหลัง -ระยะเวลาของโครงการ		35%	
3	คุณสมบัติของวัสดุ -การดูดซับกันเสียง -การเป็นฉนวนกันความร้อน -การทนไฟ	 5% 5% 5%	15%	

4.2 รวบรวมข้อมูลแบบแปลนการก่อสร้าง

4.2.1. แบบงานก่อสร้างแบบดั้งเดิม ดูใน ภาคผนวก

4.2.2. แบบงานก่อสร้างแบบหล่อประกอบ ดูใน ภาคผนวก

4.3 การวิเคราะห์ต้นทุน

ต้นทุนคือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินการก่อสร้าง การตลาด หรือบริการ ต้นทุนจะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์การผลิต การทดสอบ การจัดเก็บ และการขนส่ง ต้นทุนประกอบด้วย

ส่วนประกอบของต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด (Cost of a Manufactured Product) จะประกอบด้วยวัสดุ ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต ซึ่งถ้าพิจารณาในด้านทรัพยากรที่เป็นส่วนประกอบของสินค้าแล้ว ประกอบด้วย

วัสดุ (Material) หมายถึง วัสดุหลักที่ใช้ในการผลิต และสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าใช้ในการก่อสร้างในปริมาณและต้นทุนเท่าใด รวมทั้งจัดเป็นวัสดุส่วนใหญ่ที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น เหล็ก อิฐ หินปูนทราย

ค่าแรงงาน หมายถึง ค่าจ้างหรือผลตอบแทนที่จ่ายให้แก่ลูกจ้างหรือคนงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้า โดยปกติแล้วค่าแรงงานจะถูกแบ่งออกเป็น ชนิด คือ ค่าแรงงาน 2 ทางตรง (Direct labor) และ แรงงานทางอ้อม (Indirect labor)

1) ค่าแรงงานทางอ้อม (Direct labors) คือค่าแรงงานที่จ่ายให้แก่คนงานหรือลูกจ้างที่ทำ หมายถึง ค่าแรงงานต่างๆที่จ่ายในหน้าที่ที่เกี่ยวกับการก่อสร้างโดยตรง รวมทั้งเป็นค่าแรงงานที่มีจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าแรงงานในทางอ้อม ในการก่อสร้างบ้านหลังหนึ่งๆ และจัดเป็นค่าแรงงานส่วนสำคัญในการก่อสร้างโดยตรง
2) ค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect labor) หมายถึง ค่าแรงงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับค่าแรงงานทางตรงที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น เงินเดือนผู้ควบคุมงาน เงินเดือนพนักงานทำความสะอาดอ๊อฟฟิต พนักงานตรวจสอบคุณภาพ ช่างซ่อมบำรุง ตลอดจนต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับคนงาน เช่น ค่าภาษีที่ออกให้ลูกจ้าง สวัสดิการต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งค่าแรงงานทางอ้อมเหล่านี้จะถือเป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายการผลิต

การก่อสร้างแบบดั้งเดิม

ข้อมูลด้านราคา

ข้อมูล แบบประเมินวัสดุ (BOQ) ที่ได้จากข้อมูลของโครงการหมู่บ้านอยู่สบาย แบบบ้าน Latania เป็นการก่อสร้างแบบปกติ เพื่อเป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบ แยกเป็นงานดังนี้

1. งานโครงสร้างฐานราก
2. งานก่ออิฐผนังอาคาร
3. งานฉาบผนังอาคาร

แบบประเมินวัสดุ (BOQ) ของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม แสดงดังนี้

ตารางที่ 4.2 แบบประเมินวัสดุของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ(บาท)	รวมค่าวัสดุ
1	**งานโครงสร้าง**				
1.1	เหล็กเสริม DB 12 mm	135	เส้น	200	27,000.00
1.2	เหล็กเส้นกลม RB 6 mm	110	เส้น	80	8,800.00
1.3	ลวดผูกเหล็ก	18.2	กก.	30	546.00
1.4	ตะปูตีค้ำยัน	5	กก.	40	200.00
1.5	ไวเมท	150	ตรม	30	4,500.00
1.6	ท่อไยหินหน้า 8" (วางตอหม้อ)	8	ท่อน	300	2,400.00

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ(บาท)	รวมค่าวัสดุ
1.7	ปูนช้าง(เทรีน)	10	ถุง	130	1,300.00
1.8	คอนกรีตงานพื้น (210ksc.)	15	ลบ.ม	1,800	27,000.00
1.9	คอนกรีตงานโครงสร้าง (240ksc.)	25	ลบ.ม	2,000	50,000.00
	ค่าแรง	L/S			35,000.00
	รวมเงินทั้งหมด				156,746.00
2	**งานก่อผนังชั้น1**				
4.1	อิฐมวลเบา	1,610	ก้อน	20	32,200.00
4.2	ปูนก่ออิฐมวลเบา	6	ถุง	250	1,500.00
4.3	ปูนช้าง(เทเอ็น)	15	ถุง	130	1,950.00
4.4	เหล็กเส้นกลม RB 6 mm (เอ็นทับหลัง)	30	เส้น	60	1,800.00
4.5	เหล็กสเต๊ป	4	มัด	2	8.00
4.6	ตะแกรงกรงไก่	1	ม้วน	500	500.00
4.7	ตะปูตีเชิงชาชาย	1	กก.	40	40.00
4.8	วงกบประตู ขนาด 80x200cm	4	บาน	1500	6,000.00
4.9	วงกบประตู ขนาด 70x200cm	2	บาน	1400	2,800.00
	ค่าแรง	L/S			33,000.00
	รวมเงินทั้งหมด				79,798.00
3	**งานฉาบผนัง**				
5.1	ปูนฉาบผนังอิฐมวลเบา	140	ถุง	130	18,200.00
4.6	ปูนเสือพลัส (จับเซี้ยม และจับปุ่ม)	25	ถุง	120	3,000.00
	ค่าแรง	L/S			34,000.00
	รวมเงินทั้งหมด				55,200.00
	รวมเป็นเงินทั้งหมด				**291,744.00**

จากตาราง 4.2 BOQ จะได้ว่า ราคาค่าก่อสร้างค่าวัสดุรวมค่าแรงที่เป็นการก่อสร้างโดยวิธีแบบดั้งเดิมราคาค่าก่อสร้างประมาณ 291,744 บาท เป็นต้นทุนค่าแรง 102,000 บาท และค่าวัสดุ 189,744 บาท

การก่อสร้างแบบหล่อประกอบ (Precast)

ข้อมูลด้านราคา

ข้อมูล แบบประเมินวัสดุ (BOQ) ที่ได้จากข้อมูลของโครงการหมู่บ้านอยู่สบาย แบบบ้าน Latania เป็นการก่อสร้างแบบปกติ เพื่อเป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบ แยกเป็นงานดังนี้

1. งานโครงสร้างฐานราก
2. งานประกอบแบบและหล่อผนังคอนกรีต
3. งานประกอบผนังรวมทั้งงานประสานรอยต่อผนัง

ตารางที่ 4.3 การประมาณราคาของการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ(บาท)	รวมค่าวัสดุ
1	**งานโครงสร้าง**				
1.1	เหล็กเสริม DB 12 mm	110	เส้น	200	22,000.00
1.2	เหล็กเส้นกลม RB 6 mm	84	เส้น	80	6,720.00
1.3	ลวดผูกเหล็ก	10.5	กก.	30	315
1.4	ตะปูตีค้ำยัน	3	กก.	40	120
1.5	ไวเมท	150	ตรม	30	4,500.00
1.6	ท่อใยหินหน้า 8" (วางตอหม้อ)	8	ท่อน	300	2,400.00
1.7	ปูนช้าง(เทรีน)	10	ถุง	130	1,300.00
1.8	คอนกรีตงานพื้น (210ksc.)	15	ลบ.ม	1,800	27,000.00
1.9	คอนกรีตงานโครงสร้าง (240ksc.)	25	ลบ.ม	2,000	50,000.00
	ค่าแรง	L/S			28,000.00
	รวมเงินทั้งหมด				142,355.00
2	**งานหล่อผนังคอนกรีต**				
2.1	เหล็กเสริม DB 12 mm.	77	เส้น	200.00	15,400.00
2.2	เหล็กเส้นกลม RB 9 mm.	241	เส้น	105.00	25,305.00
2.3	งานคอนกรีต 210 ksc.	14	ลบ.ม	1,900.00	26,600.00
	ค่าแรง	L/S			15,000.00
	รวมเงินทั้งหมด				82,305.00
3	**งานยกประกอบและเชื่อมรอยต่อ**				
3.1	ลวดเชื่อม 2.6mm	3	กล่อง	100.00	300.00
3.2	เหล็กเพลท	20	แผ่น	200.00	4,000.00
3.3	เหล็กเสริม DB 12 mm	5	เส้น	200.00	1,000.00
3.4	กาวซีเมนต์ประสานรอยต่อ	15	ถัง	200.00	3,000.00
	ค่าแรงคนงาน	1	เหมา	-	8,000.00
	ค่ารถเครน+ค่ารถขนย้าย	3	วัน	6,500.00	19,500.00
	รวมเงินทั้งหมด				35,800.00
	รวมเป็นเงินทั้งหมด				**260,460.00**

จากตาราง 4.3 BOQจะได้ว่า ราคาค่าก่อสร้างค่าวัสดุรวมค่าแรงที่เป็นการก่อสร้างโดยวิธีแบบหล่อประกอบราคาค่าก่อสร้างประมาณ 260,460 บาท เป็นต้นทุนค่าแรง 70,000 บาท และค่าวัสดุ 190,460 บาท

ต้นทุนก่อสร้างส่วนอื่นๆ ที่เหมือนกัน

ตารางที่ 4.4 วัสดุรวมที่ใช้เหมือนกันในการก่อสร้างทั้ง 2 วิธี

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ(บาท)	รวมค่าวัสดุ
1	**งานเหล็กโครงหลังคา**				
1.1	ใช้เหล็กตัวซี 150x50x20x2.3mm.	17	เส้น	775	13,175.00
1.2	ใช้เหล็กตัวซี 100x50x20x3.2mm.	55	เส้น	475	26,125.00
1.3	แปสำเร็จ Eco	110	เส้น	92	10,120.00
1.4	เหล็กแป๊บ 1"x1"	17	เส้น	140	2,380.00
1.5	ตะปูยึดแป(กล่องละ500ตัว)	5	กล่อง	155	775.00
1.6	ลวดเชื่อมขนาด 2.6mm	6	กล่อง	98.51	591.06
1.7	สีกันสนิม	2	แกนลอน	900	1,800.00
1.8	น้ำมันสน	2	แกนลอน	400	800.00
	ค่าแรง				11,330.00
	รวมเงินทั้งหมด	L/S			67,096.06
2	**งานมุงหลังคา**				
2.1	กระเบื้องคอนกรีต	1,950	แผ่น	18	35,100.00
2.2	ครอบสันหลังคา	155	แผ่น	41.52	6,435.60
2.3	ครอบโค้งสามทาง	3	แผ่น	72.65	217.95
2.4	ครอบโค้งหางมน	6	แผ่น	62.3	373.80
2.5	รางน้ำตะเม้กัลวาไนซ์ 2.00x0.15m.	4	แผ่น	100	400.00
2.6	สีทาปูนปั้นสันตะเฆ่	1	กระป๋อง	497	497.00
2.7	ปูนเขียว (วางครอบ)	6	ถุง	92	552.00
2.8	ครอบสันบน	20	แผ่น	41.52	830.40
2.9	ครอบ 2 ทาง	1	แผ่น	41.47	41.47
	ค่าแรง	L/S			10,479.00
	รวมเงินทั้งหมด				54,927.22
3	**งานติดตั้งบัว**				
	บัวติดตั้งเหมา	L/S	ชุด	15700	16,500.00
	ปูนช้างแดง (กรองบัว)	6	ถุง	105	630.00
	รวมเงินทั้งหมด				17,130.00

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ(บาท)	รวมค่าวัสดุ
4	**งานอลูมิเนียมประตู+หน้าต่าง**				
4.1	D1 ประตูหน้าบ้าน(บานเลื่อนสลับ) พร้อมมุ้งลวดขนาด 2.5x2.0m	1	ชุด		
4.2	W1 หน้าต่างช่องบานเลื่อนสลับพร้อม มุ้งลวดขนาด 1.4x1.2m	6	ชุด		
4.3	W2 หน้าต่างช่องแสงบานกระทุ้ง พร้อมมุ้งลวด ขนาด 0.5x1.2m	2	ชุด		
4.4	W3 หน้าต่างช่องแสงบานกระทุ้ง พร้อมมุ้งลวด ขนาด 0.6x0.6m	2	ชุด		
	รวมเงินทั้งหมด				43,900.00
5	**งานฝ้าเพดาน**				
5.1	ฝ้าภายใน	89.25	ตร.ม	200	17850.00
5.2	ฝ้าภายนอก	45	ตร.ม	220	9900.00
5.3	ช่องระบายอากาศ	4	ชุด		
5.4	ช่อง Service	1	ชุด		
	รวมเงินทั้งหมด				27,750.00
6	**งานเก็บรายละเอียด**				
	งานกระเบื้องพื้น				
6.1	กระเบื้องแกรนิตโต้ขาว ขนาด 60cm x 60cm	65	กล่อง	272.16	17,690.40
6.2	ปูนเขียว	34	ถุง	92	3,128.00
6.3	กระเบื้องแกรนิตโต้ดำ ขนาด60cm x60cm	10	กล่อง	472.32	4,723.20
6.4	กระเบื้องโมเสส ขนาด 30cm x 30cm	5	กล่อง		-
6.5	ยาแนวขาว	20	ถุง	11.15	223.00
	งานเคาเตอร์				
6.6	บานซิงค์	1	ชุด	1350	1,350.00
6.7	ก๊อกซิงค์	1	ชุด	470	470.00
6.8	อ่างซิงค์ล้างจาน	1	ชุด	1250	1,250.00
6.9	ชุดท่อน้ำทิ้ง	1	ชุด	35.4	35.40
	งานติดตั้งประตู				
6.10	บานประตูลานนา D2	3	บาน	680	2,040.00
6.11	บานประตู UPVC D3	1	บาน	2000	2,000.00
6.12	บานประตู PVC D4	2	บาน	673	1,346.00
6.13	ลูกบิดประตูหินอ่อน D2,D3	4	ชุด	327	1,308.00
6.14	ลูกบิดประตูห้องน้ำ D4	2	ชุด	105	210.00

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ(บาท)	รวมค่าวัสดุ
6.15	บานพับรมย์ดำ	18	ชุด	15.67	282.06
6.16	บานพับบรอนซ์	8	ชุด	40	320.00
	งานติดตั้งสุขภัณฑ์				
6.17	อ่างล้างหน้าชนิดฝังเคาน์เตอร์	2	ชุด	1380	2,760.00
6.18	ชักโครก	2	ชุด	2850	5,700.00
6.19	ที่วางสบู่	2	ชุด	245	490.00
6.20	ที่ใส่กระดาษชำระ	2	ชุด	305	610.00
6.21	ราวแขวนผ้า	2	ชุด	225	450.00
6.23	กระจกเงา	2	ชุด	320	640.00
6.24	นิปเปิ้ล 4 หุน	12	ชุด	7.1	85.20
6.25	สายน้ำดี 14"	3	เส้น	38	114.00
6.26	วาล์วฝักบัว	2	ชุด	285	570.00
6.27	ฝักบัว Rain Shower	ไม่มี	ชุด		
6.28	ฝักบัวมือถือ	2	ชุด	265	530.00
6.29	วาล์วเกลียวใน 4หุน	7	ชุด	57	399.00
6.30	ก๊อกอ่างล้างหน้า	2	ชุด	550	1,100.00
6.31	เทปพันเกลียว	4	ม้วน	5.15	20.60
6.32	ชุดท่อน้ำทิ้งอ่างล้างหน้า	2	ชุด	140	280.00
6.33	ตะแกรงน้ำทิ้ง	2	ตัว	27	54.00
6.34	สายฉีดชำระ	2	ชุด	230	460.00
	ค่าแรง				38,000.00
	รวมเงินทั้งหมด				88,638.86
7	**งานระบบไฟฟ้า**				
7.1	จุดปลั๊ก	7	จุด	เหมา	
7.2	จุดโทรศัพท์	1	จุด	เหมา	
7.3	จุดโทรทัศน์	4	จุด	เหมา	
7.4	สวิทไฟฟ้า	8	จุด	เหมา	
7.5	ตู้เมน 6 ช่อง	1	จุด	เหมา	
7.6	ดึงสายเมน 1 เฟส	1	ชุด	เหมา	17,000.00
7.7	โคม 32 Watts	6	ชุด	264	1,584.00
7.8	หลอดโคนัท 32 Watts + แบลลาด + สตาทเตอร์	6	ชุด	118.4	710.40
7.9	ชุดดาวไลท์	10	ชุด	27.11	271.10
7.10	ไฟกิ่ง	2	หลอด	185	370.00
7.11	ชุดหลอดฟลูออเรสเซนส์ 18W	1	ชุด	280	280.00

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

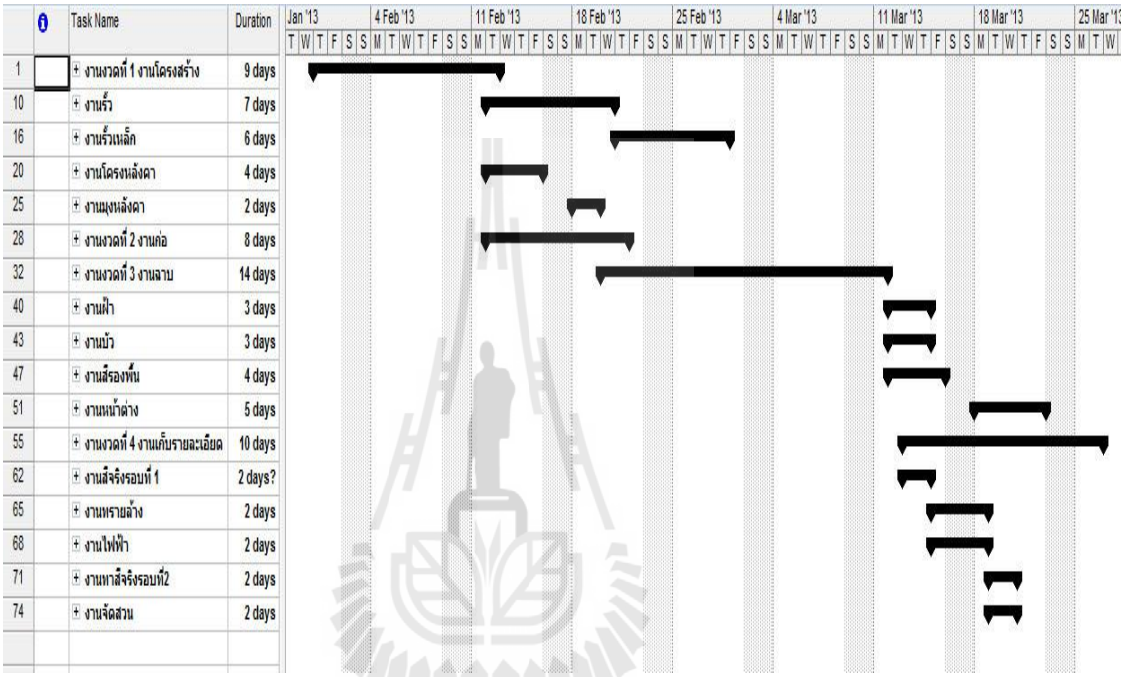
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ(บาท)	รวมค่าวัสดุ
7.12	หลอดตะเกียบ	10	หลอด	48	480.00
	รวมเงินทั้งหมด				20,695.50
8	**งานทรายล้าง**				
	เหมาทั้งของทั้งแรง	L/S		9000	10,000.00
	ฝาทองเหลือง	2	ฝา	155	310.00
	รวมเงินทั้งหมด				10,310.00
9	**งานเหล็กดัดในบ้าน**				
9.1	บาน 1.4 x1.2 m	6	บาน	1344	8,064.00
9.2	บาน 0.5x1.2 m	2	บาน	480	960.00
	รวมเงินทั้งหมด				9,024.00
10	**งานสี**				
10.1	สีรองพื้น 18ลิตร	3	ถัง	1,050	3,150.00
10.2	สีขาวภายใน 18ลิตร	6	ถัง	800	
10.3	สีขาวภายนอก 18ลิตร	3	ถัง	1000	
10.4	สีเหลือง 9 ลิตร	1	ถัง	812.5	812.50
10.5	สีเทา 9 ลิตร	1	ถัง	1688.16	1,688.16
10.6	สีรองพื้นสีน้ำมัน	1	กระป๋อง	341.5	341.50
10.7	สีน้ำมันขาว	1	กระป๋อง	306.5	
	ค่าแรง				
	รวมเงินทั้งหมด				29,968.66
11	**งานรั้ว**				
11.1	เหล็กเส้นกลม DB 9 mm	39	เส้น	97	3,783.00
11.2	ลวดมัด	2	ม้วน	31	62.40
11.3	CPAC ST180	2.23	คิว	1655.29	3,691.30
11.4	อิฐบล๊อค	889	ก้อน	3.9	3,467.10
11.5	ปูนเขียว (ก่อ)	4	ถุง	92	368.00
11.6	ปูนช้างแดง (เทเอ็น)	13	ถุง	105	1,365.00
11.7	ปูนเสือพลัส (จับเซี้ยม และฉาบ)	25	ถุง	99	2,475.00
	ค่าแรง				
	รวมเงินทั้งหมด				15,211.80
	รวมราคาทั้งหมด				384,652.10

จากตารางที่ 4.4 จะได้ต้นทุนรวมงานที่เหมือนกันจะได้ 384,652 บาท

4.4 ข้อมูลด้านระยะเวลา

จากแผนงานที่ใช้อยู่ของหมู่บ้านอยู่สบาย แสดงดังตารางระยะเวลาการก่อสร้างของบ้านแบบ Latania เป็นการก่อสร้างแบบดั้งเดิมแยกประเภทงานที่แสดงใน Microsoft Project จะได้ดังนี้

การก่อสร้างแบบดั้งเดิม ตารางงานได้มาจากการก่อสร้างแบบปกติที่ดำเนินการก่อสร้างอยู่ที่โครงการหมู่บ้านอยู่สบาย แบบบ้าน Latania



	Task Name	Duration
1	งานงวดที่ 1 งานโครงสร้าง	9 days
10	งานรั้ว	7 days
16	งานรั้วเหล็ก	6 days
20	งานโครงหลังคา	4 days
25	งานมุงหลังคา	2 days
28	งานงวดที่ 2 งานก่อ	8 days
32	งานงวดที่ 3 งานฉาบ	14 days
40	งานฝ้า	3 days
43	งานบัว	3 days
47	งานสี่รองพื้น	4 days
51	งานหน้าต่าง	5 days
55	งานงวดที่ 4 งานเก็บรายละเอียด	10 days
62	งานสี่จริงรอบที่ 1	2 days?
65	งานทรายล้าง	2 days
68	งานไฟฟ้า	2 days
71	งานทาสี่จริงรอบที่2	2 days
74	งานจัดสวน	2 days

รูปที่ 4.1 ตารางเวลางานก่อสร้างในระบบดั้งเดิม

จากรูปที่ 4.1 Schedule จะได้จำนวนวันที่ทำการก่อสร้างจริงของงาน แบบดั้งเดิม แบบบ้าน Latania กินระยะเวลาประมาณ 42 วัน นำไปหาอัตราการผลิตบ้านต่อเดือน ได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คำนวณอัตราการผลิตบ้านในระบบดั้งเดิมของผู้รับเหมา

หาอัตราการผลิตบ้านแบบOriginal ต่อผู้รับเหมา1ชุด

	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90
บ้านหลังที่1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																				
บ้านหลังที่2				3	3	3	3	3	3	3																				
บ้านหลังที่3							3	3	3	3																				
บ้านหลังที่4										3																				
บ้านหลังที่5																														
ผลรวมเวลาในการสร้าง	3	3	3	6	6	6	9	9	9	12																				

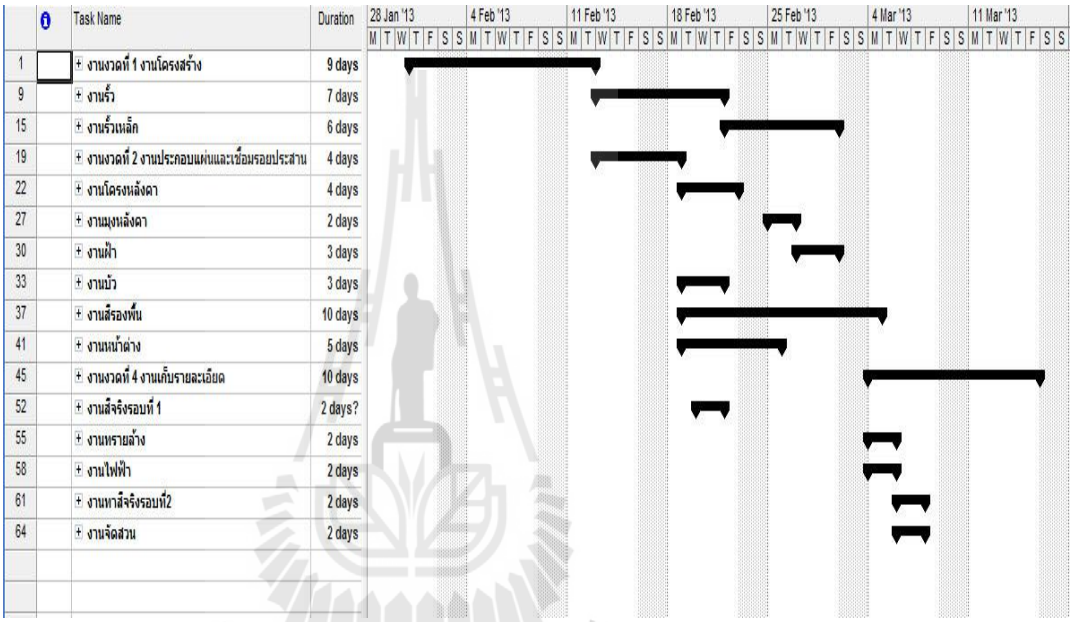
รวมอัตรางานที่ผู้รับเหมา1ชุดจะทำได้	66	วัน/ชุด
บ้านหนึ่งหลังใช้เวลาสร้าง	42	วัน/ชุด
จะได้กำลังการผลิตบ้านต่อเดือนต่อชุดเป็น	1.6	หลัง/เดือน

เพราะฉะนั้น จะได้อัตราการผลิตของผู้รับเหมา 1 ชุด ต่อ 1 เดือน จะเท่ากับ

อัตรางานที่ผู้รับเหมา 1 ชุดทำได้ / ระยะเวลาการก่อสร้างบ้าน 1 หลัง (4.1)

=66/42 = 1.6 หลังต่อเดือน

การก่อสร้างแบบหล่อประกอบ ตารางงานนี้ได้มาจากการประมาณการก่อสร้าง จากทีมงานวิศวกรของโครงการหมู่บ้านอยู่สบายเป็นไปตามขั้นตอนและกรรมวิธี



	Task Name	Duration
1	งานงวดที่ 1 งานโครงสร้าง	9 days
9	งานรั้ว	7 days
15	งานรั้วเหล็ก	6 days
19	งานงวดที่ 2 งานประกอบแผ่นและเชื่อมรอยประสาน	4 days
22	งานโครงหลังคา	4 days
27	งานมุงหลังคา	2 days
30	งานฝ้า	3 days
33	งานบัว	3 days
37	งานสีรองพื้น	10 days
41	งานหน้าต่าง	5 days
45	งานงวดที่ 4 งานเก็บรายละเอียด	10 days
52	งานสิ้จริงรอบที่ 1	2 days?
55	งานพรายล้าง	2 days
58	งานไฟฟ้า	2 days
61	งานหาสิ้จริงรอบที่2	2 days
64	งานจัดสวน	2 days

รูปที่ 4.2 ตารางเวลางานก่อสร้างในระบบหล่อประกอบ

จากรูปที่ 4.2 Schedule จะได้จำนวนวันที่ทำการก่อสร้างจริงของงาน แบบดั้งเดิม แบบบ้าน Latania กินระยะเวลาประมาณ 33 วัน นำไปหาอัตราการผลิตบ้านต่อเดือน ได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คำนวณอัตราการผลิตบ้านในระบบหล่อประกอบของผู้รับเหมา

หาอัตราการผลิตบ้านแบบPrecast ต่อผู้รับเหมา1ชุด

	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90
บ้านหลังที่1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																				
บ้านหลังที่2				3	3	3	3	3	3	3																				
บ้านหลังที่3							3	3	3	3																				
บ้านหลังที่4										3																				
บ้านหลังที่5																														
ผลรวมเวลาในการสร้าง	3	3	3	6	6	6	9	9	9	12																				

รวมอัตรางานที่ผู้รับเหมา1ชุดจะทำได้	66	วัน/ชุด
บ้านหนึ่งหลังใช้เวลาสร้าง	33	วัน/ชุด
จะได้กำลังการผลิตบ้านต่อเดือนต่อชุดเป็น	2	หลัง/เดือน

เพราะฉะนั้น จะได้อัตราการผลิตของผู้รับเหมา 1 ชุด ต่อ 1 เดือน จะเท่ากับ

อัตรางานที่ผู้รับเหมา 1 ชุดทำได้ / ระยะเวลาการก่อสร้างบ้าน 1 หลัง (4.2)

= 66/33 = 2 หลังต่อเดือน

เมื่อนำมาคำนวณบ้านที่จะก่อสร้างในหมู่บ้านอยู่สบายโครงการใหม่ที่กำลังจะเริ่มดำเนินการทั้งหมดมีจำนวนอยู่ 400 หลัง ซึ่งต้องการปิดโครงการภายใน 4 ปี เนื่องด้วยอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ และค่าใช้จ่ายของการดำเนินการ ซึ่งมีอัตราของเงินเดือนพนักงานอยู่ที่ประมาณเดือนละ 500,000 บาท ถ้าสามารถปิดโครงการได้เร็วก็จะสามารถประหยัดต้นทุนของโครงการได้ ซึ่งจากการคำนวณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ้าน 400 หลัง ใน 2 กรรมวิธี เปรียบเทียบกันจะได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบหาจำนวนปีที่ปิดโครงการ

	ปริมาณการผลิตต่อชุดต่อปี	จำนวนชุดผู้รับเหมา	จำนวนหลังที่ผลิตได้ต่อปี	จำนวนหลัง	จำนวนปีโครงการ
Original	19	5	94	400	4.24
Precast	24	5	120	400	3.33

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะประกอบไปด้วย

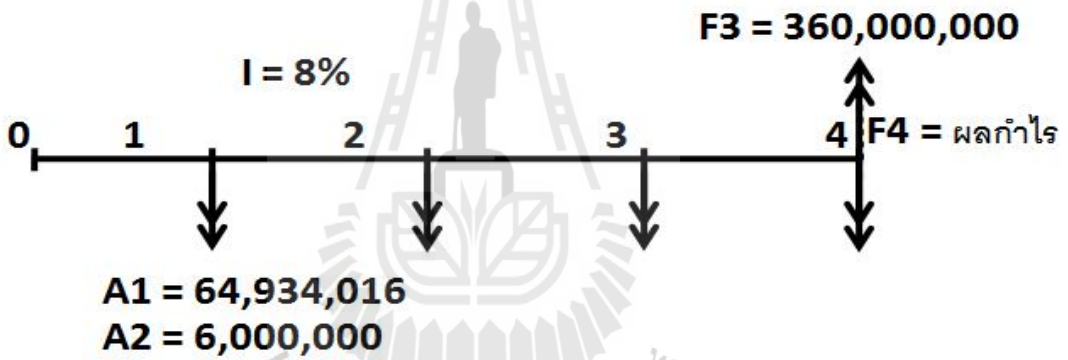
1. ค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Cost) ประกอบไปด้วย
   1.1 ค่าแรงผู้รับเหมา
   1.2 ค่าวัสดุ
   1.3 ค่างานรับเหมาทั้งของทั้งแรง
2. ค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect Cost) ประกอบไปด้วย
   2.1 ค่าแบบเหล็ก
   2.2 ค่าเงินเดือนพนักงาน

การก่อสร้างแบบดั้งเดิม (Traditional Construction)

การผลิตแบบดั้งเดิมนั้นจะใช้เวลา 4 ปี จะเกิดค่าใช้จ่ายขึ้นดังนี้

ตารางที่ 4.8 สรุปรายรับ – รายจ่าย ของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม

Original	จำนวนปีโครงการ(N)	4.24	ปี	จำนวนบ้าน	400	หลัง
Indirect Cost						
Overhead Cost	500,000.00	บาท/เดือน	อัตราดอกเบี้ย (I)	8	%	
			ธนาคาร			
Direct Cost						
ค่าแรง	102,000.00	บาท/หลัง				
ค่าวัสดุ	189,744.00	บาท/หลัง				
ค่าวัสดุเหมาทั้งของทั้งแรง	384,652.00	บาท/หลัง				
จำนวนผู้รับเหมา	5.00	ชุด				
อัตราการผลิตของผู้รับเหมาต่อชุด	1.60	หลัง/เดือน				
อัตราการผลิตรวมต่อปี	96.00	หลัง/ปี				
ค่าใช้จ่ายต่อปี (A1)	64,934,016.00					
ค่าใช้จ่ายต่อปี (A2)	6,000,000.00	บาท/ปี				
ราคาขายบ้าน	900,000.00	บาท/หลัง				
รายได้รวมทั้งหมด (F3)	360,000,000.00	บาท				



รูปที่ 4.3 ผังทางเศรษฐศาสตร์ของรายรับรายจ่ายของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม

F4 = F3 – A1(F1/A1,8%,4.24) – A2(F2/A2,8%,4.24 (4.4)

=360,000,000-64,934,016{(1+0.08)^4.24 – 1}/0.08 -6,000,000{(1+0.08)^4.24 – 1}/0.08

= 360,000,000 – 313,186,163 – 28,938,868

F4 = 17,874,969 บาท

จากผลการคำนวณในสมการที่ 4.4 จะได้ว่าผลกำไรที่เกิดขึ้นทั้งหมดของการก่อสร้างบ้านแบบหล่อประกอบ 400 หลัง ระยะเวลาโครงการประมาณ 4.24 ปี จะได้กำไร 17,874,969 บาท

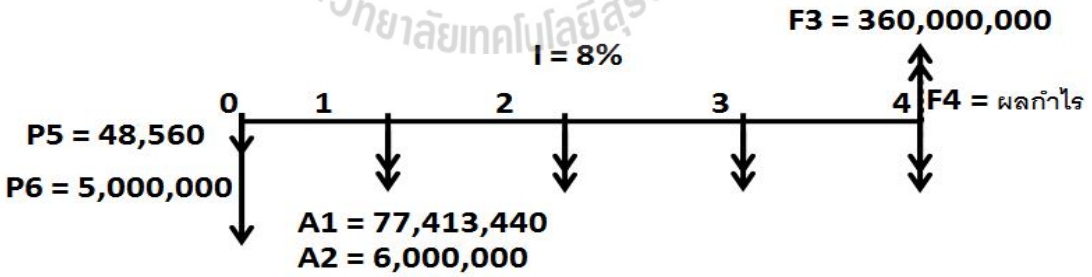
ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดของการก่อสร้างบ้านแบบดั้งเดิม 400 หลัง ระยะเวลาโครงการประมาณ 4 ปี จะต้องใช้เงินลงทุนประมาณ 296,012,945 บาท

การก่อสร้างแบบหล่อประกอบ (Precast Construction)

การผลิตแบบหล่อประกอบนั้นจะใช้เวลา 3 ปี จะเกิดค่าใช้จ่ายขึ้นดังตารางนี้

ตารางที่ 4.9 สรุปรายรับ – รายจ่าย ของการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ

Precast	จำนวนปีโครงการ(N)	3.33	ปี	จำนวนบ้าน	400	หลัง
Indirect Cost						
ค่าแบบเหล็ก (P5)	48,560.00	บาท	อัตราดอกเบี้ย (I)	8	%	
Overhead Cost	500,000.00	บาท/เดือน	ธนาคาร			
ค่ารถเครน+ค่ารถขนส่งแผ่น (P6)	5,000,000.00	บาท				
Direct Cost						
ค่าแรง	70,000.00	บาท/หลัง				
ค่าวัสดุ	190,460.00	บาท/หลัง				
ค่าวัสดุเหมาทั้งของทั้งแรง	384,652.00	บาท/หลัง				
จำนวนผู้รับเหมา	5.00	ชุด				
อัตราการผลิตของผู้รับเหมาต่อชุด	2.00	หลัง/เดือน				
อัตราการผลิตรวมต่อปี	120.00	หลัง/ปี				
ค่าใช้จ่ายต่อปี (A1)	77,413,440.00					
ค่าใช้จ่ายต่อปี (A2)	6,000,000.00	บาท/ปี				
ราคาขายบ้าน	900,000.00	บาท/หลัง				
รายได้รวมทั้งหมด (F3)	360,000,000.00	บาท				



รูปที่ 4.4 ผังทางเศรษฐศาสตร์ของรายรับรายจ่ายของการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ

F4 = F3 – A1(F1/A1,8%,3.33) – A2(F2/A2,8%,3.33) –

P5(F5/P5,8%,3.33) – P6(F6/P6,8%,3.33) (4.5)

=360,000,000-77,413,440{(1+0.08)^3.33 – 1}/0.08 -6,000,000{(1+0.08)^3.33 – 1}/0.08 -48,560 (1+0.08)^3.33 – 5,000,000 (1+0.08)^3.33

= 360,000,000 – 282,670,185 – 21,908,611-62,745 – 6,460,574

F4 = 48,897,885 บาท

จากผลการคำนวณในสมการที่ 4.5 จะได้ว่าผลกำไรที่เกิดขึ้นทั้งหมดของการก่อสร้างบ้านแบบหล่อประกอบ 400 หลัง ระยะเวลาโครงการประมาณ 3.33 ปี จะต้องได้กำไร 48,897,885 บาท

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการก่อสร้างทั้งสองแบบจากผลกำไรจะสรุปได้ว่า การก่อสร้างแบบดั้งเดิมจะได้กำไร ประมาณ 17,874,969 บาท ใช้ระยะเวลาในการปิดโครงการ 4.24 ปี เมื่อเทียบการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ ที่จะได้กำไรประมาณ 48,897,885 บาท ใช้ระยะเวลาในการปิดโครงการ 3.33 ปี นั้นจะสามารถสรุปได้ว่าการก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นสามารถเพิ่มผลกำไรในการก่อสร้าง และ ระยะเวลาในการก่อสร้างได้อย่างมาก ถึง ประมาณ 31,022,916 บาท แถมยังจะช่วยเร่งระยะเวลาในการปิดโครงการได้อีก 0.90 ปีด้วย

สรุปผลการวิเคราะห์ผลกำไร

การศึกษาข้อมูลด้านผลกำไรนั้นประกอบไปด้วยต้นทุนทางตรง และทางอ้อม ของการก่อสร้างทั้ง 2 แบบ เมื่อนำต้นทุนมาลบกับค่าใช้จ่ายร่วมทั้งอัตราดอกเบี้ยที่เสียให้ธนาคารจะได้ว่าการก่อสร้างโครงการหมู่บ้านอยู่สบายโครงการ 11 นั้นมีปริมาณบ้านจำนวน 400 หลัง จะเกิดผลกำไรขึ้นดังนี้

- **กรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิม** จะเกิดผลกำไรขึ้น 17,874,969 บาท
- **กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อประกอบ** จะเกิดผลกำไรขึ้น 48,897,885 บาท

เพราะฉะนั้นสรุปด้านผลกำไรได้ว่า การก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นสามารถสร้างรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิม31,022,916 บาท

จากการถ่วงน้ำหนักในหัวข้อต้นทุนให้น้ำหนักอยู่ที่ 50 % นำข้อมูลต้นทุนทั้ง 2 ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ จะได้ว่า

กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อประกอบสามารถสร้างผลกำไรมากที่สุด กำหนดให้ 48,897,885 บาท มีคะแนนเท่ากับ 50%

จะได้คะแนนของส่วนต่างของต้นทุนจะได้

ผลกำไรในการก่อสร้าง 48,897,885 บาท คิดเป็น 50%

ถ้าผลกำไรในการก่อสร้าง 31,022,916 บาท คิดเป็น (50x31,022,916)/ 48,897,885 = 31.72 %

เพราะฉะนั้นจะได้คะแนนของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมเท่ากับ คะแนนการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ – คะแนนส่วนต่าง จะได้ = 50 – 31.72 = 18.28 %

สรุปได้ว่า การก่อสร้างแบบดั้งเดิมได้คะแนน 18.28% ในหัวข้อผลกำไร

การก่อสร้างแบบหล่อประกอบได้คะแนน 50 % ในหัวข้อผลกำไร

สรุปผลการวิเคราะห์ระยะเวลา

การศึกษาข้อมูลด้านระยะเวลานั้นจะศึกษาจากข้อมูลตารางระยะเวลางานก่อสร้างทั้ง 2 แบบ จะได้ว่า การก่อสร้างโครงการหมู่บ้านอยู่สบายโครงการ 11 นั้นมีปริมาณบ้านจำนวน 400 หลัง จะใช้ระยะเวลาในจำนวนชุดผู้รับเหมาที่เท่าๆกัน คือ 5 ชุด จะใช้ระยะเวลาดังนี้

- **กรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิม** จะใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 3.33 ปี
- **กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อประกอบ** จะใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 4.24 ปี

เพราะฉะนั้นสรุปด้านราคาได้ว่า การก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นประหยัดเวลาในการก่อสร้างได้ 0.9 ปี

จากการถ่วงน้ำหนักในหัวข้อระยะเวลาให้น้ำหนักอยู่ที่ 35 % นำข้อมูลด้านระยะเวลาทั้ง 2 ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ จะได้ว่า กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อประกอบใช้เวลาน้อยที่สุด กำหนดให้ 3 ปี มีคะแนนเท่ากับ 35%

จะได้คะแนนของส่วนต่างของระยะเวลาจะได้

ระยะเวลาโครงการ 3.33 ปี คิดเป็น 35%

ถ้าระยะเวลาโครงการ 0.9 ปี คิดเป็น (35x0.9)/3.33 = 9.459 %

เพราะฉะนั้นจะได้คะแนนของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมเท่ากับ คะแนนการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ – คะแนนส่วนต่าง จะได้ = 35 – 9.459 = 25.54 %

สรุปได้ว่า การก่อสร้างแบบดั้งเดิมได้คะแนน 25.54% ในหัวข้อระยะเวลา

การก่อสร้างแบบหล่อประกอบได้คะแนน 35 % ในหัวข้อระยะเวลา

4.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติวัสดุ

4.5.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติการทนเสียง

1. การทนเสียงของก่อสร้างแบบดั้งเดิม

จากการศึกษาข้อมูล จะได้อัตราการทนเสียง (Acoustic Performance) ของอิฐมวลเบาดังตาราง 4.10 **QCON Quality Construction Product (2010)**

ตารางที่ 4.10 การทนเสียงของอิฐมวลเบา QCON Quality Construction Product (2010)

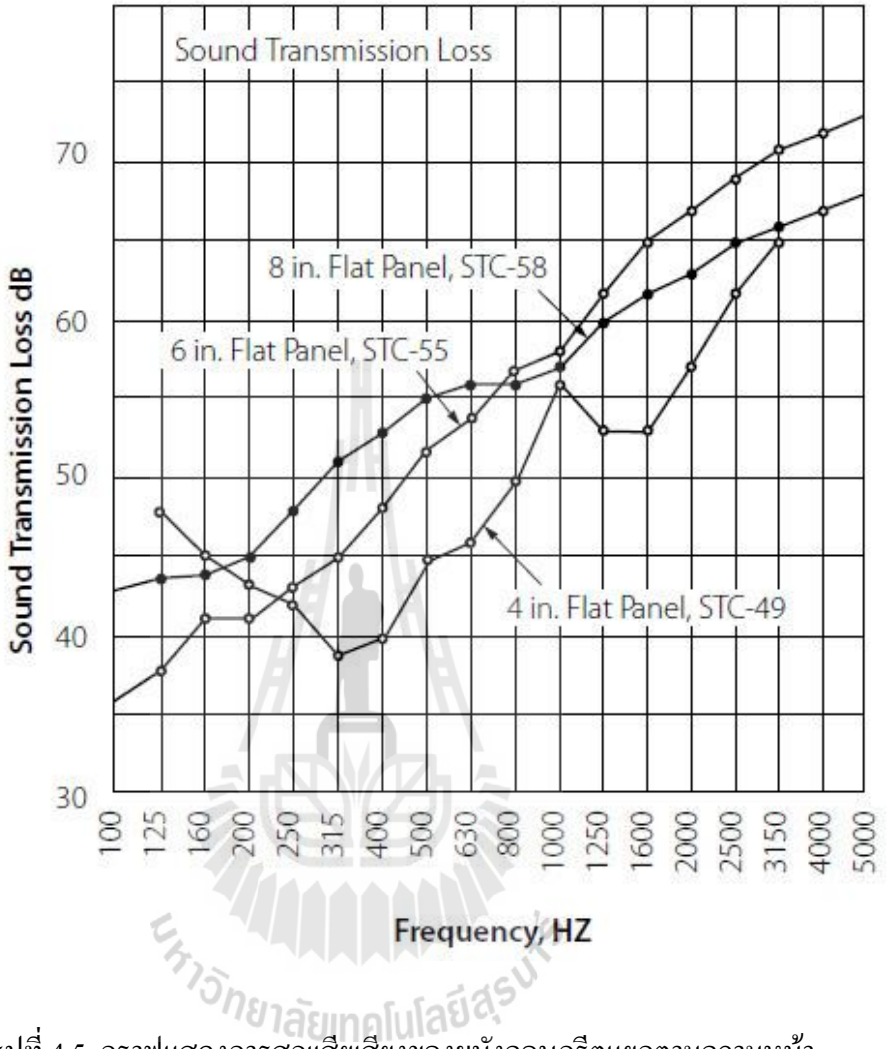
ความหนาของอิฐมวลเบา (เซนติเมตร)	**การตกแต่งผิว**	**อัตราการกันเสียง (เดซิเบล) STC Rating**
10 ซม	ไม่มี	38
10 ซม	ฉาบหนา 1 ซม	42
15 ซม	ไม่มี	43
15 ซม	ฉาบหนา 1 ซม	46
20 ซม	ไม่มี	48
20 ซม	ฉาบหนา 1 ซม	50

จากตารางที่ 4.10 จะได้ว่าการก่อสร้างแบบดั้งเดิมจะใช้อิฐมวลเบาหนา 10 ซม รวมผิวฉาบอีก 1 ซม จะได้อัตราการกันเสียงอยู่ที่ 42 เดซิเบล

3. การทนเสียงของก่อสร้างแบบหล่อประกอบ

จากข้อมูลที่ได้ค้นหามา จะได้อัตราการทนเสียง (Acoustic Performance) ของผนังคอนกรีตดังแผนภูมิด้านล่าง **PCI Precast / Prestressed Concrete Institute (2009)**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการสูญเสียเสียงของผนังคอนกรีตแยกตามความหนา

(PCI Precast / Prestressed Concrete Institute , 2009)

ตารางที่ 4.11 การทนเสียงของผนังคอนกรีต PCI Precast / Prestressed Concrete Institute (2009)

ความหนาของผนังคอนกรีต (เซนติเมตร)	**การตกแต่งผิว**	**อัตราการกันเสียง (เดซิเบล) STC Rating**
10 ซม (4 in.)	ไม่มี	49
15 ซม (6 in.)	ไม่มี	55
20 ซม (8 in.)	ไม่มี	58

จากตารางที่ 4.11 จะพบว่าการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ (Precast) จะใช้ผนังคอนกรีตที่มีความหนา 10 ซม จะได้อัตราการกันเสียงอยู่ที่ 49 เดซิเบล

สรุปผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านการดูดซับเสียง

การศึกษาข้อมูลด้านคุณสมบัติการดูดซับเสียงนั้นจะเป็นการศึกษาข้อมูลในด้านการแพร่เสียงเข้ามาสู่ห้องซึ่งจะส่งผลกระทบถึงการใช้ชีวิตของลูกค้าในบ้าน เช่น การนอน ความเป็นส่วนตัว จากการศึกษาข้อมูลจะได้

- **กรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิม** มีความสามารถในการดูดซับเสียงได้ที่ 42 เดซิเบล
- **กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อประกอบ** มีความสามารถในการดูดซับเสียงได้ที่ 49 เดซิเบล

เพราะฉะนั้นสรุปได้ว่าการทนเสียงของการก่อสร้างด้วยกรรมวิธีหล่อประกอบสามารถทนเสียงได้ถึง 49 เดซิเบล ซึ่งมากกว่า แบบก่อด้วยอิฐมวลเบาถึง 7 เดซิเบล

จากการถ่วงน้ำหนักในหัวข้อการดูดซับเสียงให้น้ำหนักอยู่ที่ 5 % นำข้อมูลการดูดซับเสียงทั้ง 2 ไปคำนวณเปอร์เซน จะได้ว่า กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อประกอบทนเสียงได้มากที่สุดกำหนดให้ 49 เดซิเบล มีคะแนนเท่ากับ 5%

จะได้คะแนนของส่วนต่างของการดูดซับเสียงจะได้

การดูดซับเสียง 49 เดซิเบล คิดเป็น 5%

ถ้าการดูดซับเสียง 7 เดซิเบล คิดเป็น (7x5)/49 = 0.714 %

เพราะฉะนั้นจะได้คะแนนของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมเท่ากับ คะแนนการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ – คะแนนส่วนต่าง จะได้ = 5 – 0.714 = 4.286 %

สรุปได้ว่า การก่อสร้างแบบดั้งเดิมได้คะแนน 4.286% ในหัวข้อการดูดซับเสียง

การก่อสร้างแบบหล่อประกอบได้คะแนน 5 % ในหัวข้อการดูดซับเสียง

4.5.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน (Thermal Insulation)

1. การเป็นฉนวนของก่อสร้างแบบดั้งเดิม

จากการค้นหาข้อมูล จะได้ค่าการเป็นฉนวน (Thermal Insulation) ของอิฐมวลเบาดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 4.12 การเป็นฉนวนความร้อนของผนังอิฐมวล QCON Quality Construction Product (2010)

ความหนาอิฐมวลเบา (Thickness,cm)	ค่าการนำความร้อน,U (Thermal Conductivity , W/mK)	ค่าความต้านทานความร้อน,R (Thermal Resistivity , sqm K/W)
10 cm	0.13	0.77
15 cm	0.13	1.15
20 cm	0.13	1.54

จากตารางที่ 4.12 จะได้ว่าการก่อสร้างแบบดั้งเดิมที่ใช้อิฐมวลเบาหนา 10 ซม รวมผิวฉาบอีก 1 ซม นั้นจะได้ ค่าความต้านทานความร้อนอยู่ที่ 0.77 sqm K/W

2. การเป็นฉนวนของก่อสร้างแบบดั้งเดิม

จากการค้นหาข้อมูล จะได้ค่าการเป็นฉนวน (Thermal Insulation) ของผนังคอนกรีตหล่อประกอบจะมีค่าดังตารางด้านล่าง Yothin Ungkoon **, (2007)**

ตารางที่ 4.13 การเป็นฉนวนความร้อนของผนังคอนกรีต Yothin Ungkoon , (2007)

ความหนาผนังคอนกรีต (Thickness,cm)	ค่าการนำความร้อน,U (Thermal Conductivity , W/mK)	ค่าความต้านทานความร้อน,R (Thermal Resistivity , sqm K/W)
10 cm	0.16	0.63
15 cm	0.16	0.94
20 cm	0.16	1.25

จากตารางที่ 4.13 จะได้ว่าการก่อสร้างแบบหล่อประกอบผนังคอนกรีตจะใช้ผนังหนา 10 ซม จะได้ ค่าความต้านทานความร้อนอยู่ที่ 0.63 sqm K/W

สรุปผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านการกันความร้อน

การศึกษาข้อมูลด้านคุณสมบัติการกันความร้อน นั้นเป็นการศึกษาข้อมูลทางด้านการแพร่ความร้อนเข้ามาสู่ในบ้าน ซึ่งจะส่งผลกระทบถึง การประหยัดพลังงาน และ การอยู่อาศัยภายในบ้านโดยที่ไม่ต้องเปิดใช้เครื่องปรับอากาศ จากการศึกษาข้อมูลจะได้ดังนี้

- **กรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิม** มีความสามารถในการต้านทานความร้อนได้ **0.77 sqm K/W**
- **กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อประกอบ** มีความสามารถในการต้านทานความร้อนได้ 0.63 **sqm K/W**

เพราะฉะนั้นสรุปได้ว่าการดูดซับความร้อนของการก่อสร้างทั้ง 2 แบบ ที่คิดในพื้นที่ต่อตารางเมตรเท่ากัน อิฐมวลเบาจะมีค่าความต้านทานความร้อนมากกว่า 0.14 sqm K / W

จากการถ่วงน้ำหนักในหัวข้อการต้านทานความร้อนให้น้ำหนักอยู่ที่ 5 % นำข้อมูลการต้านทานความร้อนทั้ง 2 ไปคำนวณเปอร์เซน จะได้ว่า กรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมต้านทานความร้อนได้มากที่สุด กำหนดให้ 0.77 sqm K/W มีคะแนนเท่ากับ 5%
จะได้คะแนนของส่วนต่างของการต้านทานความร้อนจะได้

การต้านทานความร้อน 0.77 sqm K/W คิดเป็น 5%

ถ้าการต้านทานความร้อน 0.14 sqm K/W คิดเป็น (5x0.14)/0.77 = 0.909 %

เพราะฉะนั้นจะได้คะแนนของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมเท่ากับ คะแนนการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ – คะแนนส่วนต่าง จะได้ = 5 – 0.909 = 4.091 %

สรุปได้ว่า การก่อสร้างแบบดั้งเดิมได้คะแนน 5 % ในหัวข้อการต้านทานความร้อน การก่อสร้างแบบหล่อประกอบได้คะแนน 4.091 % ในหัวข้อการต้านทานความร้อน

4.5.3 การวิเคราะห์การทนความร้อน (Fire Endurance Analysis)

1. การทนไฟของก่อสร้างแบบดั้งเดิม

จากการค้นหาข้อมูลจะได้ค่าการทนไฟ (Fire Endurance) ของอิฐมวลเบาหรือการก่อสร้างแบบดั้งเดิมจะมีค่าดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 4.14 การทนความร้อนของผนังอิฐมวลเบา QCON Quality Construction Product (2010)

ผลิตภัณฑ์	อัตราการทนไฟ (FRL)				
ความหนา (ซม)	7.5	10	12.5	15	20
Block มวลเบา					
ผนังรับน้ำหนัก	1ชม	2 ชม	2 ชม	4 ชม	4 ชม
ผนังไม่รับน้ำหนัก	3 ชม	4 ชม	4 ชม	4 ชม	4 ชม

จากตารางที่ 4.14 จะได้ว่าการก่อสร้างแบบดั้งเดิมที่ก่อโดยอิฐมวลเบาที่ผนังหนา 10 ซม จะได้ ค่าการทนไฟอยู่ที่เฉลี่ย 3 ชั่วโมง

2. การทนไฟของก่อสร้างแบบหล่อประกอบ

จากการค้นหาข้อมูลจะได้ค่าการทนไฟ (Fire Endurance) ของผนังหล่อประกอบ จะมีค่าดังตาราง 4.15 **Waffle Crete , (2003)**

ตารางที่ 4.15 การทนความร้อนของผนังคอนกรีต Waffle Crete , (2003)

Slab Thickness, in	Concrete Type	Fire Endurance , hr:min
2	Siliceous Aggregate	0:24
2	Carbonate Aggregate	0:27
2	Semi-Lightweight Aggregate	0:36
2	Lightweight Aggregate	0:40
2-1/2	Lightweight Aggregate	1:00
2-3/4	Semi-Lightweight Aggregate	1:00
3-1/4	Carbonate Aggregate	1:00
3-1/2	Siliceous Aggregate	1:00
3-1/2	Lightweight Aggregate	2:00
3-3/4	Semi-Lightweight Aggregate	2:00
4-3/4	Carbonate Aggregate	2:00
5	Siliceous Aggregate	2:00

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นว่าที่ความหนา 4” หรือ 10 cm การก่อสร้างแบบหล่อประกอบผนังหนา 10 ซม จะได้ ค่าการทนไฟอยู่ที่เฉลี่ย 2 ชั่วโมง

สรุปผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านการทนไฟ

การศึกษาข้อมูลด้านคุณสมบัติการทนความร้อน นั้นเป็นการศึกษาข้อมูลทางด้านการทนไฟเมื่อเวลาเกิดไฟไหม้วัสดุจะสามารถทนไฟได้นานกี่ชั่วโมง เพื่อที่จะให้มีเวลาหนี ก่อนที่โครงสร้างจะพังลงมา เพื่อความปลอดภัยในชีวิตของลูกค้า จากการศึกษาข้อมูลจะได้ดังนี้

- **กรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิม** มีความสามารถในการทนไฟได้ 3 ชั่วโมง
- **กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อประกอบ** มีความสามารถในการทนไฟได้ 2 ชั่วโมง

เพราะฉะนั้นสรุปได้ว่าการทนไฟของการก่อสร้าง แบบดั้งเดิมหรือก่อด้วยอิฐมวลเบา จะสามารถทนไฟได้นานกว่าการก่อสร้างแบบหล่อประกอบประมาณ 1 ชั่วโมง

จากการถ่วงน้ำหนักในหัวข้อการทนความร้อนให้น้ำหนักอยู่ที่ 5 % นำข้อมูลการทนความร้อนทั้ง 2 ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ จะได้ว่า กรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมสามารถทนความร้อนได้นานที่สุดกำหนดให้ 3 ชั่วโมง มีคะแนนเท่ากับ 5%

จะได้คะแนนของส่วนต่างของระยะเวลาการทนความร้อนจะได้

การทนความร้อน 3 ชั่วโมง คิดเป็น 5%

ถ้าการทนความร้อน 1 ชั่วโมง คิดเป็น (5x1)/3 = 1.667 %

เพราะฉะนั้นจะได้คะแนนของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมเท่ากับ คะแนนการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ – คะแนนส่วนต่าง จะได้ = 5 – 1.667 = 3.333 %

สรุปได้ว่า การก่อสร้างแบบดั้งเดิมได้คะแนน 5 % ในหัวข้อการทนความร้อน

การก่อสร้างแบบหล่อประกอบได้คะแนน 3.333 % ในหัวข้อการทนความร้อน

4.6 การสรุปผลการวิเคราะห์

เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาใส่ในตารางจะสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.16 สรุปผลการวิจัย

ลำดับที่	หัวข้อการเปรียบเทียบความสำคัญในการตัดสินใจ	% ถ่วงน้ำหนัก	การก่อสร้างแบบดั้งเดิม	การก่อสร้างแบบหล่อประกอบ
1	ผลกำไร -ต้นทุนค่าแรง -ต้นทุนค่าเครื่องจักร -ต้นทุนวัสดุ -ต้นทุนค่าOverhead และดอกเบี้ย	50%	17,874,969 บาท	48,897,885 บาท
คิดเป็น			18.28%	50%
2	ความเร็วการก่อสร้าง -ระยะเวลาการก่อสร้างของบ้านแต่ละหลัง -ระยะเวลาของโครงการ	35%	4.24 ปี	3.33 ปี
คิดเป็น			25.54%	35%

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อการเปรียบเทียบความสำคัญในการตัดสินใจ	% ถ่วงน้ำหนัก	การก่อสร้างแบบดั้งเดิม	การก่อสร้างแบบหล่อประกอบ
3	คุณสมบัติของวัสดุ	15%		
	-การดูดซับกันเสียง	5%	42 เดซิเบล	49 เดซิเบล
	-การเป็นฉนวนกันความร้อน	5%	0.77 sqm K/W	0.63 sqm K/W
	-การทนไฟ	5%	3 Hr	2 Hr
% ของการดูดซับเสียง			4.28%	5%
% ของการเป็นฉนวนความร้อน			5%	4.09%
% ของการทนไฟ			5%	3.33%
ผลรวมคะแนน			58.1%	97.42%

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเรื่องปัจจัยการตัดสินใจของผู้บริหารโครงการบ้านอยู่สบายเพื่อที่จะตัดสินใจเลือกกรรมวิธีการก่อสร้างเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิม และการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยผู้วิจัยได้ทาการสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การก่อสร้างทั้ง 2 แบบนั้น อาจมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปตามคุณลักษณะของวัสดุ และการผลิต ทำให้ต้องนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติ และกรรมวิธีในการก่อสร้างของทั้ง 2 แบบ จากการทำวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า

5.1.1 ปัจจัยทางด้านผลกำไร จาก BOQ ของบ้านพบว่าการก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นมีผลกำไรที่มากกว่า อีกทั้งยังใช้คนงานน้อยกว่าในการก่อสร้าง แต่ก็ต้องใช้เครื่องจักรมากขึ้น เข้ามาช่วยในงาน เนื่องจากเครื่องจักรมีราคาที่สูง ทำให้ต้องผลิตบ้านเป็นจำนวนครั้งละมากๆ เพื่อให้เครื่องจักรที่ซื้อมาเฉลี่ยต้นทุน เมื่อผ่านจุดคุ้มทุนมาแล้วก็จะทำให้โครงการต่อๆ ไปมีกำไรมหาศาล นอกจากนี้ยังทำให้โครงการสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายทางอ้อมได้ ยกตัวอย่างเช่น ค่าเงินเดือนพนักงาน ถ้าหากว่าโครงการวางแผนไว้ที่ 5 ปี แต่สามารถทำให้เสร็จได้ภายใน 3 ปีก่อจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายจำพวกนี้ได้เป็นอย่างมาก

5.1.2 ปัจจัยทางด้านระยะเวลา จากตารางงาน เมื่อนำมาเปรียบเทียบการก่อสร้างทั้ง 2 แบบ พบว่าการก่อสร้างแบบหล่อประกอบใช้เวลาการก่อสร้างต่อหลังน้อยกว่าการก่อสร้างแบบดั้งเดิม เนื่องจากการก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นจะสามารถทำพร้อมกันได้ทีละหลายๆ หลัง ทำให้อัตราการผลิตบ้านสูงเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีก่อสร้างแบบดั้งเดิม อีกทั้งยังสามารถช่วยลดระยะเวลาของโครงการลงได้อีกมากซึ่งจะช่วยในเรื่องของรอบการทำธุรกิจ สมมุติว่า จากเดิมที่ 1 โครงการ ใช้เวลา 6 ปี การก่อสร้างแบบหล่อประกอบอาจจะช่วยลดระยะเวลาเหลือเพียงแค่ 3 ปี ทำให้โครงการเดิมที่ตั้งไว้จบเร็วกว่ากำหนด และสามารถที่จะขึ้นโครงการใหม่ได้อีกเมื่อจบโครงการแรกในปีที่ 3 การก่อสร้างแบบปกติก็สามารถทำได้ โดยการเพิ่มจำนวนผู้รับเหมา แต่ก็

อาจจะต้องหาคนงานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแนวโน้มคนงานในอนาคตจะหายากและมีราคาสูง จึงเป็นการยากที่จะหาผู้รับเหมาเพิ่ม

5.1.3 ปัจจัยทางด้านคุณสมบัติของวัสดุ จากที่ได้ทำการวิจัยมา คุณสมบัติของวัสดุก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียในแต่ละแบบ สรุปได้ดังนี้ จากการค้นคว้าข้อมูลพบว่า การก่อสร้างแบบหล่อประกอบจะสามารถทนเสียงได้ดีกว่าการก่อสร้างแบบดั้งเดิมที่ก่อด้วยอิฐมวลเบา แต่ว่าการต้านทานความร้อน และการทนความร้อนนั้น การก่อสร้างแบบดั้งเดิมที่ก่อด้วยอิฐมวลเบาจะสามารถกันได้ดีกว่าและนานกว่า

สรุปได้ว่าผลการศึกษาข้อมูลของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมได้ผลคะแนน 58.1 % และการก่อสร้างแบบหล่อประกอบได้คะแนนทั้งหมด 97.42 % จึงสรุปได้ว่าการก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นมีประสิทธิภาพและประโยชน์มากกว่าการก่อสร้างแบบดั้งเดิมที่ทำกันอยู่

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะการนำผลการศึกษาไปใช้

การศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างแบบดั้งเดิม และการก่อสร้างแบบหล่อประกอบ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1.1 จากการศึกษาข้อมูลทางด้านราคานั้นในส่วนของการประมาณราคาในการก่อสร้างแบบดังเดิมนั้นค่าก่อสร้างเกิดขึ้นจริงตามที่ได้ทำโครงการจริง แต่การก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นเกิดจากการประมาณราคาเบื้องต้นโดยที่ยังไม่ได้ทำการสร้างจริงอาจเกิดข้อผิดพลาดบางอย่างในการประมาณ ก่อนการนำไปใช้ควรศึกษาข้อมูลและกรรมวิธีให้ละเอียดมากขึ้นเพื่อป้องกันความเสี่ยงในการขาดทุน และควรจะศึกษางานจากผู้ที่มีประสบการณ์เพื่อให้งานดำเนินไปอย่าไม่มีปัญหาตามมา

5.2.1.2 การศึกษาครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการธุรกิจบ้านจัดสรร เพื่อใช้เป็นปัจจัยข้อมูลในการตัดสินใจดำเนินงานในโครงการและการวางแผนกลยุทธ์ในแนวทางการผลิตให้แก่เจ้าของโครงการ ในการควบคุมคุณภาพ ระยะเวลา และต้นทุน เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารงานก่อสร้าง ให้กับผู้ประกอบการได้ดำเนินการให้ได้ผลกำไรที่เพิ่มขึ้น และลดระยะเวลาการก่อสร้างได้มากขึ้นโดยที่ไม่ต้องพึ่งแรงงานมากนัก

5.2.2 ข้อเสนอแนะการศึกษาครั้งต่อไป

5.2.2.1 การศึกษาครั้งนี้ใช้หัวข้อในการประเมินอาจมีหัวข้อไม่เพียงพอต่อขอบเขตที่คนสนใจอาจจะสามารถ ทำหัวข้อเพิ่มได้ภายหลังแล้วทำการใช้ข้อมูลเดิมเพื่อมาประเมินอีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

5.2.2.2 ควรศึกษาและวิเคราะห์ความพึงพอใจของลูกค้าในการตัดสินใจเลือกบ้านแบบหล่อประกอบด้วย เพราะว่าในงานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาแต่ผลประโยชน์ทางผู้รับเหมา แต่อาจจะไม่ได้คำนึงถึงในด้านของลูกค้าและความเชื่อมั่นในการตลาด ของลูกค้าอีกครั้ง

5.2.2.3 ควรศึกษากรรมวิธีการในการก่อสร้างเนื่องจากการก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นมีหลายวิธีหลายแบบแตกต่างกัน ควรจะต้องศึกษากรรมวิธีในการผลิตอีกครั้งว่าแบบไหนถึงจะเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่ากัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

ศจี ศิริไกร, (2003). **เอกสารประกอบการสอนวิชา บป. 314 : การวิเคราะห์ระบบงาน (Work Flow Analysis)**

กนต์ธร ชำนิประศาสน์, (2012). เอกสารประกอบการสอนวิชาเศรษฐศาสตร์ : การวิเคราะห์การตัดสินใจทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Decision Analysis)

Winstone Wallboards, (2013). **Sub Inter-tenancy Noise Control Systems . Available from : URL** : http:// www.gib.co.nz/

PCI Precast / Prestressed Concrete Institute, (2009) . **Designer's Notebook : Acoustics**

Neil A. Shaw, (2002) . **First Pan-American/Iberian Meeting on Acoustics : Common Sound**

QCON Quality Construction Product, (2010) . ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบ Q-Con : คุณสมบัติวัสดุ

Yothin Ungkoon, (2007). **Analysis of Microstructure and Properties of Autoclaved Aerated Concrete Wall Construction Materials : Results and Discussion.**

Waffle Crete, (2003) . **Fire Endurance of "Waffle Crete " walls floors and roofs : standard waffle crete wall Internet Resources**

Pruksa Real Estate (2006). **ขั้นตอนการหล่อผนัง Pruksa Precast Available from** : URL : http://www.pruksa.com/ pruksaprecast/precast Technology.aspx?menuId=3&lang=TH

Pruksa Real Estate (2006). **การสร้างบ้าน Pruksa Precast Available from** : URL : http://www.pruksa.com/ pruksaprecast/precastConstruction.aspx?menuId=4& lang=TH

Thaicontractor. com (2012) . **หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางของอาคารและสิ่งก่อสร้าง** Available from : URL : http://www.thaicontractors.com/content/cmenu/1/51/247.html

Choo Chuay , (2013) .**ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและการจัดการภัยพิบัติ : โครงสร้างอาคารกับอัคคีภัย**Available from : URL : http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/fire/item/

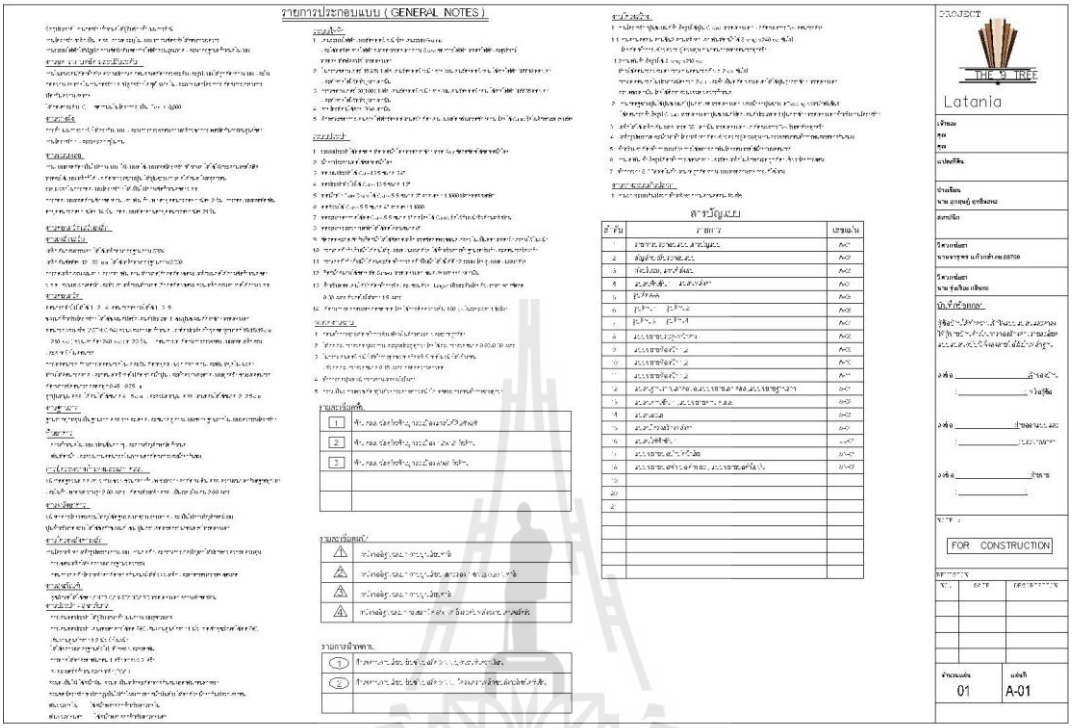
Maple Integration Co.,Ltd , (2012**). ขั้นการสูญเสียการส่งผ่านเสียง (Sound Transmission Class, STC)** Available from : URL : http://mapleintegration.com/sound_transmission.php

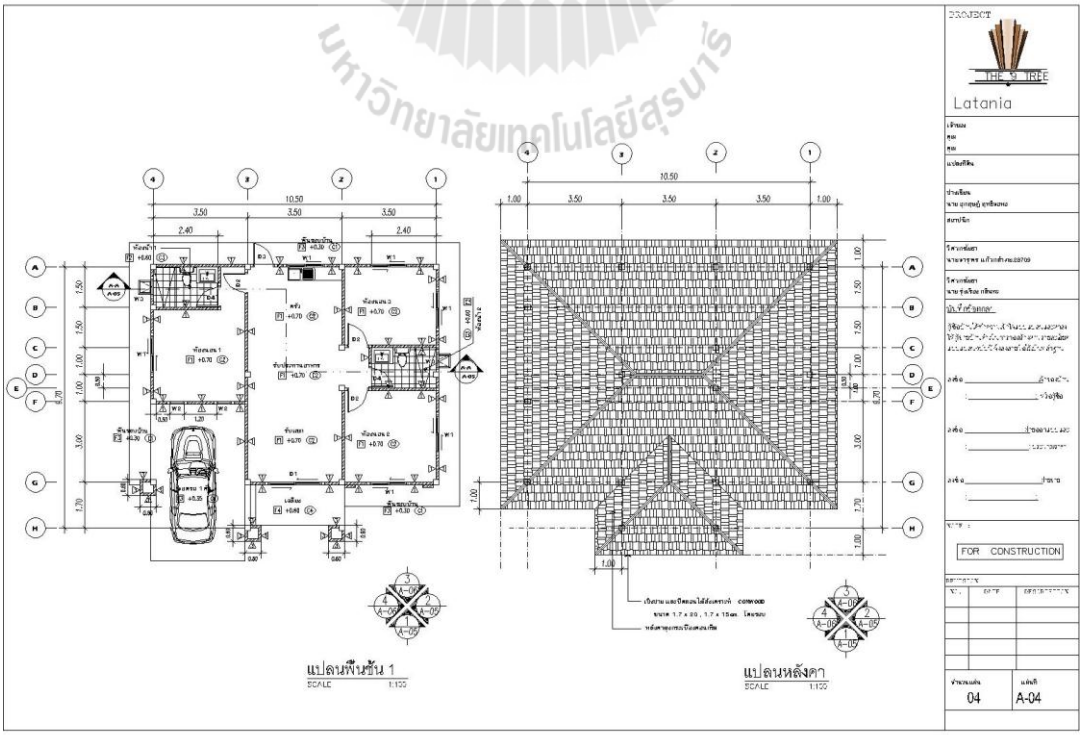
Rockwool Building Materials Co., Ltd , (2009) . **ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัตถุ** Available from : URL : http://www.rockwool.co.th/thermal/r+-c12-+u+value

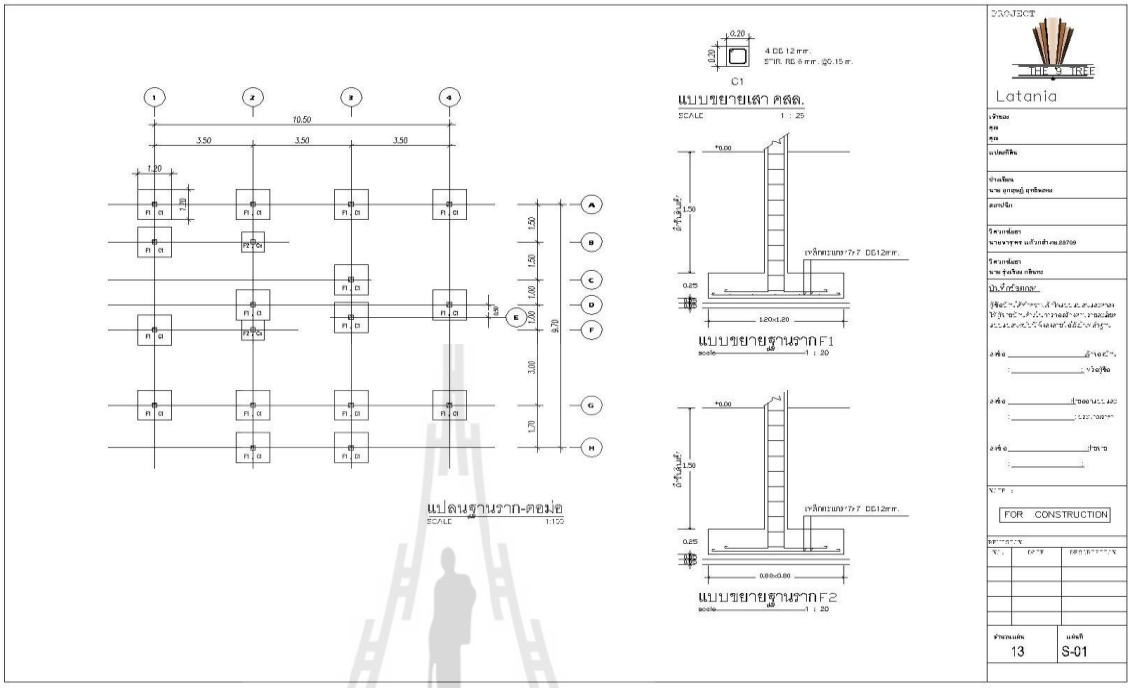
ภาคผนวก
ข้อมูลโครงการกรณีศึกษา

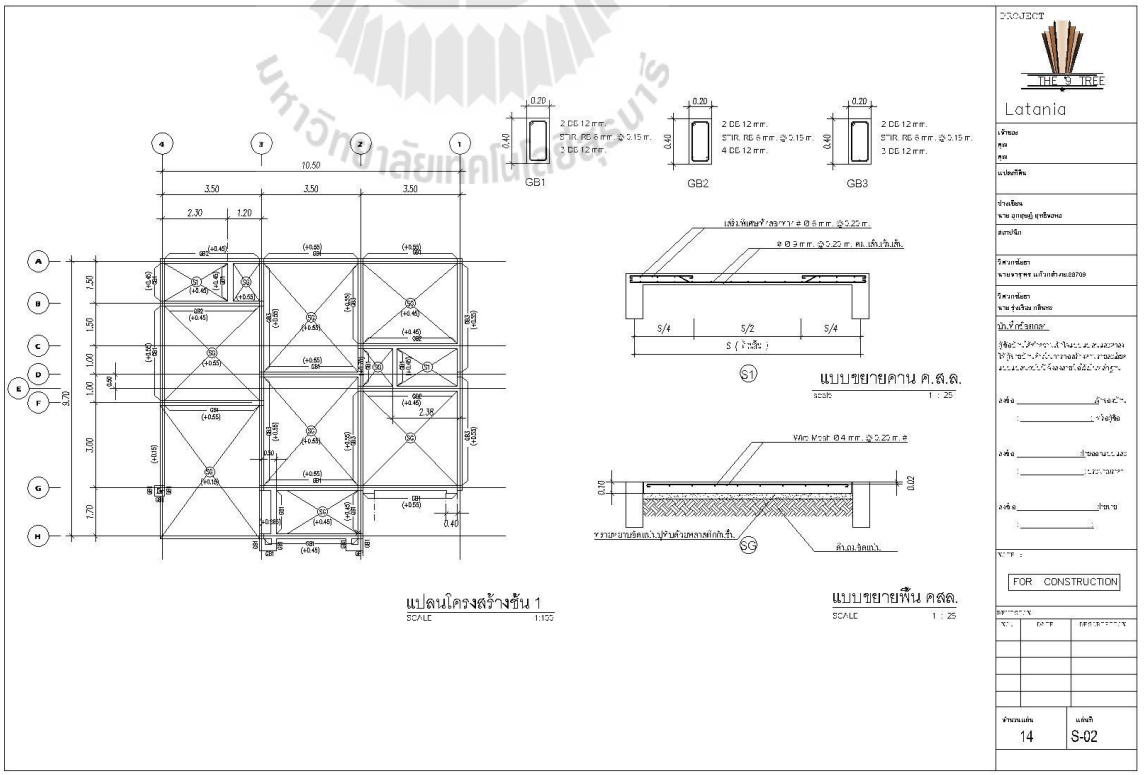
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

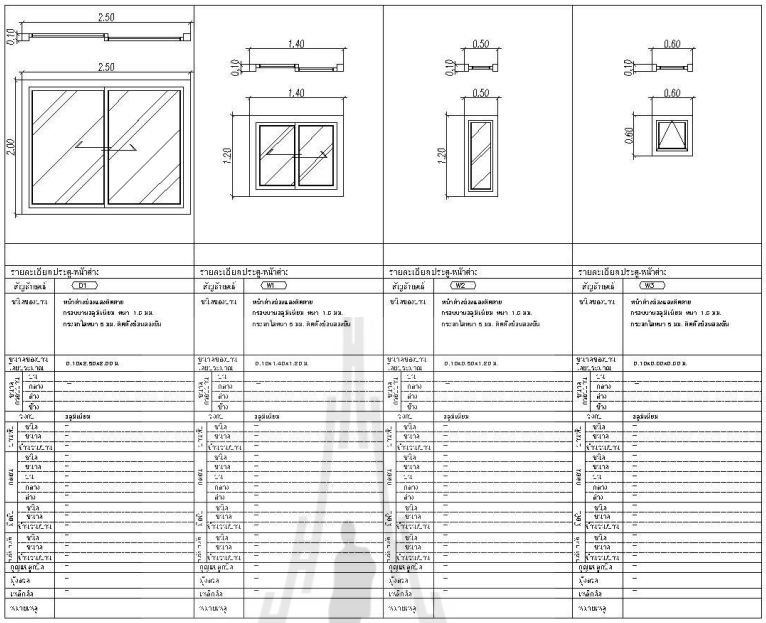
แบบงานก่อสร้างแบบดั้งเดิม (Traditional House Plan)






แบบขยายเสา คสล.
SCALE 1 : 25
แบบขยายฐานราก F1
SCALE 1 : 20
แบบขยายฐานราก F2
SCALE 1 : 20
แปลนฐานราก-คอนโซล
SCALE 1:100
PROJECT
Latania
FOR CONSTRUCTION
13
S-01


GB1
GB2
GB3
แบบขยายคาน ค.ส.ล.
SCALE 1 : 25
แบบขยายพื้น คสล.
SCALE 1 : 25
แปลนโครงสร้างชั้น 1
SCALE 1:100
PROJECT
Latania
FOR CONSTRUCTION
14
S-02



รายละเอียดประตู-หน้าต่าง								
ตัวอักษรแสดง	D		W1		W2		W3	
ชนิดของวัสดุ	หน้าต่างบ่องแมลงลดิดกระจกลูกฟักเขียว หนา 1.0 มม. กระจกใสหนา 5 มม. ลิดตัวบ่องแมลงมีบ		หน้าต่างบ่องแมลงลดิดกระจกลูกฟักเขียว หนา 1.0 มม. กระจกใสหนา 5 มม. ลิดตัวบ่องแมลงมีบ		หน้าต่างบ่องแมลงลดิดกระจกลูกฟักเขียว หนา 1.0 มม. กระจกใสหนา 5 มม. ลิดตัวบ่องแมลงมีบ		หน้าต่างบ่องแมลงลดิดกระจกลูกฟักเขียว หนา 1.0 มม. กระจกใสหนา 5 มม. ลิดตัวบ่องแมลงมีบ	
ขนาดของวัสดุ (กว้าง x สูง) ซม.	0.10x2.50x2.00 ม.		0.10x1.40x1.20 ม.		0.10x0.50x1.20 ม.		0.10x0.60x0.60 ม.	
ขนาด (กว้าง x สูง) ซม.	บน	–	บน	–	บน	–	บน	–
	กลาง		กลาง		กลาง		กลาง	
	ล่าง		ล่าง		ล่าง		ล่าง	
	ข้าง		ข้าง		ข้าง		ข้าง	
วงกบ	วัสดุที่ใช้		วัสดุที่ใช้		วัสดุที่ใช้		วัสดุที่ใช้	
วงกบ ด้านบน	ขวัญ	–	ขวัญ	–	ขวัญ	–	ขวัญ	–
	ขวาง	–	ขวาง	–	ขวาง	–	ขวาง	–
	ไม้ระแนง	–	ไม้ระแนง	–	ไม้ระแนง	–	ไม้ระแนง	–
กรอบ	ขวัญ	–	กรอบ	ขวัญ	–	กรอบ	ขวัญ	–
	ขวาง	–		ขวาง	–		ขวาง	–
	ล่าง	–		ล่าง	–		ล่าง	–
	กลาง	–		กลาง	–		กลาง	–
	ตั้ง	–		ตั้ง	–		ตั้ง	–
วงกบ ด้านล่าง	ขวัญ	–	วงกบ ด้านล่าง	ขวัญ	–	วงกบ ด้านล่าง	ขวัญ	–
	ขวาง	–		ขวาง	–		ขวาง	–
	ไม้ระแนง	–		ไม้ระแนง	–		ไม้ระแนง	–
วงกบ ด้านข้าง	ขวัญ	–	วงกบ ด้านข้าง	ขวัญ	–	วงกบ ด้านข้าง	ขวัญ	–
	ขวาง	–		ขวาง	–		ขวาง	–
	ไม้ระแนง	–		ไม้ระแนง	–		ไม้ระแนง	–
กุญแจ	กุญแจ	–	กุญแจ	–	กุญแจ	–	กุญแจ	–
บานพับ	บานพับ	–	บานพับ	–	บานพับ	–	บานพับ	–
เหล็กดัด	เหล็กดัด	–	เหล็กดัด	–	เหล็กดัด	–	เหล็กดัด	–
หมายเหตุ	หมายเหตุ		หมายเหตุ		หมายเหตุ		หมายเหตุ	

แบบขยายหน้าต่าง
SCALE 1:25

PROJECT
THE 9 TREE
Latania

เจ้าของ
ชื่อ
ชื่อ

แบบสถาปัตย์

ผู้ช่วยสถาปนิก
นาย อุกฤษฎ์ ฤทธิ์ผงพล

สถาปนิก

วิศวกรที่ปรึกษา
นายพรชัย แก้วเก่งคน 88709

วิศวกรที่ปรึกษา
นาย ชุ่งเรือง กลิ่นขจร

ปก.ที่ก่อสร้าง

ลงชื่อ _____ เจ้าของบ้าน
(_____)

ลงชื่อ _____ ผู้ช่วยสถาปนิก
(_____)

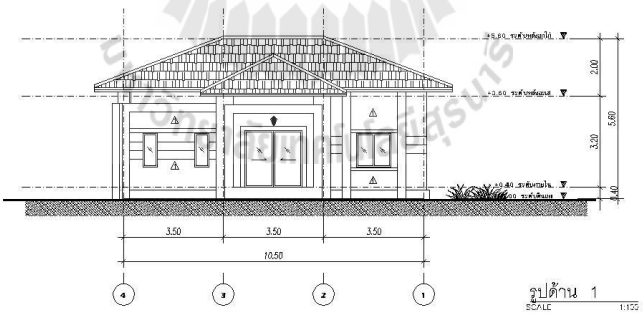
ลงชื่อ _____ สถาปนิก
(_____)

หมายเหตุ :
FOR CONSTRUCTION

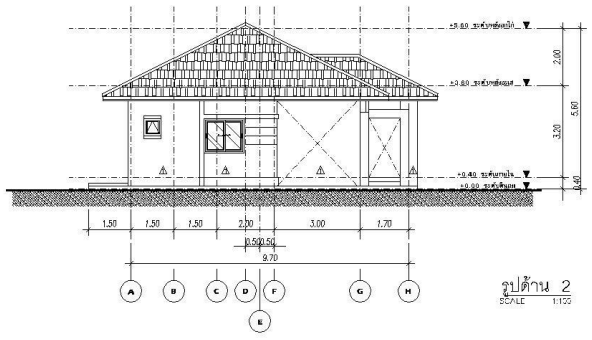
REVISIONS		
NO.	DATE	DESCRIPTION

หน้าแบบแต่ละ 08 | แผ่นที่ A-08

หน้าแบบแต่ละ



รูปด้าน 1
SCALE 1:100



รูปด้าน 2
SCALE 1:100

PROJECT
THE 9 TREE
Latania

เจ้าของ
ชื่อ
ชื่อ

แบบสถาปัตย์

ผู้ช่วยสถาปนิก
นาย อุกฤษฎ์ ฤทธิ์ผงพล

สถาปนิก

วิศวกรที่ปรึกษา
นายพรชัย แก้วเก่งคน 88709

วิศวกรที่ปรึกษา
นาย ชุ่งเรือง กลิ่นขจร

ปก.ที่ก่อสร้าง

ลงชื่อ _____ เจ้าของบ้าน
(_____)

ลงชื่อ _____ ผู้ช่วยสถาปนิก
(_____)

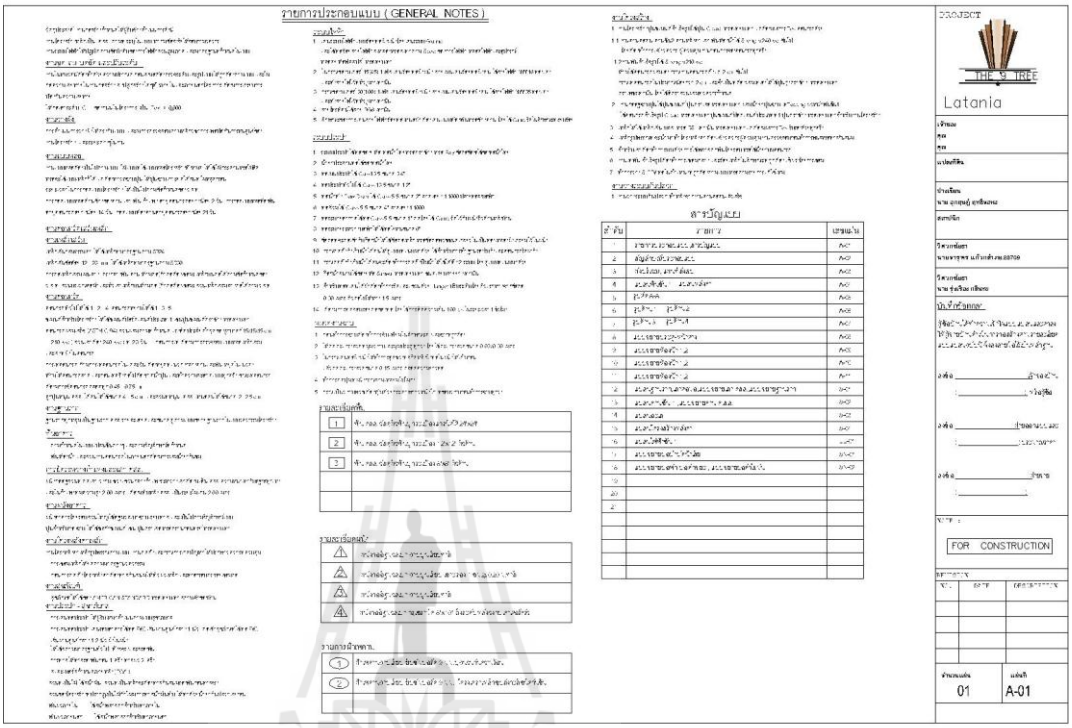
ลงชื่อ _____ สถาปนิก
(_____)

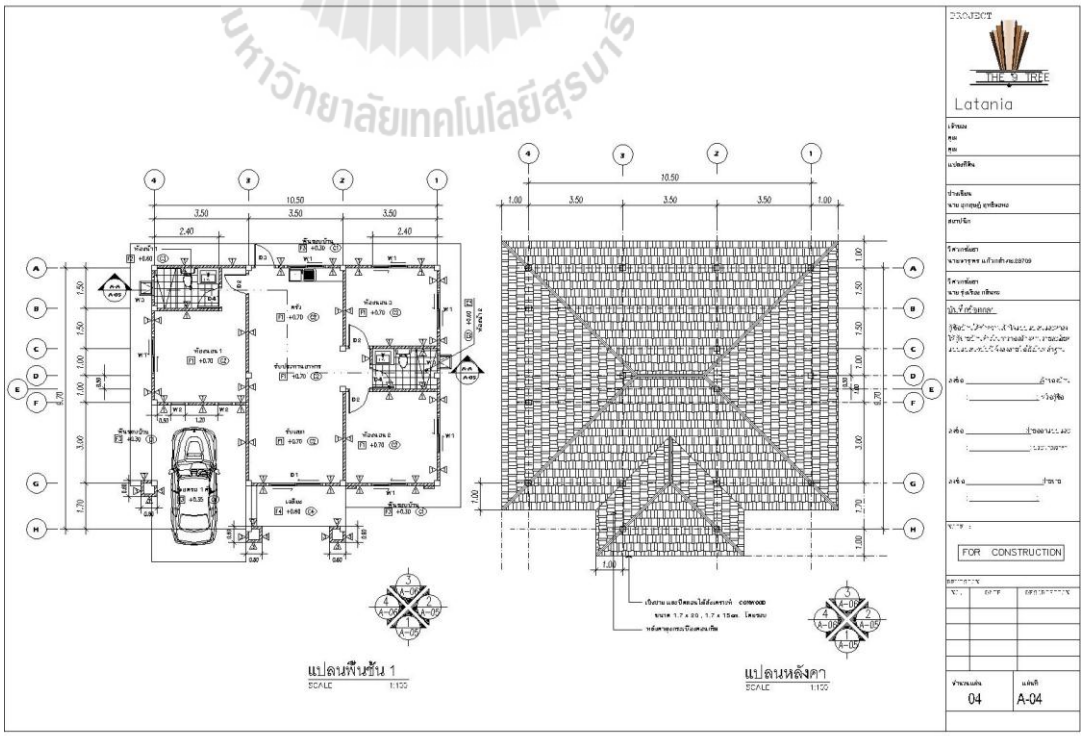
หมายเหตุ :
FOR CONSTRUCTION

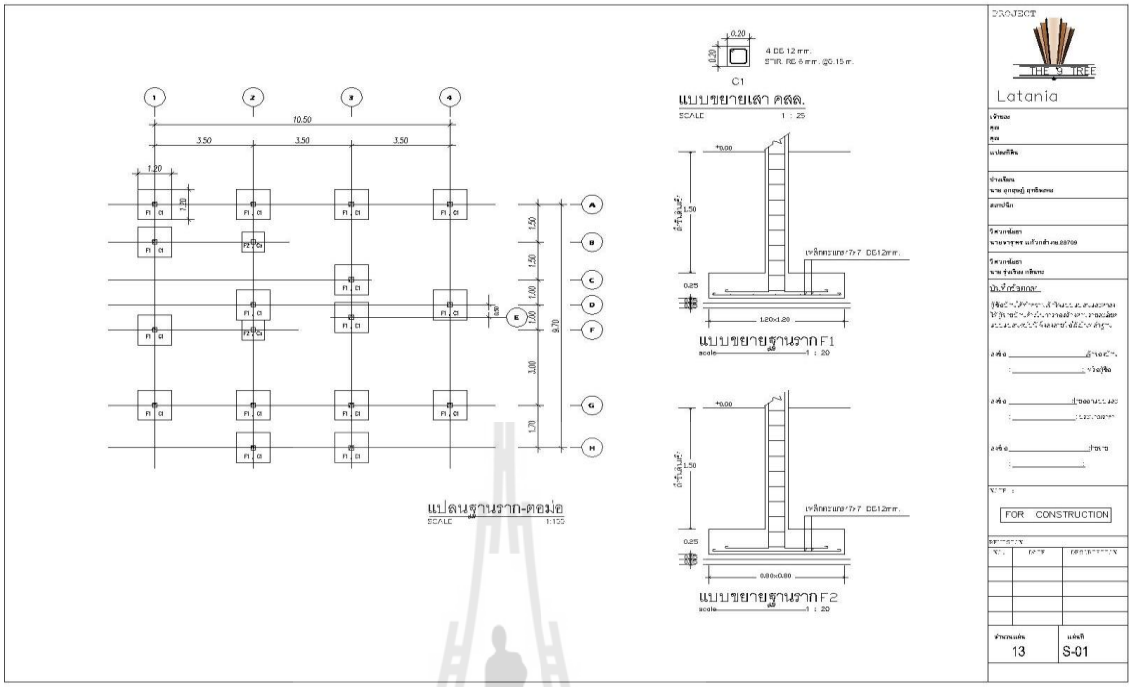
REVISIONS		
NO.	DATE	DESCRIPTION

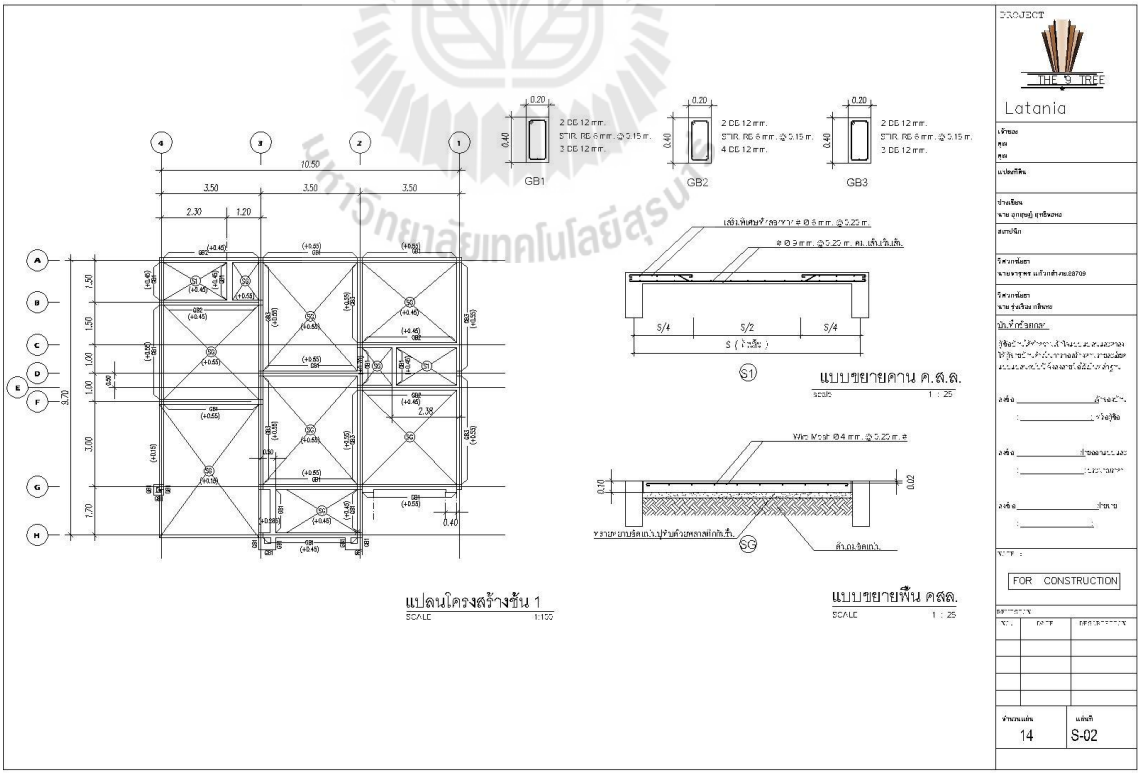
หน้าแบบแต่ละ 06 | แผ่นที่ A-06

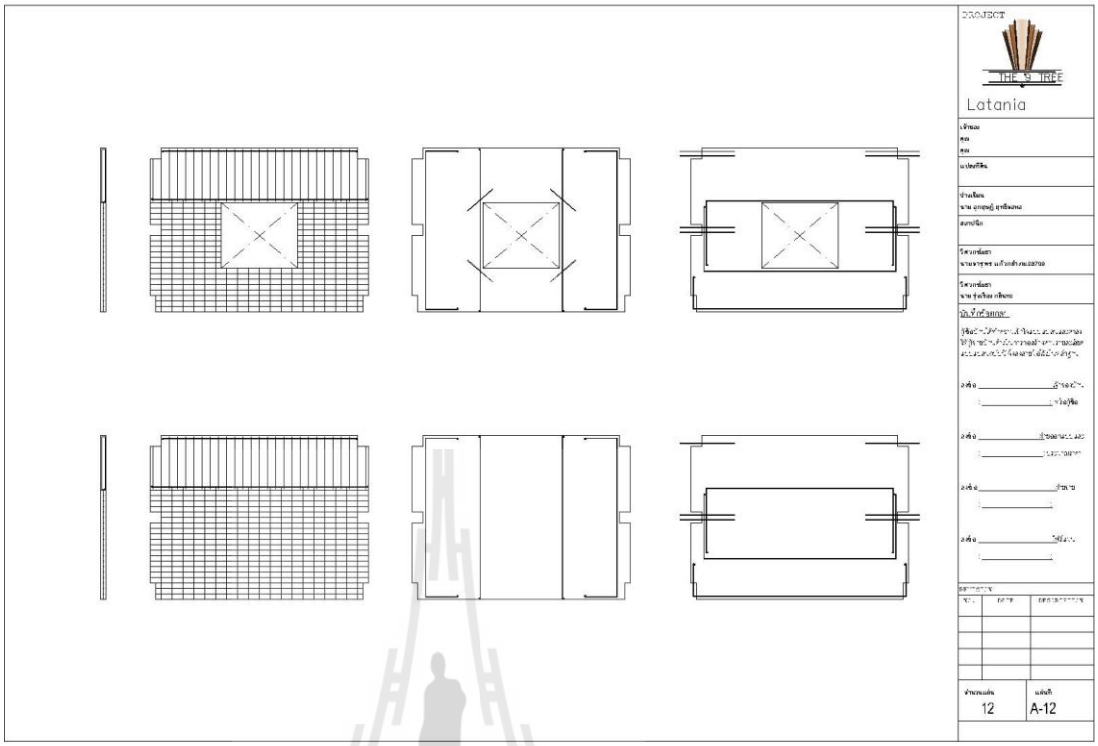
แบบงานก่อสร้างแบบหล่อประกอบ (Precast House Plan)

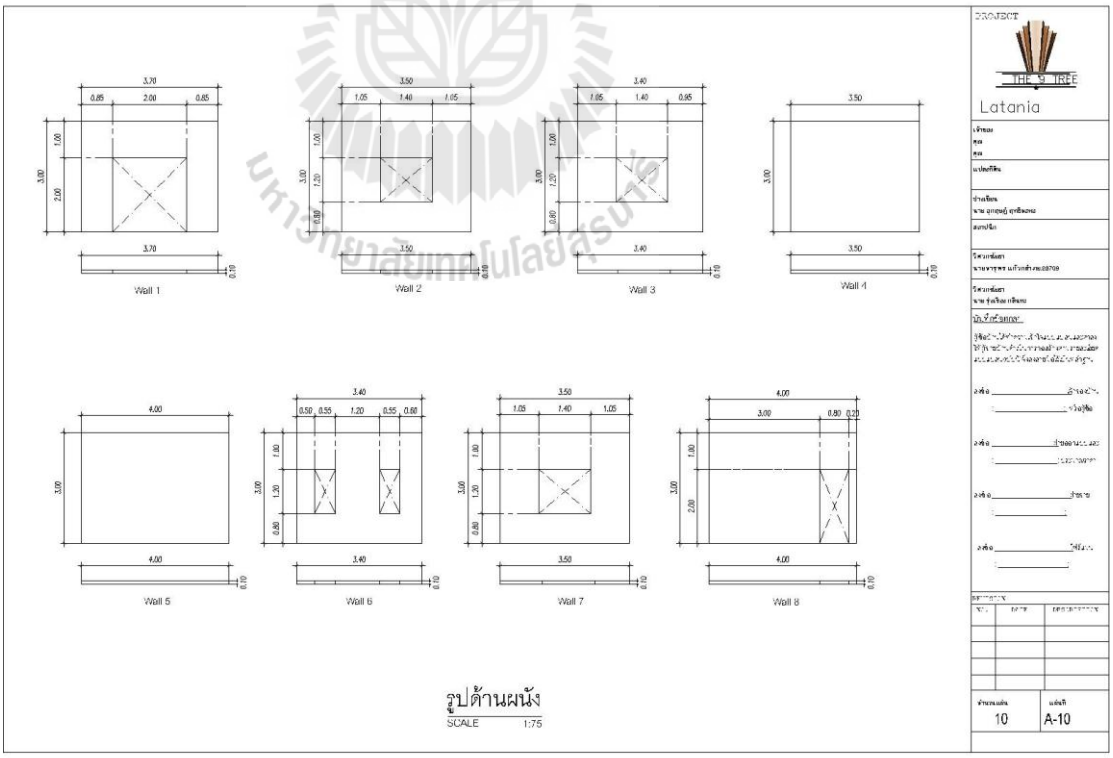


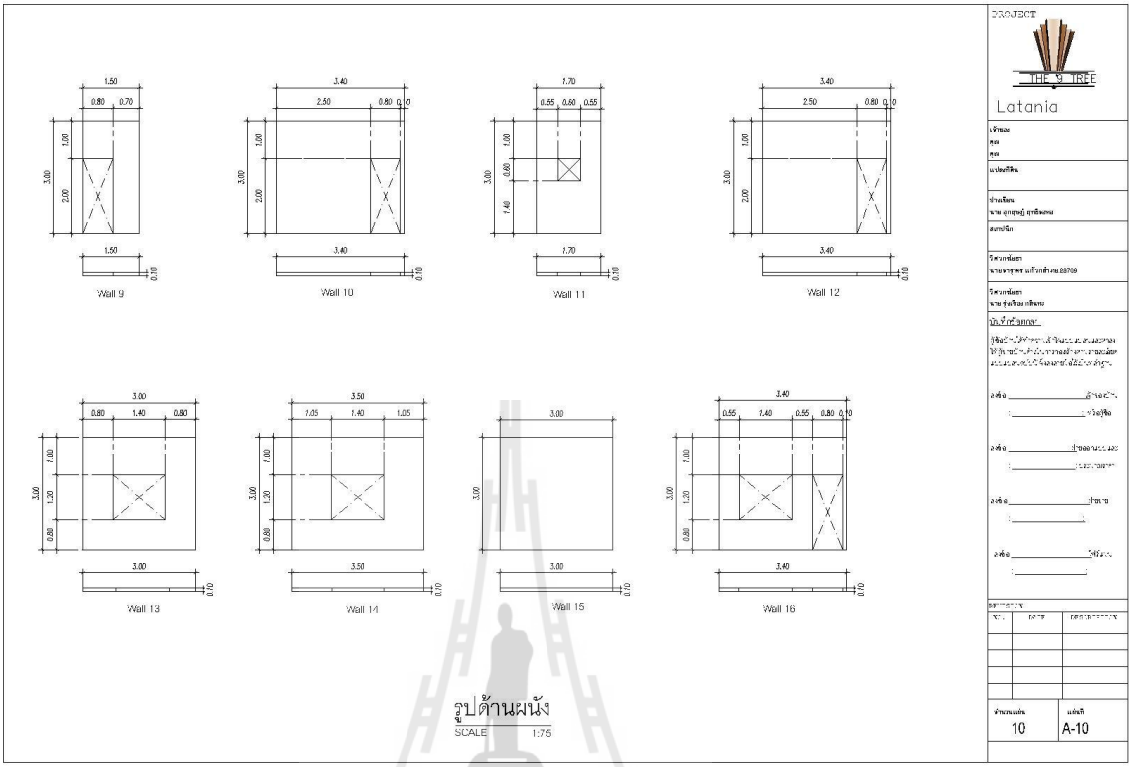


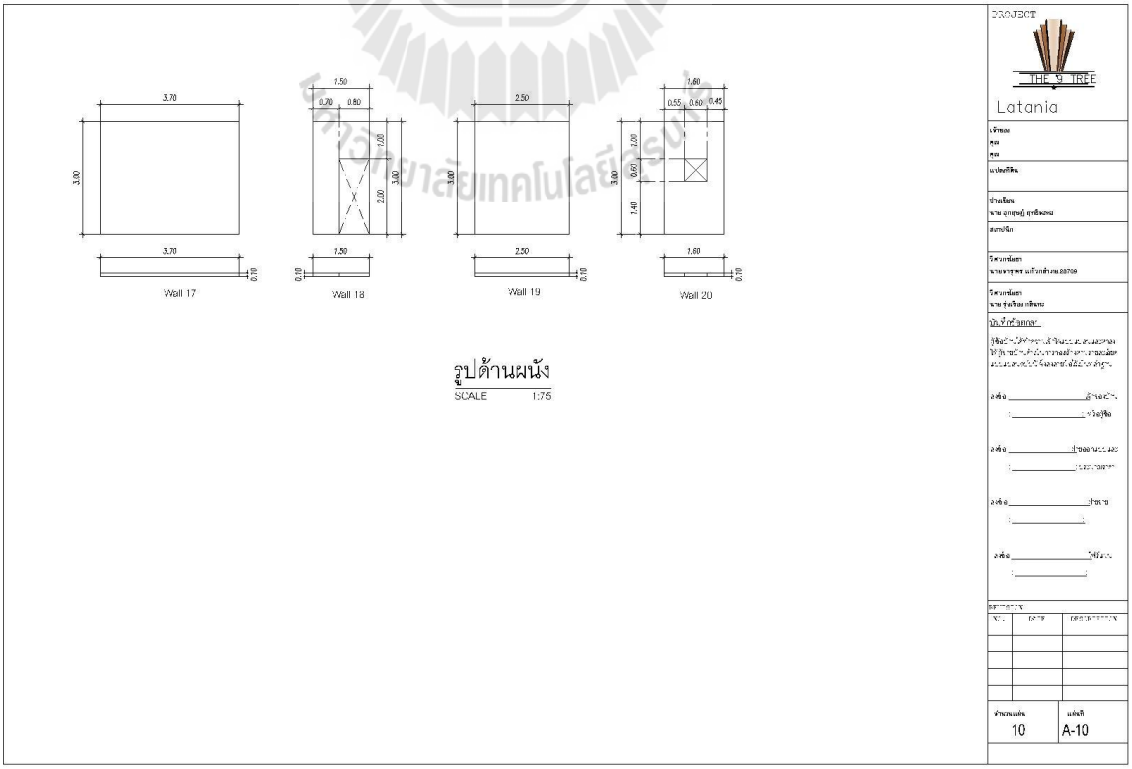

แบบขยายเสา คสล.
SCALE 1 : 25
แบบขยายฐานราก F1
scale 1 : 20
แบบขยายฐานราก F2
scale 1 : 20
แปลนฐานราก-ตอม่อ
SCALE 1:100
PROJECT
THE 9 TREE
Latania
FOR CONSTRUCTION
13
S-01

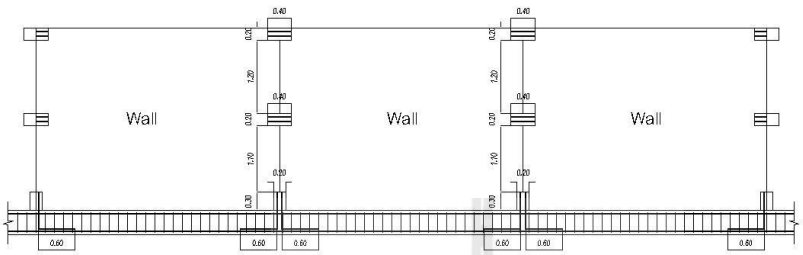

GB1
GB2
GB3
แบบขยายคาน ค.ส.ล.
scale 1 : 25
แบบขยายพื้น คสล.
SCALE 1 : 25
แปลนโครงสร้างชั้น 1
SCALE 1:100
PROJECT
THE 9 TREE
Latania
FOR CONSTRUCTION
14
S-02


PROJECT
THE TREE
Latania
12
A-12


PROJECT
THE TREE
Latania
Wall 1
Wall 2
Wall 3
Wall 4
Wall 5
Wall 6
Wall 7
Wall 8
รูปด้านผนัง
SCALE 1:75
10
A-10


Wall 9
Wall 10
Wall 11
Wall 12
Wall 13
Wall 14
Wall 15
Wall 16
รูปด้านผนัง
SCALE 1:75
PROJECT
Latania
10
A-10


Wall 17
Wall 18
Wall 19
Wall 20
รูปด้านผนัง
SCALE 1:75
PROJECT
Latania
10
A-10



แบบขยายจุดเชื่อมต่อผนัง

SCALE 1 : 33

PROJECT

THE 9 TREE

Latania

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการคำนวณแผ่นผนังหล่อประกอบ

การคำนวณ ในการออกแบบเหล็กเสริมในผนังสำเร็จรับแรงอัด

ความสูง h = 3.00 m.

Fc'=210 , Fc=94.5 , Fs=1500 , n = Es/Ec=135/sqrt(fc') = 9 , k = 0.362 , j = 0.879 ,R = 15.03 ksc.

1.เลือกความหนาของผนัง (t) = h/30 = 10 cm. Use = 10 cm.

2.หาน้ำหนักบรรทุก DL = 660 kg.

SL = 1980 kg.

WL = 660 kg.

TL = 3300 kg.

3.ตรวจสอบแรงกด (bearing strength) ที่ด้านบนของผนัง

b = 5.0 cm.

l = 100 cm.

เนื้อที่รับแรงกด A_1 = 500 cm^2

แรงกด = 3300 kg.

กำลังแรงกดของคอนกรีต = 0.25 fcA_1 = 26,250 kg. OK.

4. ตรวจสอบกำลังรับน้ำหนัก (load capacity) ของผนัง คสล.

กำลังรับแรงอัดที่ยอมให้ของคอนกรีต (Pnw)

$Pnw = 0.225\ fcAg\ (1-(h/40t)^3)$

Pnw = 23601.37 kg.

แรงอัดที่กระทำต่อผนัง = 3300 kg. OK.

5. เหล็กเสริมในผนัง

พิจารณาเล็กเสริมชั้นเดียวในผนังทุกๆความยาว 1 เมตร

เหล็กเสริมในแนวตั้ง 0.0015 (bxt)x2 = 1.5 cm^2 Use ใช้เหล็ก RB9 mm.@ 0.20 cm.

เหล็กเสริมในแนวนอน 0.0025 (bxt)x2 = 2.5 cm^2 Use ใช้เหล็ก RB 9 mm.@ 0.10 cm# ใช้กับผนังทุกแผ่น

การออกแบบเหล็กเสริมในผนังสำเร็จรับแรงอัด

L = 3.70 m.

หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต $f_c^{'}$	=210	ksc	
หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริม f_s	=1700	ksc	
ความยาวของคาน	=3.70	m.	
ขนาดของหน้าตัด)BxH)	=10x100	cm.	
ความลึกประสิทธิผล)d)	=97	cm.	
ความลึกคานน้อยสุดที่ต้องการ hmin=L/16	=23.13	cm.	
น้ำหนักบรรทุกจากภายนอก	=1500	kg/m	
น้ำหนักบรรทุกจากคาน	=240	kg/m	
รวมน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด	=1740	kg/m	
โมเมนต์บวก M+=(Wtotal*L^2)/8	=2977.5750000000003	kg-m	
โมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต Mc=(Rbd^2)	=13161.3	kg-m	
โมเมนต์ต้านทานโดยเหล็กเสริม Ms	=3313.07	kg-m	
n=134/Sqrt(f'c)	=2		
k=1/(1+fs/(n*0.45*f'c))	=0.333		
j=(1-k/3)	=0.889		
R=(0.5*0.45f'c*k*j)	=13.988	ksc	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย คอนกรีต As1	=2.03	cm^2	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย เหล็ก As2	=0	cm^2	
รวม พท หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง.As	=2.03	cm^2	
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm. ($As=2.26cm^2$)	OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ : 2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด As'	=0	cm^2	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2)	OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ : 2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.	
ค่าหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น V = W*L/2	=2775	kg	
ค่าหน่วยแรงเฉือนของคอนกรีต Vc =0.29*Sqrt(f'c)*b*d	=4076.42	kg/cm^2	
ค่าหน่วยแรงเฉือน Vs = V - Vc	=-1301.42	kg/cm^2	
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. (Av=0.57)cm^2	

เนื่องจาก Vs<= 0.795*Sqrt(f'c)*b*d = (11175.03)

-1.ระยะห่างที่ยอมให้=Av*fv*d/Vs	=-50.58	cm.
-2.ระยะห่างที่ยอมให้=d/2	=48.5	cm.
-3.ระยะห่างที่ยอมให้=	=60	cm.
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.

<u>สรุปผลการออกแบบผนังรับแรงอัด</u>

ขนาดหน้าตัด)BxH) =10x100 cm.

ใช้เหล็กล่าง ขนาด =2DB12 mm

ใช้เหล็กบน ขนาด =2DB12 mm

ใช้เหล็กปลอก ขนาด =RB6 mm. @15cm.

การออกแบบเหล็กเสริมในผนังสำเร็จรับแรงอัด

L = 3.50 m.

หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต f_c'	=210	ksc
หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริม f_s	=1700	ksc

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ความยาวของคาน	=3.50	m.
ขนาดของหน้าตัด)BxH)	=10x100	cm.
ความลึกประสิทธิผล)d)	=95	cm.
ความลึกคานน้อยสุดที่ต้องการ hmin=L/16	=21.88	cm.
น้ำหนักบรรทุกจากภายนอก	=1500	kg/m
น้ำหนักบรรทุกจากคาน	=240	kg/m
รวมน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด	=1740	kg/m
โมเมนต์บวก M+=(Wtotal*L^2)/8	=2664.375	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต Mc=(Rbd^2)	=12624.2	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยเหล็กเสริม Ms	=3244.76	kg-m
n=134/Sqrt(f'c)	=2	
k=1/(1+fs/(n*0.45*f'c))	=0.333	
j=(1-k/3)	=0.889	
R=(0.5*0.45f'c*k*j)	=13.988	ksc
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย คอนกรีต As1	=1.86	cm^2
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย เหล็ก As2	=0	cm^2
รวม พท หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง.As	=1.86	cm^2
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2) OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ :2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด As'	=0	cm^2
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2) OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ :2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.
ค่าหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น V = W*L/2	=2625	kg
ค่าหน่วยแรงเฉือนของคอนกรีต Vc =0.29*Sqrt(f'c)*b*d	=3992.37	kg/cm^2
ค่าหน่วยแรงเฉือน Vs = V - Vc	=-1367.37	kg/cm^2
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. (Av=0.57)cm^2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เนื่องจาก Vs<= 0.795*Sqrt(f'c)*b*d = (10944.61)

-1.ระยะห่างที่ยอมให้=Av*fv*d/Vs	=-47.15	cm.
-2.ระยะห่างที่ยอมให้=d/2	=47.5	cm.
-3.ระยะห่างที่ยอมให้=	=60	cm.
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.

<u>สรุปผลการออกแบบผนังรับแรงอัด</u>

ขนาดหน้าตัด)B x H)	=10x100	cm.
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.

การออกแบบเหล็กเสริมในผนังสำเร็จรับแรงอัด

L = 3.40 m.

หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต f_c'	=210	ksc
หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริม f_s	=1700	ksc
ความยาวของคาน	=3.40	m.
ขนาดของหน้าตัด)BxH)	=10x100	cm.
ความลึกประสิทธิผล)d)	=95	cm.
ความลึกคานน้อยสุดที่ต้องการ hmin=L/16	=21.25	cm.
น้ำหนักบรรทุกจากภายนอก	=1500	kg/m
น้ำหนักบรรทุกจากคาน	=240	kg/m
รวมน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด	=1740	kg/m
โมเมนต์บวก M+=(Wtotal*L^2)/8	=2514.2999999999997	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต Mc=(Rbd^2)	=12624.2	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยเหล็กเสริม Ms	=3244.76	kg-m
n=134/Sqrt(f'c)	=2	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

k=1/(1+fs/(n*0.45*f'c))	=0.333		
j=(1-k/3)	=0.889		
R=(0.5*0.45f'c*k*j)	=13.988	ksc	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย คอนกรีต As1	=1.75	cm^2	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย เหล็ก As2	=0	cm^2	
รวม พท หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง.As	=1.75	cm^2	
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm. ($As=2.26cm^2$)	OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ : 2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด As'	=0	cm^2	
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm. ($As=2.26cm^2$)	OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ : 2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.	
ค่าหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น V = W*L/2	=2550	kg	
ค่าหน่วยแรงเฉือนของคอนกรีต Vc =0.29*Sqrt(f'c)*b*d	=3992.37	kg/cm^2	
ค่าหน่วยแรงเฉือน Vs = V - Vc	=-1442.37	kg/cm^2	
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. (Av=0.57)cm^2	
เนื่องจาก Vs<= 0.795*Sqrt(f'c)*b*d = (10944.61)			
-1.ระยะห่างที่ยอมให้=Av*fv*d/Vs	=-44.69	cm.	
-2.ระยะห่างที่ยอมให้=d/2	=47.5	cm.	
-3.ระยะห่างที่ยอมให้=	=60	cm.	
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.	

<u>สรุปผลการออกแบบผนังรับแรงอัด</u>

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขนาดหน้าตัด)B x H) =10x100 cm.

ใช้เหล็กล่าง ขนาด =2DB12 mm

ใช้เหล็กบน ขนาด =2DB12 mm

ใช้เหล็กปลอก ขนาด =RB6 mm. @15cm.

การออกแบบเหล็กเสริมในผนังสำเร็จรับแรงอัด

L = 3.00 m.

หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต $f_c^{'}$	=210	ksc
หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริม f_s	=1700	ksc
ความยาวของคาน	=3	m.
ขนาดของหน้าตัด)BxH)	=10x100	cm.
ความลึกประสิทธิผล)d)	=95	cm.
ความลึกคานน้อยสุดที่ต้องการ hmin=L/16	=18.75	cm.
น้ำหนักบรรทุกจากภายนอก	=1500	kg/m
น้ำหนักบรรทุกจากคาน	=240	kg/m
รวมน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด	=1740	kg/m
โมเมนต์บวก M+=(Wtotal*L^2)/8	=1957.5	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต Mc=(Rbd^2)	=12624.2	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยเหล็กเสริม Ms	=3244.76	kg-m
n=134/Sqrt(f'c)	=2	
k=1/(1+fs/(n*0.45*f'c))	=0.333	
j=(1-k/3)	=0.889	
R=(0.5*0.45f'c*k*j)	=13.988	ksc
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย คอนกรีต As1	=1.36	cm^2
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย เหล็ก As2	=0	cm^2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รวม พท หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง.As	=1.36	cm^2
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2) OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ :2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด As'	=0	cm^2
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2) OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ :2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.
ค่าหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น V = W*L/2	=2250	kg
ค่าหน่วยแรงเฉือนของคอนกรีต Vc =0.29*Sqrt(f'c)*b*d	=3992.37	kg/cm^2
ค่าหน่วยแรงเฉือน Vs = V - Vc	=-1742.37	kg/cm^2
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. (Av=0.57)cm^2
เนื่องจาก Vs<= 0.795*Sqrt(f'c)*b*d = (10944.61)		
-1.ระยะห่างที่ยอมให้=Av*fv*d/Vs	=-37	cm.
-2.ระยะห่างที่ยอมให้=d/2	=47.5	cm.
-3.ระยะห่างที่ยอมให้=	=60	cm.
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.

<u>สรุปผลการออกแบบผนังรับแรงอัด</u>

ขนาดหน้าตัด)B x H) =10x100 cm.

ใช้เหล็กล่าง ขนาด =2DB12 mm

ใช้เหล็กบน ขนาด =2DB12 mm

ใช้เหล็กปลอก ขนาด =RB6 mm. @15cm.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การออกแบบเหล็กเสริมในผนังสำเร็จรับแรงอัด

L = 4.00 m.

หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต $f_c^{'}$	=210	ksc
หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริม f_s	=1700	ksc
ความยาวของคาน	=4	m.
ขนาดของหน้าตัด)BxH)	=10x100	cm.
ความลึกประสิทธิผล)d)	=95	cm.
ความลึกคานน้อยสุดที่ต้องการ hmin=L/16	=25	cm.
น้ำหนักบรรทุกจากภายนอก	=1500	kg/m
น้ำหนักบรรทุกจากคาน	=240	kg/m
รวมน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด	=1740	kg/m
โมเมนต์บวก M+=(Wtotal*L^2)/8	=3480	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต Mc=(Rbd^2)	=12624.2	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยเหล็กเสริม Ms	=17688.26	kg-m
n=134/Sqrt(f'c)	=2	
k=1/(1+fs/(n*0.45*f'c))	=0.333	
j=(1-k/3)	=0.889	
R=(0.5*0.45f'c*k*j)	=13.988	ksc
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย คอนกรีต As1	=2.42	cm^2
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย เหล็ก As2	=0	cm^2
รวม พท หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง.As	=2.42	cm^2
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2) OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ :2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด As'	=0	cm^2
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2) OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ :2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.
ค่าหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น V = W*L/2	=3000	kg

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ค่าหน่วยแรงเฉือนของคอนกรีต Vc =0.29*Sqrt(f'c)*b*d	=3992.37	kg/cm^2
ค่าหน่วยแรงเฉือน Vs = V - Vc	=-992.37	kg/cm^2
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. (Av=0.57)cm^2
เนื่องจาก Vs<= 0.795*Sqrt(f'c)*b*d = (10944.61)		
-1.ระยะห่างที่ยอมให้=Av*fv*d/Vs	=-64.96	cm.
-2.ระยะห่างที่ยอมให้=d/2	=47.5	cm.
-3.ระยะห่างที่ยอมให้=	=60	cm.
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.

<u>สรุปผลการออกแบบผนังรับแรงอัด</u>

ขนาดหน้าตัด)B x H)	=10x100 cm.
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12 mm
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12 mm
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6 mm. @15cm.

การออกแบบเหล็กเสริมในผนังสำเร็จรับแรงอัด

L = 1.70 m.

หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต $f_c^{'}$	=210	ksc
หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริม f_s	=1700	ksc
ความยาวของคาน	=1.70	m.
ขนาดของหน้าตัด)BxH)	=10x100	cm.
ความลึกประสิทธิผล)d)	=95	cm.
ความลึกคานน้อยสุดที่ต้องการ hmin=L/16	=10.63	cm.
น้ำหนักบรรทุกจากภายนอก	=1500	kg/m
น้ำหนักบรรทุกจากคาน	=240	kg/m

รวมน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด	=1740	kg/m	
โมเมนต์บวก M+=(Wtotal*L^2)/8	=628.5749999999999	kg-m	
โมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต Mc=(Rbd^2)	=12624.2	kg-m	
โมเมนต์ต้านทานโดยเหล็กเสริม Ms	=3244.76	kg-m	
n=134/Sqrt(f'c)	=2		
k=1/(1+fs/(n*0.45*f'c))	=0.333		
j=(1-k/3)	=0.889		
R=(0.5*0.45f'c*k*j)	=13.988	ksc	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย คอนกรีต As1	=0.44	cm^2	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย เหล็ก As2	=0	cm^2	
รวม พท หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง.As	=0.44	cm^2	
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm. ($As=2.26cm^2$)	OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ : 2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด As'	=0	cm^2	
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm. ($As=2.26cm^2$)	OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ : 2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.	
ค่าหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น V = W*L/2	=1275	kg	
ค่าหน่วยแรงเฉือนของคอนกรีต Vc =0.29*Sqrt(f'c)*b*d	=3992.37	kg/cm^2	
ค่าหน่วยแรงเฉือน Vs = V - Vc	=-2717.37	kg/cm^2	
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. ($Av=0.57)cm^2$	

เนื่องจาก Vs<= 0.795*Sqrt(f'c)*b*d = (10944.61)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

-1.ระยะห่างที่ยอมให้=Av*fv*d/Vs	=-23.72	cm.
-2.ระยะห่างที่ยอมให้=d/2	=47.5	cm.
-3.ระยะห่างที่ยอมให้=	=60	cm.
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.

<u>สรุปผลการออกแบบผนังรับแรงอัด</u>

ขนาดหน้าตัด)B x H)	=10x100	cm.
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.

การออกแบบเหล็กเสริมในผนังสำเร็จรับแรงอัด

L = 1.50 m.

หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต f_c'	=210	ksc
หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริม f_s	=1700	ksc
ความยาวของคาน	=1.50	m.
ขนาดของหน้าตัด)BxH)	=10x100	cm.
ความลึกประสิทธิผล)d)	=95	cm.
ความลึกคานน้อยสุดที่ต้องการ hmin=L/16	=9.38	cm.
น้ำหนักบรรทุกจากภายนอก	=1500	kg/m
น้ำหนักบรรทุกจากคาน	=240	kg/m
รวมน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด	=1740	kg/m
โมเมนต์บวก M+=(Wtotal*L^2)/8	=489.375	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต Mc=(Rbd^2)	=12624.2	kg-m
โมเมนต์ต้านทานโดยเหล็กเสริม Ms	=3244.76	kg-m
n=134/Sqrt(f'c)	=2	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

k=1/(1+fs/(n*0.45*f'c))	=0.333	
j=(1-k/3)	=0.889	
R=(0.5*0.45f'c*k*j)	=13.988	ksc
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย คอนกรีต As1	=0.34	cm^2
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงโดย เหล็ก As2	=0	cm^2
รวม พท หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง.As	=0.34	cm^2
ใช้เหล็กล่าง ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2) OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ :2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงอัด As'	=0	cm^2
ใช้เหล็กบน ขนาด	=2DB12	mm. (As=2.26cm^2) OK.
ความกว้างน้อยสุดที่ต้องการของ :2DB12(Min.Beam Width)	=7.9	cm.
ค่าหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น V = W*L/2	=1125	kg
ค่าหน่วยแรงเฉือนของคอนกรีต Vc =0.29*Sqrt(f'c)*b*d	=3992.37	kg/cm^2
ค่าหน่วยแรงเฉือน Vs = V - Vc	=-2867.37	kg/cm^2
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. (Av=0.57)cm^2
เนื่องจาก Vs<= 0.795*Sqrt(f'c)*b*d = (10944.61)		
-1.ระยะห่างที่ยอมให้=Av*fv*d/Vs	=-22.48	cm.
-2.ระยะห่างที่ยอมให้=d/2	=47.5	cm.
-3.ระยะห่างที่ยอมให้=	=60	cm.
ใช้เหล็กปลอก ขนาด	=RB6	mm. @15cm.

<u>สรุปผลการออกแบบผนังรับแรงอัด</u>

ขนาดหน้าตัด)B x H) =10x100 cm.

ใช้เหล็กล่าง ขนาด =2DB12 mm

ใช้เหล็กบน ขนาด =2DB12 mm

ใช้เหล็กปลอก ขนาด =RB6 mm. @15cm.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้วิจัย

นายศุภณัฐ วัฒนสินศักดิ์ เกิดเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2528 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมเครื่องกล การบินและอวกาศ เมื่อพุทธศักราช 2546 จากมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปัจจุบันข้าพเจ้าทำงานอยู่ที่ โครงการหมู่บ้านอยู่สบาย อำเภอหัวทะเล จังหวัดนครราชสีมา ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนางานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี