ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กระบบเสา คาน ด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูปและเปรียบเทียบกับต้นทุนค่าก่อสร้างกับวิธีการหล่อในที่

นายธีรวัฒน์ วังยศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2560

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ระบบเสา คาน ด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูปและเปรียบเทียบกับต้นทุนค่าก่อสร้างกับวิธีการหล่อในที่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(รศ. ดร.วชรภูมิ เบญจโอฬาร)
ประธานกรรมการ

(ศ. ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)

(ดร.อภิชาติ สุดดีพงษ์)
กรรมการ

(ดร.อิทธิกร ภูมิพันธ์)
กรรมการ

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ธีรวัฒน์ วังยศ : ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กระบบ เสา คานด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูปและเปรียบเทียบกับต้นทุนค่าก่อสร้างกับวิธีการหล่อในที่ (STUDY OF CONSTRUCTION PROCESS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WITH PRECAST COLUMN AND BEAM SYSTEM AND ITS COST COMPARESION WITH CAST-IN-PLACE STRUCTURE SYSTEM)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการก่อสร้างอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กระบบเสา คาน ด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเปรียบเทียบต้นทุน ระยะเวลากับวิธีการหล่อในที่ อาคารกรณีศึกษา โครงการอพาร์ทเม้นท์บางละมุง ซึ่งเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย 1,950 ตารางเมตร และโครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย ซึ่งเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย 576 ตารางเมตร การก่อสร้างเริ่มในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและเวลาในการก่อสร้างทั้งสองระบบรวบรวมจากโครงการก่อสร้างในช่วงเดียวกัน และก่อสร้างด้วยแรงงานชุดเดียวกัน การเปรียบเทียบไม่พิจารณาค่าใช้จ่ายในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผลการศึกษาสรุปได้ว่าความแตกต่างของปริมาณวัสดุที่ประมาณจากแบบก่อสร้างกับปริมาณวัสดุที่ใช้จริงมีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างมีการจัดการวัสดุที่มีประสิทธิภาพ วิธีการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนเสาและคานสำเร็จรูปมีต้นทุนค่าก่อสร้างต่อตารางเมตรต่ำกว่าค่าประมาณการก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่ และใช้เวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าวิธีหล่อในที่ทั้งสองโครงการ การก่อสร้างด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูปต้องใช้เงินลงทุนค่าแบบเหล็กสูงในช่วงแรก แต่ในระยะยาวจะมีความคุ้มค่ามากกว่า จึงทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างของโครงการถูกกว่าวิธีหล่อในที่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

THEERAWAT WANGYOS : STUDY OF CONSTRUCTION PROCESS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WITH PRECAST COLUMN AND BEAM SYSTEM AND ITS COST COMPARESION WITH CAST-IN-PLACE STRUCTURE SYSTEM. ADVISOR : PROF. SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D.

The study aimed to investigate the construction process in reinforced concrete structures with precast column and beam system as well as conduct a comparison in terms of construction cost and duration with cast-in-place system. The buildings used as case studies included Banglamung Apartment Project, which is a 4-floor reinforced concrete building with a functional space of 1,950 square meters, and Ban Khai Commercial Building Project, which is a 3-floor reinforced concrete building with a functional space of 576 square meters. Both buildings were built between October 2016 and May 2017. Data used in the analysis of cost and duration of both constructions were collected at the same time with the same set of construction workers. The comparison did not take transportation costs of the precast into consideration. Results of the study revealed that the difference between the volume of material approximated from construction drawings and the material used was similar, which suggested that efficient materials were used in construction. The precast column and beam system had lower construction cost per square meters as well as used less time, when compared to cast-in-place system in both projects. Even though precast column and beam system has higher investment cost in the initial stage, it will be more rewarding in the long-term. Therefore the precast column and beam system makes the construction cost of the housing projects cheaper, when compared to the cast-in-place system.

School of Construction and Infrastructure Management Student's Signature

Academic Year 2017 Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานมหาบัณฑิตเล่มนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แนะนำแนวทางการทำงานเพิ่มเติม และให้ความเอาใจใส่ ความเมตตากรุณาถ่ายทอดความรู้แก่ศิษย์เป็นอย่างดี ทั้งยังปลูกฝังให้ผู้ศึกษามีความอดทน มีวินัย หมั่นค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ผู้ศึกษาจึงขอขอบพระคุณท่าน ศ. ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ให้แก่ผู้ศึกษา ซึ่งเป็นความรู้และประสบการณ์ที่มีค่าและมีประโยชน์ในการทำงานของผู้ศึกษาต่อไป ผู้ศึกษาขอระลึกถึงพระคุณบิดาและมารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี รักการศึกษา และหมั่นหาความรู้เพิ่มเติม และไม่ย่อท้อต่อปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ภรรยาและบุตร ที่คอยให้กำลังใจอยู่เสมอ ขอขอบพระคุณบริษัท ที.ซี.ซีวิล เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ผู้ก่อสร้างอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา และพนักงานเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ขอกราบขอพระคุณคุณนรินทร์ อินรัตน์ ที่ได้ให้ข้อมูลและความรู้จากประสบการณ์การทำงานด้านการก่อสร้างอาคารด้วยชิ้นส่วนเสา คานสำเร็จรูป และขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่มิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ที่มีส่วนผลักดันให้การศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ธีรวัฒน์ วังยศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูปภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1
1.3 ขอบเขตการศึกษา 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
2 ปริทัศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม 3
2.2 การวิเคราะห์งาน 7
2.3 การวิเคราะห์ประมาณต้นทุน 11
3 วิธีดำเนินการวิจัย 15
3.1 ขอบเขตและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 15
3.2 วิธีการศึกษา 15
3.3 วิธีการศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา คาน (Precast) 16
3.4 การคำนวณแรงเฉือนรอยต่อ เสา คาน 26
3.5 เครื่องมือในการวิจัย 29
3.6 กลุ่มตัวอย่าง 29
3.7 การรวบรวมข้อมูล 29

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.8 วิธีคิดราคาต่อหน่วย 30
3.9 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูล 30
4 ผลการวิจัย และวิเคราะห์ผล 31
4.1 บทนำ 31
4.2 ข้อมูลทั่วไป 31
4.3 เปรียบเทียบราคาวัสดุงานโครงสร้าง เสา คาน ที่ได้จากแบบ กับที่ใช้จริงหน้างาน 35
4.4 เปรียบเทียบราคางานโครงสร้าง เสา คาน ต่อพื้นที่ใช้สอยอาคาร เป็นตารางเมตร 35
4.5 เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้าง 36
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 38
5.1 สรุปผล อภิปรายผลการศึกษา 38
5.2 ข้อเสนอแนะ 39
เอกสารอ้างอิง 43
ภาคผนวก 44
ประวัติผู้เขียน 52

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ปริมาณวัสดุจากแบบก่อสร้างอาคารที่คิดจากการก่อสร้างด้วยวิธีหล่อโครงสร้างในที่	31
4.2	ปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา คาน	32
4.3	ความแตกต่างระหว่างราคาวัสดุจากที่ได้จากแบบคิดจากการก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่กับวัสดุที่ใช้ก่อสร้างจริงด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป	32
4.4	ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน	32
4.5	ค่าเช่าเครื่องจักร	33
4.6	ราคางานโครงสร้างเสา คานต่อหลัง	33
4.7	ข้อมูลราคางานโครงสร้างเสา คานต่อตารางเมตร	34
4.8	ข้อมูลระยะเวลาในการทางานต่อหลัง	34
4.9	ข้อมูลราคาแบบเหล็กที่ใช้ในการหล่อคาน เสา	34

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	ระบบโครงสร้างระบบเสาและคาน	6
3.1	การตอกเสาเข็ม	17
3.2	การติดตั้งคานสำเร็จรูป	18
3.3	การยึดเหล็กปะกับรัดหัวเสาเพื่อเป็นบ่าคานรับ	19
3.4	การติดตั้งคานสำเร็จรูป	19
3.5	อาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จของ โครงการอพาร์ทเม้นท์บางละมุง ด้วยโครงสร้างสำเร็จรูป เสา คาน	21
3.6	อาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จของ โครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย ด้วยโครงสร้างสำเร็จรูป เสา คาน	22
3.7	พร้อมเหล็กหูหิ้วสำหรับยกคานสำเร็จรูปติดตั้งที่ระยะ 0.2L , L หมายถึง ความยาวของความยาวคาน	23
3.8	การประกอบแบบและวางเหล็กเสริมคาน	23
3.9	การติดแผ่นเหล็ก เหล็กราง และเหล็กกล่อง รอยต่อคานซอยกับคานหลัก	24
3.10	การเทคอนกรีตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป คาน เสา	25
3.11	คานสำเร็จรูปที่หล่อเตรียมไว้ติดตั้งที่หน้างาน	25
3.12	ตัวอย่างแบบแปลนคานชั้น 3-4	28
3.13	ตัวอย่างการเชื่อมเหล็กเสริม รอยต่อ คาน ที่หัวเสา	28
3.14	องค์ประกอบของราคางานโครงสร้าง	29
4.1	ความแตกต่างระหว่างราคาวัสดุจากแบบกับใช้จริง	35
4.2	ราคางานโครงสร้างเสา คาน ต่อตารางเมตร	36
4.3	เปรียบเทียบระยะเวลาการทำงาน ของระบบหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อผนังสำเร็จและการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	37

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบัน ประเทศไทยมีประชากรเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ทำให้ประชากรในวัยหนุ่มสาวมีการย้ายถิ่นฐานมาทำงานในเมืองหลวงและเขตอุสาหกรรม เช่น จังหวัดระยอง ชลบุรี จึงทำให้มีความต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีทั้งการเช่าและการซื้อเพื่อเป็นเจ้าของที่อยู่อาศัย จากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่าค่าการเพิ่มของที่อยู่อาศัย ทุก 10 ปี ประมาณ 500,000 หน่วย จึงทำให้อุตสาหกรรมการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีการแข่งขันสูงขึ้น จึงเป็นที่สนใจของผู้ประกอบการ นักลงทุน

การพิจารณาทบทวนและการสรรหาวิธีการก่อสร้างที่ทำให้งานก่อสร้างมีความรวดเร็วทันกับความต้องการของตลาด และลดต้นทุนค่าก่อสร้าง มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นสิ่งสำคัญในการเลือกวิธีการก่อสร้าง เพื่อทำให้การใช้ทรัพยากรเกิดประโยชน์สูงสุด จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการพัฒนาระบบการก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

การก่อสร้างอาคารพักอาศัยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา-คาน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ วิศวกรผู้ออกแบบ ผู้รับเหมาก่อสร้าง กำลังให้ความสนใจ เนื่องจากมีการก่อสร้างที่รวดเร็ว ใช้แรงงานน้อย การก่อสร้างสามารถทำได้พร้อมๆกันหลายงานโดยมีงานหล่อโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปและงานประกอบติดตั้งไปพร้อมๆ กัน งานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เพื่อให้ทราบต้นทุนการก่อสร้างถูกต้องและใช้เป็นแนวทางในการเลือกระบบก่อสร้างที่เหมาะสมกับโครงการก่อสร้าง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาขั้นตอนการงานก่อสร้างอาคารโครงสร้างระบบเสา คาน ด้วยวิธี ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการก่อสร้างทั้ง 2 ระบบ ทั้งทางด้านต้นทุนและระยะเวลา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการวางแผนโครงการอื่นต่อไป

1.3 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการก่อสร้าง และวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการก่อสร้างที่ใช้ระบบหล่อสำเร็จเปรียบเทียบกับระบบหล่อในที่ ของโครงการก่อสร้างอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น ชื่อ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการ อพาร์ทเม้นท์บางละมุง พื้นที่ใช้สอย 1,950 ตารางเมตร บริเวณอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี และ โครงการก่อสร้างอาคารพาณิชย์ คอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ชั้น ชื่อโครงการ อาคารพาณิชย์บ้านค่าย พื้นที่ใช้สอย 576 ตารางเมตร บริเวณอำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง

ซึ่งเป็นโครงการที่ใช้ระบบติดตั้งคานสาที่หล่อสำเร็จรูปจากโรงหล่อหน้างาน แล้วใช้วิธีการวิเคราะห์ แบบเอกสาร (Documentary Analysis) ดังนี้

1.3.1 วิเคราะห์ผลต่างทางด้านราคา (Price Variance) โดย BOQ ของอาคารแบบเดียวกัน

1.3.2 วิเคราะห์ผลต่างทางด้านเวลา (Time Variance) โดย Schedule งานของอาคารแบบเดียวกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อให้ทราบวิธีการก่อสร้าง ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนค่าก่อสร้างโครงสร้างอาคารที่ก่อสร้างโดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา คาน และได้ต้นทุนค่าก่อสร้างโครงสร้างอาคารพักอาศัยที่ก่อสร้างโดยการหล่อในที่

1.4.2 เพื่อใช้เป็นแนวทางให้วิศวกร ผู้รับเหมา เจ้าของอาคารเลือกรูปแบบวิธีการก่อสร้างให้เหมาะสมกับโครงการ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบ

1.4.3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่ก่อสร้างโดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา คาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูปและ ด้วยวิธีหล่อในที่โดยการประกอบแบบแล้วหล่อโครงสร้างเสา คาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม

ชูเกียรติ นิมมานนิตย์ (2548) ได้อธิบายความหมายของการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม (Industrialized Building System) หรือที่เรียกว่าระบบการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Prefabrication System) คือการก่อสร้างที่นำเอาองค์อาคารบางส่วนหรือทั้งหมดเช่น. พื้น ผนัง คาน เสา และบันได มาผลิตเป็นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก (Precast Concrete) หรือชิ้นส่วนคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete) จากโรงงานซึ่งอาจจะอยู่ในสถานที่ก่อสร้างหรือที่อื่นแล้วขนส่งมาติดตั้งประกอบเป็นอาคาร ณ สถานที่ก่อสร้าง โดยมีรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนที่แข็งแรงสามารถรับและส่งถ่ายน้ำหนักและแรงต่างๆ ตามข้อกำหนดของกฎหมายได้ ทำให้อาคารมีเสถียรภาพมั่นคงแข็งแรง ชิ้นส่วนฯ จะต้องสามารถรับหน่วยแรงที่เกิดขึ้นจากการผลิต การขนส่งและการติดตั้งได้

2.1.1 ประวัติและความเป็นมาของระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การก่อสร้างในระบบพรีคาสท์ (Precast constuction method) หรือระบบฟรีแฟ็บ (Prefabrication construction method) นั้นมีมานานหลายร้อยปีย้อนยุคไปตั้งแต่ สมัยกรีก โรมัน อียิปต์ ที่ใช้ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปกับอาคารขนาดใหญ่ โดยสกัดหินเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น เสา คาน หรือพื้น แล้วนำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้างที่เรา รู้จักกันดี (ตัวอย่างของอาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบดังกล่าว คือ ปิรามิด นั่นเอง) หากแบ่งการพัฒนาการหรือแบ่งยุคของการใช้ระบบพรีคาสท์นั้น สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

ยุคแรก เป็นการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยหรือบ้านเรือนที่เน้นการพัฒนาอาคารให้มั่นคง โดยใช้ไม้ อิฐ หิน ดิน และวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น

ยุคที่สอง เป็นยุคอุตสาหกรรม มีการพัฒนาระบบเครื่องกลที่ใช้ พลังงานเข้ามาช่วยในการก่อสร้าง มีระบบโครงสร้างเหล็กและโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและกลายเป็นจุดเริ่มต้นในการคิดค้นส่วนประกอบที่สำเร็จรูปขึ้น

ยุคที่สาม ซึ่งเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสาร โดยเฉพาะช่วงปลายของศตวรรษที่ 20 มีการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบและการก่อสร้างอาคาร มีการส่งถ่ายข้อมูลอย่างทั่วถึงทุกมุมโลก เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลเทคนิคการก่อสร้างอย่างมากมาย การก่อสร้างมีการควบคุมมาตรฐานให้สูงขึ้น เมื่อมีการก่อสร้างที่ใช้รูปแบบเดียวกันมากขึ้น ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงถูกนำกลับมาใช้และปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนประกอบของอาคารที่มีขนาดใหญ่ได้ผลิตจากโรงงานและมาประกอบที่สถานที่ก่อสร้างภายหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่ต้นทุนค่าก่อสร้างอาคารเพิ่มขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม แรงงานที่มีฝีมือขาดแคลน การควบคุมการก่อสร้างให้ได้มาตรฐานทำได้ยาก ดังนั้นในสภาวะการปัจจุบัน ที่มีปัญหาการขาดแรงงานในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคาร ด้วยเหตุผลหลักคือ ลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ความรวดเร็วในการก่อสร้าง และคุณภาพของงานที่ออกมามีมาตรฐาน

2.1.2 เป้าหมายของการใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป

หลักชัย กลั่นสุวรรณ (2547) การที่จะนำระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้าง มีเป้าหมายหลัก คือ ต้องการควบคุมองค์ประกอบในงานก่อสร้าง 3 ประการให้ดี ดังนี้

1. คุณภาพดี (Quality)
2. รวดเร็ว (Schedule)

งานก่อสร้างระบบสำเร็จรูปจะใช้เวลาในการวางแผนและเตรียมการมากกว่างานก่อสร้างธรรมดา แต่เวลาที่ใช้ในการก่อสร้างจริงในสนาม จะใช้เวลาน้อยกว่าการก่อสร้างแบบธรรมดา

3. ราคาถูก (Economic)

ราคาจะเป็นตัวแปรสำคัญที่จะตัดสินว่าควรเลือกใช้ระบบคอนกรีตสำเร็จรูปหรือแบบธรรมดา ซึ่งมีตัวแปรสำคัญที่จะกระทบต่อค่าใช้จ่ายโดยตรง คือ

- จำนวนที่จะสร้าง ถ้าสร้างมาก ราคาต่อหน่วยจะยิ่งลดลง
- เทคนิคที่นำมาใช้ อันเนื่องมาจากข้อจำกัดต่างๆ เช่น พื้นที่ทำงาน การขนส่ง การติดตั้ง เทคนิคที่จะใช้ในแต่ละสถานที่ก็จะแตกต่างกันไป ซึ่งต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมเป็นกรณีไป
- การออกแบบรายละเอียด (Detail Design) ให้มีชิ้นส่วนชนิดเดียวกันให้มากที่สุด ตลอดจนออกแบบให้ผลิตง่าย ติดตั้งง่ายด้วย

2.1.3 รูปแบบการก่อสร้างชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

มามี โตบารมีกุล (2540) ได้จำแนกรูปแบบการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทยโดยพิจารณาจากองค์อาคารที่ใช้รับน้ำหนักเป็น 2 แบบ คือ

1. ระบบโครงสร้างเสาและคาน (Column and Beam)

วัสดุที่ใช้ทำเสาและคาน อาจเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเป็นวัสดุอื่น เช่น เหล็กรูปพรรณ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 คาน (Beam) ทำหน้าที่รับแรงและถ่ายแรงออกทางด้านข้างตามความยาวของคานไปที่จุดรองรับ คือ เสา (Column) ซึ่งทำหน้าที่รับแรงอัด (Compressive Force) ตามแนวแกนเสา เสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปมีลักษณะภายนอกและความสามารถในการรับแรงใกล้เคียงกับงานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ จะต่างกันก็เพียงคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปจะมีความสวยงามเรียบร้อยมากกว่า เพราะผลิตจากโรงงานที่สามารถควบคุมชิ้นงานได้ดี โดยทั่วไประบบสำเร็จรูปจะไม่ใช้คานคอนกรีตสำเร็จรูปร่วมกับเสาเหล็ก หรือเสาไม้ เนื่องจากการเชื่อมต่อหรือยึดกันทำได้ยาก ดังนั้นคานคอนกรีตเสริมเหล็กมักใช้กับเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยตรงรอยต่อมักใช้วิธีหล่อคอนกรีตที่ปลาย ใช้ควบคู่กับอุปกรณ์ประกอบการทำรอยต่อที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษ คานเหล็ก นิยมใช้ในอาคารขนาดใหญ่ หรืออาคารที่ต้องการลดระยะเวลาการก่อสร้าง หรือต้องการให้โครงสร้างโดยรวมมีน้ำหนักเบากว่าใช้คอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ก่อนไม่นิยมใช้กับอาคารเพราะราคาค่อนข้างแพง เนื่องจากต้องออกแบบจุดต่ออย่างพิถีพิถันให้มั่นคงแข็งแรง และต้องหุ้มฉนวนป้องกันอัคคีภัยชิ้นส่วนก่อสร้าง อาจเลือกทำจากเหล็กรูปพรรณชนิดรีดร้อน (Hot-rolled Steel) หรือเหล็กรีดเย็น (Cold Work Steel) ตามความจำเป็น โดยคานเหล็กอาจใช้ประกอบกับเสาเหล็ก หรือเสาคอนกรีต คานเหล็กอาจใช้รองรับตงไม้ พื้นเหล็ก พื้นคอนกรีต หรือระบบพื้นไม้ก็ได้

2. ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป (Load-Bearing wall)

บ้านหรืออาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป (Load-Bearing Wall) จะไม่มีเสา แต่จะใช้ผนังหล่อสำเร็จนั้นเป็นตัวรับน้ำหนักที่เกิดขึ้นทั้งหมดแทนเสา ระบบนี้มีบริษัทรับสร้างบ้าน และโครงการหมู่บ้านจัดสรรหลายๆ โครงการใช้อยู่ โดยผนังอาคารทั้งหมด (ทั้งภายในและภายนอก) จะถูกหล่อขึ้นจากโรงงานแล้วยกมาติดตั้งยังหน่วยงานก่อสร้าง ในระบบนี้ผนังของอาคารจะถูกออกแบบให้รับน้ำหนักของหลังคาและพื้นชั้นบนแล้วถ่ายลงไปยังฐานรากแทนที่คานและเสา การออกแบบผนังจะต้องมีรายละเอียดแบบทั้งหมดก่อนลงมือหล่อชิ้นส่วน เพราะจะต้องมีการเว้นช่องหน้าต่าง ประตู หรือช่องเปิดอื่นๆ รวมทั้งมีการผังท่อร้อยสายไฟและกล่องสำหรับติดตั้งสวิตซ์ไฟฟ้าไว้ตั้งแต่ขั้นตอนหล่อชิ้นส่วน โดยผู้ออกแบบโครงสร้างระบบนี้จะต้องออกแบบให้ผนังทุกชิ้นสามารถรับน้ำหนักที่เกิดขึ้นได้ โดยต้องนำข้อมูลเรื่องช่องเปิดในผนังแต่ละส่วนมาประกอบการคำนวณด้วย แผ่นพื้นสำเร็จรูปที่ใช้ด้วยกัน เป็นแผ่นผนังที่หล่อสำเร็จจากโรงงาน ประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือผนังห้องน้ำ แผ่นผนังอาคารชั้นล่าง และแผ่นผนังชั้นบน ซึ่งลักษณะของผิวแผ่นผนังจะมีผิวเรียบ การก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก จะมี

การวางคานเฉพาะในส่วนของคานคอดินเท่านั้น ซึ่งคานคอดินจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ คานคอดินหลักซึ่งเป็นคานที่ถ่ายน้ำหนักลงฐานรากโดยตรงและคานคอดินย่อยซึ่งเป็นคานที่ถ่ายน้ำหนักลงบนคานคอดินหลัก

มั่น ศรีเรืองทอง (2537) อธิบายว่า ระบบเสาและคานนิยมใช้กับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้ เนื่องจากความจำเป็นทางด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ให้ผ่านถึงกันได้ตลอดเช่น อาคารโรงงาน, สำนักงาน,และโรงเรียน เป็นต้น หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคาน คือ การรับน้ำหนักจากพื้นส่งลงคาน จากคานส่งน้ำหนักลงเสา โครงสร้างและคานสำเร็จรูปมีข้อดีคือ ขนาดของชิ้นส่วนต่าง ๆ มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบาทำให้ขนย้ายได้ง่าย ข้อเสียคือ จำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนมีเพิ่มมากขึ้นทำให้เสียเวลากับงานติดตั้ง ดังนั้นจะต้องมีการออกแบบรอยต่อขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อให้โครงสร้างที่ต่อกันแล้วเกิดความต่อเนื่อง และความแข็งเกร็งและรอยต่อนั้นจะต้องสามารถทำงานได้ง่าย และรวดเร็วด้วย

รูปที่ 2.1 ระบบโครงสร้างระบบเสาและคาน

2.1.4 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก (Load-Bearing Wall)

เมื่อพิจารณาจากการที่ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก (Load-Bearing Wall) มีจำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนน้อยกว่าระบบเสาและคาน มีการเว้นช่องหน้าต่าง ประตู หรือช่องเปิดอื่นๆ รวมทั้งมีการผังท่อร้อยสายไฟและกล่องสำหรับติดตั้งสวิตซ์ไฟฟ้าไว้ตั้งแต่ขั้นตอนหล่อชิ้นส่วน ทำให้ลดระยะเวลาสำหรับงานติดตั้งข้อดีอีกประการของ บ้านหรืออาคารที่ก่อสร้างด้วยระบบนี้คือไม่มีเสาทำให้บ้านหรืออาคารมีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มมากขึ้น ดูสวยงามดังนั้นระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูปจึงได้รับความนิยมจากโครงการหมู่บ้านจัดสรรในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่แล้วในหลายๆ โครงการจะมีวิธีการก่อสร้างบ้านอยู่ 2 แบบ คือ

1. **วิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast)**

วิธีนี้จะมีการออกแบบ และผลิตผนังรับน้ำหนักจากโรงงาน เพื่อที่จะส่งต่อไปกองเก็บ ติดตั้งที่บริเวณหน้างาน และดำเนินการติดตั้งตามลำดับ

2. **วิธีการหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อสำเร็จ (Cast in Place)**

หล่อในที่ก็คือ ไม่มีการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนสำเร็จจากที่เคยกองเก็บหรือจากโรงงานมาสู่หน้างานเพื่อทำการประกอบหรือติดตั้ง แต่จะมีการประกอบแบบ (Form work) เหล็กเสริมและเทคอนกรีตบริเวณที่ทำการก่อสร้างเพื่อให้งานที่ออกมาสมบูรณ์ ในปัจจุบันนิยมใช้แบบหล่อผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่สามารถสร้างแบบเต็มผนัง

2.2 การวิเคราะห์งาน (Work Process Analysis) ศจี (2003)

2.2.1 การศึกษางาน หมายถึง องค์ความรู้เชิงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าอย่างเป็นระบบ 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 แนวคิดหลักในการศึกษางานยัง

สอดคล้องกับกลยุทธ์การบริหารองค์กรสมัยใหม่ต่างๆ เช่น การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge management) การบริหารคุณภาพทั่ว ทั้งองค์กร (Total Quality Management) Lean Production และ Six Sigma ดังนั้น การนำการศึกษางานมาใช้จะช่วยให้องค์กรสามารถดำเนินกลยุทธ์เหล่านี้ได้อย่างเป็นรูปธรรมในเชิงการปฏิบัติการมากขึ้น

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 แม้ว่าผลของการศึกษางานจะนำไปสู่การกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ทั้ง ในเรื่องวิธีปฏิบัติ และการระบุถึงทรัพยากรที่ต้องจัดสรรเพื่อการทำงานนั้น โดยผ่านการคำนวณเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์สุดท้ายของการศึกษางาน มิใช่เป็นเพียงการถือปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นสำหรับการปฏิบัติภาระงานประจำวัน ในทางตรงกันข้าม เป้าประสงค์ของการศึกษางานที่แท้จริง ควรมุ่งไปสู่การพัฒนาปรับปรุงวิธีปฏิบัติงานให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะในแง่มุมของการทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น สามารถส่งมอบสินค้า และบริการที่มีคุณภาพสม่ำเสมอได้ทันเวลา หรือการสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยในการทำงานดังนั้น การระบุ และบันทึกวิธีการปฏิบัติงานมาตรฐาน จึงเป็นเสมือนบันไดแห่งการเรียนรู้ และพัฒนาด้านการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องขององค์กร ข้อมูลวิธีการปฏิบัติงาน และเวลามาตรฐานจึงเป็นพื้นฐานสำคัญสาหรับการตั้ง เป้าหมายเพื่อพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

2.2.3 เวลามาตรฐาน เวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน หมายถึงระยะเวลาที่จำเป็นสำหรับการทำงานใดๆ ให้สำเร็จ ด้วยการใช้แรงงานคน และเครื่องจักรอุปกรณ์ ตามแบบวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน ข้อมูลเวลามาตรฐานนี้จึงเป็นประโยชน์ในการวางแผนควบคุมการผลิต และการฝึกอบรมพนักงานนอกจากนี้ ยังใช้เป็นตัววัด

ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของวิธีการทำงานแบบต่างๆ ได้อย่างชัดเจนเวลามาตรฐานนี้ได้จากการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานจริง ด้วยวิธีการทางสถิติที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ วิธีการหาค่าเวลามาตรฐานนี้ เรียกว่าการศึกษาเวลา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษางาน การระบุค่าเวลามาตรฐานนี้ เกี่ยวข้องกับประเด็นพิจารณา 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 เนื่องจากในอดีตการจ้างงานเป็นแบบอัตราค่าจ้างคงที่ โดยไม่คำนึงว่าผู้ปฏิบัติงานจะทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จมากน้อยเพียงใด การกำหนดวิธีการทำงานมาตรฐาน และระยะเวลาที่งานนั้นควรจะแล้วเสร็จ จึงเป็นแนวทางที่ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ว่าจ้างควรจะเห็นด้วยร่วมกัน เพื่อที่จะใช้เป็นมาตรฐานในการวัดปริมาณงานที่ผู้ว่าจ้างควรจะคาดหวังได้จากผู้ปฏิบัติงาน และในขณะเดียวกันผู้ว่าจ้างควรจะได้จ่ายค่าตอบแทนอย่างเป็นธรรมให้กับผู้ปฏิบัติงานตามเนื้องานที่ได้รับ ดังนั้น การศึกษางานจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การวัดงาน หรือ Work Measurement การกำหนดเวลามาตรฐานนี้จึงควรจะเป็นงานที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับการใช้เวลามาตรฐานงาน ได้มีส่วนร่วมในการพิจารณา เพื่อที่จะได้มาซึ่งค่าเวลาที่น่าเชื่อถือ เป็นที่ยอมรับร่วมกัน กลุ่มคนที่เกี่ยวข้องในงานนี้ อาจรวมตั้งแต่ นักวิเคราะห์งาน หรือวิศวกร ซึ่งอาจจะเป็นวิศวกรอุตสาหการ ตัวแทนจากสหภาพแรงงาน ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน และตัวแทนของผู้ปฏิบัติงานนั้นๆ อนึ่ง ความจำเป็นที่จะต้องให้คณะบุคคลเหล่านี้ มีส่วนร่วมในการคำนวณค่าเวลามาตรฐานอาจแตกต่างกันไปตามแนวทางการบริหารกิจการของแต่ละองค์กร และระดับการพัฒนาด้านความรู้ความสามารถของบุคลากรแต่ละกลุ่ม เช่น ในองค์กรที่ผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจในการทำงานของตนอย่างลึกซึ้ง และได้

เรียนรู้วิธีการหาค่าเวลามาตรฐานอย่างเพียงพอ อาจคำนวณค่าเวลานี้ด้วยตนเอง และ/หรือ โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้บังคับบัญชา (หัวหน้างาน) ในบางองค์กรอาจไม่มีสหภาพแรงงาน หรือในบางองค์กรอาจพึ่งพาการใช้ผู้เชี่ยวชาญภายนอกเพื่อกำหนดค่าเวลามาตรฐาน อย่างไรก็ดี การกำหนดค่าเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานควรตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่างๆ ให้การยอมรับ เนื่องจาก การใช้ค่ามาตรฐานนี้ มีผลกระทบต่อการจ่ายค่าจ้างแรงงาน และการให้รางวัลตอบแทนในหมู่พนักงานรวมถึงการจัดสรรกำลังคนในแต่ละหน่วยงาน ซึ่งเรื่องเหล่านี้เป็นเรื่องละเอียดอ่อนในการบริหารองค์กร

2.2.3.2 วิธีการศึกษาเวลาวิธีการศึกษาเวลามีอยู่ด้วยกันหลายวิธี วิธีหลักๆ ที่ใช้ กันมี 3 วิธี ได้แก่

1. **การศึกษาเวลาทางตรง (Direct time study)** หมายถึงการหาค่าเวลาที่จำเป็นกับการปฏิบัติงาน โดยการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานจริง และประยุกต์ใช้หลักสถิติเพื่อทำให้แน่ใจได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะมีความน่าเชื่อถือและถูกต้องแม่นยำ
2. **การศึกษาเวลาโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานเวลาที่กำหนดไว้แล้ว** วิธีการนี้ แบ่งออกเป็น 2 หมวดหลักๆ คือ
   a. ระบบเวลาก่อนการตัดสินใจ
   b. ข้อมูลเวลามาตรฐาน
3. **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 การผลิตแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โตโยต้า ยิ่งจำเป็นจะต้องเรียนรู้ และประยุกต์ใช้การศึกษาเวลาเข้ากับงานของตน เพื่อให้องค์กรมีความสามารถเพียงพอที่จะมองหา และลดความสูญเปล่าสิ้นเปลืองซึ่งแฝงอยู่ในกระบวนการปฏิบัติงาน จนกระทั่งสามารถยกระดับผลิตภาพและความสามารถในการแข่งขันได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การสนใจติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเวลาจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับองค์กรที่มุ่งมั่นในการพัฒนาความสามารถของตนเอง

- การใช้ประโยชน์จากค่าเวลามาตรฐาน
- ค่าเวลามาตรฐานสามารถใช้เป็นเงื่อนไขในการประเมินประสิทธิภาพของวิธีการปฏิบัติงาน เพื่อเปรียบเทียบ และเลือกวิธีการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ
- การวัดค่าเวลามาตรฐานทำให้องค์กรมีข้อมูลสาหรับการประมาณต้นทุน เวลามาตรฐานในการผลิตสามารถใช้เป็นเงื่อนไขในการถ่วงน้ำหนัก เพื่อกระจายต้นทุนคงที่ลงในกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นธรรม องค์กรยังสามารถประมาณต้นทุนแปรผันได้แม่นยำมากขึ้น เพราะทราบต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการใช้แรงงานและเครื่องจักรอย่างละเอียด
- ข้อมูลเวลามาตรฐาน ช่วยให้องค์กรสามารถวางแผนการผลิตได้ดีขึ้น ทั้งในเรื่องการวางแผนกำลังคน การวางแผนการใช้เครื่องจักร การวางแผนการสั่ง ซื้อวัตถุดิบ การปรับเปลี่ยนสายการผลิต การวางผังโรงงาน การวางแผนการดำเนินโครงการ พร้อมทั้งยังช่วยให้สามารถประมาณกำลังการผลิตได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

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 ขอบเขตงานประมาณ

ยังรวมถึงการสะสมข้อมูล การจัดทำรายงานเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย และยังครอบคลุมถึงการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับชั่วโมงแรงงานและค่าวัตถุ

2.3.2 องค์ประกอบของราคา

1) วัสดุ คือวัสดุที่ใช้ในงานจริง ๆ ที่อยู่ในตัวเนื้องาน

2) วัสดุธรรมชาติ คือ วัสดุที่มาจากธรรมชาติ เช่น น้ำ ดิน และ ไฟฟ้า

3) แหล่งวัสดุ คือ แหล่งที่ซื้อวัตถุดิบ ได้แก่ ร้านค้าต่างๆ

4) แรงงานในการผลิต คือ คนงานที่จะนำมาก่อสร้างบ้าน

5) ค่าขนส่ง คือค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนวัสดุมาลงหน้างาน

6) ความสูญเสีย คือ การเผื่อเปอร์เซ็นต์ของที่ขาด หรือเสียหาย

7) ค่าแรง คือเงินที่นำไปจ้างคนงาน

8) เครื่องมือ คือ เครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน

9) เครื่องจักร คือ เครื่องทุนแรงที่เป็นระบบอัตโนมัติ

10) ค่าดำเนินการ คือค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดทั่วไปยกตัวอย่าง เช่น ค่าขออนุญาตต่างๆ

11) กำไร คือ เงินที่เป็นส่วนต่างระหว่างราคาขาย กับต้นทุน

12) ภาษี คือ ค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียให้รัฐบาล

13) ดอกเบี้ย คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นกับภาระหนี้สิน

14) เวลา คือความเร็วในการทำงาน

2.3.3 ข้อควรพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการประมาณราคา

1) ศึกษา แบบ ข้อกำหนด และเอกสารประกวดราคา

2) จัดแบ่งหมวดหมู่ของงาน

3) จัดทำบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา

2.3.4 การดำเนินงาน

1) ถอดแบบ

2) จัดทำต้นทุนต่อหน่วย

3) พิจารณาค่า Factor “F” ที่เหมาะสม สรุปเป็นราคาโครงการ

4) ตรวจทาน

2.3.5 รายการงานตรวจสอบ (Checklist)

1) ได้รับแบบครบถ้วนหรือไม่

2) แบบที่ได้รับเป็นฉบับล่าสุดหรือไม่

3) แบบที่ใช้ในการถอดแบบเป็นฉบับล่าสุดหรือไม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4) ข้อมูลระบบสาธารณูปโภคที่จำเป็นต้องรื้อย้าย ก่อสร้างใหม่มีครบถ้วนหรือไม่

5) ได้คำนึงถึงวิธีการก่อสร้างว่าจำเป็นต้องมีงานชั่วคราว เช่น Sheet Pile, Coffer Dam หรือ การสูบน้ำระหว่างการก่อสร้างหรือไม่

6) ได้คำนวณปริมาณงานของงานชั่วคราวเพื่อใช้ในการประมาณราคาหรือไม่

7) เข้าใจในวิธีการก่อสร้างหรือไม่

8) ได้สอบทานตัวเลขและการคำนวณแล้วหรือไม่

9) หน่วยที่ใช้ถูกต้องหรือไม่

10) ปริมาณงานครบถ้วนหรือไม่

11) Back up Sheet ชัดเจนและสะดวกในการตรวจสอบหรือไม่

12) Back up Sheet ครบถ้วนหรือไม่

13) ลายมือ ตัวเลข ชัดเจนหรือไม่

14) ตรวจสอบ พิสูจน์อักษรแล้วหรือไม่

15) กรณีใช้ คอมพิวเตอร์ ช่วยในการคำนวณ มีรายละเอียดสูตรการคำนวณ และตัวอย่างหรือไม่

16) ระบบการจัดเก็บเป็นอย่างไร จะต้องมีระบบการจัดเก็บ

17) ได้ตรวจสอบดูสถานที่ก่อสร้างหรือไม่

18) ราคาวัสดุ Update หรือไม่

19) หน่วยในการจ่ายเงินสอดคล้องกับข้อกำหนดทางเทคนิค (Specifications) และบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา (Bill of Quantities/B.O.Q.) หรือไม่

20) กรณีที่บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา (Bill of Quantities/B.O.Q.) ระบุถูกต้องและสอดคล้องกับเอกสาร

21) Factor F (ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี) Update และถูกต้อง

22) ระบบการจัดเก็บเอกสาร (Filing) การผลิต (Reproduction) และการแจกจ่าย (Distribution) ปลอดภัยและเน้นว่าเป็นเอกสาร “ลับ” หรือไม่

23) ราคาวัสดุที่ใช้เป็นราคาที่รวมค่าขนส่งถึงสถานที่ก่อสร้างแล้วหรือไม่

24) งานดินขุดรวมค่าขนส่งดินไปทิ้งแล้วหรือไม่

25) แบบที่ใช้ในการถอดแบบมีข้อมูลครบถ้วนหรือไม่ เช่น กำลังของคอนกรีต ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม ความยาวของเสาเข็มและอื่น ๆ

26) มีรายการวัสดุครบถ้วนหรือไม่

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

27) งานที่มีความต่อเนื่องและเกี่ยวพันกัน มีการแบ่งแยกงานจากกันชัดเจนหรือไม่ และต้องสามารถตรวจสอบได้ง่าย

28) วัสดุที่ระบุให้ใช้ตามแบบ มีขายในท้องตลาดหรือไม่

29) ใบเสนอราคามีครบถ้วนหรือไม่

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาขั้นตอน วิธีการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา คาน (Precast) แล้วรวบรวมข้อมูลการก่อสร้างโดยวิธีเปรียบเทียบข้อมูลประมาณการต้นทุนการก่อสร้าง และระยะเวลา กับวิธีการหล่อในที่

3.1 ขอบเขตและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา

3.1.2 ออกแบบอาคารที่จะก่อสร้างโดยวิธีชิ้นส่วนเสาคานคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป และรวบรวมข้อมูล วิธีการและขั้นตอนการก่อสร้างรวมถึงระยะเวลาและค่าใช้จ่าย เพื่อนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับวิธีการหล่อในที่

3.1.3 จัดทำแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูลในด้านต้นทุน และระยะเวลาการก่อสร้าง

3.1.4 จัดส่งแบบฟอร์มให้กับทางหน้างาน

3.1.5 เก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.6 วิเคราะห์ข้อมูล

3.1.7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 โครงการก่อสร้างที่เป็นกรณีศึกษา

โครงการก่อสร้างอพาร์ทเม้นท์บางละมุง เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น (พื้นที่ใช้สอย 1,950 ตารางเมตร) งานโครงสร้างระบบเสา คาน ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast)

3.2.2 ขั้นตอนการก่อสร้างอาคาร

3.2.2.1 วิธีการเตรียมก่อนการก่อสร้าง

3.2.2.2 ประสานงานกับเจ้าของโครงการเพื่อออกแบบอาคารทางด้านสถาปัตยกรรม

3.2.2.3 นำแบบสถาปัตยกรรมมาออกแบบโครงสร้างโดยใช้ทฤษฎีกำลังอัดประลัย โดยออกแบบเป็นคานช่องเดียว (Simple Span)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างรายการคำนวณคาน

M = 1/8 WL

3.2.2.4 นำแบบรูปโครงสร้างที่ได้จากข้อ 3.2.2.3 มาทำแบบรายละเอียดเพื่อก่อสร้าง (Shop Drawing)

3.2.2.5 วางแผนงานก่อสร้าง

3.3 วิธีการศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสาคาน (Precast)

ประกอบด้วยงานก่อสร้าง 2 ส่วน ดังนี้

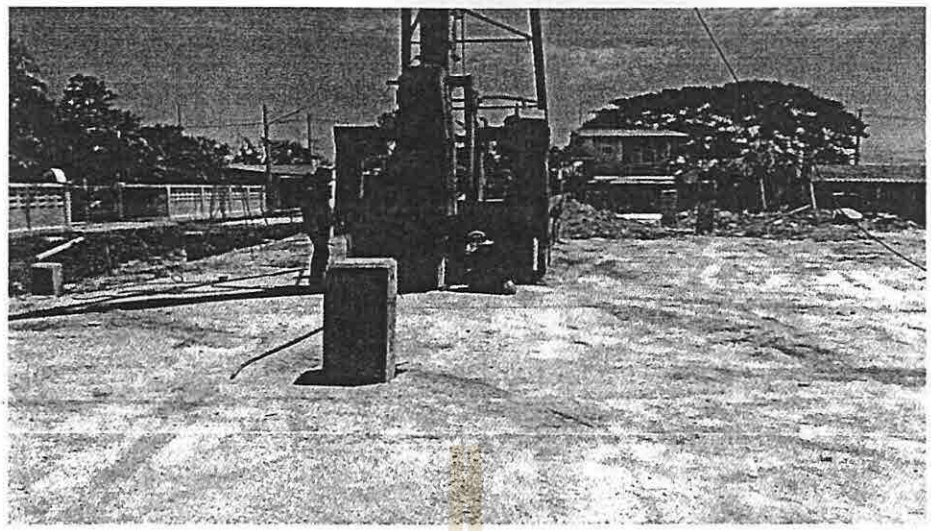
3.3.1 งานก่อสร้างที่หน้างานก่อสร้าง

3.3.1.1 ผู้วิจัยได้จ้างเหมาผู้เชี่ยวชาญงานดินมาเจาะสำรวจชั้นดินเพื่อออกแบบกำหนดความยาวของเสาเข็มและฐานรากซึ่งพบว่าต้องใช้เสาเข็มความยาว 8.00 เมตร

3.3.1.2 เริ่มการก่อสร้างโดยช่างสำรวจจำนวน 2 คน และผู้ช่วยช่างสำรวจจำนวน 3 คน วางผัง ปักหมุด เพื่อกำหนดจุดตอกเสาเข็มใช้เวลาดำเนินงาน 2 วัน

3.3.1.3 ตอกเสาเข็ม โดยผู้รับเหมาช่วง โดยฐานราก F 1 จำนวน 20 ฐาน ใช้เสาเข็มสี่เหลี่ยมตันขนาด 0.35 x 0.35x8.00 เมตร จำนวน 1 ต้น ต่อฐาน และฐานราก F2 จำนวน 19 ฐาน ใช้เสาเข็มสี่เหลี่ยมตันขนาด 0.26 x 0.26x8.00 เมตร จำนวน 1 ต้นต่อฐาน ใช้เวลาในการตอกเสาเข็ม 3 วัน โดยผู้วิจัยได้ให้โฟร์แมนควบคุมงานตรวจสอบศูนย์กลางและดิ่งของเสาเข็มให้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่ามาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง และตรวจสอบค่า LAST TEN BLOW ตามที่ผู้วิจัยได้คำนวณออกแบบค่า BLOW COUNT รูปที่ 3.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.1 การตอกเสาเข็ม

3.3.1.4 การขุดดินฐานราก เนื่องจากพื้นที่ด้านหลังเป็นร่องน้ำ ผู้วิจัยจึงวางแผนให้ขุดดินในแถว E และแถว F ก่อน โดยใช้รถตักหน้าขุดหลัง เมื่อขุดได้ระดับที่ต้องการแล้วจึงเทคอนกรีตหยาบใช้เวลา 1 วัน หลังจากนั้นสกัดหัวเสาเข็ม วางเหล็กตะแกรงฐานรากและเหล็กเสาประกอบแบบ เทคอนกรีตฐานราก แถว E และแถว F ใช้เวลา 2 วัน

3.3.1.5 ขุดดินฐานรากแถว A แถว B และแถว C แล้วปรับระดับเทคอนกรีตหยาบ วางตะแกรงเหล็กประกอบแบบเทคอนกรีตฐานรากใช้เวลา 2 วัน

3.3.1.6 ประกอบแบบและเทคอนกรีตเสาตอม่อ ทั้งหมดใช้เวลา 3 วัน

3.3.1.7 ถมดินพร้อมบดอัดฐานรากและเสาตอม่อใช้เวลา 2 วัน

3.3.1.8 ขุดแต่งแนวพื้นรองคาน ผูกเหล็กคานคอดินประกอบแบบเทคอนกรีตใช้เวลา 4 วัน

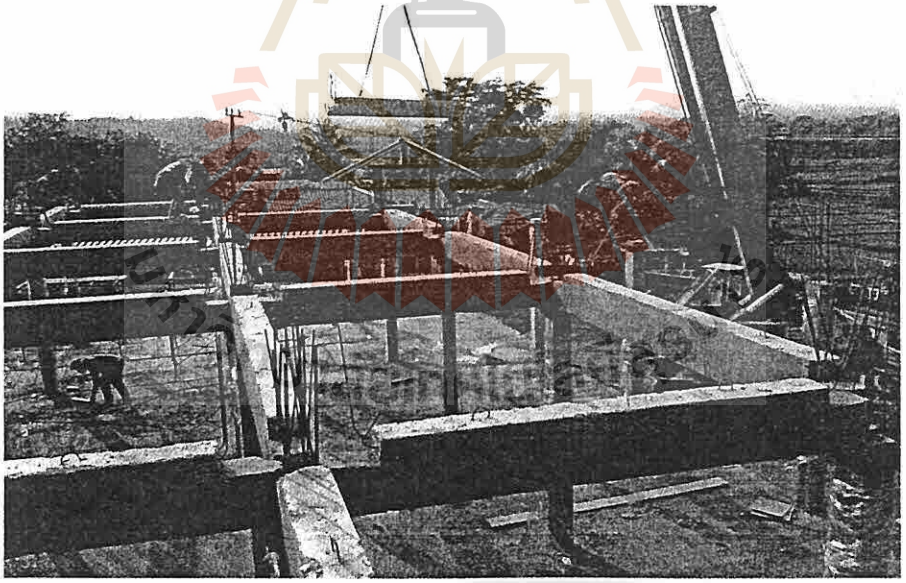
3.3.1.9 ถมบดอัดดินแล้วเทคอนกรีตพื้นชั้นล่างใช้เวลา 3 วัน

3.3.1.10 ประกอบแบบเสาชั้น 1 เทคอนกรีตรื้อแบบใช้เวลา 4 วัน

3.3.1.11 ขุดดินประกอบแบบเทคอนกรีตหยาบ ผูกเหล็กเทคอนกรีตของแท้งน้ำใต้ดินนั้นและผนังประกอบแบบท้องคาน ผูกเหล็กประกอบแบบข้างเทคอนกรีต รื้อแบบคาน B6 ซึ่งเป็นคานที่ใช้รับเสาเพื่อถ่ายน้ำหนักในช่วงกลางอาคารจากชั้น 3 ถึงหลังคา ในขั้นตอนนี้จะต้องติดแผ่นเหล็กข้างคานเพื่อใช้รับคาน B 4 ที่เป็นคานซอย แล้วผูกเหล็กเสา Cx เป็นเหล็ก Dowel

DB16 ยาว 1.00 เมตร จำนวน 8 เส้น คาน B 6 จำนวน 9 คาน มีขนาดหน้าตัด 0.25 x 0.80 เมตร

3.3.1.12 การติดตั้งคานชั้นที่ 2 ให้ช่างเหล็ก 4 คน ผู้ช่วยช่าง 4 คน กรรมกร 2 คน (รูปที่ 3.2) แสดงการเตรียมหัวเสาชั้นที่ 1 เพื่อรองรับคานที่จะนำมาวาง นำคานที่หล่อสำเร็จรูปแล้ว จากสถานที่หล่อมาวางบนจุดรองรับที่เตรียมไว้โดยเริ่มวางคานตามขวางในคอลัมน์ 1 ถึง คอลัมน์ 9 ก่อน แล้วจึงวางคานในแถว F ถึงแถว B ตามลำดับ โดยใช้รถเครน ขนาด 25 ตัน จำนวน 1 คัน ใช้เวลา 2 วัน หลังจากนั้นจะเชื่อมต่อเหล็กเสริมคาน บริเวณหัวเสาและเชื่อมเหล็กราง [75x45x3.2 มิลลิเมตร เพื่อรองรับคาน B4 ซึ่งเป็นคานรอง ตามระยะของคาน B1 ที่จะนำมาวางลงจะต้องเชื่อมก่อนนำคาน B 4 ขึ้นติดตั้ง นำคาน B4 ขึ้นวางบนจุดรองรับที่เตรียมไว้ แล้วนำคาน B 1 ขึ้นวางบนจุดรองรับที่คาน B 4 ใช้เวลา 1 วัน แล้วเชื่อมรอยต่อของจุดรองรับและเหล็กยื่นจากคานที่นำมาวาง โดยผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบรอบเชื่อมทั้งหมดก่อนให้ช่างประกอบแบบและเทปูนนอนซิงค์ ใช้เวลา 2 วัน



รูปที่ 3.2 การติดตั้งคานสำเร็จรูป

รูปที่ 3.3 การยึดเหล็กปะกับรัดหัวเสาเพื่อเป็นบ่ารับคาน

รูปที่ 3.4 การติดตั้งคานสำเร็จรูป

3.3.1.13 ติดตั้งคานไม้ค้ำยันสำหรับแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง วางแผ่นพื้นแล้วปูตะแกรงลวดเหล็กขนาด 3.4 มิลลิเมตร @0.20 x0.20 เมตร ใช้ช่างปูน 3 คน ช่างไม้ 4 คน กรรมกร 4 คน

3.3.1.14 ประกอบแบบผูกเหล็กพื้นห้องน้ำ และพื้นระเบียง S2 วางท่อพีวีซี (Block out) ตามแบบสุขาภิบาลแล้ว เทคอนกรีตกำลังอัด 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (Cube) ใช้ช่างเหล็ก 4 คน ใช้ช่างไม้ 4 คน กรรมกร 4 คน

3.3.1.15 การติดตั้งคานชั้นที่ 3 และคานชั้น 4 ใช้วิธีการเหมือนการติดตั้งคานชั้นที่ 2 หลังจากติดตั้งคานแล้วก่อสร้างพื้น ใช้วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.13 และ 3.3.1.14

3.3.1.16 การก่อสร้างบันได เริ่มจากชั้นที่ 1 ขึ้นไปจนถึงชั้น 4 ใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับข้อ 3.3.1.13 และ 3.3.1.14 ใช้วิธีการประกอบแบบผูกเหล็ก เทคอนกรีต รื้อแบบ

3.3.1.17 เมื่อก่อสร้างอาคารด้วยโครงสร้างคานเสาสำเร็จรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้อาคารที่มีคุณภาพและความสวยงาม ไม่ต่างจากอาคารที่ก่อสร้างโดยใช้วิธีการหล่อในที่ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และ รูปที่ 3.6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.5 อาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จของโครงการอพาร์ทเม้นท์บางละมุง
ด้วยโครงสร้างสำเร็จรูปเสา คาน

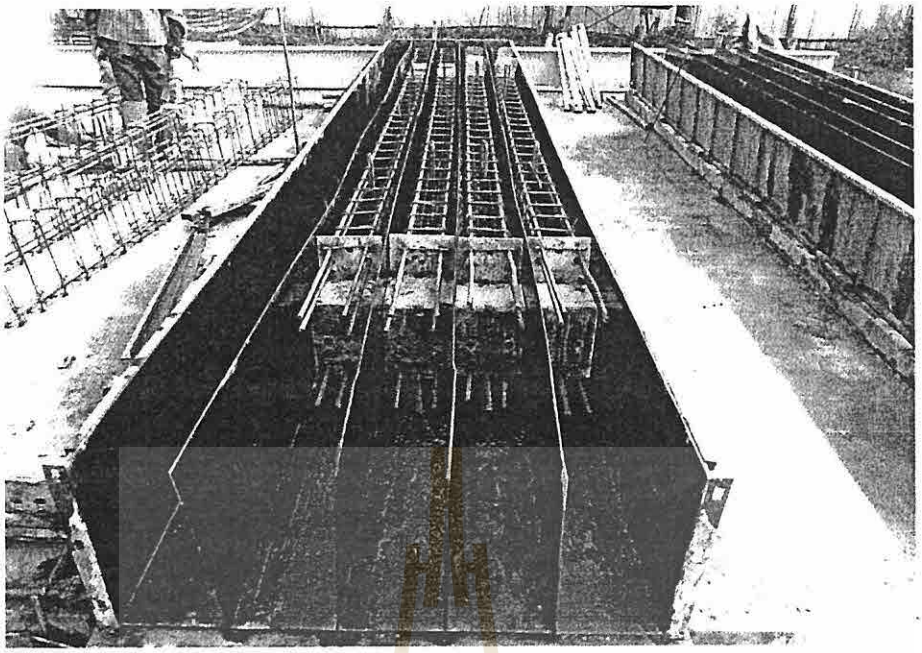
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.6 อาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จของโครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย
ด้วยโครงสร้างสำเร็จรูปเสาคาน

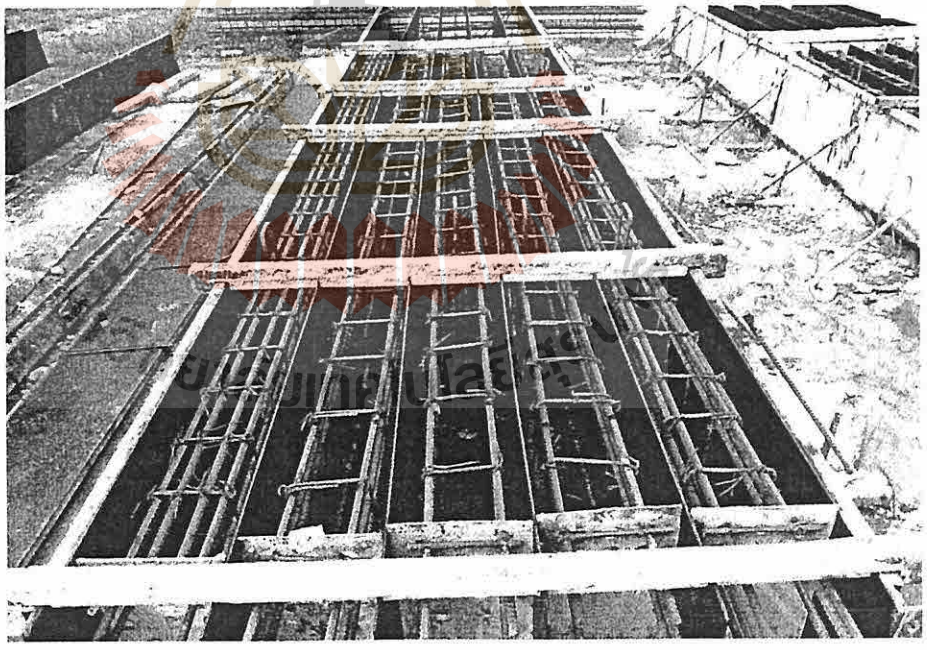
3.3.2 การก่อสร้างที่โรงหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป ประกอบด้วย ขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 เตรียมแบบหล่อคอนกรีตเป็นแบบเหล็กโดยกำหนดขนาดตามหน้าตัดคานที่ใช้ก่อสร้าง ซึ่งผู้วิจัยได้ประกอบแบบขนาดหน้าตัดคานขนาด 0.20 x 0.40 เมตร ยาว 6.00 เมตร จำนวน 15 คาน แบบขนาดหน้าตัดคานขนาด 0.15x0.40 เมตร ยาว 4.50 เมตร จำนวน 5 คาน 0.12x0.40 เมตร ยาว 4.5 เมตร จำนวน 5 คาน 3.3.2.2 ผูกเหล็กเสริมคานตามแบบรายละเอียด (Shop Drawing) รูปที่ 3.7 และ รูปที่ 3.8

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

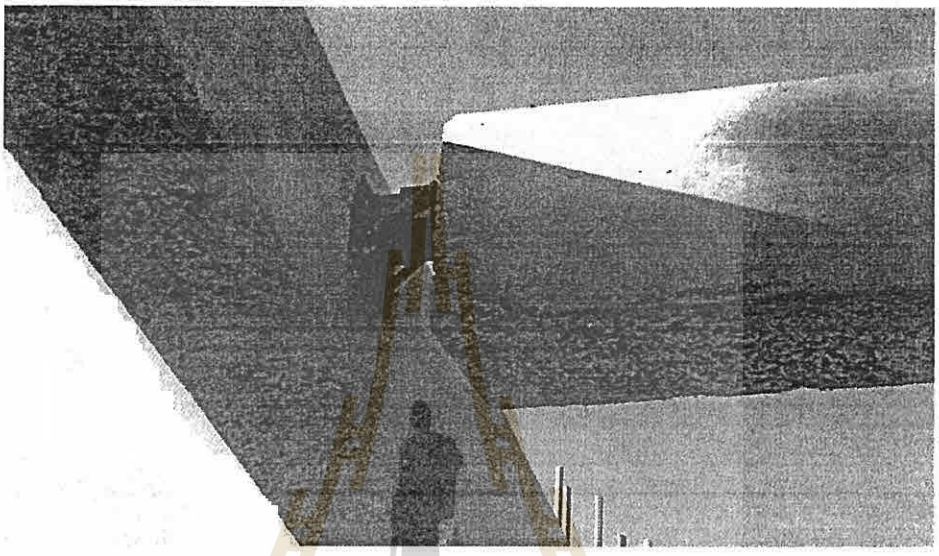


รูปที่ 3.7 พร้อมเหล็กหูหิ้วสำหรับยกคานสำเร็จรูปติดตั้งที่ระยะ 0.2L , L หมายถึง ความยาว ของความยาวคาน



รูปที่ 3.8 การประกอบแบบและวางเหล็กเสริมคาน

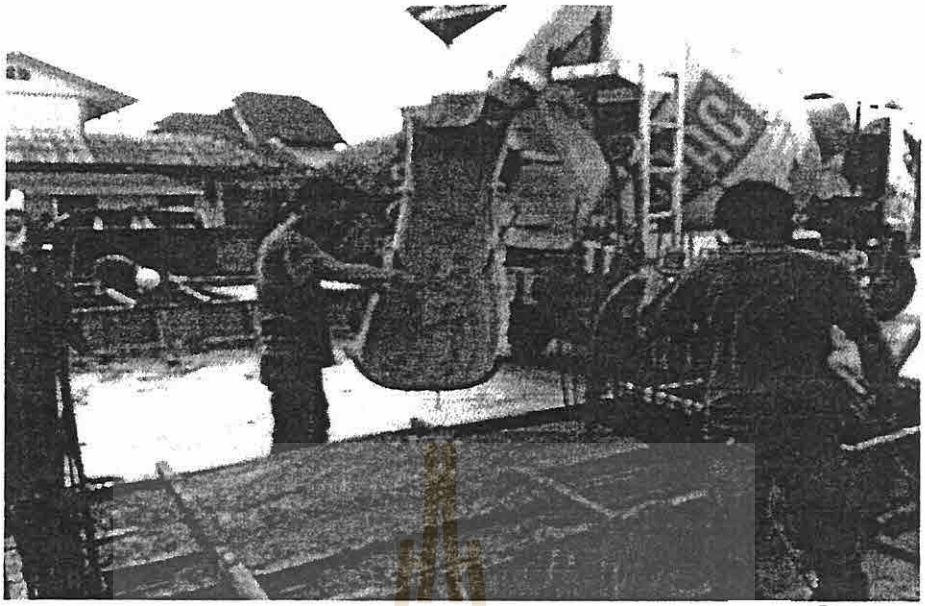
3.3.2.2 นำเหล็กเสริมที่ผูกเสร็จแล้วมาวางลงในแบบหล่อคอนกรีต เชื่อมแผ่นเหล็กขนาด 0.15x0.15 เมตร หนา 6 มิลลิเมตร สำหรับไว้รองรับเหล็กราง 75x45x3.2 มิลลิเมตร ติดกับเหล็กเสริม และเชื่อมต่อเหล็กกล่องขนาดหน้าตัด 100x50x3.2 มิลลิเมตร ยาว 0.60 เมตร แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การติดแผ่นเหล็ก เหล็กราง และเหล็กกล่อง รอยต่อคานซอยกับคานหลัก

3.3.2.3 เทคอนกรีตกำลังอัดประลัย 280 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร(cube) ปาดหน้าปูนให้เรียบแล้วเขียนเบอร์คานตามที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด (Shop Drawing) ในการหล่อชิ้นส่วนคานและเสาจะดำเนินไปก่อนการติดตั้งประมาณ 5 วัน แสดงดังรูปที่ 3.10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.10การเทคอนกรีตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป คาน เสา

3.3.2.4 ยกชิ้นส่วนคาน เสา ออกจากแบบโดยใช้รถยก (Heab) ขนาด 5 ตัน วางกองไว้บริเวณที่เก็บของ บ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต และทิ้งไว้อายุครบ 7 วัน จึงสามารถนำไปติดตั้งได้ ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 คานสำเร็จรูปที่หล่อเตรียมไว้ติดตั้งที่หน้างาน

3.3.3 รวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง ได้แก่

- ค่าวัสดุก่อสร้าง เช่น ค่าแบบเหล็ก ค่าเหล็กเสริม ค่าไม้แบบ ฯลฯ
- ค่าแรงงาน จำนวนแรงงานที่ใช้ก่อสร้าง
- ค่าเครื่องจักรเช่า ค่าเครื่องมือแล้วสรุปเป็นบัญชีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของโครงการใน ส่วนของโครงสร้าง

3.3.4 ประมาณการราคาค่าก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กตามแบบโครงสร้าง จากข้อ 3.2.2.3 โดยกำหนดเงื่อนไขเป็นวิธีการหล่อโครงสร้างในที่โดยการถอดแบบคำนวณปริมาณวัสดุและค่าแรงงานออกมาเป็นหน่วยของแต่ละประเภทงานแล้ว ราคาต่อหน่วยแล้วคิดเป็นยอดรวมค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงทั้งหมด ซึ่งรายการวัสดุก่อสร้างจะใช้ราคาเดียวกันกับข้อมูลที่ได้รวบรวมในการก่อสร้างโดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast)

3.3.5 วิเคราะห์ผลและสรุปผลโดยพิจารณาจากข้อมูลการก่อสร้างด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสาคาน (Precast) และวิธีหล่อในที่โดยเปรียบเทียบราคาต่อตารางเมตร ของโครงการเดียวกันพิจารณาในแง่ของราคารวมของการก่อสร้างระยะเวลาการก่อสร้าง จำนวนแรงงาน ค่าวัสดุก่อสร้าง ค่าแรง

3.4 การคำนวณแรงเฉือนรอยต่อ เสา คาน

3.4.1 การคำนวณหาแรงเฉือนและการเชื่อมต่อเหล็กเสริมที่หัวเสา

<u>ตัวอย่างการคำนวณหาค่าแรงเฉือนของคาน B2 จากแบบที่แสดงในรูป 3.12</u>

ตัวแปร ค่าแรงเฉือน = V หน่วย เป็น กิโลกรัม (kg.)

น้ำหนักที่กระทำต่อคาน = w หน่วยเป็น กิโลกรัม (kg.)

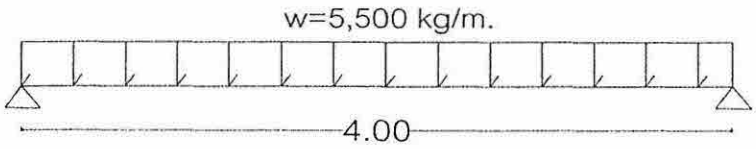
ความยาวคาน = l หน่วยเป็นเมตร (m.)

กำลังของรอยเชื่อม E60 = 1,260 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร (kg/cm2)

หน่วยแรงที่ยอมให้ Fy = 2,400 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร (kg/cm2)

ขนาดของรอยเชื่อม a ใช้ 4 มิลลิเมตร

ความยาวของรอยเชื่อม L หน่วยเป็นมิลลิเมตร



กำลังรอยเชื่อม Pw = 0.707 a.L.V. หน่วยเป็นกิโลกรัม (kg.)

แรงเฉือนที่เกิดขึ้น v = ½ wL

v = ½ x 5,500 x 4.00

v = 11,000 kg.

กำลังของรอยเชื่อม Pw = 0.707 a.L.V.

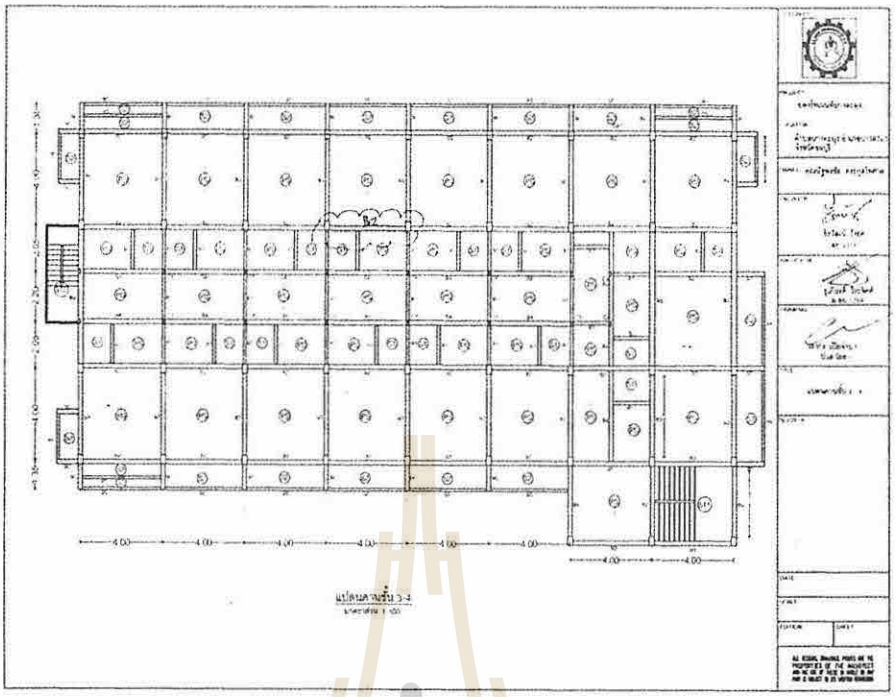
= 0.707 x 0.50 x 5 x 6 x 1,260

= 13,362.30 kg > 11,000 kg OK

สรุป การเชื่อมเหล็กเสริมรอยต่อคาน B2 กับเสาเพื่อรับแรงเฉือนที่เกิดขึ้น ต้องใช้รอยเชื่อม ที่เหล็กเสริมบน เหล็กข้ออ้อย ขนาด 12 มิลลิเมตร จำนวน 6 เส้น ขนาดรอยเชื่อม กว้าง 5 มิลลิเมตร ยาว 5 เซนติเมตร ระยะทาบเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

ตัวอย่าง การเชื่อมเหล็กเสริมรอยต่อหัวเสากับคาน ดังแสดงในรูปที่ 3.13

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างแบบแปลนคานชั้น 3 – 4

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการเชื่อมเหล็กเสริม รอยต่อ คาน ที่หัวเสา

3.5 เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจเป็นแบบฟอร์มที่มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่

ส่วน 1 แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการเบิกวัสดุที่ใช้ในงาน (แสดงในภาคผนวก)

ส่วน 2 แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณในการใช้เครื่องจักร แรงงาน และเวลาในการทำงานก่อสร้าง จากหน่วยงานก่อสร้าง (แสดงในภาคผนวก)

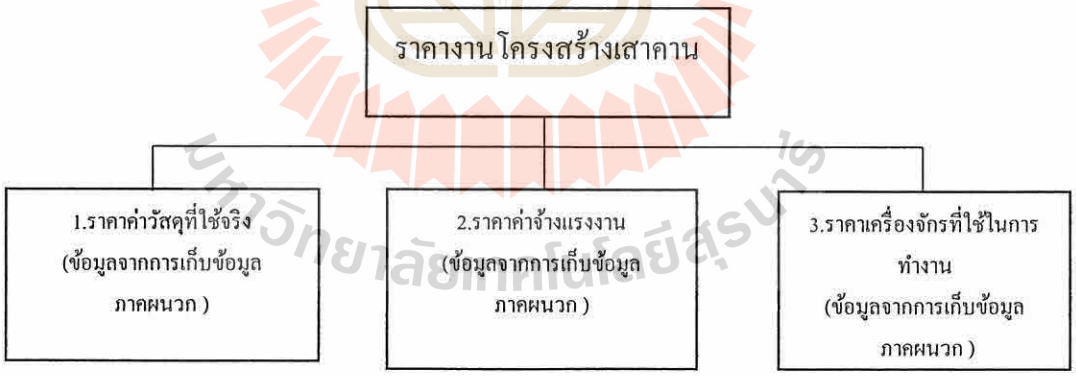
3.6 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่จะทำการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเพื่อเปรียบเทียบ ต้นทุน และระยะเวลาของการก่อสร้างอาคารพักอาศัยระบบเสา คาน วิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป กับวิธีการหล่อคานเสาในที่ โดยการเก็บข้อมูลลงในแบบฟอร์มจากหน้างานที่ก่อสร้างด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3.7 การรวบรวมข้อมูล

แบบฟอร์มส่วนที่ 1 จัดให้ธุรการโครงการเป็นผู้เก็บข้อมูลโดยการจัดเก็บข้อมูลตามใบเบิกจากโฟร์แมนที่รับผิดชอบ

แบบฟอร์มส่วนที่ 2 จัดเก็บข้อมูลโดยโฟร์แมนที่รับผิดชอบในส่วนของงานประกอบผนัง และให้ธุรการโครงการเป็นผู้บันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.14 องค์ประกอบของราคางานโครงสร้าง

ราคางานโครงสร้างผนัง ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1. ราคาค่าวัสดุที่ใช้จริงซึ่งพิจารณาจากแบบโครงสร้างของบ้านแต่ละรูปแบบ และขั้นตอนการก่อสร้างดังที่ได้กล่าวในบทที่ 2 จะได้ปริมาณวัสดุที่ใช้ (BOQ) ดังแสดงในสมการที่ 3.1 2. ราคาค่าจ้างแรงงาน (โดยสมมติฐานให้คนงานมีทักษะการทำงานเหมือนกันและได้ค่าแรงเท่ากันคือ 420 บาทคน/วัน และมี ระยะเวลาการทำงาน

เท่ากัน 8 ชั่วโมงต่อวัน) และ 3. ราคาเครื่องจักร(โดยคิด ระยะการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยที่รถเครนคิดราคา 8,500 บาทต่อวันและรถขนส่งคิดราคา 3,500 บาทต่อวัน)

3.8 วิธีคิดราคาต่อหน่วย

ราคางานโครงสร้างดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ 3.7 คำนวณจากราคาต่อหน่วยพื้นที่โดยนำพื้นที่ใช้สอยของอาคารแต่ละแบบคือ 1.โครงการอพาร์ทเม้นท์บางละมุง อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 1,950 ตารางเมตร ดังแสดงในสมการที่ (3.1)

$$\text{ราคาต่อหน่วย} = \frac{\text{ราคางานโครงสร้าง(บาท)}}{\text{ขนาดพื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)}} \qquad (3.1)$$

3.9 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณวัสดุที่ใช้จริงในการก่อสร้างอาคารด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากโครงการก่อสร้างทั้งสอง พร้อมทั้งทำข้อมูลการเปรียบเทียบปริมาณวัสดุที่ได้ปริมาณตามแบบก่อสร้าง พร้อมทั้งเปรียบเทียบ ทั้งนี้ได้ใช้ราคาต่อหน่วยเดียวกัน รายละเอียดการเก็บข้อมูลมีดังนี้

3.9.1 เก็บข้อมูลปริมาณวัสดุงานโครงสร้างจากแบบที่ใช้ในการก่อสร้าง

3.9.2 เก็บข้อมูลวัสดุงานโครงสร้างจากการใช้งานจริง จากการเก็บข้อมูลตัวอย่าง 2 โครงการ (จากแบบฟอร์มส่วนที่ 1 ในภาคผนวก)

3.9.3 เก็บข้อมูลแรงงาน (หน่วยเป็น ค่าแรง/คน/วัน), เครื่องจักร (หน่วยเป็น เหมาการทำงาน/วัน), และระยะเวลาการทำงานทั้งหมด/ต่อหลัง (จากแบบฟอร์มส่วนที่ 2 ในภาคผนวก)

3.9.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของราคาวัสดุงานโครงสร้างที่ได้จากแบบก่อสร้าง กับปริมาณที่ใช้จากหน้างาน

3.9.5 เปรียบเทียบราคางานโครงสร้างต่อตารางเมตร ของสำเร็จและชนิดใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

3.9.6 เปรียบเทียบระยะเวลาการทำงาน ของระบบหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อสำเร็จและชนิดใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

3.9.7 หาจุดคุ้มทุนจากการรวมค่าแบบเหล็กที่ในการหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการศึกษา และวิเคราะห์ผล

4.1 บทนำ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาการก่อสร้าง จำนวน 2 โครงการดังนี้

1. โครงการก่อสร้างอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น ชื่อโครงการอพาร์ทเม้นท์ บางละมุง พื้นที่ใช้สอย 1,950 ตารางเมตร บริเวณอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี
2. โครงการก่อสร้างอาคารพาณิชย์ คอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ชั้น ชื่อโครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย พื้นที่ใช้สอย 576 ตารางเมตร บริเวณอำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง

ก่อสร้างด้วยโครงสร้าง คอนกรีตเสริมเหล็ก ระบบเสา คาน ด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป แล้วเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง และระยะเวลาการก่อสร้าง กับค่าที่ได้จากการถอดแบบประมาณราคาที่ก่อสร้างด้วยวิธีประกอบแบบแล้วหล่อในที่ ซึ่งการก่อสร้างทั้งสองอาคารใช้แบบเหล็กชุดเดียวกันในการหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปและใช้ช่างเชื่อมประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปชุดเดียวกันภายใต้สมมติฐานในการศึกษา ได้แก่

1. ไม่คิดอายุการใช้งานของแบบหล่อ
2. ไม่คิดค่าก่อสร้างโรงงานหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป
3. การขนส่งคิดแบบเหมาตามครั้งของการขนส่ง
4. พื้นที่กองเก็บแบบหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อสำเร็จสามารถจัดหาได้และ
5. มีตัวสำรองทำงานทดแทนทันทีถ้ามีเครื่องจักรหรือเครื่องมือชำรุด ได้นำผลที่ได้มานำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งสามารถแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2 ข้อมูลทั่วไป

4.2.1 ราคาวัสดุ

ปริมาณวัสดุจากการถอดแบบโดยใช้วิธีการก่อสร้างโครงสร้าง คอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีแบบหล่อในที่ แสดงในตารางที่ 4.1 ทั้งนี้รายการโดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 4.1 ปริมาณวัสดุจากแบบก่อสร้างอาคารที่คิดจากการก่อสร้างด้วยวิธีหล่อโครงสร้างในที่

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	ราคาวัสดุที่ใช้จริง(บาท)
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	หล่อโครงสร้างในที่	1,662,540
2	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	หล่อโครงสร้างในที่	520,836

ข้อมูลค่าวัสดุที่เก็บได้จริงจากการก่อสร้างอาคารทั้งสองโครงการ ด้วยวิธีใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป แสดงในตารางที่ 4.2 รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.

ตารางที่ 4.2 ปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสา คาน

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	ราคาวัสดุที่ใช้จริง (บาท)
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป เสา คาน	1,305,114
2	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป เสา คาน	388,308

ความแตกต่างของปริมาณวัสดุที่ปริมาณในตารางที่ 4.1 และที่เก็บข้อมูลจากการก่อสร้างจริงในตารางที่ 4.2 แสดงค่าตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความแตกต่างระหว่างราคาวัสดุจากที่ได้จากแบบคิดจากการก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่กับวัสดุที่ใช้ก่อสร้างจริงด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนปริมาณวัสดุจากแบบกับใช้จริง
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	21.49 %
2	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	25.44 %

4.2.2 ราคาค่าแรงก่อสร้าง

ค่าแรงที่ใช้ในการก่อสร้างจริงด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป และค่าแรงงานที่ได้จากการประมาณราคาก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่ แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	ราคาค่าแรงงาน (บาท)
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	หล่อในที่	611,655
2	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	394,720
3	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	หล่อในที่	193,710
4	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	64,600

4.2.3 ค่าใช้จ่ายเครื่องจักร

ค่าใช้จ่ายส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างจริงด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป และค่าแรงงานที่ได้จากการประมาณราคาก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่ โดยรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.5 ค่าเช่าเครื่องจักร

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	ราคาค่าเช่าเครื่องจักร (บาท)
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	192,000
2	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	108,000
3	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	หล่อในที่	51,000
4	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	หล่อในที่	17,000

4.2.4 ค่าใช้จ่ายรวม

ราคาค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดจากทั้ง 3 ส่วนที่ได้กล่าวข้างต้น จากการก่อสร้างจริงด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป และค่าแรงงานที่ได้จากการประมาณราคาก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่ แสดงในตารางที่ 4.6 เมื่อนำค่าที่ได้มาหารด้วยพื้นที่ใช้สอยจะได้ราคาค่าก่อสร้างส่วนโครงสร้างทั้งหมดต่อพื้นที่ตารางเมตรและ แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ราคางานโครงสร้างเสา คานต่อหลัง

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	ราคางานโครงสร้าง(บาท)
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	1,998,879
2	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	661,172
3	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	หล่อในที่	2,322,195
4	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	หล่อในที่	731,546

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลราคางานโครงสร้างเสา คานต่อตารางเมตร

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	ราคางานโครงสร้างต่อตารางเมตร(บาท)
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	970.17
2	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	992.54
3	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	หล่อในที่	1,190.86
4	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	หล่อในที่	1,270.04

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลระยะเวลาในการทำงานต่อหลัง

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	ระยะเวลาการทำงาน (วัน)
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	28
2	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	17
3	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	หล่อในที่	87
4	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	หล่อในที่	67

4.2.4 ราคาแบบหล่อชิ้นส่วนเสา คานสำเร็จรูป

การก่อสร้างด้วยวิธีการหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น มีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นมาก แต่หากมีการใช้ซ้ำหลายรอบหรือหล่อหลายครั้ง ก็จะทำให้ค่าแบบหล่อมีค่าน้อยมาก จึงสมมติได้ว่าการหล่อชิ้นส่วนคานเสาสำเร็จรูปไม่มีค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม แบบหล่อสำหรับวิธีการหล่อในที่จะมีค่าไม้แบบโดยคิดประมาณการตามหลักเกณฑ์การคำนวณราคาค่าก่อสร้างของกรมบัญชีกลาง ดังนี้

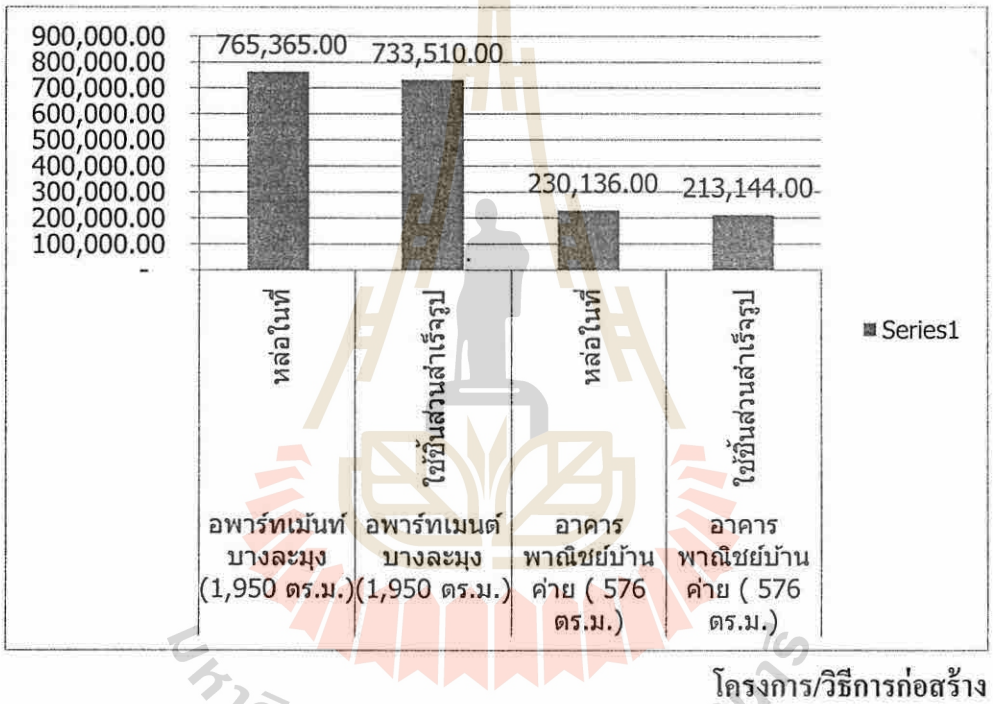
ตารางที่ 4.9 ข้อมูลราคาแบบเหล็กที่ใช้ในการหล่อคาน เสา

ลำดับ	โครงการ	วิธีการก่อสร้าง	ค่าแบบเหล็ก (บาท)
1	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	หล่อในที่	897,175.00
2	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	หล่อในที่	290,700.00
3	อพาร์ทเม้นท์บางละมุง	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	350,000.00
4	อาคารพาณิชย์บ้านค่าย	ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	72,200.00

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

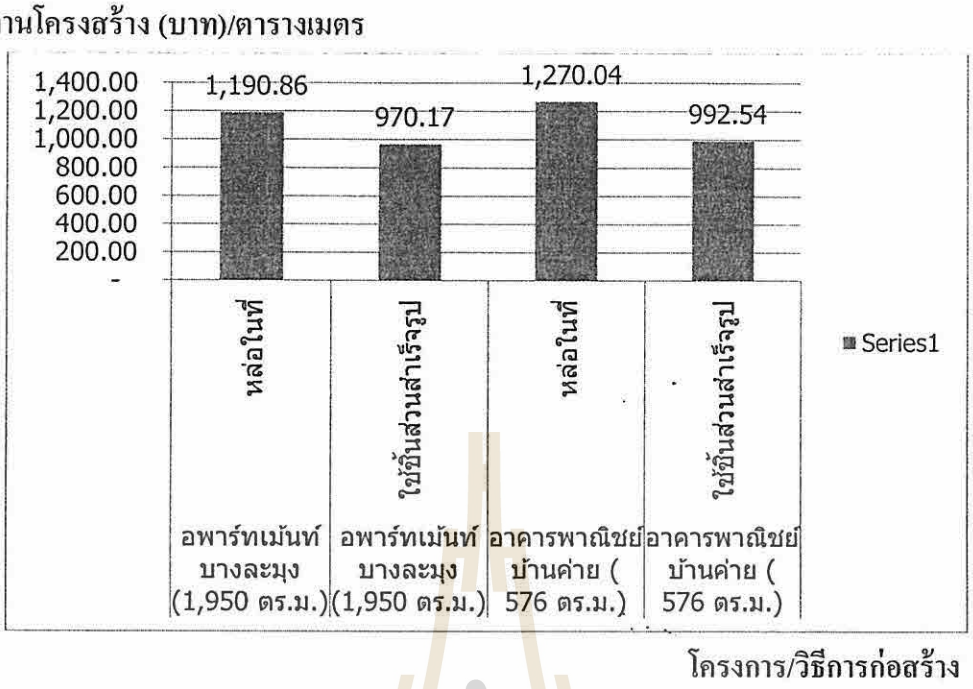
4.3 เปรียบเทียบราคาวัสดุงานโครงสร้าง เสา คาน ที่ได้จากแบบ กับที่ใช้จริงจากหน้างาน

การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแบบก่อสร้าง กับการก่อสร้างจริงแสดงดังรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าปริมาณงานที่ประมาณจากแบบก่อสร้างและปริมาณงานจริงจากการก่อสร้างมีความ ใกล้เคียงกันมากสำหรับทั้งการก่อสร้างด้วยระบบหล่อในที่และใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยโครงการอพาร์ทเม้นท์บางละมุง มีความคลาดเคลื่อนที่ร้อยละ 4.16 และโครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย มีคาดเคลื่อนร้อยละ 7.38 โดยที่ปริมาณที่ใช้ในการก่อสร้างจริงจะน้อยกว่าปริมาณที่คิดจากแบบในทุกกรณี



รูปที่ 4.1 ความแตกต่างระหว่างราคาวัสดุจากแบบกับใช้จริง

4.4 เปรียบเทียบราคางานโครงสร้างเสา คาน ต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารเป็นตารางเมตร

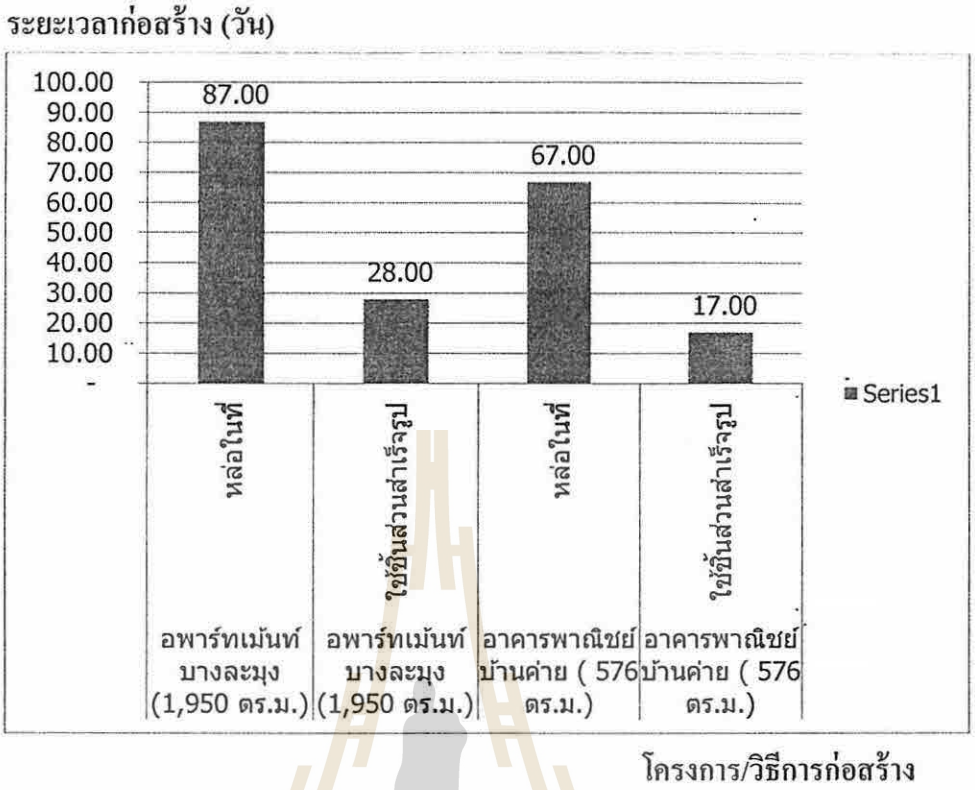


รูปที่ 4.2 ราคางานโครงสร้างเสา คาน ต่อตารางเมตร

รูปที่ 4.2 แสดงราคางานโครงสร้างเสา คาน ต่อตารางเมตร ของโครงการอพาร์ทเม้นท์บางละมุง พื้นที่ 1,950 ตารางเมตร และโครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย 970.17 บาท/ตารางเมตรพบว่าวิธีหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อสำเร็จ มีราคาถูกกว่า วิธีใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ 220.69 บาท/ตารางเมตร และ 277.50 บาท/ตารางเมตร ตามลำดับ

4.5 เปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้าง

ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานดังแสดงในรูปที่ 4.3 พบว่าโครงการอพาร์ทเม้นต์บางละมุง ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอย 1,950 ตารางเมตร และโครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย พื้นที่ใช้สอย 576 ตารางเมตร การก่อสร้างด้วยวิธีเสา คานสำเร็จรูป จะใช้เวลาน้อยกว่าวิธีหล่อในที่ 59 วัน และ 50 วัน ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองโครงการเมื่อก่อสร้างด้วยวิธีเสา คานสำเร็จรูปจะทำให้การก่อสร้างเร็วขึ้นกว่าวิธีหล่อในที่



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบระยะเวลาการทำงาน ของระบบหล่อในที่ชนิดใช้แบบหล่อผนังสำเร็จ และการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ 1.การศึกษาวิธีการก่อสร้างอาคารโดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบ เสา คาน 2.เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าวัสดุ ระยะเวลา ที่ได้จากการถอดแบบก่อสร้างและราคาวัสดุที่ ใช้จริงในงานก่อสร้างโดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูประบบเสา คาน การศึกษาทำการรวบรวมข้อมูล 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ถอดปริมาณจากแบบก่อสร้าง และส่วนที่ 2 เก็บข้อมูลจากการทำงานจริงที่หน้างานโดยได้จัดทำแบบฟอร์ม ออกเป็น 2 ส่วน แบบฟอร์มส่วนที่ 1 เก็บข้อมูลตามใบเบิกวัสดุ แบบฟอร์มส่วนที่ 2 จัดเก็บข้อมูลการเช่าเครื่องจักรโดยธุรการโครงการเป็นผู้บันทึกข้อมูล

5.1 สรุปผล อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาครั้งนี้นำเสนอผลเปรียบเทียบระหว่างความคุ้มค่าในการก่อสร้างโครงสร้างอาคารระบบเสา คาน ด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปกับวิธีหล่อในที่ของโครงการก่อสร้างอพาร์ทเม้นต์บางละมุง และโครงการก่อสร้างอาคารพาณิชย์บ้านค่าย มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ปริมาณวัสดุที่คำนวณจากแบบก่อสร้างและปริมาณวัสดุที่ใช้จริงจากหน้างานมีความใกล้เคียงกันสำหรับทั้งสำหรับวิธีการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยปริมาณวัสดุที่ใช้จริงมีค่ามากกว่าประมาณร้อยละ 1-2

5.1.2 การก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยวิธีใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีราคาต่อตารางเมตร ต่ำกว่าการก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่ซึ่งได้ข้อมูลจากการถอดแบบประมาณราคา งานวิจัยนี้พบว่าราคาต่อตารางเมตรสำหรับการก่อสร้างทั้งสองระบบมีค่าลดลงตามขนาดของพื้นที่ใช้สอย

5.1.3 จากผลการการวิจัยพบว่า ระยะเวลาในการทำงานก่อสร้างโครงสร้างอาคารด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะใช้เวลาน้อยกว่า การก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์จากมาตรฐานงานก่อสร้าง

5.1.4 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนระหว่างแบบเหล็กที่ใช้ในการหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปพบว่าการลงทุนครั้งแรก แบบเหล็กมีมูลค่า 165.25 บาท/ตารางเมตร สรุปได้ว่าจะต้องใช้แบบหล่อนี้ในการหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูป 27 ครั้ง จึงจะเท่ากับอัตราการเช่าแบบเหล็กหล่อในที่

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อผู้ที่สนใจในการก่อสร้างโครงสร้างอาคารระบบเสา-คาน ด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ดังนี้

1. เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าปริมาณวัสดุที่ได้จากการประมาณการกับที่ได้จากการทำงานจริงค่อนข้างใกล้เคียงกันมากดังนั้น วิธีการก่อสร้างโครงสร้างอาคารระบบเสา คาน ด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการควบคุมต้นทุนจากการประมาณราคาไว้ล่วงหน้า
2. ในการก่อสร้างโครงสร้างอาคารระบบเสา-คาน ด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปถ้าบ้านมีขนาดพื้นที่ใช้สอยใหญ่ขึ้น ต้นทุนในการก่อสร้างของงานโครงสร้างอาคารจะมีราคาต่อตารางเมตรลดลงตามมาด้วย
3. ในส่วนของผู้ประกอบการที่มีความสนใจในวิธีการก่อสร้างโครงสร้างอาคารระบบเสา-คาน ด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจำเป็นต้องศึกษาถึงข้อดีและข้อเสียโดยละเอียด และจำเป็นต้องมีทีมงานที่มีความรู้หรือประสบการณ์ในงานในด้านนี้พอสมควร
4. การลงทุนวิธีการก่อสร้างโครงสร้างอาคารระบบเสา คาน ด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ควรจะออกแบบโครงสร้างอาคารที่มีหน้าตัดเสา คานเหมือนๆ กัน เช่น คานหน้าตัด 0.20x0.40 เมตร และเสาชั้นล่างหน้าตัด 0.20x0.40 เมตร เป็นต้น เพื่อให้การผลิตแบบหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถใช้งานได้เกือบทั้งหมดจะทำให้ลดค่าก่อสร้างลงได้
5. ผู้ประกอบการที่มีความสนใจวิธีการก่อสร้างโครงสร้างอาคารระบบเสา-คาน ด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ไม่จำเป็นต้องมีเงินลงทุนมาก แต่ควรมีความรู้ในการบริหารจัดการงานก่อสร้าง เช่น การออกแบบโครงสร้างอาคาร การเช่าเครื่องจักร การจัดการพื้นที่หล่อและคิวการหล่อโครงสร้าง เพื่อให้สามารถดำเนินการก่อสร้างให้แล้วเสร็จได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

สำหรับผู้ประกอบการหรือผู้ที่สนใจในการก่อสร้างโครงสร้างอาคารระบบเสา-คาน ด้วยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะข้อดี และข้อเสียของแต่ละวิธี เพื่อใช้เป็นแนวทางต่อการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการใดวิธีหนึ่งระหว่างวิธีหล่อในที่ หรือวิธีใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5.2.2.1 วิธีการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ข้อดี

1. ใช้พื้นที่ในการกองเก็บชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบน้อยมากเมื่อเทียบกับวิธีการหล่อในที่โดยการประกอบแบบหล่อ
2. ใช้จำนวนแรงงานน้อย การจัดการจะง่ายและก่อสร้างได้รวดเร็ว
3. กรณีลูกค้าต้องการปรับแก้ไขแบบก็สามารถทำได้เนื่องจากการออกแบบชิ้นส่วนเป็นคานช่วงเดียว (Simple Beam)

ข้อเสีย

1. จะต้องความรู้และประสบการณ์เพื่อจัดการ ลำดับขั้นตอนงานที่ละเอียด
2. จะต้องมีแรงงานที่มีทักษะในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จึงจะทำให้การทำงานรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

5.2.2.2 วิธีการประกอบแบบแล้วหล่อในที่

ข้อดี

1. ประหยัดเหล็กโครงสร้างลงเล็กน้อย เพราะเป็นการออกแบบคานต่อเนื่อง
2. ใช้ความรู้ในการจัดการงานก่อสร้างน้อยกว่า
3. ใช้เครื่องจักร เครื่องมือในการทำงานน้อยกว่า

ข้อเสีย

1. ต้องมีพื้นที่ในการกองเก็บแบบเหล็กที่ใช้ในการหล่อผนัง
2. ต้องใช้ระยะเวลาการรออายุของคอนกรีต และขั้นตอนการทำงานแต่ละขั้นมากกว่า

ข้อดีสำหรับผู้บริโภค

- **การก่อสร้างมีคุณภาพสม่ำเสมอมาตรฐานเดียวกัน** เพราะทุกขั้นตอนถูกควบคุมอย่างละเอียด และง่ายต่อการควบคุม เนื่องจากในพื้นที่หล่อชิ้นส่วนสามารถตรวจสอบได้ทั่วถึงกว่า
- **การคืนทุนค่าก่อสร้างอาคารเร็วขึ้น** การก่อสร้างเร็วขึ้นทำให้ผู้บริโภคอาคาร เช่น อาคารพาณิชย์ อพาร์ทเม้นท์ สามารถใช้งานได้เร็วขึ้นงานเกิดผลกำไรในการทำธุรกิจหรือการให้เช่าเร็วขึ้นหากเป็นหมู่บ้านจัดสรร สามารถขายให้ลูกค้าได้เร็วขึ้นแล้วสามารถก่อสร้างโครงการอื่นได้ต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- **เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม**ช่วยลดปัญหาขยะที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม รวมทั้งลดมลภาวะทางเสียง ฝุ่น เศษอิฐ เศษปูน ขยะจากคนงานก่อสร้าง และปัญหาการจราจรในสถานที่ก่อสร้าง

ข้อดีสำหรับผู้ประกอบการ

- **สามารถก่อสร้างได้ในทุกพื้นที่ด้วยการหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตจากโรงงาน** ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปจะมีการทำกันในโรงงานก่อนที่จะนำมาติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถขนย้ายไปก่อสร้างได้แม้ในที่ห่างไกล หรือในกรณีที่ Site งานสภาพอากาศไม่ดี และการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากโรงงานที่ออกมาจะมีคุณภาพเท่าเทียมกันเสมอ
- **ลดต้นทุนการก่อสร้าง** และแรงงานมากกว่าการก่อสร้างด้วยวิธีอื่นๆ แต่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าต้องมีการผลิต หรือสร้างหลายหลัง (Economy of Scale) เช่น ในลักษณะของบ้าน หรือทาวน์เฮ้าส์จัดสรร เพราะหากไม่เป็นลักษณะของการผลิต หรือสร้างพร้อมกันหลายหลัง ต้นทุนต่อหลังจะแพงกว่าบ้านก่ออิฐฉาบปูนทั่วไป
- **ลดระยะเวลาการก่อสร้าง** ใช้เวลาน้อยกว่าการก่อสร้างด้วยวิธีอื่นๆ

ข้อจำกัดของการก่อสร้างด้วยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ต้องยอมรับว่าระบบสำเร็จรูปเมื่อมีข้อดี ก็ต้องมีข้อจำกัด หรือข้อด้อยด้วยเช่นกัน ซึ่งข้อจำกัดหลักๆ ของอาคารที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีดังต่อไปนี้

- **สามารถก่อสร้างได้เฉพาะพื้นที่ ที่สามารถใช้รถเครนได้** ซึ่งจำเป็นต้องกำหนดรูปแบบและวิธีการก่อสร้าง ตั้งแต่เริ่มออกแบบว่ามีพื้นที่ในการจอดรถเครนและสามารถยกชิ้นส่วนคาน เสา ได้ทั้งหมดทุกชั้นหรือไม่
- **รอยต่อหรือจุดเชื่อมต่อ (Joint)** อาจมีปัญหาเรื่องความแข็งแรง หากผู้ควบคุมงานไม่เข้าใจวิธีการทำงาน และควบคุมไม่ทั่วถึง การตรวจสอบรอยเชื่อมที่ช่างเชื่อมทำไว้อาจไม่ดีหรือไม่แข็งแรง หรือการเคาะขี้เชื่อมไม่ดีอาจจะทำให้เกิดสนิมกับเหล็กในระยะยาวได้
- **การก่อสร้างมีการจำกัดจำนวนชั้นของอาคาร** เนื่องจากส่วนมากการก่อสร้างจะใช้รถเครนในการยกชิ้นส่วนเสา คาน เพื่อติดตั้ง ประกอบเป็นโครงสร้างอาคาร รถเครนจึงมีข้อจำกัดได้ไม่เกิน 5 ชั้น หากเกิน

จากนี้จำเป็นต้องใช้เครนที่ติดตั้งประจำที่ ซึ่งจะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายและความยุ่งยากในการทำงาน

- **จำเป็นต้องใช้พื้นที่มากพอสมควร** ในการหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่หน้างานหรือที่โรงงานชั่วคราวเพื่อให้มีจำนวนชิ้นงานในการติดตั้งตรงตามแผนงานที่วางไว้

เอกสารอ้างอิง

ชูเกียรติ นิมมานนิตย์. (2548). **การควบคุมงานก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม.เอกสารประกอบการอบรมโครงการ บ้านเอื้ออาทร, การเคหะแห่งชาติ,** กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์.

หลักชัย กลั่นสุวรรณ. (2547). **ระบบผลิตภัณฑ์โครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มามี โตบารมีกุล. (2540). **การศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปในกรุงเทพและปริมณฑล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่น ศรีเรืองทอง.(2537). **เทคโนโลยีสมัยใหม่ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง.** การเคหะแห่งชาติ, หน้า 23-29, กรุงเทพฯ.

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

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

รายการบัญชีประมาณ ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าเครื่องจักร

โครงการอพาร์ทเม้นท์บางละมุง (ก่อสร้างอาคาร คสล. 4 ชั้น)

เจ้าของโครงการ : คุณ นัฐพรชัย ตระกูลไพศาล

วิศวกรผู้ประมาณการ : นายธีรวัฒน์ วังยศ ประมาณการ วันที่ 3 พฤษภาคม 2557

การประมาณการราคางานโครงสร้างเสา-คาน โดยวิธีหล่อในที่

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง (บาท)		ราคารวม (บาท)
				หน่วยละ	รวม	หน่วยละ	รวม	
	โครงสร้างเฉพาะในส่วนของเสา - คาน							
1	งานคอนกรีตโครงสร้าง fc' 280 ksc.(cube)	120	ลบ.ม.	2,168	260,160	400	48,000	308,160
2	งานเหล็กเสริม							
	- Reinforcment Bar RB6 - SR24	2,798	กก.	25	69,950	5	13,990	83,940
	- Reinforcment Bar DB12- SD40	4,364	กก.	25	109,100	5	21,820	130,920
	- Reinforcment Bar DB16 - SD40	12,685	กก.	25	317,125	5	63,425	380,550
3	ลวดผูกเหล็กเบอร์ 18	215	กก.	42	9,030	-	-	9,030
4	ไม้แบบ + ค้ำยัน	2,111	ตร.ม.	425	897,175	220	464,420	1,361,595
	รวมค่างานโครงสร้างเฉพาะในส่วนของเสา - คาน				1,662,540		611,655	2,274,195
1	ค่าเช่ารถเครน	6	วัน	-	-	8,500.00	51,000	51,000
	รวมค่าเครื่องจักร							51,000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปบัญชี ค่าวัสดุ ค่าแรงงานและค่าเครื่องจักร

โครงการอพาร์ทเม้นท์บางละมุง (ก่อสร้างอาคาร คสล. 4 ชั้น)

เจ้าของโครงการ : คุณ นัฐพรชัย ตระกูลไพศาล

วิศวกรผู้ประมาณการ : นายธีรวัฒน์ วังยศ ประมาณการ วันที่ 3 พฤษภาคม 2557

วัสดุที่ใช้จริงในงานโครงสร้างเสา-คาน โดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง (บาท)		ราคารวม (บาท)
				หน่วยละ	รวม	หน่วยละ	รวม	
	งานหล่อโครงสร้าง เสา - คาน สำเร็จรูป (ที่โรงงานหล่อชิ้นส่วน)							
1	งานคอนกรีตโครงสร้าง fc' 280 ksc.(cube)	115	ลบ.ม.	2,168	249,320	-	-	249,320
2	งานเหล็กเสริม							
	- Reinforcment Bar RB6 - SR24	2,640	กก.	25	66,000	-	-	66,000
	- Reinforcment Bar DB12- SD40	4,050	กก.	25	101,250	-	-	101,250
	- Reinforcment Bar DB16 - SD40	12,350	กก.	25	308,750	-	-	308,750
3	ลวดผูกเหล็กเบอร์ 18	195	กก.	42	8,190	-	-	8,190
4	ไม้แบบ (แบบหล็กลงทุนครั้งแรก)	1	เหมา	350,000	350,000	-	-	350,000
5	ค่าแรง (จากการเก็บรวบรวมข้อมูล)	1	เหมา	-	-	81,120.00	81,120	81,120
	รวมค่างานหล่อโครงสร้าง เสา - คาน สำเร็จรูป				1,083,510		81,120	1,164,630
	งานยกประกอบ และเชื่อมรอยต่อ (ที่หน้างาน)							
1	ลวดเชื่อม 3.2 มม.	240	กล่อง	128	30,720	-	-	30,720
2	แผ่นเหล็ก 150x150x6 mm.	320	แผ่น	50	16,000	-	-	16,000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3	เหล็กราง [75X45X4.5mm.x150 mm.	320	อัน	120	38,400	-	-	38,400
4	เหล็กกล่อง 100X50X3.2mm..x500 mm.	320	อัน	80	25,600	-	-	25,600
5	Reinforcment Bar DB12- SD40	300	กก.	25	7,500	-	-	7,500
6	ไม้แบบ (ปิดรอยเชื่อมต่อหัวคานและเสา)	594	ตร.ม.	100	59,400	-	-	59,400
7	ปูนเก๊านอนชิ้งค์	873	ถุง	173	151,029	-	-	151,029
8	ค่าแรง (จากการเก็บรวบรวมข้อมูล)	1	เหมา	-	-	121,600.00	121,600	121,600
	รวมค่างานยกประกอบและเชื่อมรอยต่อ				2,069,457		1,021,920	3,091,377
	รวมค่างานโครงสร้างเสา-คาน โดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast)				1,412,159	-	394,720	1,806,879
9	ค่ารถขนย้าย	16	วัน	-	-	3,500.00	56,000	56,000
10	ค่าเช่ารถเครน	16	วัน	-	-	8,500.00	136,000	136,000
	รวมค่าเครื่องจักร							192,000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการบัญชีประมาณ ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าเครื่องจักร

โครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย (ก่อสร้างอาคาร คสล. 3ชั้น)

เจ้าของโครงการ : คุณ ประนอม จันทมณี

วิศวกรผู้ประมาณการ : นายธีรวัฒน์ วังยศ ประมาณการ วันที่ 15 สิงหาคม 2558

การประมาณการราคางานโครงสร้างเสา-คาน โดยวิธีหล่อในที่

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง (บาท)		ราคารวม (บาท)
				หน่วยละ	รวม	หน่วยละ	รวม	
	โครงสร้างเฉพาะในส่วนของเสา - คาน							
1	งานคอนกรีตโครงสร้าง fc' 280 ksc.(cube)	46	ลบ.ม.	2,168	99,728	400	18,400	118,128
2	งานเหล็กเสริม							
	- Reinforcment Bar RB6 - SR24	955	กก.	25	23,875	5	4,775	28,650
	- Reinforcment Bar DB12- SD40	2,633	กก.	25	65,825	5	13,165	78,990
	- Reinforcment Bar DB16 - SD40	1,378	กก.	25	34,450	5	6,890	41,340
3	ลวดผูกเหล็กเบอร์ 18	149	กก.	42	6,258	-	-	6,258
4	ไม้แบบ + ค้ำยัน	684	ตร.ม.	425	290,700	220	150,480	441,180
	รวมค่างานโครงสร้างเฉพาะในส่วนของเสา - คาน				520,836		193,710	714,546
1	ค่าเช่ารถเครน	2	วัน	-	-	8,500.00	17,000	17,000
	รวมค่าเครื่องจักร							17,000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปบัญชี ค่าวัสดุ ค่าแรงงานและค่าเครื่องจักร

โครงการอาคารพาณิชย์บ้านค่าย (ก่อสร้างอาคาร คสล. 3ชั้น)

เจ้าของโครงการ : คุณ ประนอม จันทมณี

วิศวกรผู้ประมาณการ : นายธีรวัฒน์ วังยศ ประมาณการ วันที่ 15 พฤษภาคม 2559

วัสดุที่ใช้จริงในงานโครงสร้างเสา-คาน โดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ	ค่าวัสดุ (บาท)		ค่าแรง (บาท)		ราคารวม (บาท)
				หน่วยละ	รวม	หน่วยละ	รวม	
	งานหล่อโครงสร้าง เสา - คาน สำเร็จรูป (ที่โรงงานหล่อชิ้นส่วน)							
1	งานคอนกรีตโครงสร้าง fc' 280 ksc.(cube)	42	ลบ.ม.	2,168	91,056	-	-	91,056
2	งานเหล็กเสริม							
	- Reinforcment Bar RB6 - SR24	850	กก.	25	21,250	-	-	21,250
	- Reinforcment Bar DB12- SD40	2,550	กก.	25	63,750	-	-	63,750
	- Reinforcment Bar DB16 - SD40	1,250	กก.	25	31,250	-	-	31,250
3	ลวดผูกเหล็กเบอร์ 18	139	กก.	42	5,838	-	-	5,838
4	ไม้แบบ (ค่าซ่อมบำรุง)	1	เหมา	62,000	62,000	-	-	62,000
5	ค่าแรง (จากการเก็บรวบรวมข้อมูล)	1	เหมา	-	-	30,400.00	30,400	30,400
	รวมค่างานหล่อโครงสร้าง เสา - คาน สำเร็จรูป				275,144		30,400	305,544
	งานยกประกอบ และเชื่อมรอยต่อ (ที่หน้างาน)							
1	ลวดเชื่อม 3.2 มม.	80	กล่อง	128	10,240	-	-	10,240
2	แผ่นเหล็ก 150x150x6 mm.	103	แผ่น	50	5,150	-	-	5,150
3	เหล็กราง [75X45X4.5mm.x150mm.	103	อัน	120	12,360	-	-	12,360
4	เหล็กกล่อง 100X50X3.2mm..x500mm.	103	อัน	80	8,240	-	-	8,240

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5	Reinforcment Bar DB12- SD40	132	กก.	25	3,300	-	-	3,300
6	ไม้แบบ (ปิดรอยเชื่อมต่อหัวคานและเสา)	102	ตร.ม.	100	10,200	-	-	10,200
7	ปูนเก๊านอนชิ้งค์	306	ถุง	173	52,938	-	-	52,938
8	ค่าแรง (จากการเก็บรวบรวมข้อมูล)	1	เหมา	-	-	34,200.00	34,200	34,200
	รวมค่างานยกประกอบ และเชื่อมรอยต่อ				582,428		34,200	489,256
	รวมค่างานโครงสร้างเสา-คาน โดยวิธีชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast)				377,572	-	64,600	794,800
9	ค่ารถขนย้าย	9	วัน	-	-	3,500.00	31,500	31,500
10	ค่าเช่ารถเครน	9	วัน	-	-	8,500.00	76,500	76,500
	รวมค่าเครื่องจักร							108,000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการเบิกวัสดุที่ใช้ในงาน

โครงการ.....

วันที่..... ผู้บันทึกข้อมูล.....

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน	หมายเหตุ

ลงชื่อ.....ผู้บันทึกข้อมูล

(.....)

ลงชื่อ.....ตรวจสอบ/ฝ่ายบัญชี

(.....)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณในการใช้เครื่องจักร แรงงาน และเวลาในการทำงานก่อสร้าง

โครงการ.....

วันที่..... ผู้บันทึกข้อมูล.....

ลำดับ	ชนิดเครื่องจักร/งานปฏิบัติ	จำนวน	หน่วย (ชั่วโมง/วัน)	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน	หมายเหตุ

ลงชื่อ.....ผู้บันทึกข้อมูล ลงชื่อ.....ตรวจสอบ/ฝ่ายบัญชี

(.....) (.....)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายธีรวัฒน์ วังยศ เกิดวันที่ 13 สิงหาคม 2516 ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 3/73 ตำบลเนินพระ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง โทรศัพท์ 061-789-4524 วุฒิการศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) สำเร็จการศึกษา 2542 จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ.2542 สาขาวิศวกรรมโยธา ระดับ สามัญวิศวกร เลขทะเบียน สย.9358 ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน วิศวกรโยธาชำนาญการ เทศบาลตำบลมาบข่าพัฒนา จังหวัดระยอง พ.ศ.2558-2559 วิศวกรโยธา เทศบาลตำบลบ้านค่าย จังหวัดระยอง พ.ศ.2556-2557 วิศวกรโยธา เทศบาลเมืองนครพนม จังหวัดนครพนม พ.ศ.2552-2556 วิศวกรโยธา เทศบาลเมืองมาบตาพุด จังหวัดระยอง พ.ศ.2548-2552 วิศวกรโยธา เทศบาลตำบลดงมะไฟ พ.ศ.2542-2545วิศวกรโยธา โครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับร่มเกล้า ห้างหุ้นส่วนจำกัดไทพิพัฒน์ พ.ศ.2545-2548 วิศวกรโครงการ ห้างหุ้นส่วนจำกัด กิจรุ่งเรืองก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี