การศึกษาการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

CRANE OPERATION IN PREFABRICATED HOUSING CONSTRUCTION PROCESS

ศักดา ทองหวั่น
SAKDA THONGWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557
KMITL-2014-AR-M-006-059

การศึกษาการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

CRANE OPERATION IN PREFABRICATED HOUSING CONSTRUCTION PROCESS

ศักดา ทองหวั่น

SAKDA THONGWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AR-M-006-059

CRANE OPERATION IN PREFABRICATED HOUSING CONSTRUCTION PROCESS

SAKDA THONGWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECURE PROGRAM IN ARCHITECTURAL TECHNOLOGY

FACULTY OF ARCHITECURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

KMITL-2014-AR-M-006-059

COPYRIGHT 2014

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
CRANE OPERATION INPREFABRICATED HOUSING CONSTRUCTION PROCESS

นักศึกษา นายศักดา ทองหวั่น

รหัสประจำตัว 54620651

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์	
รองศาสตราจารย์ สุรพล สุวรรณ	
รองศาสตราจารย์ วรวรรณ โรจนไพบูลย์	
อาจารย์ ดร.ปนายุ ไชยรัตนานนท์	
รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 12 มิถุนายน 2557 เวลา 09.30 น.

สถานที่สอบ อาคารปฏิบัติการด้านพลังงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิเชฐ โสวิทยสกุล)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ 18 **เดือน** สิงหาคม **พ.ศ.** 2557

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
นักศึกษา	นายศักดา ทองหวั่น
รหัสประจำตัว	54620651
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์

บทคัดย่อ

การศึกษาเครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการศึกษาการใช้เครื่องจักรกลหนักประเภทหนึ่งซึ่งพบในงานก่อสร้างอาคารต่างๆ โดยเฉพาะในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลจากโครงการหมู่บ้านจัดสรรของบริษัทเอกชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 3 โครงการ จาก 3 บริษัท ซึ่งเป็นการสำรวจข้อมูลทั่วไปของบริษัท และกระบวนการการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของแต่ละโครงการ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการใช้เครนในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง รวมไปถึงปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลมาจากการใช้เครน

การศึกษาเป็นการสำรวจโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่เป็นทาวน์โฮม 2-3 ชั้น ใน 1 แถว มี 6 ยูนิต มีพื้นที่ใช้สอย 118-162 ตารางเมตร ของบริษัทเอกชน A , B และ C (ไม่เปิดเผยชื่อบริษัท) การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขั้นตอนการก่อสร้างทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง การศึกษาพบว่าเครนเป็นเครื่องจักรกลสำคัญชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นในการก่อสร้าง โดยเครนมี 2 รูปแบบคือ เครนที่เคลื่อนที่ได้และเครนที่เคลื่อนที่ไม่ได้ โดยสามารถแบ่งเครนออกได้อีก 10 ประเภท การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสำรวจกระบวนการก่อสร้างของทั้ง 3 โครงการ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้เครนแต่ละประเภท และทำการสัมภาษณ์บุคลากรที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนของทั้ง 3 บริษัท คือ ผู้บริหาร , วิศวกรโครงการ , ผู้ออกแบบหรือผู้พัฒนาแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และพนักงานขับเครน เพื่อศึกษาว่าเครนเป็นปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเป็นการศึกษาตามทฤษฎีการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรม

ผลการสำรวจพบว่า มีการใช้เครนอยู่ในทุกขั้นตอนการก่อสร้างของทั้ง 3 โครงการ โดยการเลือกใช้เครนแต่ละประเภทของทั้ง 3 บริษัท มีความแตกต่างกันหรือเหมือนกันในบางขั้นตอน โดยมีประเภทของเครนที่พบดังนี้ เครนเหนือศีรษะ, เครนขาสูง, เครนบรรทุกแบบล้อยาง, รถเครน 4 ล้อยาง, เครนล้อตีนตะขาบ และรถบรรทุกติดเครน การจัดทำแบบสัมภาษณ์ยังพบว่า 56.25% ของกลุ่มตัวอย่างได้ระบุว่าเครนเป็นปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยให้การใช้เครนมีความ สำคัญในเรื่องของกระบวนการทำงาน, ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป, ลำดับการติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป, สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการป้องกันความผิดพลาดของแรงงานตามลำดับ

การศึกษาเรื่องนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกระบวนการก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ข้อมูลที่ได้จากศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับสถาปนิก, วิศวกรโครงการ และผู้ประกอบการด้านอสังหาริมทรัพย์ สำหรับใช้ในออกแบบและก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

Thesis	Crane operation in prefabricated housing construction process
Student	Mr.Sakda Thongwan
Student ID	54620651
Degree	Master of Architecture
Program	Architectural Technology
Year	2014
Thesis Advisor	Assc.Prof.Dr.Songkiat Teartisup

ABSTRACT

The study of crane operation in construction process of prefabricated house is a kind of the study of heavy machinery that found in building construction especially in the prefabricated house construction. The Research data collected from three different companies of private housing developments in Bangkok and greater Bangkok metropolitan area, which include the survey of company's general information and each project's prefabricated construction method, that to be used in the crane usage analysis in each construction procedure including the component design factor affected from the crane operation.

The study contains the construction survey of two to three storey townhome with one row of six units and the area usage of 118 to 162 square metre from the private companies called A , B and C (Unrevealed company names). The prefabricated construction method divided into 3 steps which are the manufacturing, transportation and the installation, the study found that the crane is the important and essential machinery in the construction. There are two main types of cranes, which are mobile crane and stationary crane and those can be divided into 10 different types. This study is to survey of three projects' construction method, to compare the difference between crane usages and interview those three companies participated personnel in the crane

usage, which are the manager, the project engineers, the designers or the production developers and the crane drivers, to study whether crane is the factor of component design or not by using the component design theory in the industry.

The finding shows cranes are used in every step of three projects and the crane selection of three companies are different and the same in some steps, the crane types are found in these studies which are overhead crane, gantry crane, truck crane, rough terrain crane, crawler crane and truck loader crane. The interview shows 56.25% of the samples indicated that crane is the factor in component design. The samples indicated that the crane usage is important in the working process, size, sequence, the production line and the workman error protection.

This study is the data gathering, involving the prefabricated construction method and the data from this study can be used as a guide line for the architects, the engineers and the real estate agencies to design and build the efficiency prefabricated houses in the future.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ ผู้ที่ช่วยแนะนำกระบวนการจัดทำวิทยานิพนธ์ทั้งในด้านทฤษฎีและภาคการปฏิบัติจากเริ่มต้นจนงานสำเร็จสมบูรณ์ รวมไปถึงเป็นแรงผลักดันให้ตั้งมั่นและตั้งใจทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จตามคำสัญญาที่ให้ไว้ ซึ่งสิ่งที่ได้เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับที่จะนำไปใช้ในการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมที่ดีในอนาคต

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ, รศ.วรวรรณ โรจนไพบูลย์, ดร.ปนายุ ไชยรัตนานนท์ และ รศ.สุรพล สุวรรณ อาจารย์ผู้เป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้แนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์เพิ่มเติมให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น ขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม รวมไปถึงวิทยากรทุกท่านที่ได้มอบความรู้และประสบการณ์ที่หาที่ไหนไม่ได้นอกจากการมาศึกษาในสาขาวิชานี้ ขอขอบคุณ รศ.ดร.วิวัฒน์ เตมีย์พันธ์ อ.พิชัย โอภานุกิจ และ อ.ทวี สีบุญเรือง ผู้สร้างแรงบัลดาลใจในการศึกษาวิชาความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและองค์ความรู้ทางด้านการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา ขอขอบคุณภรรยาที่อนุญาตให้มาศึกษาต่อได้ ขอขอบคุณ คุณสุวรรณ และคุณชลิดา มงคลอดิสัย บริษัท เอ็ม.เค.เอส.เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ที่สนับสนุนการศึกษาต่อของพนักงานในบริษัท ขอขอบคุณ รุ่นพี่และรุ่นน้อง และเพื่อนๆ ในสาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมที่คอยช่วยเหลือในทุกเรื่อง ขอขอบคุณ คุณสถาพร ทองเพชร, น้องธงชัย ตระกูลกาญจน์ ผู้ช่วยทำงานในเวลาที่ผู้จัดทำไม่สามารถรับผิดชอบงานในส่วนของงานประจำได้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากโครงการศึกษาทั้ง 3 บริษัททุกท่านที่ไม่สามารถเปิดเผยชื่อได้ รวมไปถึงบุคคลหลายท่านที่ไม่สามารถนำมากล่าวได้ทั้งหมด ขอให้พระคุณในครั้งนี้ได้ส่งผลให้ทุกท่านเจริญก้าวหน้า มีความสุขสมหวังทุกประการ

ศักดา ทองหวั่น

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... XI

สารบัญภาพ..... XIV

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาแล้วความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 4

1.3 สมมุติฐานของโครงการ..... 4

1.4 ขอบเขตของโครงการ..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

1.6 ขั้นตอนและวิธีทำการวิจัย..... 5

1.7 ข้อจำกัดของงานวิจัย..... 6

1.8 คำจำกัดความในงานวิจัย..... 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม..... 9

2.2 การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 11

2.3 รูปแบบระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับอาคารพักอาศัย..... 12

2.3.1 แบ่งตามลักษณะการผลิต..... 13

2.3.2 แบ่งตามระบบโครงสร้าง..... 13

2.3.3 แบ่งตามวัสดุ..... 18

2.4 ขั้นตอนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.1 การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป....19

2.4.2 การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป....20

2.4.3 การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป....21

2.5 กระบวนการเลือกเครื่องจักรในงานก่อสร้าง.... 23

2.6 การใช้เครนในการก่อสร้าง.... 25

2.6.1 ประเภทของเครนที่ใช้ในงานก่อสร้าง.... 26

2.6.2 น้ำหนักของวัสดุ.... 37

2.6.3 การยกแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป.... 38

2.6.4 มาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเครน.... 38

2.6.5 การให้สัญญาณมือสำหรับเครนในระหว่างการก่อสร้าง.... 39

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น.... 43

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ.... 43

3.1.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ.... 44

3.1.3 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย.... 44

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.... 45

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.... 45

3.3.1 การเก็บข้อมูลการก่อสร้างของโครงการที่ศึกษา.... 45

3.3.2 การเก็บข้อมูลเครนจากโครงการที่ศึกษา.... 46

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล และการประเมินผลข้อมูล.... 46

3.4.1 การตรวจสอบรายละเอียดข้อมูล.... 46

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล.... 47

3.5 การสรุปผล และเสนอแนะ.... 48

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.1 การสรุปผล 48

3.5.2 ข้อเสนอแนะ 48

บทที่ 4 การศึกษาโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4.1 กรณีศึกษา: โครงการ A 50

4.1.1 รายละเอียดทั่วไปของโครงการ 50

4.1.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยในโครงการ 51

4.1.3 ลักษณะการดำเนินงานของโครงการ 53

4.1.4 กระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A 54

4.1.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้างของโครงการ A 57

4.2 กรณีศึกษา: โครงการ B 60

4.2.1 รายละเอียดทั่วไปของโครงการ 60

4.2.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยในโครงการ 60

4.2.3 ลักษณะการดำเนินงานของโครงการ 63

4.2.4 กระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B 64

4.2.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้างของโครงการ B 67

4.3 กรณีศึกษา: โครงการ C 70

4.3.1 รายละเอียดทั่วไปของโครงการ 70

4.3.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยในโครงการ 70

4.3.3 ลักษณะการดำเนินงานของโครงการ 73

4.3.4 กระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C 74

4.3.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้างของโครงการ C 78

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 การวิเคราะห์การใช้เครนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5.1 การวิเคราะห์รายละเอียดเครนที่ใช้ในโครงการศึกษา..... 81

5.1.1 การวิเคราะห์เครนที่ใช้ในโครงการ A..... 81

5.1.2 การวิเคราะห์เครนที่ใช้ในโครงการ B..... 85

5.1.3 การวิเคราะห์เครนที่ใช้ในโครงการ C..... 89

5.1.4 สรุปการวิเคราะห์การใช้เครนของทุกโครงการ.....88

5.2 การวิเคราะห์การใช้เครนในโครงการศึกษา.....95

5.2.1 การวิเคราะห์การใช้เครนของโครงการ A..... 96

5.2.2 การวิเคราะห์การใช้เครนของโครงการ B.....111

5.2.3 การวิเคราะห์การใช้เครนของโครงการ C.....123

5.2.4 สรุปการวิเคราะห์การใช้เครนของโครงการศึกษา.....136

5.3 การวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครน.....149

5.3.1 การวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยผู้บริหาร.....149

5.3.2 การวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยวิศวกรโครงการ..... 151

5.3.3 การวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยผู้ออกแบบ
หรือผู้พัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 154

5.3.4 การวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยพนักงานขับเครน..... 157

5.3.5 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 160

บทที่ 6 บทสรุป ข้อค้นพบ และข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

6.1.1 สรุปประเภทของเครนในกระบวนการก่อสร้าง..... 165

6.1.2 สรุปการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง..... 166

6.1.3 สรุปปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครน..... 168

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.2 ข้อค้นพบ 168

6.3 ข้อเสนอแนะ 169

บรรณานุกรม 173

ภาคผนวก 175

ประวัติผู้วิจัย 189

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แสดงระยะเวลาในการทำการวิจัย..... 7

2.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของทาวเวอร์เครนแบบต่างๆ..... 27

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการใช้งานของแขนทาวเวอร์เครนทั้ง 2 แบบ..... 30

2.3 น้ำหนักของวัสดุโดยประมาณ..... 37

3.1 ที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนในเขต กทม.-ปริมณฑล แสดงจำนวนหน่วยแยกตาม ประเภทที่อยู่อาศัย..... 45

4.1 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A..... 58

4.2 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A..... 59

4.3 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A..... 59

4.4 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B..... 67

4.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B..... 68

4.6 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B..... 69

4.7 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C..... 78

4.8 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C..... 79

4.9 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C..... 80

5.1 เปรียบเทียบการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างของโครงการ A..... 82

5.2 เปรียบเทียบการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างของโครงการ B..... 85

5.3 เปรียบเทียบการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างของโครงการ C..... 89

5.4 เปรียบเทียบการใช้เครนของโครงการศึกษา..... 93

5.5 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนผนังของโครงการ A..... 96

5.6 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนของพื้นของโครงการ A.....102

5.7 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนของคานของโครงการ A..... 105

5.8 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนของบันไดของโครงการ A.....108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.9 ขั้นตอนในการประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A..... 109

5.10 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนผนังของโครงการ B.....112

5.11 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนพื้นของโครงการ B..... 117

5.12 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนหลังคาของโครงการ B.....119

5.13 ขั้นตอนในการประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B.....120

5.14 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนผนังของโครงการ C..... 124

5.15 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนพื้นของโครงการ C.....128

5.16 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนคานของโครงการ C..... 130

5.17 ขั้นตอนในการประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C.....131

5.18 รายละเอียดปริมาตรและน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A..... 136

5.19 รายละเอียดปริมาตรและน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B..... 139

5.20 รายละเอียดปริมาตรและน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C..... 141

5.21 เปรียบเทียบการใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการศึกษา..... 142

5.22 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครนโดยผู้บริหาร..... 149

5.23 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบจากผู้บริหาร..... 151

5.24 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครนโดยวิศวกรฯ..... 152

5.25 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบจากวิศวกรโครงการ..... 154

5.26 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครนโดยผู้ออกแบบ..... 155

5.27 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบจากผู้ออกแบบ..... 156

5.28 วิเคราะห์ปัจจัยการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครนโดยพนักงานขับเครน..... 158

5.29 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบจากพนักงานขับเครน..... 159

5.30 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครน..... 161

5.31 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบ..... 163

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.32 ความสำคัญของการใช้เครนที่ส่งผลต่อปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....163

6.1 อัตราค่าเช่าเครนของบริษัทเอกชน..... 170

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 กราฟแสดงจำนวนที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล..... 1

1.2 รูปแบบของบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 2

1.3 เครนที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 3

2.1 ความสัมพันธ์ของความเป็นมาในการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม..... 10

2.2 กระบวนการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม..... 10

2.3 ระบบโครงสร้างแบบ Long – wall..... 13

2.4 การวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long – wall ซึ่งใช้คานถ่ายน้ำหนักจากพื้นมาสู่กำแพง.... 14

2.5 ระบบโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Cross – wall system และการวางผนังด้านหน้า
ให้ซ้อนรับน้ำกันเอง..... 14

2.6 ระบบโครงสร้างแบบ Cross-wall ซึ่งสามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี..... 14

2.7 ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนักแบบ Two-way span..... 15

2.8 ระบบโครงสร้างแบบเสาคาน..... 16

2.9 ระบบกรอบกลวง (Ring-frame) 16

2.10 โครงสร้างแบบเสาคานและแผ่นพื้น..... 17

2.11 โครงสร้างแบบกล่อง..... 17

2.12 ปัจจัยในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 18

2.13 ขั้นตอนในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป..... 20

2.14 ขั้นตอนในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป..... 21

2.15 ทาวเวอร์เครนแบบติดตั้งกับที่..... 27

2.16 ทาวเวอร์เครนแบบเคลื่อนบนราง..... 27

2.17 ทาวเวอร์เครนแบบเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง..... 27

2.18 ฐานรากของทาวเวอร์เครนหรือปั้นจั่นประเภทต่างๆ..... 29

2.19 แสดงแขนของเครนทั้ง 2 แบบ..... 30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.20 ส่วนประกอบของเครนเหนือศีรษะ....31
2.21 ลักษณะของเครนเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยวและคานคู่....31
2.22 ลักษณะของเครนขาสูงแบบ 2 ขา....32
2.23 ลักษณะของเครนขาสูงแบบ 2 ขา....33
2.24 ลักษณะของเครนติดผนัง....33
2.25 ลักษณะของเครนตั้งเสายื่นแขนหมุน....34
2.26 ลักษณะของเครนบรรทุกล้อยาง....35
2.27 ลักษณะของเครนบรรทุกล้อยาง....35
2.28 ลักษณะของเครนใหญ่....36
2.29 ลักษณะของเครนล้อตีนตะขาบ....36
2.30 ลักษณะของรถบรรทุกติดเครน....37
2.31 รูปตัดบ้านแบบโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป....38
2.32 การให้สัญญาณมือสำหรับเครนชนิดอยู่กับที่....40
2.33 การให้สัญญาณมือสำหรับเครนชนิดเคลื่อนที่ได้ (1)....41
2.34 การให้สัญญาณมือสำหรับเครนชนิดเคลื่อนที่ได้ (2)....42
3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย....49
4.1 ที่ตั้งของโครงการ A....51
4.2 แผนที่ของโครงการ A....52
4.3 สภาพแวดล้อมของโครงการ....52
4.4 ภาพจำลองทัศนียภาพของโครงการ....53
4.5 ผังอาคารและพื้นที่ใช้สอย....53
4.6 สภาพโรงงานผลิตแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของบริษัท A....55
4.7 ขั้นตอนการผลิตแผ่นคอนกรีตชิ้นส่วนสำเร็จรูป....55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.8 การขนส่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการ A..... 56

4.9 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A.....57

4.10 ที่ตั้งของโครงการ B.....61

4.11 แผนที่ของโครงการ B..... 61

4.12 สภาพแวดล้อมของโครงการ..... 62

4.13 ภาพจำลองทัศนียภาพของโครงการ..... 62

4.14 ผังอาคารของโครงการ B.....63

4.15 ขั้นตอนการเตรียมผลิตแผ่นคอนกรีตชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 64

4.16 ขั้นตอนการผลิตแผ่นคอนกรีตชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....64

4.17 การขนส่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการ A..... 65

4.18 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B..... 66

4.19 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B..... 66

4.20 ที่ตั้งของโครงการ C..... 71

4.21 ที่ตั้งของโครงการ C..... 71

4.22 สภาพแวดล้อมของโครงการ..... 72

4.23 ภาพจำลองทัศนียภาพของโครงการ..... 72

4.24 ผังอาคารของโครงการ C.....73

4.25 การเตรียมโต๊ะและวัสดุเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C.....74

4.26 การเตรียมเหล็กเสริมและเทคอนกรีตเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C.....75

4.27 การทำผิวและตู้บ่มคอนกรีตเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C.....75

4.28 การถอดแบบและยกชิ้นส่วนของโครงการ C.....76

4.29 ลานเก็บชิ้นส่วนของโครงการ C.....76

4.30 การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C.....77

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.31 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C..... 77

5.1 ประเภทของเครนที่ใช้ในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของบริษัทเอกชน..... 92

5.2 เครนที่พบทั้งหมดในกระบวนการก่อสร้างของโครงการศึกษา.....95

5.3 การใช้เครนในขั้นตอนการก่อสร้างและขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 144

5.4 รูปแบบลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการศึกษา.....145

5.5 ทัศนวิสัยของผู้ขับเครนในขั้นตอนการติดตั้ง.....146

5.6 การให้สัญญาณผู้ขับเครนในขั้นตอนการติดตั้ง..... 146

5.7 การวางลำดับแผ่นที่ผิดส่งผลให้ไม่สามารถสื่อสารกับผู้ขับเครนได้.....146

5.8 การจัดลำดับวางชิ้นส่วนในขั้นตอนการขนส่งที่ไม่ถูกต้อง..... 147

5.9 การจัดลำดับวางชิ้นส่วนในขั้นตอนการขนส่งที่ถูกต้อง..... 147

6.1 ประเภทของเครนที่พบในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป..... 165

6.2 เปรียบเทียบความสามารถของเครนส่งผลกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป.....166

6.3 ข้อจำกัดในการให้สัญญาณในลำดับขั้นตอนการก่อสร้าง.....167

6.4 ลำดับการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปบนรถขนส่งที่สะดวกในขั้นตอนการติดตั้ง.....168

6.5 รูปแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปสัมพันธ์กับความสามารถของเครน.....169

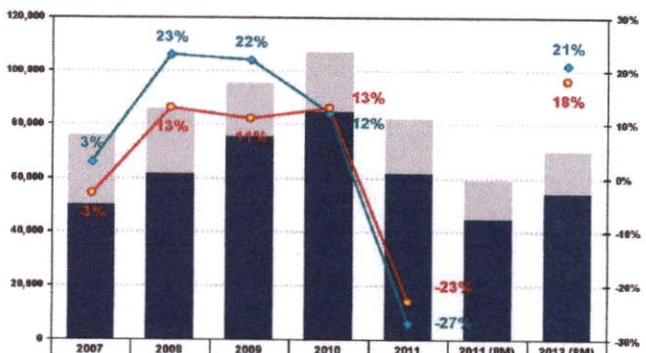
6.6 เครื่องมือที่มีความแตกต่างกันที่พบในการก่อสร้างระบบชิ้นส่วน.....171

6.7 ระบบการก่อสร้าง 2 รูปแบบในโครงการเดียวกัน.....172

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมา

การดำเนินงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยในประเทศไทยได้มีพัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาเพื่อช่วยการก่อสร้างและพัฒนารูปแบบและกระบวนการก่อสร้างในหลายๆ ด้าน เพื่อตอบสนองความต้องการทั้งในด้านของเศรษฐกิจ สังคมและกายภาพ โดยเฉพาะกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่มีความต้องการที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมากอันเนื่องมากจากการเป็นศูนย์กลางในหลายๆ ด้านของประเทศ เช่นด้านเศรษฐกิจ การศึกษา การสาธารณสุข ฯลฯ ทำให้ประชากรเกิดการย้ายถิ่นฐานเข้ามาอยู่อาศัยในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นจำนวนมากและยังมีแนวโน้มจะขยายตัวออกไปเรื่อยๆ



	2007	2008	2009	2010	2011	2011 (8M)	2012 (8M)
Owner - Built	25,341	24,017	19,618	22,498	20,128	14,425	15,613
Developer - Built	50,189	61,562	75,359	84,395	61,728	44,839	54,340
% Market Growth	-3%	13%	11%	13%	-23%		18%
% Dev-Built Portion	3%	23%	22%	12%	-27%		21%
Total Housing Registered unit	75,530	85,579	94,977	106,893	81,856	59,264	69,953

ภาพที่ 1.1 กราฟแสดงจำนวนที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล

ที่มา : ธนาคารกสิกรไทย อ้างจาก ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ (REIC)

จากสภาวะดังกล่าวทำให้ธุรกิจด้านอสังหาริมทรัพย์มีการเจริญเติบโตอย่างมาก ทำให้มีเกิดการแข่งขันกันทางธุรกิจด้านที่อยู่อาศัย ผู้ประกอบการเอกชนมีความต้องการก่อสร้างบ้านพักอาศัยให้มีความเหมาะสมในด้านของระยะเวลาการก่อสร้างและต้นทุนการผลิต จึงได้นำเอาเทคโนโลยีการก่อสร้างด้านต่างๆ เข้ามาช่วยประสิทธิภาพในการก่อสร้างให้สูงขึ้น เพื่อพัฒนาคุณภาพของที่พักอาศัยให้ดีขึ้น โดยทั่วไปผู้ประกอบการใช้การก่อสร้างในระบบดั้งเดิม (Conventional System)

ที่มีระยะเวลาในการก่อสร้างที่ยังควบคุมได้ยาก ประกอบกับปัจจุบันเกิดปัญหาขาดแคลนแรงงานด้านการก่อสร้าง รวมไปถึงปัจจัยหลายอย่างทำให้งานเสร็จไม่ได้ตามระยะเวลาที่วางแผนไว้ ส่งผลให้ผู้ประกอบการหลายแห่งนำเอาเทคโนโลยีการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) มาใช้เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านการก่อสร้างของบริษัทให้สูงขึ้น โดยที่ผู้ประกอบการสามารถบริหารต้นทุน ระยะเวลาในการก่อสร้าง รวมไปถึงมาตรฐานของงานได้ดีขึ้น ทำให้การดำเนินงานทางธุรกิจของบริษัทอยู่ในระดับที่จะสามารถแข่งขันกันอยู่ในตลาดได้

ภาพที่ 1.2 รูปแบบของบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ที่มา : ภาพถ่ายโดยผู้วิจัยและอินเตอร์เน็ต

การก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีกระบวนการก่อสร้างอยู่ทั้งหมด 3 ขั้นตอน[1] คือ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง การศึกษาเบื้องต้นพบว่าเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้างมีความสำคัญกับกระบวนการด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้างมีทั้งหมดหลายประเภท โดยมีปัจจัยในการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปตามกิจกรรมการใช้งาน และระดับความสามารถของช่างและฝีมือแรงงาน โดยทั้งหมดจะกลายเป็นตัวกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบเทคโนโลยีการก่อสร้างบ้านในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป[2] การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความจำเป็นในการใช้เครื่องมือและเครื่องกลหนักในงานต่างๆ โดยเฉพาะการยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากเช่น ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยความสามารถทั่วไปของมนุษย์นั้นสามารถยกของได้ประมาณ 1 เท่าของน้ำหนักตัวเอง จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีเครื่องมือบางชนิดมาใช้ในการยกวัตถุหรือ

---

[1] ทวี ศรีบุญเรือง.2555. เอกสารคำสอน การก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม.สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[2] รัชนูพรรณ คำสิงห์ศรี.2554. เทคโนโลยีการก่อสร้างที่พักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในภาคเอกชน วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สิ่งของต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง โดยแต่ละบริษัทมีการใช้เทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างแตกต่างกันส่งผลให้เครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้างจึงมีความแตกต่างกันออกไป แต่ยังพบว่าเครนเป็นเครื่องจักรสำคัญที่ทุกบริษัทจำเป็นต้องมีใช้ในขั้นตอนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ภาพที่ 1.3 เครนที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ที่มา : การลงพื้นที่เบื้องต้น ก.ย. - พ.ย. 2556

เครนเป็นเครื่องจักรกลที่มีบทบาทอย่างมากในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยในขั้นตอนการก่อสร้างมีการใช้เครนประเภทต่างๆ อยู่หลายกิจกรรม เครนมีหลายประเภทและหลายรูปแบบ โดยผู้ประกอบการจะมีการเลือกใช้เครนที่แตกต่างกันออกไปตามปัจจัยต่างๆ การใช้เครนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงต้องคำนึงถึง เช่นกระบวนการผลิต การออกแบบชิ้นส่วน รูปแบบของชิ้นส่วน ขนาด รวมไปถึงน้ำหนักของชิ้นส่วน การใช้เครนแต่ละแบบจะส่งผลกับรายละเอียดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป จึงกล่าวได้ว่าเครนเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป รวมไปถึงกำหนดลำดับขั้นตอนในการประกอบติดตั้ง การบริหารจัดการเครนทั้งในเรื่องของแรงงานที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติ และทักษะในด้านการก่อสร้าง การใช้เครนอย่างถูกต้องส่งผลกับคุณภาพของบ้านที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว รวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้เครนมีมูลค่าสูง หากปราศจากการใช้เครนที่ถูกต้องและเหมาะสมจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เสียเปล่าอันเกิดจากใช้เครื่องจักรซึ่งมีมูลค่าสูงมาก ส่งผลให้หากขาดความรู้หรือการวางแผนการใช้เครื่องมือประเภทเครนที่เหมาะสม จะทำให้ไม่สามารถควบคุมต้นทุนที่เกิดขึ้นเป็นเหตุให้การก่อสร้างอาคารไม่ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายขององค์กร หรืออาจจะกล่าวได้ว่าไม่สามารถก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของแต่ละบริษัท

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในการเลือกใช้เครนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของแต่ละบริษัท

1.3 สมมุติฐานของโครงการ

1.3.1 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะมีการใช้เครนอยู่ทุกขั้นตอน

1.3.2 เครนเป็นปัจจัยในการกำหนดรูปแบบ และขนาดของชิ้นส่วน ในการก่อสร้างบ้านด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.3.3 การก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของแต่ละบริษัท มีการเลือกใช้เครนที่แตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตของโครงการ

การศึกษาการใช้เครนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปนี้ เป็นการวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical Research) โดยการเก็บข้อมูลจากสถานที่ก่อสร้างจริงที่มีการใช้เครนในการก่อสร้างในขั้นตอนต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบประเภทและการใช้เครนในขั้นตอนการก่อสร้าง

1.4.1 ด้านทฤษฎีและแนวคิด

- การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
- การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรม

1.4.2 ด้านการสำรวจและเก็บข้อมูล

- ศึกษากลุ่มตัวอย่างจากโครงการบ้านจัดสรรจำนวน 3 โครงการ ที่ใช้การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยบุคลากรของบริษัท 4 ฝ่าย คือ ผู้บริหาร วิศวกรโครงการ ผู้ออกแบบหรือผู้พัฒนาแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเจ้าหน้าที่ขับเครน

- ศึกษาการใช้เครนในขั้นตอนของการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อให้ทราบถึงเกณฑ์การใช้เครนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อทราบถึงข้อมูลของการใช้งานเครนในการก่อสร้างบ้านระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.5.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบหรือกำหนดขนาด และรูปแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.5.3 เพื่อเสนอแนะแนวทางการออกแบบประโยชน์ใช้สอย (Function) ของบ้านที่ก่อสร้างในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในอนาคต

1.6 ขั้นตอนและวิธีทำการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลด้านเอกสารและสำรวจข้อมูลจากสภาพงานจริง โดยการนำผลจากการสำรวจ และสัมภาษณ์จากบุคลากรที่มีความรู้ในด้านการก่อสร้างและการใช้เครน เพื่อนำมาเขียนบรรยายเพื่อแสดงให้เห็นถึงเทคนิค และวิธีการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในขั้นตอนต่างๆ โดยเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านปัจจัยการใช้งานรวมไปถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครน เพื่อนำผลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดตัวแปรที่เกิดขึ้นจากการใช้เครนในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในอนาคต โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1.6.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

- ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้เครนในงานก่อสร้าง ความสำคัญของเครนในงานก่อสร้าง ประเภทของเครน การใช้งานเครนในรูปแบบต่างๆ ขีดความสามารถและข้อจำกัดที่มีของเครนแต่ละประเภท ความนิยมในการใช้เครนแต่ละประเภทในประเทศไทย

- ศึกษาทฤษฎีด้านการก่อสร้างบ้านในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และงานวิจัยที่เกี่ยว ข้องกับการก่อสร้างในขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง รวมไปถึงศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้กันทั่วไปกับบ้านพักอาศัยในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.6.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

- สร้างเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ โดยใช้การสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลผู้บริหาร ผู้ออกแบบ วิศวกร เจ้าหน้าที่ขับเครน โดยเจ้าหน้าที่ทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับการใช้เครน โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีความรู้ในเรื่องเครนก่อนที่จะทำการตอบคำถามเชิงลึกในงานวิจัยที่ผู้วิจัยกำลังศึกษา

- การสำรวจภาคสนาม เป็นการลงพื้นที่โครงการบริษัทผู้ประกอบการเพื่อเก็บข้อมูลโดยการ และถ่ายภาพ และจดบันทึกตามสถานการณ์การก่อสร้างจริง

1.6.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

- รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ จากการศึกษาด้านทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้าน พักอาศัยในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในขั้นตอนทั้งหมด เพื่อจำแนกประเภทของเครนละการใช้งานเครนในขั้นตอนการก่อสร้างของแต่ละโครงการ

- วิเคราะห์แบบสอบถามที่ทำการสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม คือผู้บริหารวิศวกรโครงการ ผู้ออกแบบหรือพัฒนาชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเจ้าหน้าที่ขับเครน ซึ่งผู้ให้การสัมภาษณ์จะต้องมีความเกี่ยวข้องทั้งในด้านการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการใช้เครนในขั้นตอนการก่อสร้าง โดยวิเคราะห์ทุกกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อสังเกตเกี่ยวกับปัจจัยในการกออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่ส่งผลจากการใช้งานเครน เพื่อนำผลที่ได้มาสรุปผลการวิจัยในเรื่องปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

1.6.4 ขั้นตอนการสรุปและประเมินผล

- สรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา นำข้อมูลการศึกษามาพิสูจน์สมมุติฐานการที่ตั้งไว้ คือ ประเภทของเครนที่พบในกระบวนการก่อสร้าง การใช้เครนของแต่ละบริษัท และปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครน รวมไปถึงเสนอแนะที่เกิดจากงานวิจัยและข้อค้นพบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย โดยเป็นการสรุปผลในเรื่องประเภทของเครนที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างของทั้ง 3 บริษัท เปรียบเทียบการใช้เครนของแต่ละโครงการ และสรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาในการทำการวิจัย (ที่มา : ผู้วิจัย)

	พ.ค. 56	มิ.ย. 56	ก.ค. 56	ส.ค. 56	ก.ย. 56	ต.ค. 56	พ.ย. 55	ธ.ค. 55	ม.ค. 56	ก.พ. 56	มี.ค. 56	เม.ย. 56
ทบทวนวรรณกรรม												
สอบหัวข้อวิทยานิพนธ์												
เก็บข้อมูลเบื้องต้น												
สำรวจและเก็บข้อมูล												
วิเคราะห์ข้อมูล												
สรุปผล												
สอบวิทยานิพนธ์												

1.7 ข้อจำกัดของงานวิจัย

- งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาอยู่ 2 เรื่องคือการศึกษาเกี่ยวการใช้เครน และการศึกษาเกี่ยวกับการก่อสร้างบ้านในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้วิจัยต้องทำการสำรวจหากลุ่มตัวอย่างก่อนทำการเก็บข้อมูล เพื่อมิให้แบบสอบถามทำการชี้นำกลุ่มตัวอย่างได้

- ผู้วิจัยจะไม่เปิดเผยชื่อบริษัทและชื่อโครงการ เนื่องจากอาจจะส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจและผลประโยชน์ของบริษัท เนื่องจากข้อมูลเป็นความลับของทางบริษัททำให้ผู้วิจัยไม่สามารถบอกถึงแหล่งที่มาหรือบุคลากรที่ให้ข้อมูลได้

1.8 คำจำกัดความในงานวิจัย

1. **เครนหรือปั้นจั่น**[3] (Crane) หมายถึง เครื่องจักรกลที่ใช้ยกของขึ้นลงตามแนวดิ่งและเคลื่อนย้ายของเหล่านั้น ในลักษณะแขวนลอยไปตามแนวราบ และให้หมายความรวมถึงเครื่องจักรประเภทนอกที่ใช้ยกสิ่งของขึ้นลงตามแนวดิ่งด้วย

2. **เครื่องจักร**[4] **(Machine)** หมายถึง สิ่งที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายชิ้นสำหรับก่อกำเนิดพลังงาน เปลี่ยนหรือแปรสภาพพลังงาน หรือส่งพลังงาน ทั้งนี้ ด้วยกำลังน้ำ ไอน้ำ หรือพลังลม แก๊ส

---

[3] กฎกระทรวง. กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั้นจั่น และหม้อน้ำ พ.ศ.2552

ไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น และหมายรวมความถึง เครื่องอุปกรณ์ ล่อตุนกำลัง สายพาน เพลา เกียร์ หรือสิ่งอื่นที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งเครื่องมือกล

3. **ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูป**[5] (Prefabrication) หมายถึง อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก เพื่อการก่อสร้างโดนอาศัยเครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์ยกสำหรับปฏิบัติงาน

4. **ชิ้นส่วนสำเร็จรูป**[6] (Precast Concrete) หมายถึง การหล่อชิ้นส่วนงานก่อสร้างในสถานที่ใดๆ ก่อน แล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้างอาคาร

---

[4] เรื่องเดียวกัน

[5] ชวลิต นิตยะ, Housing Construction Technology. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2550 (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

[6] ชนินทร์ แซ่เตียว, แนวทางการออกแบบการก่อสร้างบ้านแถวด้วยระบบประสานทางพิกัด, (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545)

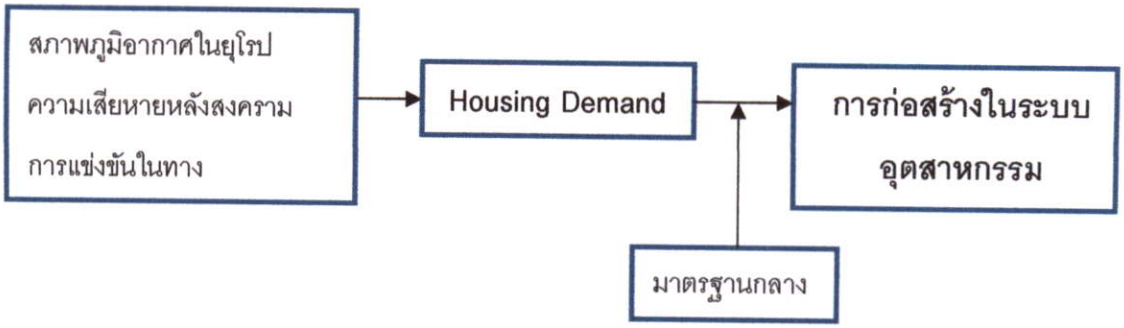
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งเนื้อหาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้เป็น 2 ส่วน คือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครน โดยการศึกษาเอกสารและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องจะใช้เป็นแนวทางในการจัดทำงานวิจัย และเพื่อใช้สำหรับอ้างอิงข้อมูลที่ทำการสำรวจและวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดของเนื้อหา ดังนี้

1. การก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม
2. การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
3. รูปแบบระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับอาคารพักอาศัย
4. ขั้นตอนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
5. กระบวนการเลือกเครื่องจักรในงานก่อสร้าง
6. การใช้เครนในงานก่อสร้าง

2.1 การก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม

ทวี สีบุญเรือง (2555) การก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมมีผลมาจากความต้องการที่อยู่อาศัยที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงปี ค.ศ.1800 อันเกิดจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกัน ความสามารถด้านเทคโนโลยีในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในขณะนั้นยังไม่รวดเร็วเพียงพอกับการเพิ่มจำนวนของประชากร รวมไปถึงผลกระทบจากสงครามโลกครั้งที่ 1 และ 2 ทำให้อาคารบ้านเรือนได้รับความเสียหายอย่างหนัก ประชากรส่วนใหญ่ต้องเข้าร่วมสงครามทำให้ทักษะที่ใช้ในการสร้างอาคารได้ขาดการสื่อต่อ และสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็นทำให้ประชากรไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ ทำให้หน่วยงานของรัฐต่างๆ พยายามหาวิธีในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยให้เพียงพอกับความต้องการของประชากรในช่วงเวลานั้นนั้น จึงพยายามพัฒนาการก่อสร้างให้เข้าสู่ระบบอุตสาหกรรม



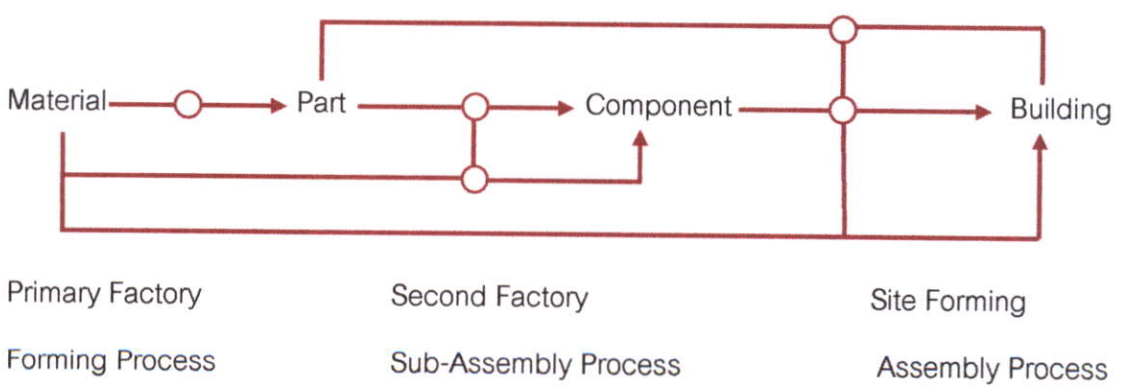
ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของความเป็นมาในการก่อสร้างในระบบอุตสาหกกรม

(ที่มา: ผู้วิจัย)

รุ่งรัตน์ ลิ่มทองแท่ง (2548) **อ้างถึง ชวลิต นิตยะ** ได้ให้ข้อดีของการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับการก่อสร้างแบบทั่วไปไว้ ดังนี้

1. สามารถผลิตได้จำนวนมาก
2. สามารถควบคุมคุณภาพได้
3. ลดเวลาการก่อสร้าง
4. การประกอบชิ้นส่วนมักไม่ขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศ
5. ใช้ช่างฝีมือในการก่อสร้างน้อย

ชวลิต นิตยะ (2555) กระบวนการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมส่วนใหญ่สามารถผลิตได้ในโรงงาน ทำให้สามารถควบคุมการผลิตและมาตรฐานของชิ้นส่วนได้ โดยมีข้อคำนึง 10 ข้อ



ภาพที่ 2.2 กระบวนการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม

(ที่มา : ชวลิต นิตยะ. 2555)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบชิ้นส่วนในระบบอุตสาหกรรม

1. องค์ประกอบในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป Component Design
2. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต Precision Component and Standardization
3. การออกแบบรอยต่อ Joint Design
4. ความคาดเคลื่อน Tolerance
5. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป Void Opening
6. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป Size
7. กระบวนการในการทำงาน Working Process
8. ลำดับในการติดตั้ง Sequence
9. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป Product Line
10. การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน Working Error Protection

2.2 การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์ (2549) **อ้างถึง พิชัย โอภานุกิจ** ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ ระบบงานที่ต้องใช้ชิ้นส่วนต่างๆ ที่สร้างขึ้นมาตามแบบ ขนาด และมาตรฐานที่ต้องการ และสะดวกต่อการลำเลียงขนส่ง เพื่อนำมาประกอบ หรือติดตั้งในสถานที่ตามต้องการได้ในเวลาอันรวดเร็ว

รัชนูพรรณ คำสิงห์ศรี (2554) **อ้างถึง ชวลิต นิตยะ** ให้ความหมายของคำว่าชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) ว่า ผลผลิตของส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นสำหรับการก่อสร้าง ซึ่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปเหล่านี้จะอาศัยมาตราส่วนที่ได้มาตรฐานเดียวกัน เพื่อใช้ในการออกแบบการผลิตที่โรงงานและการประกอบติดตั้งที่หน่วยงาน

ทวี สีบุญเรือง (2555) การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นการพัฒนาเทคนิคการก่อสร้างจากการก่อสร้างแบบดั้งเดิม (Conventional) มาพัฒนาด้านทักษะ และกระบวนการก่อสร้าง เพื่อลดระยะเวลาในการก่อสร้างและยังรักษามาตรฐานในการก่อสร้าง โดยการก่อสร้างมีอยู่ด้วยกัน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการขนส่ง ขั้นตอนการติดตั้ง โดยทุกขั้นตอนเป็นปัจจัยในการก่อสร้างบ้านด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รัชนูพรรณ คำสิงห์ศรี (2554) เทคโนโลยีการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป หมายถึง การนำความรู้ทางเทคโนโลยีการก่อสร้างมาใช้ในการผลิตชิ้นส่วนประกอบอาคารให้เกิดเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้น แล้วนำมาประกอบติดตั้งเป็นอาคาร ณ สถานที่ก่อสร้างโดยใช้เครื่องมือเครื่องจักรกลและแรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะทางในการผลิตและติดตั้ง

มามี โตบารมีคุณ (2540) ได้ทำการศึกษาระบบการก่อสร้างอาคารสำเร็จรูป และได้สรุปความหมายของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปว่าเป็นวิธีการก่อสร้างโดยการผลิตส่วนประกอบ (Precast Element) ของอาคารสำเร็จรูปในโรงงาน แล้วนำมาประกอบเป็นอาคารโดยใช้เครื่องจักรกลหนักในการช่วยยก

ศุภชัย ไชยน (2549) ได้ให้เกณฑ์ในการพิจารณาการก่อสร้างอาคารในระบบอุตสาหกรรมว่าด้วยเรื่องเครื่องจักรกลและชิ้นส่วนสำเร็จรูปไว้ว่า เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment Available) จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง โดยมากจากน้ำหนักที่มากที่สุดของชิ้นส่วนผลิตคอนกรีต (Maximum Weight of concrete) จะเป็นตัวกำหนดเครื่องจักรกลทั้งในโรงงานและหน่วยงาน รวมไปถึงการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือ พัฒนาการของเครื่องมือและเครื่องจักรกลที่มีศักยภาพสูงมากขึ้น ทำให้ขีดความสามารถด้านทักษะการก่อสร้างของมนุษย์เพิ่มมากขึ้นตามมา ส่งผลให้มนุษย์สามารถพัฒนากระบวนการในการก่อสร้าง จนเกิดระบบการก่อสร้างรูปแบบใหม่ที่สามารถตอบสนองความต้องการทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคมของมนุษย์ได้

2.3 รูปแบบระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับอาคารพักอาศัย

วิวัฒน์ เชาวน์เรศ (2552) ได้สรุปรูปแบบการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากข้อมูลต่างๆ ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาต่อเพื่อจำแนกรูปแบบการก่อสร้างตามทฤษฎีที่ได้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนี้

2.3.1 แบ่งตามลักษณะการผลิต แบ่งได้ 2 ระบบ[1] ดังนี้

2.3.1.1 ระบบเปิด (Open – system) ระบบนี้ชิ้นส่วนนี้ที่ผลิตขึ้นมาจะสามารถใช้ประกอบร่วมกับชิ้นส่วนอื่นๆของอาคารได้

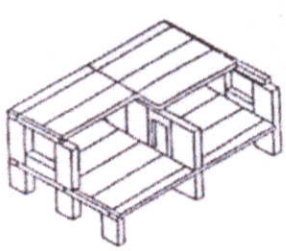
2.3.1.2 ระบบปิด (Close – system) ระบบนี้ชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นมาจะเป็นการผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะ จำเป็นต้องนำมาประกอบร่วมกันกับระบบชิ้นส่วนที่ถูกออกแบบเท่านั้นหรือประกอบกันได้ภายใต้ลิขสิทธิ์สินค้าของบริษัทนั้น ๆ มิอาจใช้ร่วมกันกับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของบริษัทอื่น

2.3.2 แบ่งตามระบบโครงสร้าง[2]

2.3.2.1 ระบบแผ่นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Structure or Panel System)

การรับแรงด้านโครงสร้างของระบบนี้ก็คือ การถ่ายเทแรงจากพื้นลงสู่แนวผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นผนังจึงใช้ประโยชน์ไม่เฉพาะเพียงการเป็นผนังกั้นห้องเท่านั้น หากยังจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างแทนเสาและคานไปพร้อมๆ กัน นอกจากนี้แผ่นผนังยังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างสำคัญของอาคารในการต้านแรงลมได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมากกว่าโครงสร้างแบบเสาและคาน วิธีการก่อสร้างนั้น ผนังสำเร็จรูปขนาดเท่าความสูงของชั้น จะถูกนำมาติดตั้งบนพื้นสำเร็จรูป หลังจากนั้นก็จะนำแผ่นสำเร็จรูปวางบนผนังเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ระบบการวางผนังรับน้ำหนักมี 3 วิธีคือ

1) ระบบวางแนวผนังรับน้ำหนักไปในทิศทางเดียวกับความยาวของอาคาร (Load wall system) ทิศทางของแผ่นพื้นจะวางพาดน้ำหนักมาลงผนังส่วนที่เป็นผนังด้านหน้าและผนังด้านหลังอาคาร



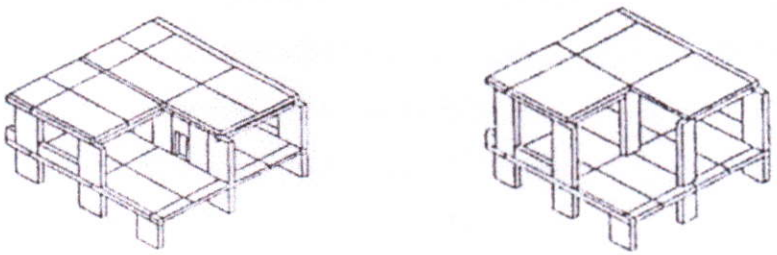
ภาพที่ 2.3 ระบบโครงสร้างแบบ Long - wall

(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

---

[1] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, รายงานการศึกษาโครงการจัดทำแบบมาตรฐานอาคาร 2 ชั้น ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เสนอการเคหะแห่งชาติ (กรุงเทพมหานคร, 2548)

[2] ต่อตระกูล ยมนาค, ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป, เอกสารประกอบการอบรมระบบประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ, จัดโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (กรุงเทพมหานคร, 2548)

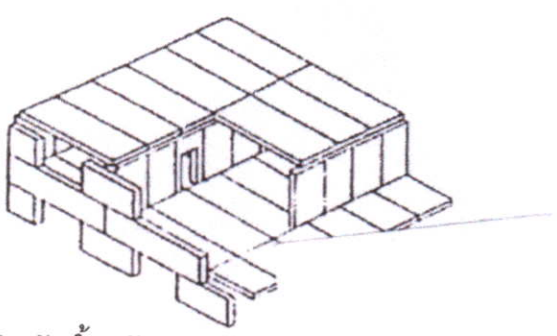


ระบบ Moscow ระบบของ Czecho Slovakia

ภาพที่ 2.4 การวางโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Long – wall ใช้คานถ่ายน้ำหนักจากพื้นมาสู่กำแพง

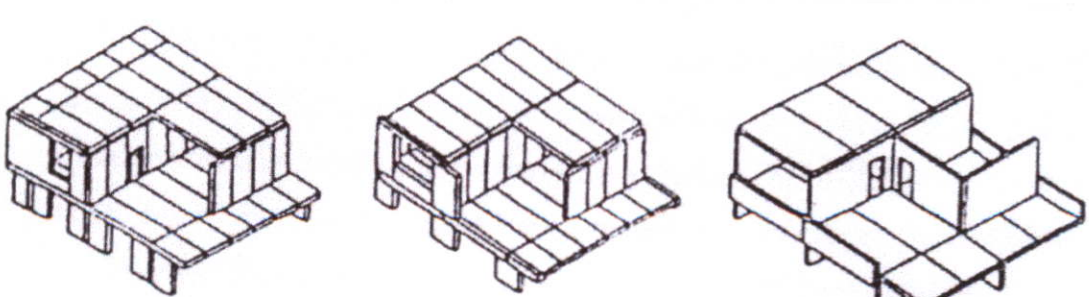
(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

2) ระบบการวางแผ่นผนังรับน้ำหนักให้ขวางกับความยาวของอาคาร (Cross-wall System) ส่วนใหญ่นิยมวางแนวผนังรับน้ำหนักขวางกับความยาวของตัวอาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารประเภทที่อยู่อาศัยซึ่งจำเป็นต้องมีผนังทางขวางทึบตลอด เพื่อกั้นระหว่างหน่วยของที่พักอาศัย ผนังทึบนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ดีกว่าระบบ Long – wall



ภาพที่ 2.5 ระบบโครงสร้างรับน้ำหนักแบบ Cross – wall system และการวางผนังด้านหน้าให้ซ้อนรับน้ำกันเอง

(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

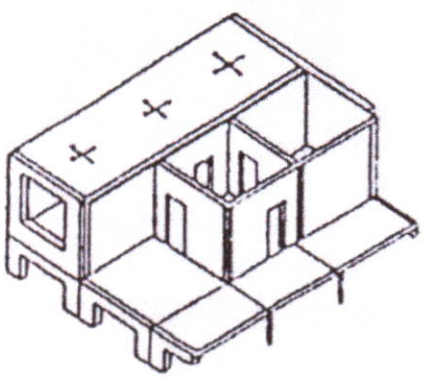


ผนังวางอยู่บนพื้น ผนังวางอยู่บนคานเสริมพิเศษ ผนังเกาะติดอยู่กับด้านข้างของกำแพง

ภาพที่ 2.6 ระบบโครงสร้างแบบ Cross-wall ซึ่งสามารถวางผนังด้านหน้าได้หลายวิธี

(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

3) ระบบที่วางผนังรับน้ำหนักให้รับน้ำหนักจากพื้นทั้ง 2 แนว (Two – way Span System) ระบบนี้เป็นระยะที่ให้น้ำหนักของพื้นลงสู่ผนังทั้ง 2 แนว คือทั้งในแนว Cross wall และ Long wall นั่นคือผนังทั้งสองแนวจะถูกใช้เป็นผนังรับน้ำหนักทั้งหมด ในกรณีนี้ พื้นจะออกแบบให้น้ำหนักลงที่ผนังทั้ง 4 ด้าน แทนที่จะเป็นเพียง 2 ด้าน เช่นระบบข้างต้น และจะประหยัดที่สุดหากขนาดของแผ่นพื้นเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือ ระบบนี้จะเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าระบบอื่นๆ เนื่องจาก มีองค์ประกอบของอาคาร ที่เป็นโครงสร้างในทุกๆ แนว แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญก็คือ สถาปนิกจะขาดความเป็นอิสระในการออกแบบมากกว่าปกติ เช่น ไม่สามารถจะเปิดห้องติดต่อกันตลอดได้ วิธีแก้ปัญหาก็คือจำเป็นจะต้องใช้ระบบเสาและคานเข้ามาใช้ประกอบด้วยในส่วนที่ต้องการจะเปิดโล่ง

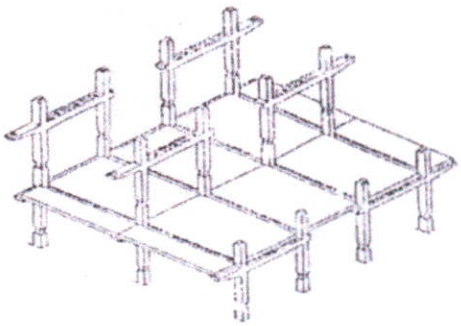


ภาพที่ 2.7 ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนักแบบ Two-way span

(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

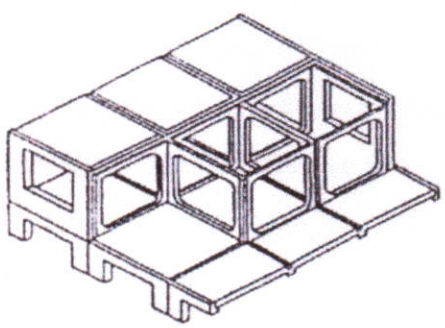
2.3.2.2 **ระบบเสาและคาน** (Skeleton Frame or Column and Beam)

ระบบนี้ก็คือระบบโครงสร้างที่ใช้กันแพร่หลาย แม้กระทั่งบางอาคารที่สามารถใช้โครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนักได้ประหยัดกว่าระบบอื่น เช่นอาคารบ้านแถว ก็ยังคงใช้ระบบเสาและคาน เป็นส่วนใหญ่ ระบบเสาเละคานนิยมใช้สำหรับอาคารที่ไม่สามารถใช้ระบบผนังรับน้ำหนักได้เนื่องจากความจำเป็นด้านการใช้สอย ที่ต้องการเปิดเนื้อที่ ใช้สอยให้ผ่านถึงกันได้ตลอด เช่น อาคารโรงงานสำนักงาน โรงเรียน เป็นต้น หลักการของโครงสร้างแบบเสาและคาน ก็คือรับน้ำหนักจากพื้นลงสู่คาน จากคานส่งน้ำหนักลงสู่เสา วิธีการต่อชิ้นส่วนเสาและคานคอนกรีตมีความยากกว่าระบบแผ่นพื้นรับน้ำหนัก วิธีการต่อหลายวิธีได้มาจากการเลียนแบบโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก



ภาพที่ 2.8 ระบบโครงสร้างแบบเสาคาน

(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

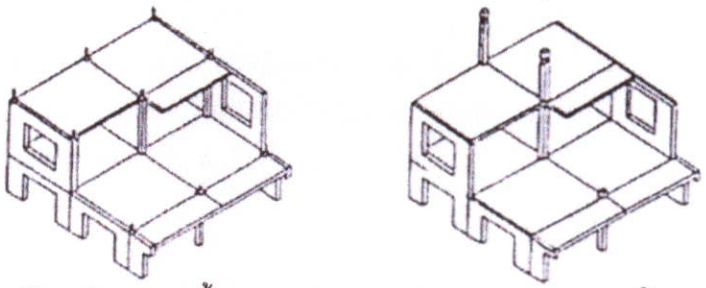


ภาพที่ 2.9 ระบบกรอบกลวง (Ring-frame)

(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

2.3.2.3 **ระบบเสาและแผ่นพื้น** (Beam skeleton)

ระบบโครงสร้างชนิดนี้แผ่นพื้นจะวางไปบนเสาโดยตรงโดยไม่ต้องมีคาน เช่นเดียวกับโครงสร้าง Flat Slab เสาจะต้องวางห่างกันไม่เกินขนาดของแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่จะวางบนเสาทั้ง 4 ได้ ตามหลักการแล้วแผ่นพื้นที่จะสามารถวางอยู่บนปลายของเสาเพียง 4 จุดนั้น จะต้องการความหนาและปริมาณเหล็กในคอนกรีตมากเป็นพิเศษกว่าแผ่นพื้นชนิดอื่นๆทั้งหมด แต่จะได้ประโยชน์ในด้านความสะดวกรวดเร็วในการประกอบและติดตั้ง เนื่องจากสามารถตัดองค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญไปได้ 1 ส่วน โดยพื้นจะถูกใช้ให้ทำหน้าที่แทนคาน เพื่อยึดเสาให้เป็นโครงสร้างต่อเนื่องทั้งอาคาร โครงสร้างแบบนี้ควรที่จะมีการคำนวณความต้านทานแรงลมเป็นพิเศษหรือต้องการแบบให้มีผนังคอนกรีตเพื่อรับแรงลมรวมอยู่ในโครงสร้างด้วย



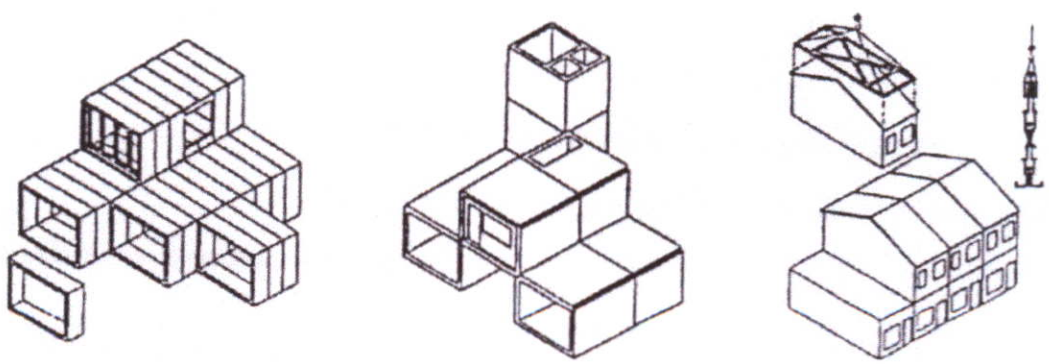
ใช้เสาเป็นส่วนรับน้ำหนัก ใช้เสาและผนังช่วยกันรับน้ำหนัก

ภาพที่ 2.10 โครงสร้างแบบเสาคานและแผ่นพื้น

(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

2.3.2.4 **ระบบกล่อง** (Box System)

ระบบนี้เป็นระบบที่ประเทศรัสเซียได้พัฒนาขึ้น ต่อมาได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการอาคารสงเคราะห์ของรัสเซีย ชิ้นส่วนต่างๆจะถูกประกอบขึ้นหรือหล่อเป็นกล่อง 3 มิติขนาดเท่ากับห้อง 1ห้อง จากนั้นก็จะมีการตกแต่งภายในติดอุปกรณ์ไฟฟ้าประปาต่างๆ เสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานแล้วจึงนำไปวางประกอบเรียงกันเป็นชั้นๆ ในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง นับว่าเป็นระบบที่สามารถลดแรงงานและเวลาที่ต้อใช้ในบริเวณก่อสร้างได้มากที่สุดมากกว่าระบบใดๆ ในปัจจุบัน Box System ถือได้ว่าเป็นระบบที่เข้าถึงระดับงานอุตสาหกรรมขั้นสูงสุด เพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งสิ้น แม้กระทั่งการปูพรมหรือติดรูปภาพที่ผนัง ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากขึ้นทำให้ขนส่งลำบาก ต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษและนำมาใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น



Small Module box Intermediate Module Total system

ภาพที่ 2.11 โครงสร้างแบบกล่อง

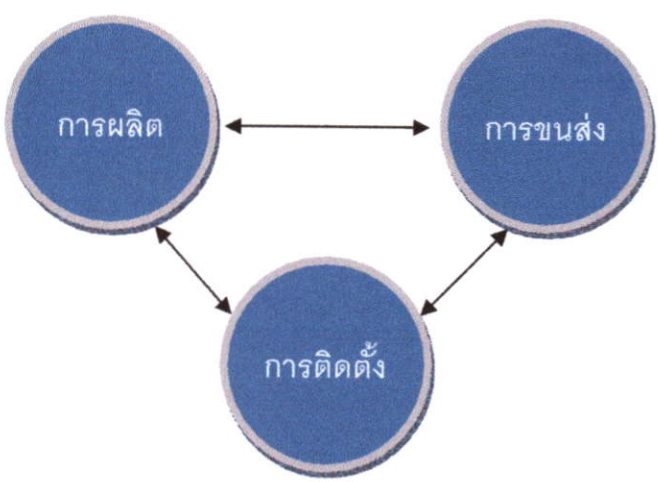
(ที่มา: ต่อตระกูล ยมนาค .2548)

2.3.3 **แบ่งตามวัสดุ** แบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. วัสดุหนัก (Heavy system) น้ำหนักต่อชิ้นเกิน 1,000 กิโลกรัม
2. วัสดุเบา (Light system) น้ำหนักต่อชิ้นต่ำกว่า 1,000 กิโลกรัม

2.4 ขั้นตอนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ทวี สีบุญเรือง (2555) ได้ให้ปัจจัยในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปไว้ว่า การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีอยู่ 3 ขั้นตอนคือ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนเป็นปัจจัยในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป อันเนื่องมาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นจะเชื่องโยงกันทั้งหมด กล่าวคือการผลิตชิ้นส่วนจะต้องคำนึงถึงว่าจะขนส่งด้วยวิธีการใดและขณะติดตั้งจะมีข้อจำกัดอะไร ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนจะเป็นการปัจจัยในการกำหนดเกณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป



ภาพที่ 2.12 ปัจจัยในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(ที่มา: ทวี สีบุญเรือง. 2555)

ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี (2549) ได้ทำการวิเคราะห์กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัย โดยสรุปขั้นตอนการกระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปไว้ 3 ขั้นตอน คือ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จากโครงการก่อสร้าง 2 โครงการที่มีความแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.4.1 การผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2.4.1.1 หน่วยงานผลิตแบบชั่วคราว

เป็นหน่วยงานที่สร้างขึ้นในพื้นที่หรือว่าอยู่ใกล้กับบริเวณของงานก่อสร้าง ซึ่งการทำงานจะเป็นการผลิต, การกองเก็บวัสดุ และการคมนาคมขนส่งในหน่วยงานให้เป็นสัดส่วน ข้อดีและข้อจำกัดของลักษณะหน่วยงานดังนี้

ข้อดี ต้นทุนในการจัดสร้างหน่วยงานที่ไม่สูงมาก เนื่องจากที่ไม่มีการก่อสร้างหน่วยงานอย่างถาวรและเครื่องจักรที่อาจไม่จำเป็นที่ต้องใช้ขนาดที่ใหญ่มาก รวมถึงการที่ระยะระหว่างหน่วยงานการผลิต และโครงการก่อสร้างที่ไม่มากจะทำให้ควบคุมเวลาและต้นทุนของการขนส่งได้ดี

ข้อจำกัด การควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่อาจไม่ดีพอ เนื่องจากการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เปิดทำให้การควบคุมคุณภาพของงานทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร เช่น ในสภาวะที่ฝนตก เป็นต้น อีกทั้งไม่สามารถรองรับความต้องการจากการขยายโครงการก่อสร้างอื่นๆ เนื่องหน่วยงานเป็นพียงการทำงานผลิตให้เฉพาะโครงการก่อสร้างที่ตั้งอยู่เท่านั้น

2.4.1.2 หน่วยงานผลิตแบบถาวร

เป็นหน่วยงานผลิตที่จัดสร้างขึ้นในพื้นที่อย่างถาวรเพื่อการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ต่อเนื่องและจัดส่งในหลายโครงการก่อสร้าง ซึ่งหน่วยงานในประเภทนี้อาจพบได้ 2 ลักษณะ คือประเภทแรก หน่วยงานที่มีลักษณะคล้ายแบบชั่วคราว แต่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมที่ดีกว่า คือมีการจัดสร้างหน่วยงานเป็นอาคารอย่างถาวร เช่นตัวหน่วยงานมีหลังคาคลุมที่มั่นคงแข็งแรง มีอาคารจัดเก็บวัสดุในการผลิต เป็นต้น และประเภทที่สองหน่วยงานที่เป็นการก่อสร้างเพื่อรองรับการทำงานในระบบการผลิตอุตสาหกรรม มีการนำระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในการควบคุมการผลิตให้มีความถูกต้องมากขึ้น ข้อดีและข้อจำกัดของลักษณะหน่วยงาน

ข้อดี การควบคุมคุณภาพการผลิตที่ดีเมื่อเทียบกับหน่วยงานแบบชั่วคราว และมีความสามารถในการรองรับการขยายตัวของโครงการก่อสร้างอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้น อันเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันธุรกิจให้กับองค์กร

ข้อจำกัด เงินลงทุนเริ่มต้นของหน่วยงานที่สูงทั้งในเรื่องของการก่อสร้างหน่วยงาน เครื่องมือเครื่องจักรและแบบหล่อที่ใช้ในหน่วยงานเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยงานผลิตแบบชั่วคราว

โดยทั่วไปพื้นที่ในหน่วยงานผลิต อาจแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนสำนักงาน ส่วนเก็บวัสดุการผลิต ส่วนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และส่วนพื้นที่กองเก็บคอนกรีตสำเร็จ

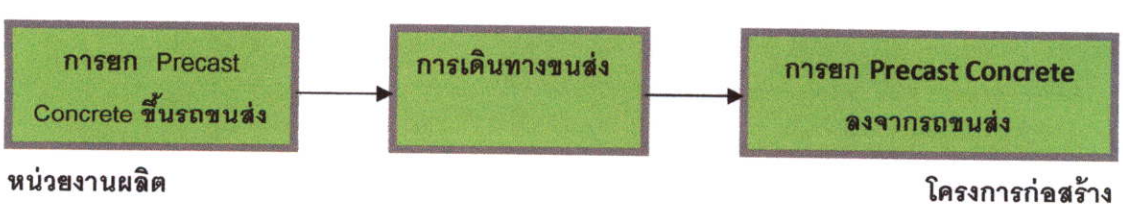
2.4.2 การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

จากการศึกษากระบวนการทำงานในส่วนของขั้นตอนการขนส่ง พบว่ามีกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.4.2.1 การยกชิ้นส่วนขึ้นรถขนส่ง เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในหน่วยงานการผลิตซึ่งเป็นกานยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นรถขนส่ง โดยการจัดวางชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปบนรถขนส่งจะเป็นไปตามลักษณะพฤติกรรมการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป คือในแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่จะเป็นผนังจะต้องเตรียมโครงเหล็กเพื่อวางในการจัดเรียงแผ่นในแนวตั้งบนยานพาหนะ แต่แผ่นพื้นจะจัดวางในลักษณะราบกับพื้นรถ

2.4.2.2 การเดินทาง เป็นการเดินทางระหว่างหน่วยงานจากหน่วยงานการผลิตไปยังโครงการก่อสร้าง ซึ่งหากทั้งสองหน่วยงานไม่ได้อยู่บริเวณเดียวกัน ระยะทางจะมีส่วนอย่างมากต่อเวลารวมถึงต้นทุนในการทำงานที่ต้องสูงกว่ากรณีที่ทั้งหน่วยงานผลิตและโครงการก่อสร้างอยู่บริเวณเดียวกัน อีกทั้งหากการขนส่งนั้นต้องใช้เส้นทางสาธารณะจะต้องคำนึงถึงน้ำหนักบรรทุกรวมให้เป็นไปตามกฎหมายด้วย รวมถึงขนาดของส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ต้องสามารถทำงานขนส่งได้ตามชนิดของรถขนส่งและเส้นทางในการเดินทาง

2.4.2.3 การยกชิ้นส่วนลงจากรถ เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในหน่วยงานก่อซึ่งเป็นการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปลงจากรถขนส่ง โดยในการทำงานหากสามารถวางใกล้เคียงบริเวณที่จะทำการติดตั้งทำให้สะดวกในขั้นตอนติดตั้งประกอบรอยต่อของโครงการก่อสร้าง อีกทั้งไม่ต้องเสียเวลาในการขนย้ายภายในโครงการ



ภาพที่ 2.13 ขั้นตอนในการขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

(ที่มา: ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี. 2549)

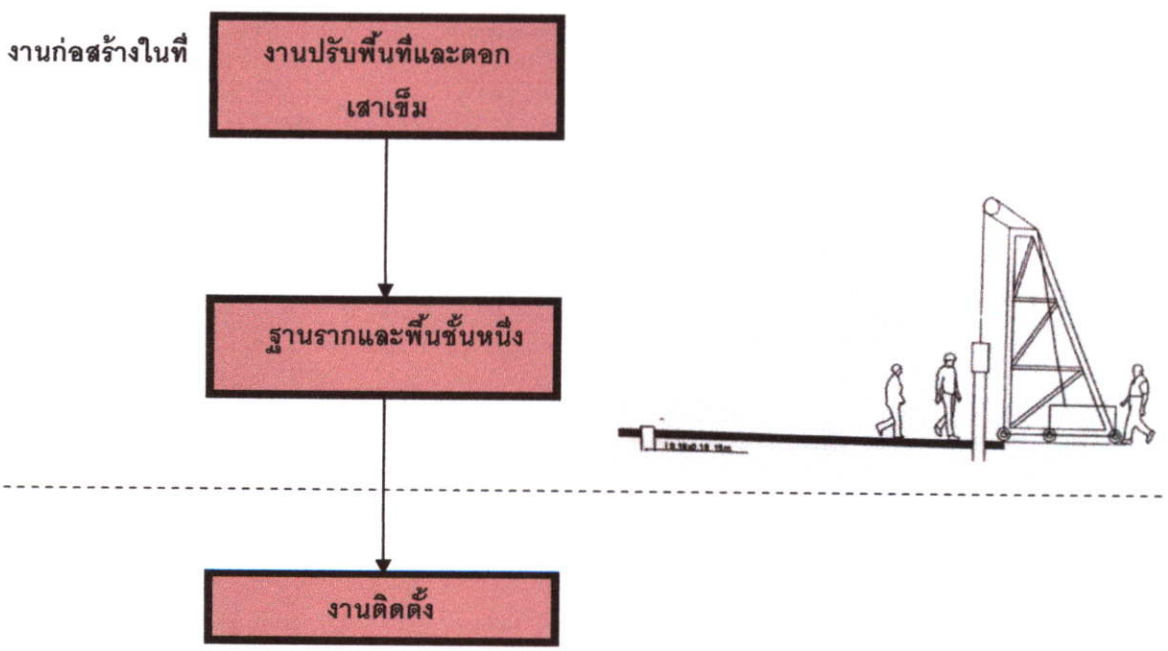
2.4.3 การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นขั้นตอนการทำงานในโครงการก่อสร้าง ในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สามารถแบ่งการทำงานหลักๆ ได้เป็น 3 ส่วน คือ

2.4.3.1 งานก่อสร้างในที่ เป็นส่วนของงานสนามที่โครงการก่อสร้างต้องเตรียมการก่อนการติดตั้งส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป งานตอกเสาเข็ม งานฐานราก และการเตรียมรอยต่อโครงสร้างกับงานติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นต้น

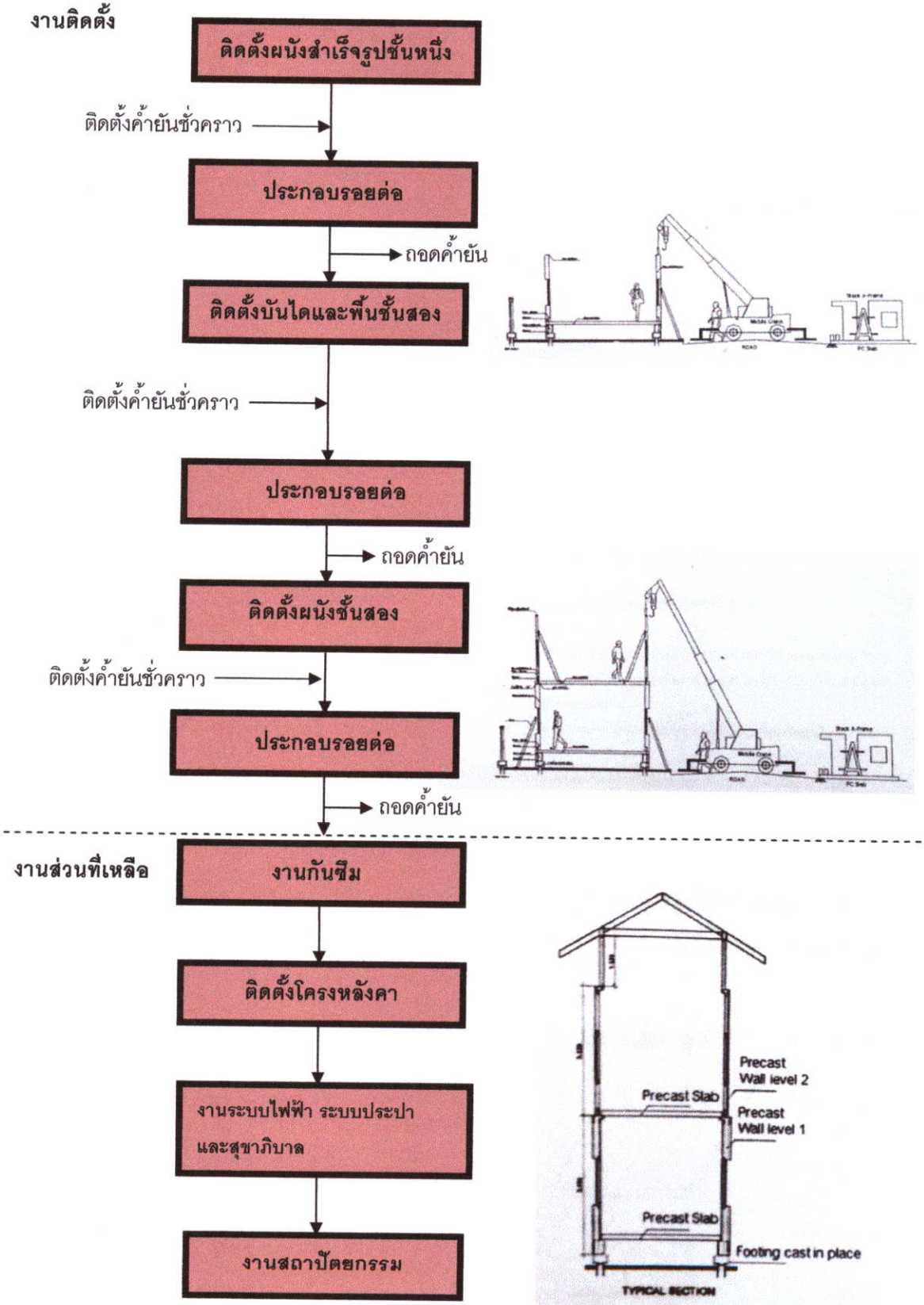
2.4.3.2 งานติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นขั้นตอนหลังจากเตรียมการในส่วนของก่อสร้างในที่เรียบร้อยแล้ว โดยในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยการทำงานหลัก 2 ส่วน ได้แก่ การยกชิ้นส่วนยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปติดตั้งตามตำแหน่ง และการประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปตามแบบการก่อสร้าง

2.4.3.3 งานส่วนที่เหลือ เป็นการทำงานหลังจากขั้นตอนของการติดตั้งและประกอบรอยต่อชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ได้แก่ งานระบบกันซึม งานโครงสร้างที่เหลือ ระบบไฟฟ้า ประปา งานสุขาภิบาล และงานสถาปัตยกรรม จนสำเร็จเป็นตัวอาคาร



ภาพที่ 2.14 ขั้นตอนในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

(ที่มา: ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี. 2549)



ภาพที่ 2.14 ขั้นตอนในการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (ต่อ)

(ที่มา: ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี. 2549)

2.5 กระบวนการเลือกเครื่องจักรในงานก่อสร้าง

เครนคือเครื่องจักรกลประเภทหนึ่ง การศึกษากระบวนการเลือกเครนจึงได้นำเอาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกเครื่องจักรกลมาที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อเป็นแนวทางในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์การใช้งานเครนในการก่อสร้างบ้านในระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

Kepner and Tregoe ได้กล่าวถึงกระบวนการคัดเลือกเครื่องจักร มีดังต่อไปนี้

1) เลือกวัตถุประสงค์ทั้งหมดซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญและพึงปรารถนา

2) แบ่งแยกวัตถุประสงค์ตามความสำคัญ

3) การสร้างทางเลือก

4) หาค่าผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือก

5) เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด จากการตัดสินใจเบื้องต้น

6) หาค่าการตัดสินใจอีกครั้ง และประเมินผลในทางตรงกันข้ามของความเป็นไปได้ของทางเลือก

7) จัดเตรียมแผนความไม่แน่นอนในการควบคุมผลของการตัดสินใจครั้งสุดท้าย

ทิพวรรณ บุณย์เพิ่ม และคณะ ได้กล่าวว่า หลักในการพิจารณาเลือกเครื่องจักรกล ดังนี้

1) เลือกเครื่องจักรกลละอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว

2) เลือกเครื่องจักรกลที่มาจากบริษัทผู้ผลิตรายเดียวกันให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

3) เลือกเครื่องจักรกลให้เหมาะสมกับสภาพของงาน (Job conditions) ตามลักษณะของภูมิประเทศ สภาพของดินและอากาศ

4) เลือกเครื่องจักรกลที่มีเครื่องยนต์ (Engine family) กลุ่มเดียวกันทั้งรถบรรทุก รถขุด เครน และรถแทรกเตอร์ เป็นต้น

5) เลือกขนาดของเครื่องจักรกลให้เหมาะสม เครื่องจักรขนาดใหญ่ย่อมให้ผลผลิตสูงกว่า แต่ต้นทุนผลผลิตมักจะสูง และเครื่องจักกรกลที่ประกอบก็ต้องมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงค่าระวางในการขนส่งรวมทั้งค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาด้วย ส่วนเครื่องจักรกลที่สำรองไว้ (standby) ควรจะเป็นขนาดเล็ก เพราะจะเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า

6) เลือกเครื่องจักรกลรวมทั้งอะไหล่ที่หาได้ง่ายในท้องตลาด เพื่อความสะดวกในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาและมักจะมีราคาถูกกว่า ควรหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องจักรกลชนิดพิเศษ

7) เลือกชนิดเครื่องจักรกลที่มีต้นทุนในการทำงานต่อหน่วยต่ำที่สุด

8) เครื่องจักรกลที่เลือกใช้ควรเป็นเครื่องจักรกลที่สามารถควบคุม และซ่อมแซมได้โดยพนักงานที่มีอยู่แล้ว ถ้าจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลที่มีความซับซ้อนต้องใช้พนักงานซ่อมที่มีความชำนาญเฉพาะ ก็ควรจัดเตรียมการอบรมความรู้ให้แก่พนักงานด้วย

9) กรณีที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ควรจะเลือกซื้อจากประเทศที่มีค่าเงินตระกูลอ่อน (Solf currency) มากกว่าประเทศที่มีค่าตระกูลเงินแข็ง (Hard currency) ทั้งนี้เครื่องจักรจะต้องมีคุณภาพเท่าเทียมกัน

10)จะต้องพิจารณาถึงราคา และความสะดวกในการจัดหาอะไหล่โดยเฉพาะเครื่องจักรที่ซื้อจากต่างประเทศ

ขนาดและจำนวนเครื่องจักรกลที่นำมาใช้ ต้องพิจารณาจากปริมาณของงาน ระยะเวลาการทำงานและจำนวนผลัดของการทำงาน งานที่ทำงานวันละหลายผลัดย่อมให้ผลผลิตต่อวันสูงเมื่อเครื่อง จักรกลถูกใช้งานหนัก การบำรุงรักษาและการจัดหาอะไหล่จึงต้องพร้อมอยู่เสมอและต้องมีการวางแผนที่ดีในการจัดหาเครื่องจักรกล การสำรองอะไหล่ น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นตลอดจนอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ในโรงซ่อมเพื่อให้งานสามารถดำเนินต่อไปได้อย่างต่อเนื่องโดยเกิดความล่าช้าน้อยที่สุด อีกสิ่งหนึ่งที่จะขาดเสียมิได้คือการจัดเตรียมบุคลากรให้พอเพียงจึงจำเป็นต้องเปิดหน่วยฝึกอบรมที่หน้างาน เพื่อเพิ่มพูนความรู้และฝึกพนักงานให้มีความชำนาญสูงขึ้น ทั้งนี้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่มิอาจจะมองข้ามไปได้

วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร์ ได้กล่าวถึงกระบวนการเลือกเครื่องจักรกลดังต่อไปนี้

1) รู้จักงาน คือจะต้องทำความรู้จักกับงานให้ละเอียดว่างานที่จะทำงานคืออะไร มีลักษณะงานอย่างไร มีข้อกำหนดของงานอย่างไรบ้าง เช่นระยะเวลาในการทำงาน คุณภาพของงานแต่ละขั้นตอน สภาพและตำแหน่งของที่ที่จะทำงาน ข้อจำกัดต่างๆในการทำงานและความต้องการของงาน เป็นต้น

2) วิเคราะห์งาน โดยการจำแนกประเภทของงาน คิดปริมาณงานแต่ละประเภทกำหนดแผนงานและตางรางการทำงาน

3) รู้จักเครื่องจักรกล โดยการศึกษา ประเภท ชนิด ขนาด และราคาของเครื่องจักรกลที่สามารถจะจัดหามาเพื่อทำงานตามที่ต้องการ

4) เลือกเครื่องจักรกล ซึ่งหมายถึงการเลือกประเภท ชนิด ขนาด และจำนวนเพื่อที่จะใช้ในการทำงานประเภทต่างๆ โดยจะต้องคำนึงถึง

- ประเภทของเครื่องจักรกลที่จะสามารถทำงานได้ตามต้องการ
- ขีดความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรกลแต่ละชนิดและแต่ละขนาด
- ปริมาณงานที่ต้องทำและกำหนดเวลาที่ต้องแล้วเสร็จ ตามแผนงานและตารางการทำงานที่กำหนดขึ้น
- ความสมดุลของจำนวนเครื่องจักรกลแต่ละประเภทที่จะต้องทำงานร่วมกัน
- สภาพต่างๆที่เกี่ยวกับงาน เช่น สภาพของเส้นทางลำเลียง สภาพของสถานที่ก่อสร้างและสภาพของดินฟ้าอากาศ เป็นต้น

5) เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ซึ่งเมื่อเลือกเครื่องจักรกลประเภท ชนิด และขนาดแล้วก็จะต้องคิดค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกลแต่ละรายการ และรวมค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกลทั้งหมดของแต่ละทางเลือกที่เป็นไปได้ จากนั้นจึงจะนำค่าใช้จ่ายแต่ละทางเลือกมาเปรียบเทียบกัน

6) ตัดสินใจเลือก เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของแต่ละทางเลือก แล้วให้นำทางเลือกต่างๆ มาจัดลำดับโดยจัดให้ทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดเป็นอันดับแรก แล้วพิจารณาถึงปัจจัยอื่นประกอบการตัดสินใจเลือกขั้นสุดท้าย เช่น ความพร้อมในการบริการหลังการขายของผู้จำหน่าย ความคล่องตัวในการทำงาน ความยากง่ายในการควบคุมความต้องการในการซ่อมแซมและความสามารถในการดัดแปลงไปใช้ในงานอื่น เป็นต้น

7) จัดหา ซึ่งสามารถจัดหาได้ 2 วิธีคือ การซื้อและการเช่า โดยจะต้องเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทั้งสองวิธีว่าวิธีไหนจะประหยัดกว่ากัน แต่ถ้าระยะเวลาในการก่อสร้างนานการซื้อจะประหยัดกว่าการเช่าเสมอ

2.6 การใช้เครนในการก่อสร้าง

การก่อสร้างอาคารมีการใช้เครื่องมือหลายประเภท โดยเครนเป็นเครื่องจักรกลประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญมากในขั้นตอนกระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การศึกษาการใช้เครนเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครน เพื่อนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการสำรวจและศึกษา โดยแบ่งประเด็นในการศึกษาดังนี้

2.6.1 ประเภทของเครนที่ใช้ในงานก่อสร้าง

การศึกษาประเภทของเครนเพื่อการใช้ในการจำแนกถึงรูปแบบ และลักษณะของเครนที่ใช้ในโครงการบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เครนที่ใช้ยกสิ่งของขึ้นลงตามแนวดิ่งและเคลื่อนย้ายของเหล่านั้น มีการเปรียบเทียบลักษณะการแขวนลอยไปตามแนวราบ สามารถแจกแจงประเภทของเครนได้เป็น 2 ประเภท[3] โดยแต่ละประเภทก็มีเครนอีกหลายชนิดดังนี้

เครนประเภทอยู่กับที่ (Stationary Crane)	**เครนประเภทเคลื่อนที่ได้ (Mobile Crane)**
- เครนหอสูง (Tower Crane)	- เครนบรรทุกแบบล้อยาง (Truck Crane)
- เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane)	- เครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane)
- เครนขาสูงแบบ 2 ขา (Gantry Crane)	- เครนใหญ่ (All Terrain Crane)
- เครนติดผนัง (Wall Crane)	- เครนล้อตีนตะขาบ (Crawler Crane)
- เครนตั้งเสายื่นแขนหมุน (Jib Crane)	- รถบรรทุกติดเครน (Truck Loader Crane)

2.6.1.1 เครนประเภทอยู่กับที่ (Stationary Crane)

เครนที่มีอุปกรณ์ต่างๆ และเครื่องต้นกำลังติดตั้งอยู่บนขาตั้งล้อเลื่อน รางเลื่อน หรือหอสูง การใช้งานจะถูกจำกัดตามระยะที่ขาตั้งหรือล้อเลื่อนจะเคลื่อนที่ไปได้ ปั้นจั่นประเภทนี้จะมีใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรม ท่าเรือ และการก่อสร้างอาคารสูงสามารถแบ่งออกเป็น 5 ชนิด

1) ทาวเวอร์เครน (Tower Crane) พิชิตพล (2552) อ้างถึง ภาสมา สุทธิพงศ์ และคณะ ได้กล่าวว่า ทาวเวอร์เครนเป็นเครื่องจักรกลงานขนส่งทางแนวดิ่งที่เป็นที่นิยมมากที่สุดอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะในการก่อสร้างตึกสูง สามารถขนส่งวัสดุที่มีน้ำหนักมาก เคลื่อนย้ายวัสดุได้ทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ ทาวเวอร์เครนเป็นเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงเหมาะสมกับการยกและขนถ่ายแทบทุกชนิด ประหยัดแรงงานแต่ค่าใช้จ่ายสูงและต้องอาศัยความรู้ความชำนาญในการควบคุมปฏิบัติ หากจำแนกทาวเวอร์เครนโดยพิจารณาตามการติดตั้งหรือลักษณะส่วนของฐานรองรับ สามารถแบ่งได้ 3 แบบ ดังนี้

1. แบบติดตั้งกับที่หรือแบบติดตั้งพื้น (Static base)
2. แบบเคลื่อนบนราง (Traveling base)
3. แบบเคลื่อนที่ในแนวดิ่งหรือแบบไต่ระดับ (Climbing base)

---

[3] ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับปั่นจั่น อาศัยอำนาจประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ.2515

ภาพที่ 2.15 ทาวเวอร์เครนแบบติดตั้งกับที่

ภาพที่ 2.16 ทาวเวอร์เครนแบบเคลื่อนบนราง

ภาพที่ 2.17 ทาวเวอร์เครนแบบเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของทาวเวอร์เครนแบบต่างๆ[4] (ที่มา: พิชิตพล. 2552)

ลักษณะ	ชนิดของทาวเวอร์เครน		
	ติดตั้งอยู่กับที่	เคลื่อนบนราง	เคลื่อนที่แนวดิ่ง
ฐานรองรับ	รองรับด้วยฐานรากซึ่งต้องออกแบบให้แข็งแรงเพียงพอ	รองรับด้วยรางซึ่งมีฐานรากที่ต้องออกแบบให้รับน้ำหนักได้ดีและต้องง่ายต่อการซ่อมบำรุง	ในขั้นต้นรองรับส่วนของอาคารที่แข็งแรงพอหรือด้วยฐานรากต่อมาเมื่อไต่ระดับใช้โครงสร้างของอาคารที่มีความแข็งแรงเพียงพอเป็นส่วนรับเครน

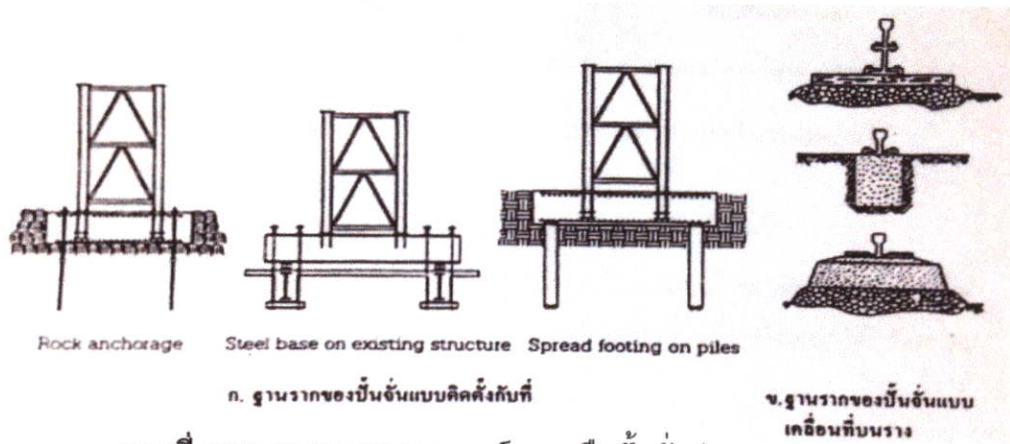
[4] พิชิตพล สวัสดิมงคล. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเช่าดำเนินการทาวเวอร์เครน: มุมมองของผู้รับเหมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลักษณะ	ชนิดของทาวเวอร์เครน		
	ติดตั้งอยู่กับที่	เคลื่อนบนราง	เคลื่อนที่แนวดิ่ง
การติดตั้ง	ต้องใช้โมบายเครนช่วยในการติดตั้ง น้ำหนักถ่วงบนแขนถ่วงเท่านั้น แต่บางชนิดใช้มอเตอร์เพื่อเป็นตัวถ่วง	ต้องใช้โมบายเครนในการขนถ่ายชิ้นส่วนและการติดตั้งฐานเสาบนรางถึงแม้ติดตั้งส่วนบนเองได้แต่ก็ต้องอาศัยโมบายเครนช่วยในการประกอบแขนและรางน้ำหนักถ่วง	เหมือนแบบติดตั้งกับที่
พื้นที่ครอบคลุม	ตามความยาวของรัศมีของแขนที่หมุนได้รอบตัว	ตามความยาวของรัศมีของแขนที่หมุนได้รอบตัวและตามแนวราง	เหมือนแบบติดตั้งกับที่
ความสูงของการทำงาน	ไม่จำกัดความสูงหากไม่เกินกำลังของเครื่องและความยาวของลวดสลิงแต่จะมีค่าก่อสร้างที่สูงขึ้น	ความสูงจำกัดขึ้นอยู่กับความสูงอิสระของหอสูงตามข้อกำหนดของบริษัท	ไม่จำกัดหากไม่เกินกำลังของเครื่องและความยาวของสลิง
การเพิ่มความสูงของหอสูง	ต้องตัวยึดกับโครงสร้างอาคารหรือลวดยึดโยงเมื่อระดับความสูงของหอสูง	ต้องใช้ตัวยึดเมื่ออยู่กับที่และเพิ่มความสูงตามข้อกำหนดของผู้ผลิต	ต้องใช้โครงที่ใช้ในการไต่ระดับ (Climbing frame) และออกแบบให้ถ่ายแรงในแนวดิ่งและแนวราบไปยังตัวอาคารและต้องใช้อุปกรณ์ยกไฮดรอลิค
การควบคุมการทำงาน	ผู้คุมเครื่องอยู่บนที่สูงทำให้ทัศนวิสัยในที่ต่ำไม่ดีต้องอาศัยผู้ให้สัญญาณ	ผู้คุมเครื่องอยู่ในระดับต่ำมองเห็นสิ่งที่ยกได้ตลอดยกเว้นกรณีมีสิ่งกีดขวาง เช่น ตัวอาคาร จะมีปัญหาในการวางวัสดุในที่สูง	ผู้คุมเครื่องอยู่ในที่สูงและอยู่กลางอาคารทำให้ทัศนวิสัยในที่ต่ำไม่ดีต้องอาศัยการให้สัญญาณ
การรื้อถอน	รื้อถอนโดยตัวเองไม่ได้ต้องอาศัยโมบายเครนเฉพาะในการยกน้ำหนักถ่วงฐาน และชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อขนย้ายเท่านั้น	เหมือนแบบติดตั้งกับที่	ต้องรื้อถอนชิ้นส่วนและวางไว้บนพื้นชั้นบนสุดของอาคาร ซึ่งต้องแข็งแรงเพียงพอและใช้ลิฟต์หรือเครนชนิดอื่นเพื่อยกชิ้นส่วนต่างๆ ลงสู่พื้นดิน

ส่วนประกอบของทาวเวอร์เครน แบ่งได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

1. **ฐาน (Base)** เป็นส่วนที่ติดตั้งโครงของทาวเวอร์เครน ซึ่งต้องสามารถรับน้ำหนักและแรงกระทำทั้งหมดที่เกิดขึ้น ฐานของทาวเวอร์เครนมี 2 ชนิดคือ แบบโครงสร้างถาวรและแบบฐานโครงเหล็กมีปั้นจั่นตั้งแล้ว ใช้น้ำหนักแท่งคอนกรีตวางซ้อนทับกดบนฐานไม้ให้ทาวเวอร์เครนกระดก อย่างไรก็ดีการก่อสร้างฐานรากของทาวเวอร์เครนสามารถดำเนินการได้หลายแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดขนาด และสภาพของสถานที่ก่อสร้างและโอกาสในการดัดแปลงโครงสร้างอาคาร



ภาพที่ 2.18 ฐานรากของทาวเวอร์เครนหรือปั้นจั่นประเภทต่างๆ

(ที่มา: พิชิตพล สวัสดิมงคล. 2552)

2. **หอสูงหรือเสา (Tower or Mast configurations)** เป็นส่วนโครงของทาวเวอร์เครนที่ยื่นออกไปจากฐานในแนวดิ่ง ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของทาวเวอร์เครน เพื่อให้แขนของทาวเวอร์เครนสามารถทำงานในระดับสูงได้ โดยทั่วไปจะทำด้วยโครงถัก (Truss) ทำจากเหล็กรูปพรรณ เช่น เหล็กฉาก ท่อเหล็กกลมหรือท่อเหล็กเหลี่ยม ความกว้างของโครงเหล็กเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1.00 - 1.50 เมตร ความสูงชิ้นละประมาณ 6.00 เมตร ยึดด้วยสลักและเกลียว (Bolt and nut) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

2.1 **หอสูงแบบอยู่กับที่** โดยตัวหอจะติดอยู่กับฐานราก มีจานหมุน (Slewing ring) คอยหมุนอยู่บนส่วนบนสุดของหอสูง

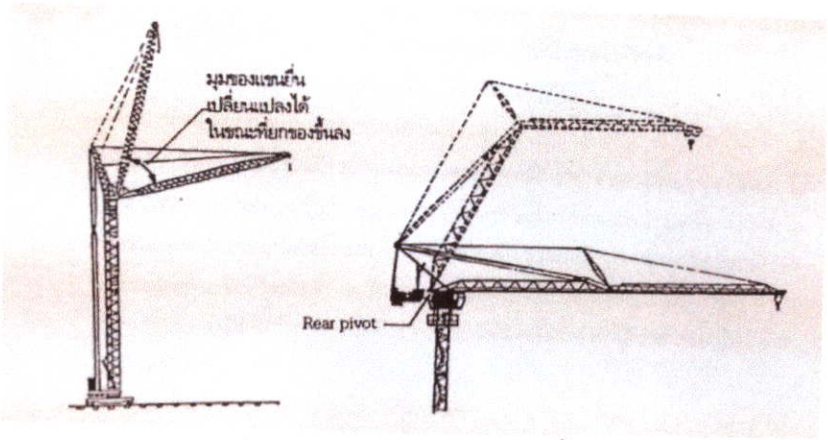
2.2 **หอสูงแบบหมุนได้** จานหมุนตั้งอยู่ตรงส่วนล่างสุดของหอสูงซึ่งทำให้ทั้งหอสูงและส่วนแขนยื่นจะหมุนไปพร้อมกัน

3. **แขน (Jip Configurations)** ส่วนโครงของทาวเวอร์เครนในแนวราบหรือในแนวเอียงมีลักษณ์เป็นโครงเหล็ก โดยจะนิยมท่อเหล็กกลมเพราะลดปัญหาการต้านลม และมีน้ำหนักเบา

นำมาประกอบกันโดยใช้สลักเกลียวในการยึดติด ความยาวของแขนโดยทั่วไปประมาณ 15-40 เมตร แบ่งได้เป็น 2 ชนิด

3.1 แขนในแนวระดับ (Horizontal or Saddle jib) เป็นแขนแบบยื่นขนานไปกับแนวระดับที่ความสูงคงที่ มีรอกหรือล้อ (Trolley) เคลื่อนเข้าออกบนแขนตามรัศมีการทำงานที่ต้องการได้ ความยาวของแขนสามารถลดหรือเพิ่มได้โดยการถอดเป็นท่อนๆ ซึ่งสะดวกกับการขนย้ายติดตั้ง และรื้อถอน โครงแขนนี้ทรงตัวอยู่ในแนวราบได้ด้วยสายโยง (Pendants) ส่วนบนของแขนยื่นเป็นระยะๆ จากปลายสุด เข้ามาถึงประมาณ ¾ ของความยาวแขนยื่นกับยอดบนสุดของหอสูง

3.2 แขนเคลื่อนขึ้นลง (Luffing jib) เป็นแขนที่อยู่ในแนวเฉียงหมุนโดยรอบหรือยกขึ้นลงได้ แขนชนิดนี้ช่วยยกความสูงให้กับเครนแต่รัศมีในการยกจะต่ำลง มีความแม่นยำในการวางสิ่งของได้ต่ำเพราะแขนชนิดนี้มีการแกว่งตัวที่สูงกว่า เป็นโครงแขนยื่นซึ่งมีจุดหมุนอยู่โคนแขนยื่นและทรงตัวอยู่ได้ด้วยสลิง มีจุดยกวัสดุอยู่ที่ส่วนปลายของแขนยื่น เปลี่ยนรัศมีการยกของใกล้หรือไกลโดยการตั้งมุมของแขนยื่น มีทั้งแบบธรรมดา (Fix luffing jib) และแบบที่สามารถพับได้ (Rear pivoted luffing jib)



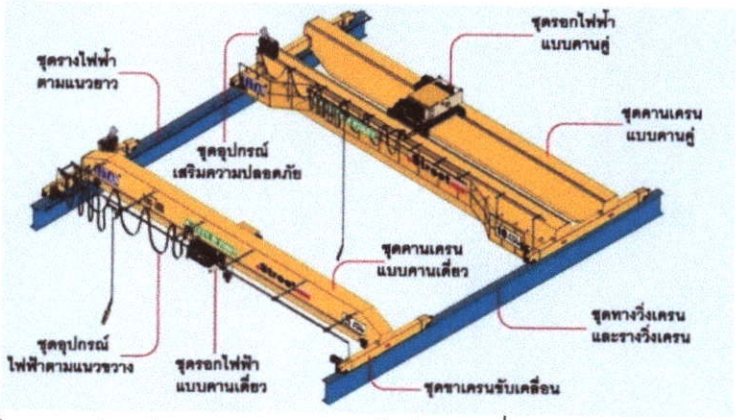
ภาพที่ 2.19 แสดงแขนของเครนทั้ง 2 แบบ

(ที่มา: พิชิตพล สวัสดิมงคล. 2552)

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการใช้งานของแขนทาวเวอร์เครนทั้ง 2 แบบ

การใช้งาน / ชนิด	รัศมีการทำงานสั้นที่สุด	กำลังยกสูงสุด	การต้านลม	การบังคับควบคุม
แขนเคลื่อนขึ้นลง	มากกว่า	มากกว่า	มากกว่า	คล่องตัวน้อยกว่า
แขนในแนวระดับ	น้อยกว่า	น้อยกว่า	น้อยกว่า	คล่องตัวดีกว่า

2) **เครนเหนือศีรษะ** (Overhead Crane)[5] คือเครื่องจักรสำหรับใช้ยกสิ่งของในแนว ดิ่งและเคลื่อนที่ไปโดยรางเลื่อนทั้งแนวแกน x และแกน y เรามักพบโอเวอร์เฮดเครนในโรงงานอุตสาหกรรมเสียเป็นส่วนมาก เครนเหนือศีรษะโดยทั่วไปจะประกอบด้วยโครงสร้างและอุปกรณ์ในการยกที่เรียกว่ารอกไฟฟ้า (Hoist) อาจเป็นโซ่หรือลวดสลิงก็ได้ และมีชุดขับเคลื่อนทั้งชุดเดินยาวและชุดเดินขวางประกอบเข้ากับ โครงสร้างของเครน อุปกรณ์และส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ



ภาพที่ 2.20 ส่วนประกอบของเครนเหนือศีรษะ (ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

เครนเหนือศีรษะแบ่งออกได้อีก 2 แบบคือแบบที่มีคานเดียวและแบบที่มีคานคู่ โดยมีความแตกต่างในการใช้งาน โดยความเร็วในการใช้งานควรแบ่งเป็น 2 จังหวะ คือจังหวะเคลื่อนที่ช้าและเร็วไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อต้องใช้ในการยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากขึ้นก็ควรเลือกใช้ระบบความเร็วที่ช้ากว่าการใช้ยกสิ่งของขนาดเล็กเพื่อการทำงานที่ความปลอดภัย สัดส่วนความกว้างของชุดขาเครน (เส้นผ่านศูนย์กลางจากระยะล้อ-ล้อ) ตามมาตรฐาน BS Standard ระยะปลอดภัยอยู่ที่ประมาณ 1/6 ของความกว้างชุดเครน

ภาพที่ 2.21 ลักษณะของเครนเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยวและคานคู่ (ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

---

[5] ชาตรี ปรีชาชีววัฒน์ .การตรวจความปลอดภัยของเครนในโรงงานอุตสาหกรรม (ตอนที่ 1) จัดพิมพ์ใน Me magazine ฉบับที่ 656

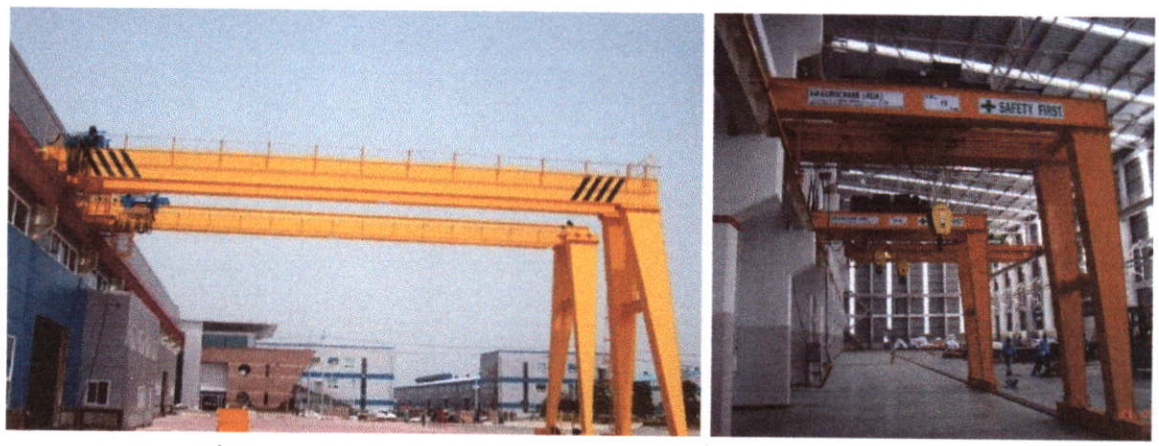
3) เครนขาสูง[6] คือ เครื่องจักรที่ใช้ยกสิ่งของในแนวดิ่งและเคลื่อนที่ไปตามรางในแนวแกน X และแกน Y คล้ายกับ Overhead Crane แต่ต่างกันตรงที่การเคลื่อนที่ของเครนนั้นจะเคลื่อนที่โดยล้อเลื่อนที่อยู่ที่พื้น โดยเครนชนิดนี้อาจจะถูกเรียกว่าเครนรูปตัวเอเพราะดูจากลักษณะและรูปร่างของเครน การออกแบบควรมีสัดส่วนความสูงต่อความกว้าง 3 : 5 เพราะการออกแบบชุดคานที่ยาวกว่าความสูงของชุดขาเครน จะช่วยให้เกิดน้ำหนักถ่วงดุลอีกด้านมากขึ้น ทำให้เครนกระดกตัวพลิกล้มได้ยากขึ้น ความลาดชันจากกึ่งกลางขาเครนรับชุดคานเครนด้านบนก็ไม่ควรน้อยกว่า 10 องศา การออกแบบเครนขาสูงต้องคิดถึงระดับพื้นที่รางวิ่งทั้ง 2 ฝั่ง ที่ระดับรางอาจมีการทรุดตัวได้ จึงจำเป็นต้องออกแบบขาเครนด้านใดด้านหนึ่งให้มีจุดหมุน (Flexible Leg) เพื่อให้เกิดการยืดหยุ่นตัวได้ แต่ถ้ามีความมั่นใจแน่นอนสำหรับระดับรางเครนทั้ง 2 ด้านว่าทำฐานรากไว้มั่นคงแข็งแรง ซึ่งจะไม่มีการทรุดตัวได้ในอนาคต ก็สามารถออกแบบให้เป็นขายึดแน่นทั้ง 2 ด้าน (Fix Leg) ได้เช่นเดียวกัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดดังนี้

3.1) เครนขาสูงแบบ 2 ขา (Gantry Crane) เป็นชนิดที่สามารถวางบนพื้นโรงงานมีลักษณะเหมือนกับเครนเหนือศีรษะ มีความเหมาะสมกับการใช้งานยกน้ำหนักที่ไม่หนักมากนัก เครนขาสูงเป็นเครนที่ไม่เหมาะในการนำมาใช้ติดตั้งภายในตัวอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับเครนเหนือศีรษะ เนื่องจากมีชุดขาเครนวิ่งที่วางอยู่บนพื้นที่ด้านล่างจะทำให้เสียพื้นที่ในการใช้งานทั้ง 2 ด้านของอาคารตลอดตามความยาวของอาคาร แต่มีข้อดีในการติดตั้งภายหลังสำหรับโรงงานที่ไม่ได้เตรียมโครงสร้างเสาที่แข็งแรงไว้รองรับการติดตั้งเครนเหนือศีรษะและรางวิ่งเครนด้านบน สามารถแบ่งได้เป็น 2 แค่แบบที่เป็นคานคู่และคานเดี่ยวมีความสามารถการใช้งานเหมือนกับเครนเหนือศีรษะ

ภาพที่ 2.22 ลักษณะของเครนขาสูงแบบ 2 ขา (ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต))

[6] เรื่องเดียวกัน

3.2) **เครนขาสูงแบบขาเดียว** (Semi-Gantry Crane) เป็นเครนที่มีการใช้งานเหมือนเครนขาสูงแบบ 2 ขาแต่มีข้อแตกต่างในการออกแบบเพื่อใช้งานบางประการ คือเครนสนามขาสูงข้างเดียว ไม่ควรออกแบบให้มีเท้าแขน (Cantilever) ยื่นออกมาด้านนอกเหมือนกับเครนสนามขาสูง 2 ข้าง เพราะล้มคว่ำด้านข้างลงมาได้



ภาพที่ 2.23 ลักษณะของเครนขาสูงแบบ 2 ขา (ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

4) **เครนติดผนัง** (Wall Cranes) เป็นเครนที่สำหรับงานยกวัตถุงานหรือสินค้าตามความยาวตลอดแนวด้านข้างผนังตัวอาคาร เครนติดผนังนั้นมีชุดขาเครน 3 ขา 6 ล้อ วิ่งอยู่บนราง 2 ชั้น โดยชุดขาเครนทั้งหมดติดตั้งไว้ที่รางวิ่งทั้ง 2ชั้นติดตั้งกับเสาข้างผนังอาคารและชุดคานเครนยื่นตัวออกมาอิสระเพื่อยกวัตถุ ซึ่งการใช้งานยกสินค้าตลอดแนวด้านข้างของโรงงานเช่นเดียวกันกับเครนขาสูงด้านเดียว แต่เครนชนิดยังไม่เป็นที่นิยมใช้กันในประเทศไทยมากนักเพราะผู้ใช้งานส่วนใหญ่ยังไม่รู้จัก หรือยังไม่เข้าใจการใช้งานกับเครนชนิดนี้ จำเป็นต้องออกแบบเตรียมโครงสร้างเสาอาคารที่แข็งแรงไว้รองรับรางวิ่งเครนชนิดนี้ เครนติดผนัง สามารถสร้างได้ทั้งแบบคานเดี่ยวและแบบคานคู่

ภาพที่ 2.24 ลักษณะของเครนติดผนัง (ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต))

5) **เครนตั้งเสายื่นแขนหมุน** (JIB CRANES) เป็นเครนที่ใช้สำหรับงานยกวัตถุงานหรือสินค้าเฉพาะพื้นที่ รอบวงรัศมีความยาวของวงแขนที่ยื่นหมุนของชุดเครน ส่วนใหญ่จะเป็นคานเดี่ยว ระยะความสูงในการยกวัตถุ จากพื้นถึงระยะตะขอสูงสุดที่รอกแขวนใต้คานแขนยื่น (Hook Path) ไม่เกิน 5 เมตร เครนตั้งเสายื่นแขนหมุนคือต้องเตรียมทำฐานรากเพื่อรองรับเครนตั้งเสาให้แข็งแรง ควรหล่อเป็นแบบคอนกรีตใต้พื้น ผูกเหล็กโครงสร้างและใช้ J-Bolt ผูกฝังยึดโผล่

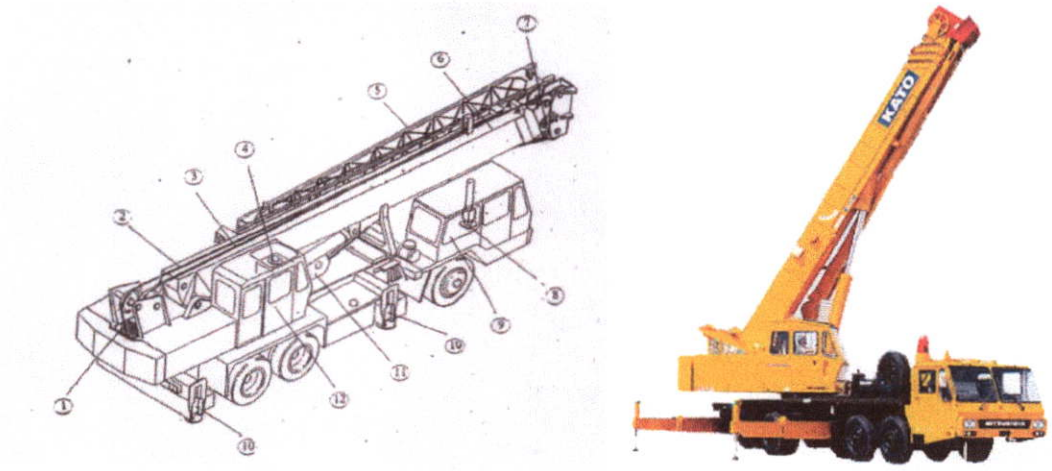
ภาพที่ 2.25 ลักษณะของเครนตั้งเสายื่นแขนหมุน

(ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

2.6.1.2 เครนประเภทเคลื่อนที่ได้ (Mobile Crane)

เครนที่มีการติดตั้งเครื่องยนต์มาเพื่อใช้ในการขับขี่หรือเคลื่อนที่ไปในสถานที่ต่างๆ มาพร้อมกับเครื่องกลที่ใช้ในงานยกวัสดุสิ่งของ มีความสามารถใช้ยกสิ่งของ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและไซต์งานก่อสร้าง ข้อดีของโมบายเครนคือ สะดวก รวดเร็ว เคลื่อนที่ได้ง่าย แต่ข้อเสียก็มีอยู่เช่นต้องใช้น้ำมันดีเซลที่มีราคาสูงในปัจจุบัน ความสูงในการยกที่จำกัดและมีรัศมีการยกไม่กว้างเท่าทาวเวอร์เครน ผู้ขับขี่เครนประเภทนอกจากมีความรู้ในด้านการใช้เครนประเภทนี้แล้วยังต้องมีใบขับขี่ประเภท ค. จึงจะอนุญาตให้ใช้เครนได้ถูกต้องตามกฎหมาย แบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังต่อไปนี้

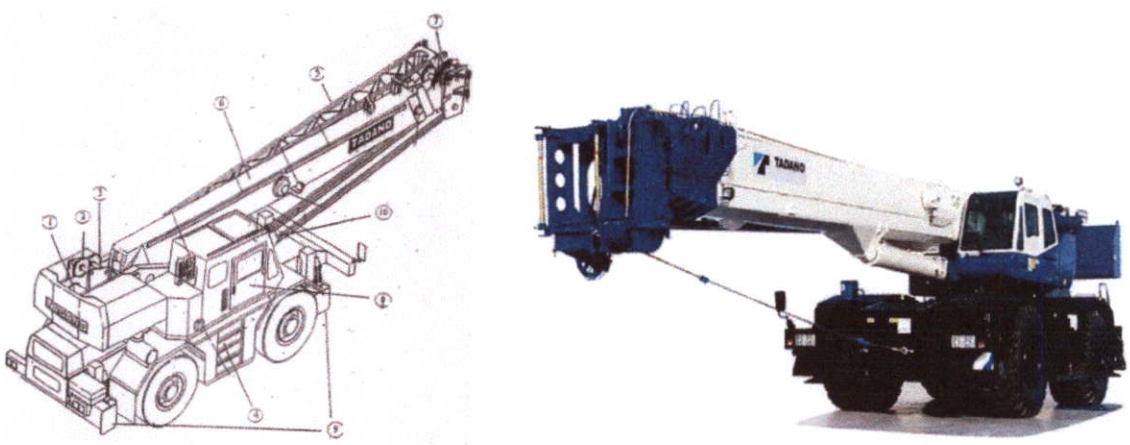
1) **เครนบรรทุกแบบล้อยาง** Truck Crane เครนรถล้อยาง สามารถวิ่งได้เร็วคล้ายรถบรรทุก วิ่งเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตนเองในระยะทางไกลได้ สามารถเลี้ยวได้มุมแคบ โดยพื้นที่ใช้งานต้องถูกบดอัดแล้วเท่านั้น



ภาพที่ 2.26 ลักษณะของเครนบรรทุกล้อยาง

(ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

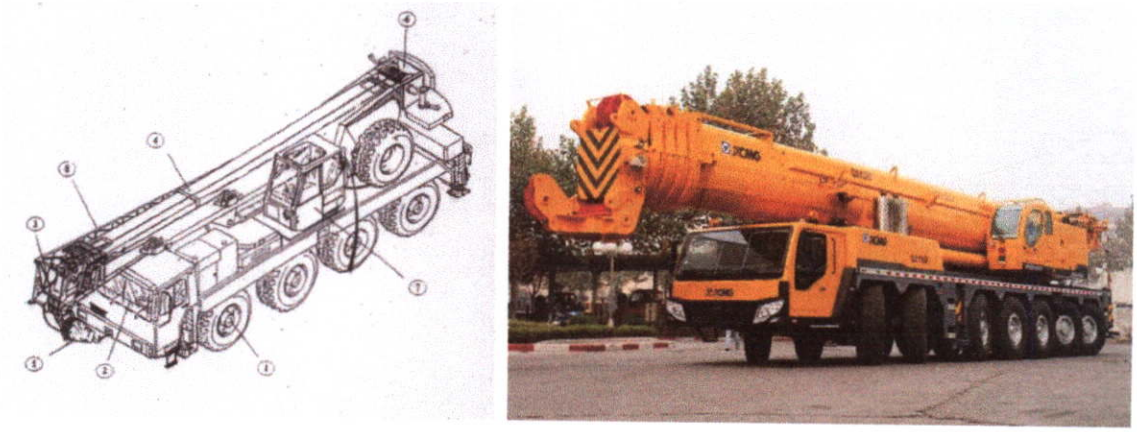
2) **เครน 4 ล้อยาง** Rough Terrain Crane คือรถเครนที่ออกแบบไว้ใช้งานในพื้นที่ขรุขระ ขับเคลื่อนทั้งแบบ 2 ล้อและ 4 ล้อ ไม่เหมาะในการใช้วิ่งในระยะทางไกลๆ จะมีขาพยุง (stabilizer legs) หรือขายันพื้น (outriggers) และถูกออกแบบมาเพื่อยกวัตถุไปยังจุดหมายอยู่ในรัศมีใกล้ๆ



ภาพที่ 2.27 ลักษณะของรถเครน 4 ล้อยาง

(ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

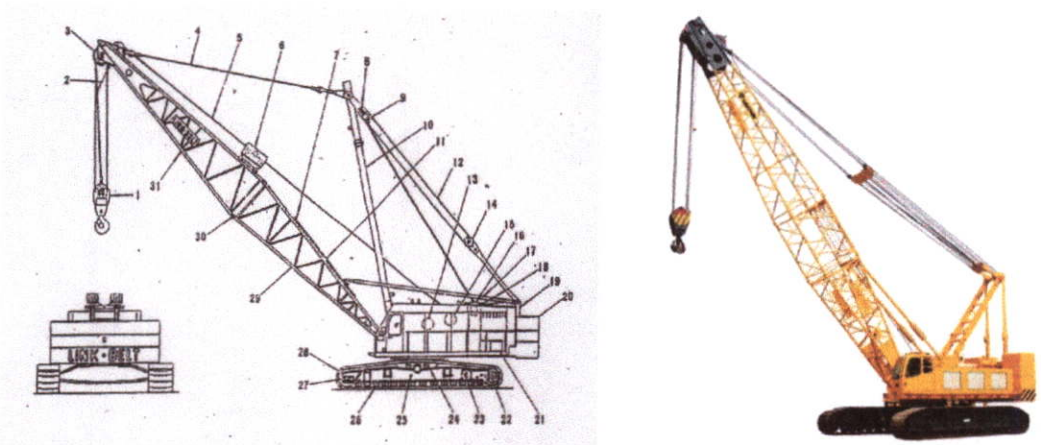
3) **เครนใหญ่** All Terrain Crane คือเครนที่เอาจุดเด่นของทั้ง 2 แบบไว้ด้วยกัน สามารถวิ่งในระยะทางที่ไกลได้ มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูง และสามารถใช้งานในสภาพพื้นผิวที่ขรุขระได้ มีเพลาเลี้ยวหลายเพลา สามารถทำงานในที่แคบได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.28 ลักษณะของเครนใหญ่

(ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

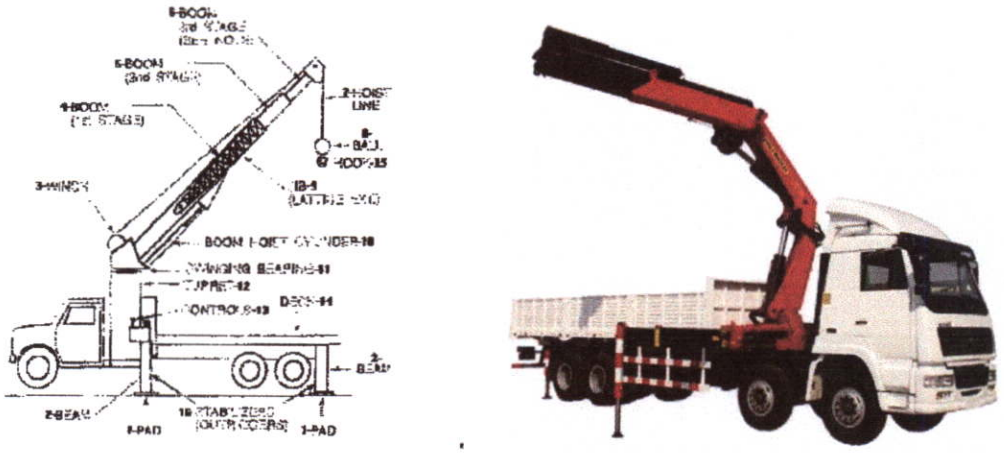
4) เครนล้อตีนตะขาบ (Crawler Crane) คือ เครนรถ ล้อตีนตะขาบ บูมส่วนมากเป็นแบบบูมสาน เหมาะสมกับการใช้ในไซด์งานที่บุกเบิกใหม่ พื้นที่ยังไม่ถูกบดอัด ติดหล่มยากแต่ไม่แนะนำให้ใช้งานแบบวิ่งต่อเนื่องเป็นระยะทางคราวละหลายร้อยเมตร เพราะจะทำให้ชุดกลไกของล้อสึกเร็ว-เสียหายเร็วกว่าอายุใช้งานปกติ การเคลื่อนย้ายฯ จึงต้องแยกส่วนและขนถ่ายด้วยรถบรรทุกหนัก ใช้เครนเคลื่อนที่ล้อยางประกอบช่วยประกอบหน้าไซด์งาน



ภาพที่ 2.29 ลักษณะของเครนล้อตีนตะขาบ

(ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

5) รถบรรทุกติดเครน (Truck Loader Crane) คือ เครนติดรถบรรทุก มีสภาพทั่วไปเป็นรถบรรทุกทั่วไป การออกแบบทั้งหมดเป็นรถบรรทุกใช้งานเพื่อบรรทุก เพียงแต่ติดตั้งเครนร่วมด้วย, สามารถยกของขึ้นลงได้ด้วยตนเอง



ภาพที่ 2.30 ลักษณะของรถบรรทุกติดเครน

(ที่มา: ภาพจากอินเตอร์เน็ต)

2.6.2 น้ำหนักของวัสดุ

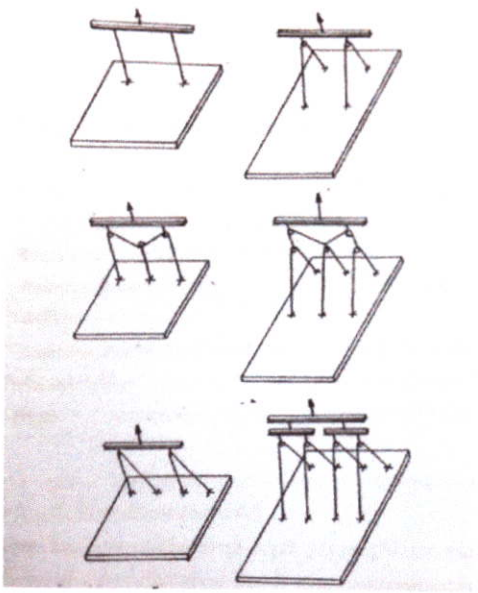
การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จมีวัสดุหลักสำคัญคือคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักที่มาก ส่งผลให้เป็นเรื่องยากถ้าต้องกำลังของมนุษย์ในการชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้าง แต่การก่อสร้างนั้นยังมีวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการก่อสร้างด้วย ดังนี้

ตารางที่ 2.3 น้ำหนักของวัสดุโดยประมาณ (ที่มา: วิศวกรรมสถาน)

วัสดุ	หน่วยน้ำหนัก (กก./ลบ.ม.)
คอนกรีตปกติ	2,300
คอนกรีตมวลเบา	960-1,280
คอนกรีตเสริมเหล็กร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก	2,400
คอนกรีตเสริมเหล็กร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก	2,600
คอนกรีตเสริมเหล็กร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก	2,800
น้ำ	1,000
ไม้อัด	528
หินธรรมชาติ	1,600-1,800
เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel)	7,850
กระเบื้องลอน	15
แผ่นยิบซั่ม หนา 1/2 นิ้ว	22
พื้นคอนกรีตอัดแรง หนา 5 ซม. คอนกรีตทับหน้าหนา 4 ซม.	216

2.6.3 การยกแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป

American Concrete Institute (1992) ได้ให้หลักการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปให้สมดุลโดยพิจารณาตำแหน่งหูยกตามแบบก่อสร้าง แล้วคล้องสายสลิงตามจุดหูยกที่ระบุในแบบก่อสร้าง และสายสลิงที่คล้องกับหูยกที่อยู่ตรงกลาง เมื่อรถเครนทำการยกแล้วชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแล้วต้องอยู่ในภาวะสมดุล เพื่อที่ขณะยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปลงบริเวณขอบจะได้ไม่กระแทกเสียหาย หรือหล่นลงมาขณะยกทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตของช่างติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป



ภาพที่ 2.31 รูปตัดบ้านแบบโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2.6.4 มาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเครน

การใช้เครนมีผลกระทบกับชีวิตและทรัพย์สินของบุคคล ดังนั้นการใช้เครนจึงถูกควบคุมจากหน่วยงานรัฐและองค์กรต่างๆ จึงได้ออกกฎเกณฑ์เพื่อใช้ในการควบคุมการใช้งานเครนของประชาชน โดยกฎหมายทั้งหมดมีดังต่อไป

1. กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั้นจั่น และหม้อน้ำ พ.ศ. ๒๕๕๒
2. กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน หรือกสร.เตือนระวังอุบัติเหตุจากการใช้ปั้นจั่น
3. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั้นจั่น และหม้อน้ำ พ.ศ.๒๕๕๒
4. การตรวจสอบปั้นจั่น โดยสำนักกฎหมายและจรรยาบรรณสภาวิศวกร

2.6.5 การให้สัญญาณมือสำหรับเครนในระหว่างการก่อสร้าง

การสื่อสารกันระหว่างการทำงานโดยไปจะใช้การพูดคุยหรือตะโกนถึงกัน แต่การใช้งานเครนนั้นผู้ขับเครนและช่างผู้ติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป การสื่อสารโดยการส่งเสียงนั้นจะเกิดความคาดเคลื่อนได้อันเนื่องมากจากระยะทางของผู้ขับเครนและช่างผู้ติดตั้ง เสียงรบกวนที่เกิดจากเครื่องยนต์และเสียงรบกวนอื่นๆ ในสถานที่ก่อสร้าง การสื่อสารที่ดีกว่าการใช้เสียง คือ การใช้สัญญาณมือเพราะสามารถสื่อสารด้วยการมองเห็นได้ในระยะไกลและมีความสะดวกมากที่สุด

การให้สัญญาณมือในการทำงานเทคอนกรีตและการยกอุปกรณ์ต่างๆ ไม่จำเป็นที่ทุกคนนั้นต้องสามารถใช้ได้ โดยช่างติดตั้งชิ้นส่วนจำเป็นต้องเข้าใจสัญญาณมือกับคนขับเครนเหมือนกันหมด สัญญาณมือที่ใช้ในสื่อสารระหว่างผู้ขับเครนกับช่างผู้ติดตั้งโดยทั่วไปมี 7 แบบ[7]

1) สัญญาณให้ยกวัสดุขึ้น

2) สัญญาณให้ยกวัสดุลง

3) สัญญาณให้ยกวัสดุขึ้นช้าๆ

4) สัญญาณให้ยกวัสดุลงช้าๆ

5) สัญญาณให้ยกวัสดุไปทางขวา

6) สัญญาณให้ยกวัสดุไปทางซ้าย

7) สัญญาณให้หยุด

การให้สัญญาณจะมีการแสดงออกโดยใช้ทุกส่วนของแขน ข้อมือ นิ้ว ในการสื่อความหมาย ส่วนประเทศอื่นๆ[8] เช่น ญี่ปุ่นจะมีการให้สัญญาณธง (Flag signals), สัญญาณนกหวีด หรือมีการใช้ทั้ง 2 อย่างร่วมกัน ซึ่งสัญญาณมือที่เป็นมาตรฐานของประเทศไทย (Minimum criteria) มี 2 ประเภท[9] ได้แก่

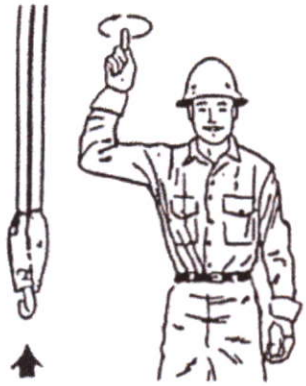
1. การให้สัญญาณมือสำหรับเครนชนิดเคลื่อนที่ได้ มี 18 แบบ ตามรูปที่ 2.32
2. การให้สัญญาณมือสำหรับเครนชนิดอยู่กับที่ มี 9 แบบ ตามรูปที่ 2.33

---

[7] ภัทรินทร์ กินีสี. ทักษะที่ต้องการของคนงานสำหรับงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549

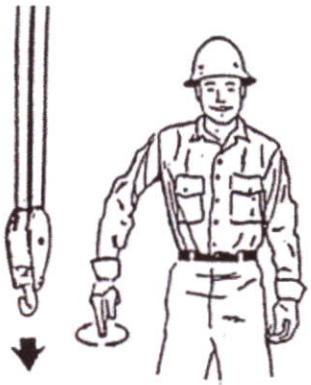
[8] โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ. "การใช้เครนอย่างปลอดภัย" กรุงเทพฯ: บริษัท เทอมอล แอนด์ ทรานส์มิชชั่น แมชชีน, 2549

[9] กระทรวงมหาดไทย. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องกำหนดรูปภาพการใช้สัญญาณมือในการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับปั้นจั่น พ.ศ. 2553



ยกของขึ้น HOIST

ให้งอข้อศอกขึ้นให้ได้ฉาก
ใช้นิ้วชี้ชี้ขึ้นแล้วหมุนเป็นวงกลม

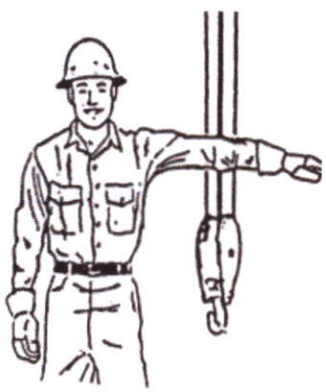


ลดของที่ยกลง LOWER

ให้กางแขนออกเล็กน้อย
ใช้นิ้วชี้ชี้ลงแล้วหมุนเป็นวงกลม

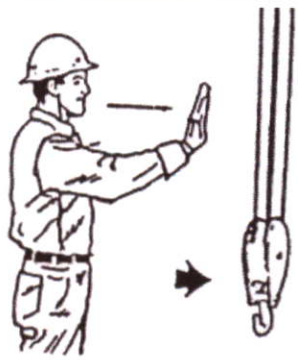
ชุดยกเคลื่อนที่ TROLLEY TRAVEL

ให้กำมือขวาหงายขึ้นในระดับไหล่
นิ้วหัวแม่มือชี้ออกในทิศทางที่ต้องการให้ลูกรอกเคลื่อนที่ในทางแนวนอน



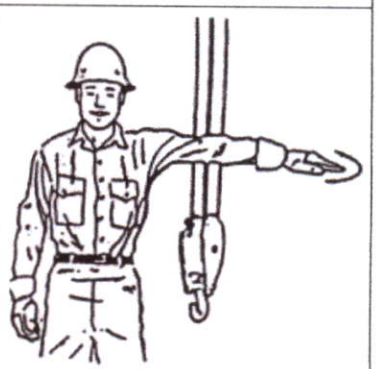
หยุดยกของ STOP

ให้เหยียดมือข้ายออกข้างลำตัวระดับไหล่ ฝ่ามือคว่ำลง โดยเหยียดแขนนิ่งอยู่



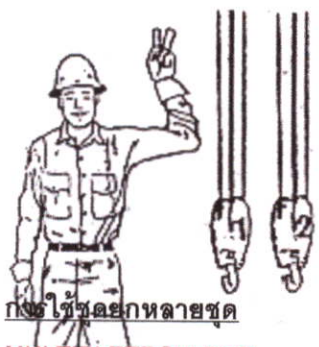
สะพานปั้นจั่นเคลื่อนที่ BRIDGE TRAVEL

ให้เหยียดฝ่ามือขวาตรงออกไปข้างหน้าในระดับไหล่ ฝ่ามือตั้งตรง ทำท่าผลักในทิศ ทางที่ต้องการให้สะพานเคลื่อนที่ไป



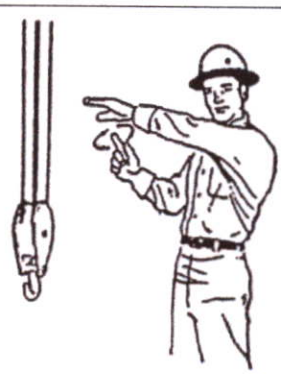
หยุดยกของฉุกเฉิน EMERGENCY STOP

ให้เหยียดแขนข้ายออกไปอยู่ในระดับไหล่ ฝ่ามือคว่ำลงแล้วเหวี่ยงไป-มา ในแนวระดับไหล่อย่างรวดเร็ว



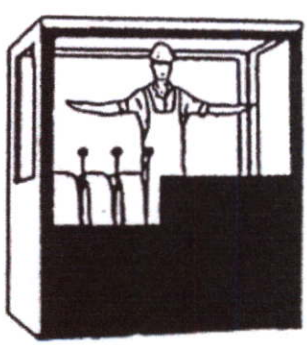
กรณีใช้ชุดยกหลายชุด MULTIPLETROLLEYS

ให้มือข้ายระดับหรือเหนือศีรษะ งอศอกเป็นมุมฉาก (90 องศา) ชูนิ้วชี้ขึ้นนิ้วเดียวหมายถึงให้ใช้ลูกรอกหมายเลข 1 (หมายเลขที่เขียนบนลูกรอก) ชูนิ้วพร้อมกันทั้งสองนิ้ว หมายถึงใช้ลูกรอกหมายเลข 2 สัญญาณต่างๆ ทำเช่นเดียวกัน (เช่น ยกขึ้นหรือยกลง)



ยกของขึ้นช้า ๆ MOVE SLOWLY

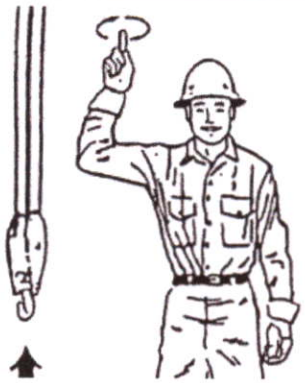
ให้ยกแขนคว่ำฝ่ามือให้ได้ระดับคาง แล้วใช้นิ้วชี้ของมืออีกข้างหนึ่ง ชี้ตรงกลางฝ่ามือแล้วหมุนช้าๆ



เลิกใช้ปั้นจั่น MAGNET IS DISCONNECTED

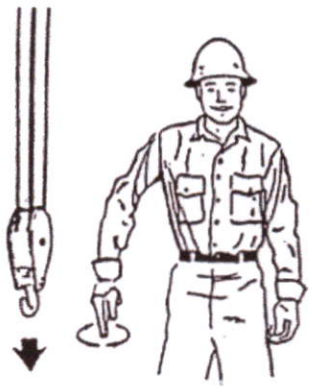
ให้ผู้บังคับปั้นจั่นยืดแขนทั้งสองออกไปข้างลำตัว โดยหงายฝ่ามือทั้งสองข้าง

ภาพที่ 2.32 การให้สัญญาณมือสำหรับเครนชนิดอยู่กับที่ (ที่มา: กระทรวงมหาดไทย. 2552)



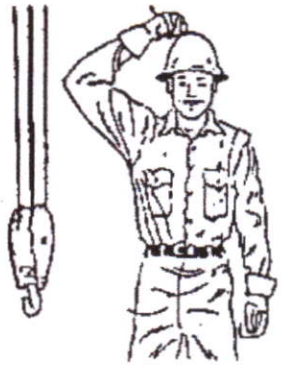
ยกของขึ้น HOIST

ให้งอข้อศอกขึ้นให้ได้ฉาก ใช้นิ้วชี้ชี้ขึ้นแล้วหมุนเป็นวงกลม



ลดของที่ยกลง LOWER

ให้กางแขนออกเล็กน้อย ใช้นิ้วชี้ชี้ลงแล้วหมุนเป็นวงกลม

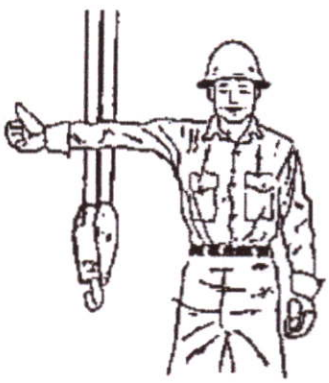


ใช้รอกใหญ่ USE MAIN HOIST

ให้กำมือยกขึ้นเหนือศีรษะ แล้วเคาะเบาๆ บนศีรษะของตนเองหลายๆ ครั้ง แล้วใช้สัญญาณอื่นๆ ที่ต้องการ

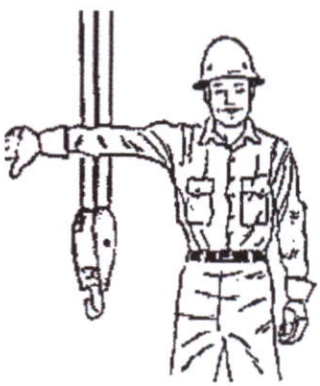
รอกช่วย AUXILLARY HOIST

ให้งอข้อศอกขึ้น กำมือระดับไหล่โย้ไปข้างหน้าเล็กน้อย แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งแตะที่ข้อศอก จากนั้นให้สัญญาณอื่นๆ ที่ต้องการ



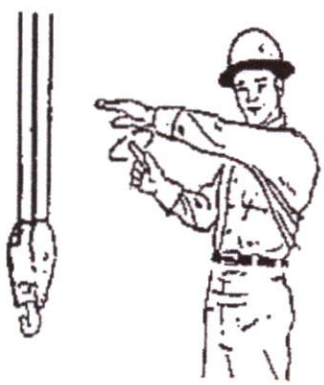
ยกแขนปั้นจั่นขึ้น RAISE BOOM

ให้เหยียดแขนออกสุดแขน แล้วกำมือชี้หัวแม่มือขึ้น



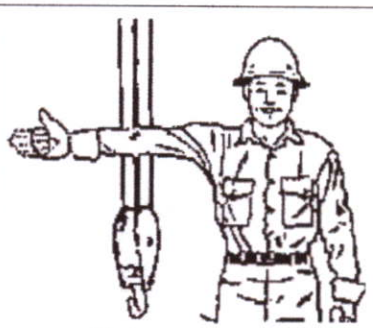
ลดแขนปั้นจั่นลง LOWER BOOM

ให้เหยียดแขนออกสุดแขน แล้วกำมือชี้หัวแม่มือลง



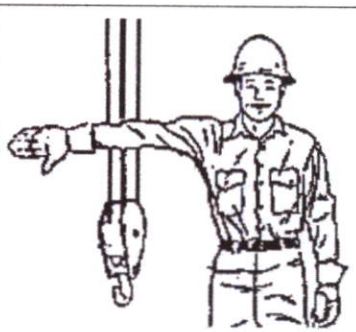
ยกของขึ้นช้า ๆ MOVE SLOWLY

ให้ยกแขนคว่ำฝ่ามือให้ได้ระดับคาง แล้วใช้นิ้วชี้ของมืออีกข้างหนึ่ง ชี้ตรงกลางฝ่ามือแล้วหมุนช้าๆ (ยกขึ้นหรือยกลง)



ยกแขนปั้นจั่นแล้วลดของที่กำลังยกลง RAISE THE BOOM AND LOWER THE LOAD

ให้เหยียดแขนออกสุดแขนเหยียดฝ่ามือในลักษณะตั้ง ยกหัวแม่มือ แล้วกวักนิ้วทั้งสี่ไปมา(ยกเว้นนิ้วหัวแม่มือ)



ลดแขนปั้นจั่นลงแล้วยกของที่กำลังยกขึ้น LOWER THE BOOM AND RAISE THE LOAD

ให้เหยียดแขนออกสุดแขน เหยียดฝ่ามือในลักษณะตั้งหัวแม่มือชี้ลงแล้วกวักนิ้วทั้งสี่ไปมา (ยกเว้นนิ้วหัวแม่มือ)

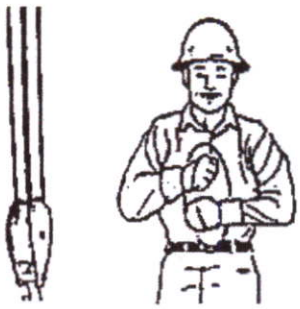
ภาพที่ 2.33 การให้สัญญาณมือสำหรับเครนชนิดเคลื่อนที่ได้ 1 (ที่มา: กระทรวงมหาดไทย. 2552)

เคลื่อนที่ในทิศทางที่ต้องการ TRAVEL

ให้เหยียดฝ่ามือขวาตรงออกไปข้างหน้าในระดับไหล่ ฝ่ามือตั้งตรงทำท่าผลักในทิศทางที่ต้องการให้รถปั้นจั่นเคลื่อนที่ไป

หยุดชั่วขณะและยึดลวดสลิงทั้งหมด DOG EVERYTHING

ให้ประสานมือทั้งสองเข้าหากันอยู่ในระดับเอว

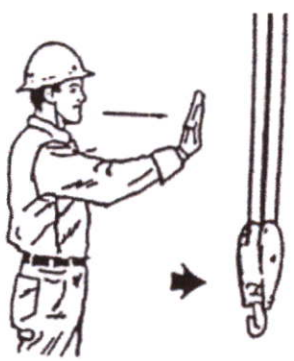


รถปั้นจั่น (ตีนตะขาบ) เดินหน้าหรือถอยหลัง TRAVEL BOTH TRACK

ให้กำมือทั้งสองข้อนกัน ยกขึ้นเสมอหน้าท้องแล้วหมุนมือที่กำสองข้างให้ได้จังหวะกัน ถ้าจะให้รถปั้นจั่นเดินหน้าก็หมุนมือไปข้างหน้าถ้าจะให้รถปั้นจั่นเดินถอยหลังก็หมุนมือถอยหลัง

แขนปั้นจั่นชนิดเลื่อนเข้า – ออก

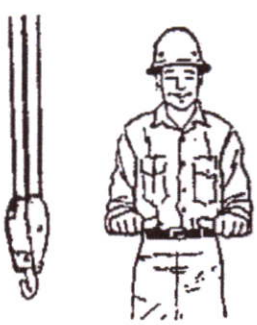
TELESCOPINGBOOM



เลื่อนแขนปั้นจั่นออก

EXTEND BOOM

ให้กำมือทั้งสองข้างหงายแล้วยกขึ้นเสมอเอว แล้วเหยียดหัวแม่มือออกทั้ง



เลื่อนแขนปั้นจั่นเข้า

RETRACT BOOM

ให้กำมือทั้งสองข้างคว่ำแล้วยกขึ้นเสมอเอว แล้วเหยียดหัวแม่มือทั้งสองข้างชี้

เลื่อนแขนปั้นจั่นออก

EXTEND BOOM

ให้กำมือข้างหนึ่งแนบหน้าอกชี้หัวแม่มือขึ้น แล้วเคาะเบาบนหน้าอก

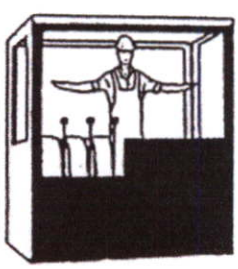
เลื่อนแขนปั้นจั่นเข้า

RETRACT BOOM

ให้กำมือข้างหนึ่งแนบหน้าอก ชี้นิ้วหัวแม่มือเอียงออกนอกตัว แล้วเคาะเบาๆบนหน้าอกบนหน้าอก

รถปั้นจั่น (ตีนตะขาบ) เคลื่อนที่ด้านข้างโดยยึดตีนตะขาบข้างหนึ่งไว้ TRAVEL ONE TRACK

ให้ยึด (ล็อค) ตีนตะขาบข้างหนึ่ง โดยกำมือขวาชูขึ้นให้ข้อศอกงอเป็นมุมฉาก 90 องศา ให้ตีนตะขาบด้านตรงข้ามเคลื่อนที่ตามต้องการ โดยกำมืออีกข้างหนึ่งอยู่ระดับเอว แล้วหมุนเข้าหาตัวแนวดิ่ง (สัญญาณนี้ใช้เฉพาะรถปั้นจั่นเคลื่อนที่ชนิดตีนตะขาบเท่านั้น)



MAGNET IS DISCONNECTED

ให้ผู้บังคับปั้นจั่นยืดแขนทั้งสองออกไปข้างลำตัว โดยหงายฝ่ามือทั้งสองข้าง

ภาพที่ 2.34 การให้สัญญาณมือสำหรับเครนชนิดเคลื่อนที่ได้ 2 (ที่มา: กระทรวงมหาดไทย.2552)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการทำวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical Research) ที่มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเครนที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในปัจจุบัน โดยเป็นการสำรวจขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่กำลังก่อสร้างอยู่ใน 3 โครงการ เพื่อนำผลสำรวจมาวิเคราะห์การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างว่ามีการใช้เครนประเภทต่างๆ อยู่ในทุกขั้นตอนการก่อสร้าง ศึกษาถึงวิธีการใช้เครนที่เหมาะสมในการก่อสร้างในขั้นตอนต่างๆ โดยเป็นการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปให้มีคุณภาพและมาตรฐานสูงมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดและวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล

3.5 การสรุปผลและเสนอแนะ

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

การความเป็นมาของโครงการเป็นการกำหนดปัญหาและสมมุติฐานของโครงการ ในขั้นต่อไปคือศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำการวิจัย ศึกษารายละเอียดของโครงการศึกษาเพื่อติดต่อข้อมูล และรูปแบบของอาคารที่ศึกษา โดยแบ่งการศึกษาอยู่เป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัทเอกชนที่ได้ทำการศึกษา เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปของโครงการ ผู้วิจัยต้องติดต่อนัดหมายกับบริษัทเอกชนที่มีโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วย

ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อขอข้อมูลพื้นฐานของโครงการ เช่น สถานที่ตั้งของโครงการ รูปแบบของบ้านพักอาศัยในโครงการก่อสร้าง ขนาดของชิ้นส่วน ราคาขาย พนักงานที่เกี่ยวข้องและข้อมูลในการใช้เครนภายในโครงการ เป็นต้น รวมไปถึงยื่นเอกสารขออนุญาตเข้าไปสำรวจในขั้นตอนต่างๆ ในขณะการก่อสร้างจริง โดยการสังเกต ถ่ายรูป และสัมภาษณ์

3.1.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

เป็นการข้อมูลทางด้านเอกสาร และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และทฤษฎีการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรม เพื่อกำหนดขอบเขตของการสำรวจโครงการในการศึกษา โดยศึกษาข้อมูลที่จำเป็นเพื่อใช้เป็นทางในการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวเครนในการก่อสร้าง

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการขนส่ง และขั้นตอนการติดตั้ง การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเครนที่ปรากฏขึ้นในขั้นตอนทั้งหมด โดยแยกตามประเภท ชนิด ขนาด การใช้งานและการบริหารจัดการเครนในโครงการ เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้ในการวิเคราะห์และหาแนวทางและข้อสรุปของงานวิจัย การศึกษาปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลจากการใช้เครนเป็นการศึกษาตามทฤษฎีการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรม โดยมีปัจจัย 10 ข้อ โดยนำเอารายละเอียดที่ได้ศึกษาไปจัดทำแบบสัมภาษณ์ในขั้นตอนการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูล โดยนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3.1.3 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

จากข้อมูลสถิติแสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างอาคารร้อยละ 80 เป็นการก่อสร้างบ้านพักอาศัย โดยบ้านพักอาศัยในแนวราบที่มี 3 แบบคือ บ้านเดี่ยว บ้านแฝด ทาวเฮาส์ และอาคารพาณิชย์ โดยแนวโน้มตลาดอสังหาริมทรัพย์ที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในปัจจุบันมีการก่อสร้างบ้านประเภททาวน์เฮาส์และอาคารพาณิชย์เป็นจำนวนมาก โดยผู้วิจัยได้ทำการสำรวจจากหลายบริษัทจึงสรุปขอบเขตของรูปแบบบ้านเป็นอาคารประเภททาวน์เฮาส์ที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยโครงการตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

จากการศึกษาเบื้องต้น บุคลกรที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนของบริษัทเอกชน พบว่า มีกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องอยู่ 4 กลุ่มคือ ผู้บริหาร วิศวกรโครงการ ผู้ออกแบบหรือผู้พัฒนาแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และเจ้าหน้าที่ขับเครน

ตารางที่ 3.1 ที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนในเขต กทม.-ปริมณฑล แสดงจำนวนหน่วยแยกตามประเภทที่อยู่อาศัย (ที่มา : ศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์)

ปี พ.ศ. / รูปแบบบ้าน	2549	2550	2551	2552	2553
บ้านเดี่ยว	42,764	38,705	34,618	28,998	31,687
บ้านแฝด	965	1,556	2,296	1,138	1,520
ทาวน์เฮาส์และอาคารพาณิชย์	17,421	17,837	14,616	11,116	13,767

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการสำรวจโครงการบ้านพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์ของบริษัทเอกชนจำนวน 3 โครงการ จาก 3 บริษัท เพื่อนำวิเคราะห์การใช้งานของเครน การใช้เครนแต่ละประเภทในขั้นตอนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เครื่องมือที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง โดยใช้แบบสอบถาม แบบสังเกต การถ่ายภาพ และการสัมภาษณ์

การเก็บข้อมูลด้านปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลจากการใช้เครน เป็นการเก็บข้อมูลโดยการใช้แบบสัมภาษณ์ โดยข้อมูลที่ทำแบบสอบถามมาจากทฤษฎีการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรม แบบสัมภาษณ์จะใช้การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจากโครงการศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนในขั้นตอนการก่อสร้าง โดยผู้วิจัยต้องทำการสำรวจเบื้องต้นก่อน เพื่อความแม่นยำของข้อมูลที่ได้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 การเก็บข้อมูลการก่อสร้างของโครงการที่ศึกษา

ศึกษารายละเอียดเบื้องต้นของทั้ง 3 โครงการ ลำดับในการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนในการก่อสร้างซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน โดยขั้นตอนการผลิตเป็นการศึกษารูปแบบ ขนาดและน้ำหนักของ

ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นที่ใช้ ขั้นตอนการขนส่งเป็นการเก็บข้อมูลการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนของบ้านจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้าง ขั้นตอนที่สามเป็นการเก็บข้อมูลในขณะติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยแต่ละขั้นตอนจะเป็นการกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำใช้เป็นแนวทางในการเก็บข้อมูล

3.3.2 การเก็บข้อมูลเครนจากโครงการที่ศึกษา

รวบรวมข้อมูลเกี่ยวเครนแบบต่างๆ เพื่อนำในการอ้างอิงในการดำเนินการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัย หนังสือ และเอกสารต่างๆ ที่มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนและเครื่องจักรกลในการก่อสร้าง รวมไปถึงสัมภาษณ์จากผู้ที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างทั้งหมด เพื่อหาปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลจากการใช้เครนในขั้นตอนการก่อสร้าง

3.3.3 การเก็บของกลุ่มตัวอย่างจากโครงการที่ศึกษา

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลของทั้ง 3 โครงการ ในขั้นแรกจะเป็นการคัดแยกบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนและการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของแต่ละบริษัท โดยการสำรวจเบื้องต้นสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม คือ ผู้บริหาร วิศวกรโครงการ ผู้ออกแบบหรือผู้พัฒนาแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และพนักงานขับเครน จากนั้นจะทำการสอบถามโดยใช้แบบสัมภาษณ์ซึ่งมีรายละเอียดในส่วนต้นให้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสามารถแยกแยะได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้ด้านการใช้เครนและการออกแบบหรือไม่ เพื่อความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล และการประเมินผลข้อมูล

3.4.1 การตรวจสอบรายละเอียดข้อมูล

ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลว่ามีสิ่งใดขาดตกบกพร่อง หรือมีรายละเอียดใดที่ยังไม่ครบถ้วนชัดเจน ซึ่งถ้าพบว่าข้อมูลยังขาดในส่วนประเด็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติม ในงานวิจัยจำเป็นต้องอาศัยขอมูลจากหลายฝ่าย หากข้อมูลไม่ครบถ้วนจะต้องไปทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมให้ครบทุกประเด็นก่อนจะทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการเลือกใช้งานเครนในการก่อสร้าง ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมเนื้อหาทั้งหมดสรุปประเด็นในการวิเคราะห์ได้เป็น 3 ประเด็น คือ รายละเอียดของเครนที่ใช้ การใช้งานเครน และปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลจากการใช้เครน โดยมีรายละเอียดของประเด็นที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้

1) วิเคราะห์รายละเอียดของเครน

เป็นการวิเคราะห์รายละเอียดของเครนที่ใช้ในการก่อสร้างในขั้นตอนการก่อสร้างทั้ง 3 ขั้นตอน เช่น ประเภทของเครน , ขีดความสามารถของเครน , ยี่ห้อหรือรุ่นของเครน , ระยะยื่นของเครน , ระยะยกสูงสุด , รูปแบบการจัดหาเครนมาใช้ของแต่ละบริษัท และรายละเอียดของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนในขั้นตอนการก่อสร้าง

2) วิเคราะห์การใช้งานเครน

เป็นการวิเคราะห์การทำงานของเครนในขั้นตอนการก่อสร้าง โดนวัสดุที่ใช้เครนยกมากที่สุดคือแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก การวิเคราะห์จึงเน้นในเรื่องของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยทำการแจกแจงชิ้นส่วนสำเร็จรูปของบ้านที่ก่อสร้างในแต่ละโครงการอ่างละเอียด และนำข้อมูลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ เช่น รูปแบบ จำนวน ขนาด และน้ำหนักของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และลำดับการวางชิ้นส่วน

3) วิเคราะห์ปัจจัยการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การศึกษาทฤษฎีการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรม พบว่ามีปัจจัยทั้งหมด 10 ข้อ ดังนี้ การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป, ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต ,การออกแบบรอยต่อ ,ความคาดเคลื่อน ,ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ,ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป , กระบวนการในการทำงาน , ลำดับในการติดตั้ง , สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และการป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน โดยการสัมภาษณ์จากบุคลกรที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครน เพื่อสรุปความคิดเห็นในการใช้เครนที่ส่งผลกับปัจจัยการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางในการพิจารณาปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากการใช้เครนในขั้นตอนการก่อสร้าง

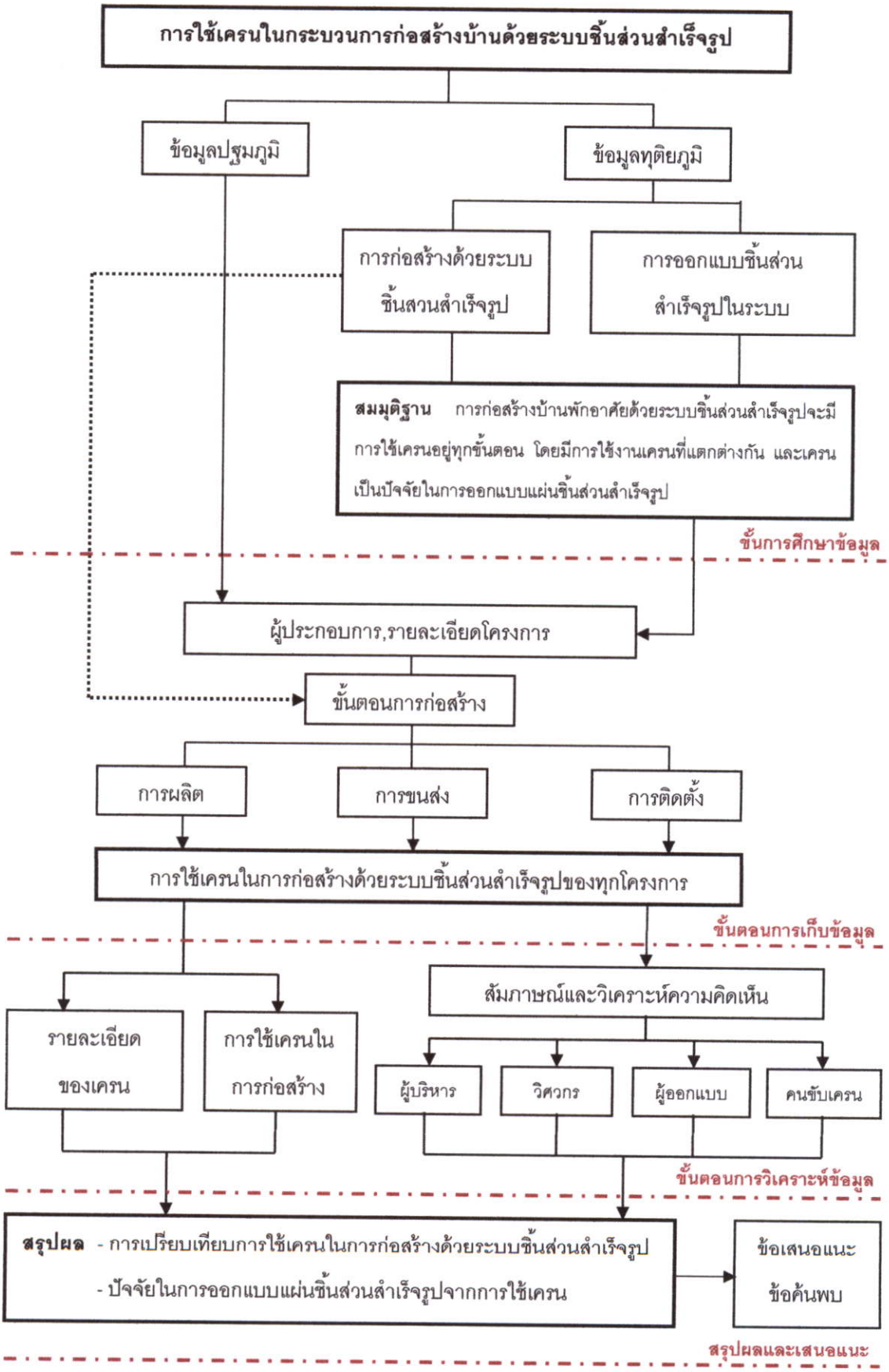
3.5 การสรุปผล และเสนอแนะ

3.5.1 การสรุปผล

จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล นำไปสรุปหาเครนปรากฏในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ในกิจกรรมต่างๆ เพื่อแจกแจงรูปแบบและประเภทของเครนที่ใช้ในแต่ละโครงการ รวมถึงการปัจจัยที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครนกับสภาพพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมมาเป็นแนวทางเพื่อให้การวิจัย และสรุปผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์บุคลากรในประเด็นหลักที่ได้ทำการศึกษาตามทฤษฎีปัจจัยการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรม เพื่อสุดท้ายจะได้บทสรุปถึงปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่อไป

3.5.2 ข้อเสนอแนะ

เป็นการเสนอแนะเนื้อหาจากการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ โดยฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครนและการสำรวจการใช้งานในโครงการจริง แสดงให้เห็นถึงลำดับและความสำคัญของเครนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และข้อเสนอแนะแนวทางการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากปัจจัยที่ศึกษา ตลอดจนนำเอาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเลือกใช้งานเครนให้เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้นต่อไป



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

(ที่มา: ผู้วิจัย)

บทที่ 4
การศึกษาโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การศึกษาโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยกลุ่มตัวอย่างรูปแบบบ้านเป็นลักษณะบ้านแถว 2-3 ชั้น การเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการก่อสร้าง คือ ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ขั้นตอนการขนส่ง และขั้นตอนการติดตั้ง โดยมีโครงการที่เป็นกรณีศึกษา 3 โครงการ จาก 3 บริษัท การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลภาคสนามเป็นการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของบริษัท การสำรวจกระบวนการก่อสร้างเน้นศึกษาในเรื่องของการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง และการสัมภาษณ์บุคลากรของบริษัทที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปใช้วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลจากการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง

1) ข้อมูลทั่วไปของโครงการ
2) รูปแบบของบ้านพักอาศัยและลักษณะพื้นที่ใช้สอย
3) ลักษณะการดำเนินงานของโครงการ
4) กระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป
5) เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง

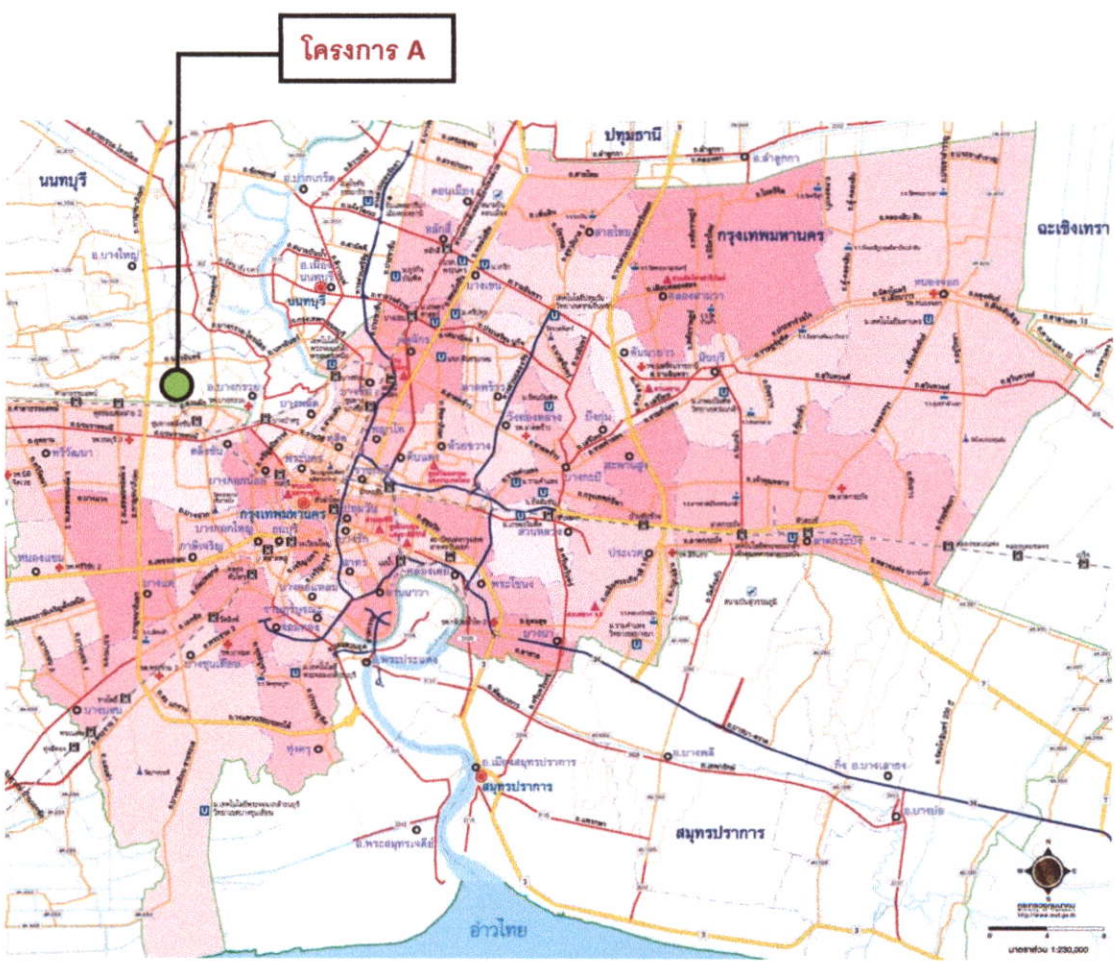
4.1 กรณีศึกษา : โครงการ A

4.1.1 รายละเอียดทั่วไปของโครงการ

ชื่อโครงการ	: โครงการ A
เจ้าของโครงการ	: บริษัท A
ประเภทโครงการ	: ที่ดินจัดสรรบ้านแถว 2 ชั้น
ขนาดของโครงการ	: พื้นที่รวม 8 ไร่
จำนวนหน่วยการก่อสร้าง	: 100 ยูนิต

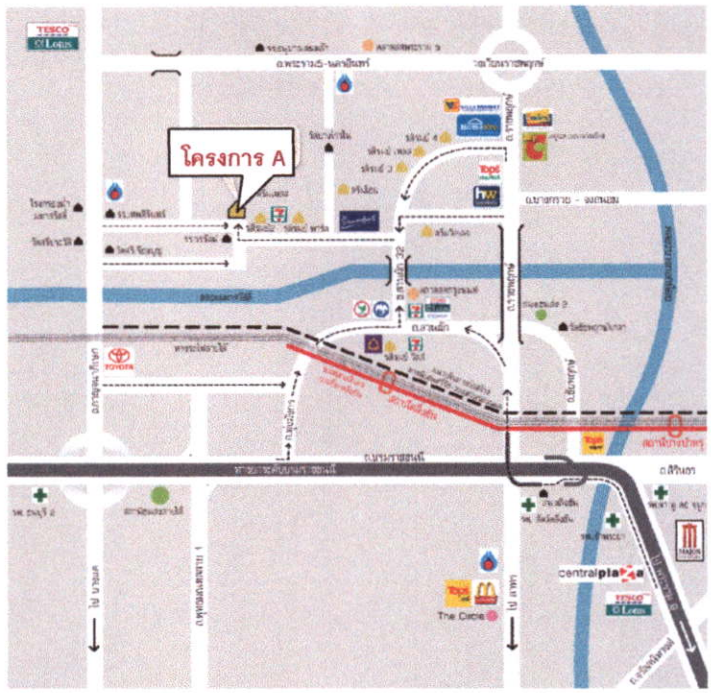
4.1.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยในโครงการ

แบบบ้านที่ทำการศึกษา	: บ้านแถว 2 ชั้น
	ขนาด 3 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ ที่จอดรถ 1 คัน
	ก่อสร้างบนที่ดินรวม 117-180 ตารางวา (ต่อ 1 แถว)
	พื้นที่ใช้สอยรวม 118-120 ตารางเมตร (ต่อ 1 ยูนิต)
ระบบการก่อสร้าง	: ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบ
	ระบบผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall)
ราคาขาย	: 2,490,000 บาท



รูปภาพที่ 4.1 ที่ตั้งของโครงการ A

(ที่มา: http://motfgds.mot.go.th สืบค้นเมื่อ เดือนกันยายน 2556)



รูปภาพที่ 4.2 แผนที่ของโครงการ A

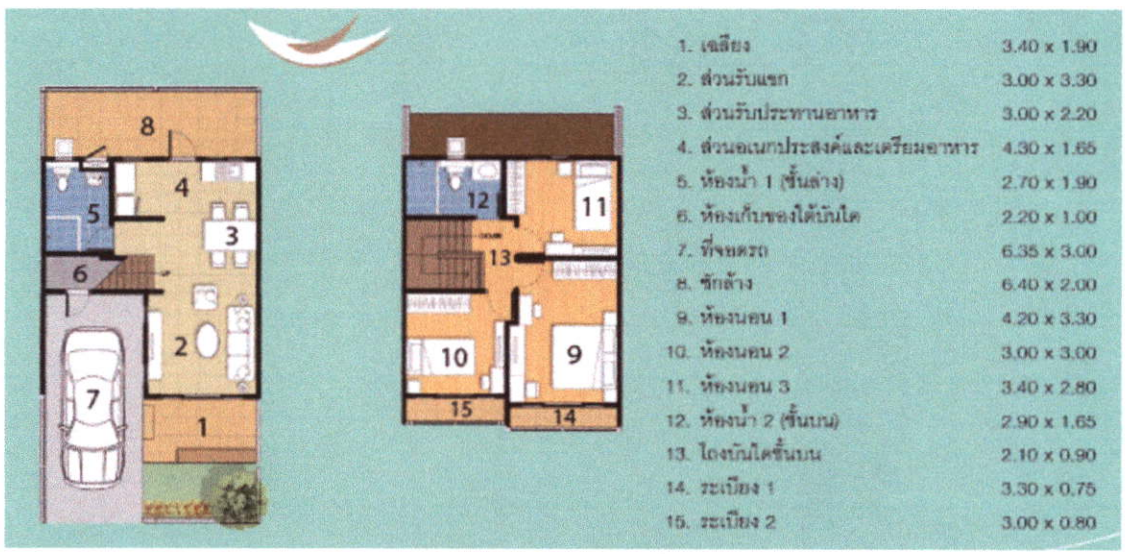
(ที่มา: Website ของโครงการ A)

ภาพที่ 4.3 สภาพแวดล้อมของโครงการ

(ที่มา: ผู้วิจัย)

ภาพที่ 4.4 ภาพจำลองทัศนียภาพของโครงการ

(ที่มา: Website ของโครงการ A)



ภาพที่ 4.5 ผังอาคารและพื้นที่ใช้สอย

(ที่มา: Website ของโครงการ A)

4.1.3 ลักษณะการดำเนินงานของโครงการ

บริษัท A ก่อตั้งเมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2546 โดยมีทุนจดทะเบียนเป็นจำนวนเงิน 50,000,000 บาท โครงการ A เป็นโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่มีรูปแบบเป็นบ้านแถวที่อยู่ในโครงการหมู่บ้านของบริษัท A มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 8 ไร่ โดยเบื้องต้นได้ก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้นเป็นบ้านตัวอย่างแล้วเสร็จในเฟสแรก ต่อมาได้ดำเนินการก่อสร้างบ้านแถวตามมาในเฟสถัดไป โดย

บริษัท A เป็นผู้จัดการทั้งในด้านของการวางผังโครงการและออกแบบอาคาร รวมไปถึงการบริหารการก่อสร้างเองทั้งระบบ บริษัท A มีการลงทุนสร้างโรงงานถาวรเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย บริษัท A มีโครงการก่อสร้างที่ใช้ทั้งระบบดั้งเดิม (Conventional) และระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งตามนโยบายจะไม่ก่อสร้างด้วยระบบดั้งเดิมแล้ว โดยจะมาเปลี่ยนมาใช้ระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างโครงการในอนาคต ปัจจุบันโครงการ A ก่อสร้างแล้วประมาณ 90% และมีแผนทำการก่อสร้างเพิ่มเติมอีกหลายเฟสบนที่ดินหลังโครงการ

4.1.4 กระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A

รูปแบบของบ้านพักอาศัยในโครงการ A เป็นบ้านแถว 2 ชั้น ที่มีแปลนเหมือนกันหมด โดย 1 แถวจะมีทั้ง 6 ยูนิต โดยแต่ละยูนิตจะมีพื้นที่ใช้สอย 75 ตารางเมตร มีการใช้ชิ้นส่วนร่วมกันตามรูปแบบของการออกแบบบ้านแถวโดยทั่วไป มีการออกแบบชิ้นส่วนที่มีรูปแบบไม่มากนักโดยใช้เป็นระบบโครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก โครงการใช้ระบบการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งระบบ โดยเริ่มตั้งแต่คานคอดินจนไปถึงส่วนที่รับหลังคาชั้นที่ 2 โดยในส่วนหลังคาจะเป็นโครงสร้างเหล็ก มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

4.1.4.1 ขั้นตอนการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A

การผลิตแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการ A มีการผลิตในโรงงานถาวร มีขั้นตอนในการผลิตโดยแยกออกเป็น 3 ส่วน โรงงานเป็นรูปแบบถาวรมีหลังคาคลุมสามารถทำงานได้ในทั้งสภาพอากาศปรกติหรือขณะฝนตก ในโรงงานผลิตมีการวางผังอาคารโดนรวมพื้นที่เก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อง่ายต่อการทำงาน การวางผังโรงงานจะไม่ให้การสัญจรภายในมาตัดกัน มีการแยกกันระหว่างรถขนคอนกรีต รถขนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป พื้นที่ผลิตแผ่น พื้นที่เก็บแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังนั้นโครงการ A สามารถปฏิบัติงานได้ตลอดเวลาและไม่มีปัญหาต้องรอรถขนแผ่นหรือเครนในสายการผลิตอื่นๆ ในส่วนของงานเหล็กจะแยกอาคารออกไปอีกส่วนหนึ่งซึ่งอยู่หลังอาคารผลิตและเก็บชิ้นส่วน เพื่อแยกหน้าที่ของงานที่ทำให้เป็นสัดส่วนทำให้เจ้าหน้าที่สามารถควบคุมดูแลได้ง่าย โดยแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะทำการเทคอนกรีตที่มีส่วนผสมเฉพาะของบริษัทที่มีคุณสมบัติให้กำลังอัดได้รวดเร็วกว่าคอนกรีตโดยทั่วไป โดยใช้เวลาในการบ่มอยู่ในโรงงานประมาณ 15 ชั่วโมง ก็สามารถยกแผ่นขึ้นเพื่อทำการเตรียมในการขนส่งเพื่อติดตั้งได้

ภาพที่ 4.6 สภาพโรงงานผลิตแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของบริษัท A (ที่มา: ผู้วิจัย)

ภาพที่ 4.7 ขั้นตอนการผลิตแผ่นคอนกรีตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (ที่มา: ผู้วิจัย)

จากภาพที่ 4.8 แสดงขั้นตอนการผลิตเริ่มจากการเตรียมแบบ (Mold) โดยการกำหนดขนาดของแบบให้ตรงตามแบบจากนั้นใช้น้ำมันทาผิวของแบบเหล็กเพื่อทำให้การถอดแบบสะดวกขึ้น ทำความสะอาดทั้งในและรอบๆ เมื่อรถปูนมาถึงก็นำเอาคอนกรีตมาเทลงไปในแบบโดยใช้เครนเหนือศีรษะยกคอนกรีตโดยอาศัยพนักงานจำนวน 3 คนในการประคอง และ 2 คนในการบังคับเครน

ระหว่างนั้นก็ให้พนักงานทำการจี้คอนกรีต เพื่อให้เนื้อคอนกรีตไม่เกิดช่องว่างทำให้คอนกรีตบรรจุเต็มแบบ จึงทำการตกแต่งผิวหน้าก่อนจะรอให้คอนกรีตได้กำลังเพื่อเตรียมในการขนส่งต่อไป

4.1.4.2 ขั้นตอนการขนส่งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A

แผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่บ่มได้จนได้กำลังจากขั้นตอนการผลิต จะทำการตรวจสอบโดยระเอียดก่อนเตรียมทำการขนส่งไปติดตั้งที่โครงการก่อสร้าง แผ่นที่ทำการผลิตจะวางบริเวณที่จัดเก็บแผ่นภายในโรงงานเพื่อรอรถเทรนเลอร์ที่มีการติดตั้งโครงเหล็กรูปตัว A ของบริษัท การขนส่งมีความสัมพันธ์กับการการติดตั้งซึ่งมีการวางลำดับในการยกเพื่อติดตั้ง โดยแผ่นที่ขนส่งไปจะไม่มีการนำไปวางที่โครงการก่อสร้าง การยกแผ่นจะยกจากรถเทรนเลอร์ไปติดตั้งทันที ดังนั้นการลำดับการยกแผ่นขึ้นรถจึงต้องสัมพันธ์กับการยกลงเพื่อติดตั้ง แผ่นที่จะทำการติดตั้งก่อนก็จะต้องยกขึ้นรถเป็นแผ่นสุดท้าย เพื่อไม่ทำให้เกิดสถานการณ์ที่จะต้องยกแผ่นขึ้นสลับไปมาระหว่างการติดตั้ง

ภาพที่ 4.8 การขนส่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

4.1.4.3 ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A

การติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A มีการวางแผนลำดับการวางไว้ให้สามารถทำงานได้จริง การติดตั้งชิ้นส่วนของโครงการ A หลังจากติดตั้งคานคอดินเสร็จแล้ว จะเริ่มวางชิ้นส่วนจากส่วนที่อยู่ปลายและริมในสุดด้านหลังของอาคาร และไล่ออกมา เริ่มจากพื้นของอาคาร ตามด้วยผนังชั้นที่ 1 ต่อด้วยพื้นชั้นที่ 2 แล้วตามด้วยผนังชั้นที่สอง เนื่องจากโครงการเป็นบ้านแถวผังของอาคารจึงเป็นแนวยาว การวางชิ้นส่วนที่ดีควรจะเริ่มต้นวางชิ้นส่วนยูนิตที่อยู่ตรงกลาง และไล่ลำดับไปทางซ้ายและขวาเพื่อให้เกิดความคาดเคลื่อนน้อยกว่าการเริ่มต้นจากริมในสุด แต่เนื่องจากถนนชั่วคราวของโครงการมีความกว้างไม่เพียงพอสำหรับการวางตำแหน่งรถเครน

กับรถเทรลเลอร์ให้มาอยู่ในบริเวณเดียวกันได้ ทำให้โครงการแก้ไขโดยการเริ่มจากริมในสุดแล้วไล่ลำดับไปด้านหน้า การวางแผ่นจะวางให้เสร็จในส่วนของพื้นและผนังทีละยูนิต โครงการ A ทำการติดตั้งให้เสร็จไปทีละส่วนให้เสร็จทั้งหมดเพื่อง่ายต่อการทำงาน การวางพื้นชั้นที่ 2 ก่อนจึงทำให้คนงานสามารถขึ้นไปทำงานบนที่สูงได้โดยไม่ต้องตั้งนั่งร้านขึ้นไป ซึ่งนั่งร้านนอกจากจะเสียเวลาในการติดตั้งและถอดออกแล้ว ยังกีดขวางการทำงานของเครนในระหว่างการยกติดตั้งด้วย เมื่อวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วจะมีการปรับระดับและตำแหน่งของชิ้นส่วนให้ได้ดิ่งที่ถูกต้อง โดยมีการออกแบบ Dowel เพื่อรับแผ่นที่สามารถขันนอตเพื่อเซตระดับให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ตรงแนวที่ต้องการ เมื่อแผ่นได้ระยะตามต้องการแล้วจึงทำการค้ำยันด้วยอุปกรณ์ของบริษัท A ให้แผ่นไม่ขยับหรือเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่ง แล้วจึงทำการวางชิ้นส่วนชิ้นต่อไป

ภาพที่ 4.9 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

4.1.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้างของโครงการ A

กระบวนการก่อสร้างของโครงการ A มีการใช้เครนอยู่ 3 ประเภท ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีการสร้างโรงงานผลิตถาวร จึงสามารถเลือกใช้เครนที่อยู่กับที่มาติดตั้งในโรงงานได้ โดยโครงการ A เลือกใช้เครนเหนือศีรษะที่มีขนาด 5 ตัน จำนวน 5 ชุด โดยใช้ในการผลิตชิ้นส่วน

สำเร็จรูปจำนวน 2 ชุด และใช้ในขั้นตอนการขั้นส่งจำนวน 3 ชุด การทำงานจะแยกตำแหน่งการใช้งานอย่างชัดเจน โดยขั้นตอนการขนส่งจะใช้ในการยกคอนกรีตเพื่อเทลงในแบบเหล็ก มีพนักงานขับ 1 คน และผู้ช่วย 1 คน โดยมีเจ้าหน้าที่ในส่วนการผลิตอื่นๆ อีก 3-4 คน ในขั้นตอนการติดตั้งจะใช้เครนอยู่ 2 ประเภทคือรถบรรทุกเครนแบบล้อยากและรถเครนแบบ 4 ล้อยาง มีขนาดของเครน 20 ตัน และ 25 ตันตามลำดับ โดยจะใช้เพื่อการติดตั้งอาคารแต่ละแถวพร้อมๆ กัน ในขั้นตอนการติดตั้งมีพนักงานที่ทำงาน 7 คน โดยเป็นผู้ขับเครน 1 คนและผู้ช่วยซึ่งทำหน้าที่ประคองแผ่นยืนอยู่ในตำแหน่งของบ้านอีก 1 คน โดยใช้การให้สัญญาณโดยการตะโกนบอกมากกว่าใช้สัญญาณมือ เครนที่ใช้ในโครงการ A เป็นเครนที่ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น โดยบริษัทซื้อเพื่อเองใช้โดยเฉพาะ

ตารางที่ 4.1 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน		
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE	■
		GANTRY CRANE	
		ROUGH TERRAIN CRANE	
		TRUCK CRANE	
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	
	ขนาดเครน	5 ตัน	
	ระยะยื่น	36 เมตร	
	ยกสูงสุด	18 เมตร	
	จำนวน	2 ชุด	
	ผลิตโดย	Hitachi (Japan)	
	การจัดหา	จัดซื้อ	

จากตาราง 4.1 เป็นรายละเอียดของเครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A โดยเป็นเครนประเภทเครนเหนือศีรษะระยะพาดช่วง 36 เมตร ในส่วนของระยะพากช่วงกว้างนั้นสามารถกำหนดได้ตามความต้องการ แต่ไม่ควรมีระยะน้อยกว่า 30 เมตร เพราะจะไม่สามารถวางแผ่นได้ 3 แถวพร้อมกัน ความสูงขณะยกได้สูงสุดประมาณ 18 เมตร มีจำนวน 2 ชุด เป็นเครนที่ผลิตโดยบริษัทฮิตาชิซึ่งเป็นบริษัทจากประเทศญี่ปุ่น โดยบริษัท A ได้ทำการจัดซื้อและติดตั้งพร้อมกับการสร้างโรงงานถาวร เพื่อพัฒนาการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีคุณภาพของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปดีกว่าผลิตจากโรงงานชั่วคราวที่ต้องทำงานในที่โล่งตลอดเวลา

ตารางที่ 4.2 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน		
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE	■
		GANTRY CRANE	
		ROUGH TERRAIN CRANE	
		TRUCK CRANE	
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	
	ขนาดเครน	5 ตัน	
	ระยะยื่น	36 เมตร	
	ยกสูงสุด	18 เมตร	
	จำนวน	3 ชุด	
	ผลิตโดย	Hitachi (Japan)	
	การจัดหา	จัดซื้อ	

จากตารางที่ 4.2 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งเป็นเครนประเภทเดียวกันขั้นตอนการผลิต โดยมีรายละเอียดของเครนเหมือนกัน แต่มีจำนวนของเครนมากกว่าคือ 3 ชุด การใช้เครนในขั้นตอนการขนส่งมีการใช้งานสูงกว่าการผลิต และควรมีเครนสำรองสำหรับการใช้งานในขั้นตอนนี้ โรงงานจะมีการแยกกันเหมือนเป็น 2 อาคาร โดยระหว่างอาคารทั้ง 2 มีทางสำหรับรถเทรลเลอร์ขับเข้ามารับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้อย่างสะดวก สามารถทำการผลิตแผ่นและขนส่งได้พร้อมกัน

ตารางที่ 4.3 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน		
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE	
		GANTRY CRANE	
		ROUGH TERRAIN CRANE	
		TRUCK CRANE	■
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	
	ขนาดเครน	20 ตัน	
	ระยะยื่น	9.8 - 31.0 เมตร	
	ยกสูงสุด	38.7 เมตร	
	จำนวน	1 คัน	
	ผลิตโดย	Tadano (Japan)	
	การจัดหา	จัดซื้อ	

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน		
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE	
		GANTRY CRANE	
		ROUGH TERRAIN CRANE	■
		TRUCK CRANE	
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	
	ขนาดเครน	25 ตัน	
	ระยะยื่น	9.5 - 30.5 เมตร	
	ยกสูงสุด	44.2 เมตร	
	จำนวน	1 คัน	
	ผลิตโดย	Tadano (Japan)	
	การจัดหา	จัดซื้อ	

จากตารางที่ 4.3 ในขั้นตอนการติดตั้งมีการใช้เครน 2 ประเภท โดยโครงการ A จะใช้รถเครนแบบ 4 ล้อยางเป็นหลักในการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป แต่ก็มีการใช้รถบรรทุกเครนแบบล้อยางช่วยในการติดตั้งด้วย การใช้รถเครนแบบ 4 ล้อยางจะมีประสิทธิภาพสูงกว่ารถบรรทุกเครนแบบล้อยางเพราะขนาดของเครนใหญ่กว่า ในขณะที่ยกแผ่นชิ้นส่วนจะนิ่งและทำงานได้ง่ายกว่าเครนอีกแบบ

4.2 กรณีศึกษา: โครงการ B

4.2.1 รายละเอียดทั่วไปของโครงการ

ชื่อโครงการ : โครงการ B

เจ้าของโครงการ : บริษัท B

ประเภทโครงการ : ที่ดินจัดสรรบ้านแถว

ขนาดของโครงการ : พื้นที่รวม 20-1-62.3 ไร่

จำนวนหน่วยการก่อสร้าง : 192 ยูนิต (รวมทั้งโครงการ)

4.2.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยในโครงการ

แบบบ้านที่ทำการศึกษา : บ้านแถว 3 ชั้น

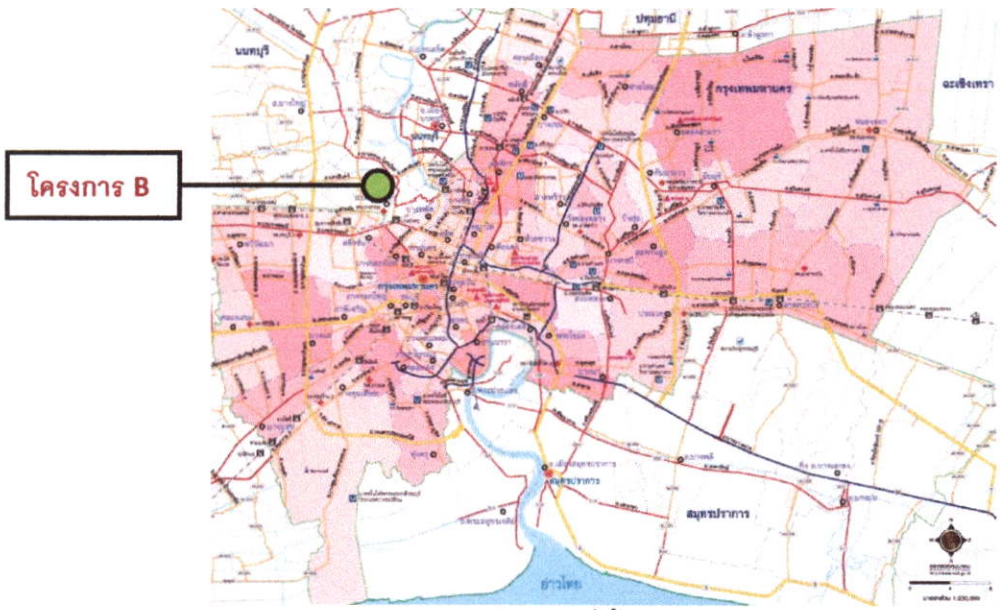
ขนาด 3 ห้องนอน 3 ห้องน้ำ ที่จอดรถ 1 คัน

ก่อสร้างบนที่ดินรวม 124.2 ตารางวา ต่อ 1 แถว

พื้นที่ใช้สอยรวม 162 ตารางเมตร ต่อ 1 ยูนิต

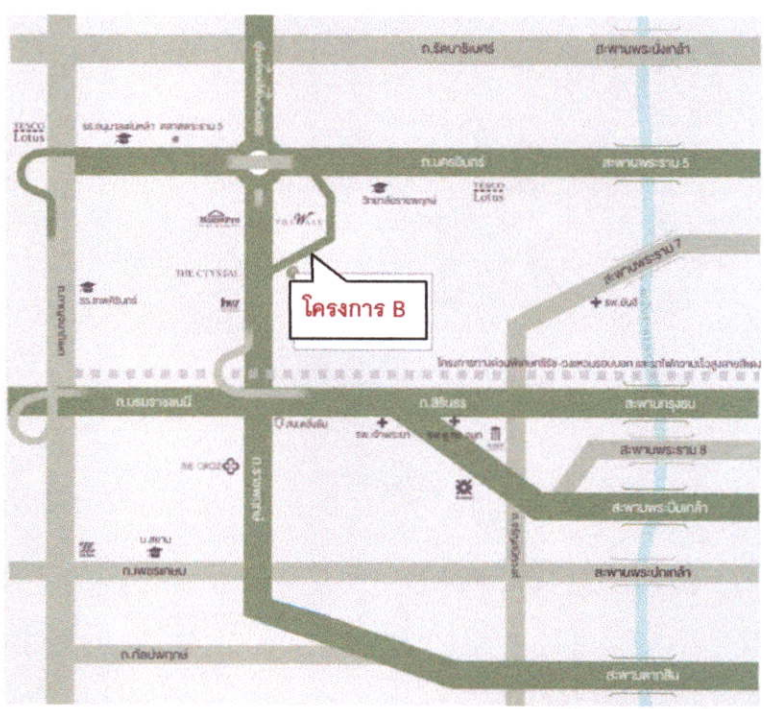
ระบบการก่อสร้าง : ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบ ระบบผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall)

ราคาขาย : 4,590,000 บาท



รูปภาพที่ 4.10 ที่ตั้งของโครงการ B

(ที่มา: http://motfgds.mot.go.th สืบค้นเมื่อ เดือนกันยายน 2556



รูปภาพที่ 4.11 แผนที่ของโครงการ B

(ที่มา: Website ของโครงการ B)

ภาพที่ 4.12 สภาพแวดล้อมของโครงการ (ที่มา: ผู้วิจัย)

ภาพที่ 4.13 ภาพจำลองทัศนียภาพของโครงการ (ที่มา: Website ของโครงการ B)

ภาพที่ 4.14 ผังอาคารของโครงการ B

(ที่มา: Website ของโครงการ B)

4.2.3 ลักษณะการดำเนินงานของโครงการ

โครงการ B เป็นโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่มีรูปแบบเป็นบ้านแถว โดยการลงทุนจากบริษัท B มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 20 ไร่ 1 งาน 62.3 ตารางวา โดยเบื้องต้นได้ก่อสร้างบ้านทาวน์โฮม 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย 122 ตารางเมตร จำนวน 93 ยูนิต และได้ดำเนินการก่อสร้างทาวน์โฮมแบบ 3 ชั้น จำนวน 99 ยูนิต รวมทั้งหมด 192 ยูนิต โดยบริษัท B เป็นผู้จัดการในด้านของการวางผังโครงการและออกแบบอาคาร โดยเป็นผู้ออกแบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการของโครงการแล้วได้ว่าจ้างบริษัทรับเหมาเจ้าอื่นหลายๆ บริษัท มาดูแลงานในส่วนของก่อสร้างอาคาร

บริษัท B เริ่มดำเนินธุรกิจเมื่อปี พ.ศ.2538 โดยเริ่มจากการดำเนินธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ด้านอาคารสำนักงานให้เช่า ปี 2545 บริษัท B ปรับเปลี่ยนบทบาทและทิศทางการดำเนินธุรกิจ โดยขยายธุรกิจสู่การเป็นผู้พัฒนาโครงการที่พักอาศัยประเภท เช่น บ้านเดี่ยว ทาวน์โฮมหรือคอนโดมิเนียม และในปีถัดมาเข้าจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ก็พัฒนาเป็นบริษัทมหาชน

4.2.4 กระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B

รูปแบบของบ้านพักอาศัยในโครงการ B เป็นบ้านแถว 3 ชั้น ที่มีแบบแปลนเหมือนกันทั้งหมด โดย 1 แถวจะมีทั้ง 6 ยูนิต โดยแต่ละยูนิตจะมีพื้นที่ใช้สอย 162 ตารางเมตร มีการใช้ชิ้นส่วนร่วมกันตามรูปแบบของการออกแบบบ้านแถวโดยทั่วไป มีการออกแบบชิ้นส่วนที่มีรูปแบบไม่มากนักโดยใช้เป็นระบบโครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก โครงการใช้ระบบการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งระบบ โดยเริ่มตั้งแต่คานคอดินจนไปถึงส่วนที่รับหลังคาชั้นที่ 2 โดนหลังคาเป็นโครงเหล็กมุงด้วยกระเบื้อง โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

4.2.4.1 ขั้นตอนการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B

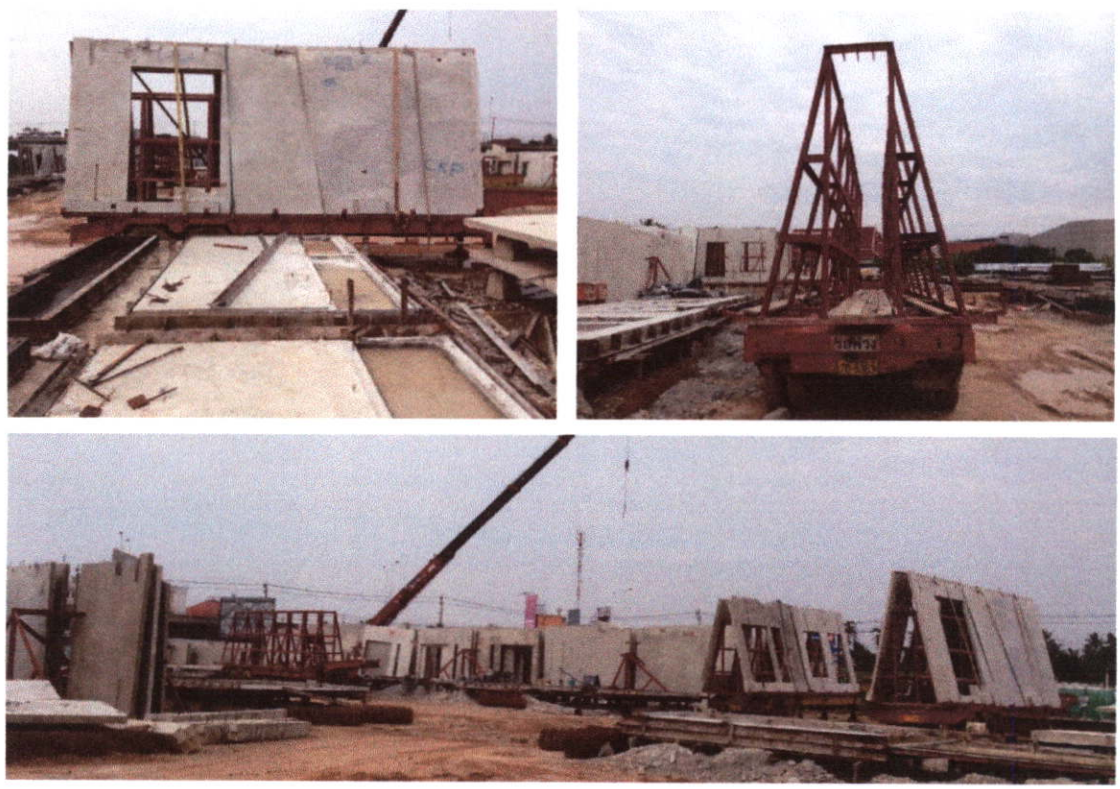
การผลิตแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการ B มีการผลิตในลานผลิตชั่วคราว มีขั้นตอนในการผลิตโดยแยกออกเป็น 3 ส่วน โดยเริ่มจากการสร้างแบบเหล็ก (Mold) ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้ ต่อมาทำการวางโครงเหล็กลงไปในแบบ ทำการเทคอนกรีตที่มีส่วนผสมเฉพาะของบริษัทที่มีคุณสมบัติให้กำลังอัดได้รวดเร็วกว่าคอนกรีตโดยทั่วไป ใช้เวลาในการบ่มอยู่ในโรงงานประมาณ 15 ชั่วโมงก็สามารถยกแผ่นขึ้นเพื่อทำการเตรียมในการขนส่งเพื่อติดตั้งได้

ภาพที่ 4.15 ขั้นตอนการเตรียมผลิตแผ่นคอนกรีตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (ที่มา: ผู้วิจัย)

ภาพที่ 4.16 ขั้นตอนการผลิตแผ่นคอนกรีตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (ที่มา: ผู้วิจัย)

4.2.4.2 ขั้นตอนการขนส่งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B

แผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่บ่มได้จนได้กำลังจากขั้นตอนการผลิต จะทำการตรวจสอบโดยระเอียดก่อนเตรียมทำการขนส่งไปติดตั้งที่โครงการก่อสร้าง แผ่นที่ทำการผลิตจะวางบริเวณลานผลิตชั่วคราว เพื่อรอรถเทรลเลอร์ที่มีการติดตั้งโครงเหล็กรูปตัว A ของบริษัทเข้ามาขนส่งแผ่นไปยังที่ตั้งโครงการ โดยโครงการ B นั้นมีระยะทางจากลานผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้างอยู่ห่างกันประมาณ 1 กิโลเมตร ทำให้การขนส่งไม่ค่อยเกิดปัญหาความเสียหายของแผ่นมากเท่าไร เนื่องจากอยู่ใกล้และถนนที่เป็นเส้นทางในการขนส่งมีสภาพค่อนข้างดี



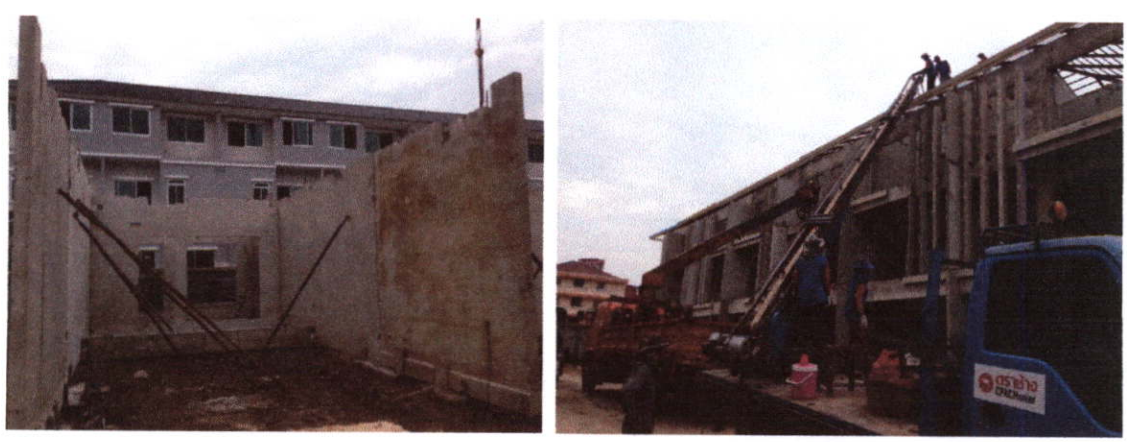
ภาพที่ 4.17 การขนส่งแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

4.2.4.3 ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B

การติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีลำดับการวางโดยพยายามวางแผ่นให้เป็นรูปตัว L เพื่อให้แผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปค้ำกันและสามารถพยุงตัวแผ่นให้สามารถตั้งอยู่ได้ แล้วจึงวางแผ่นชิ้นส่วนอื่นๆ ตามมาทีหลังโดยจะเน้นให้สามารถพยุงตัวแผ่นโดยใช้ค้ำยันให้น้อยที่สุด การติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนของโครงการ B หลังจากติดตั้งคานคอดินเสร็จแล้ว จะเริ่มวางชิ้นส่วนจากส่วนที่อยู่ปลายและริมในสุดด้านหลังของอาคาร และไล่ออกมา เริ่มจากพื้นของอาคาร ตามด้วยผนังชั้นที่ 1 ต่อด้วยพื้นชั้นที่ 2 แล้วตามด้วยผนังชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 ตามลำดับ โครงการ B ทำการติดตั้งให้

เสร็จไปทีละส่วนให้เสร็จทั้งหมดเพื่อง่ายต่อการทำงาน การวางพื้นชั้นที่ 2 และ 3 ก่อนการวางผนัง ทำให้คนงานสามารถขึ้นไปทำงานบนที่สูงได้โดยไม่ต้องตั้งนั่งร้านขึ้นไป ซึ่งนั่งร้านนอกจากจะเสียเวลาในการติดตั้งและถอดออกแล้ว ยังกีดขวางการทำงานของเครนในระหว่างการยกติดตั้งด้วย เมื่อวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้วจะมีการปรับระดับและตำแหน่งของชิ้นส่วนให้ได้ดิ่งที่ถูกต้อง โดยมีการออกแบบ Dowel เพื่อรับแผ่นที่สามารถขันนอตเพื่อเซตระดับให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ตรงแนวที่ต้องการ เมื่อแผ่นได้ระยะตามต้องการแล้วจึงทำการค้ำยันด้วยอุปกรณ์ของบริษัท B ให้แผ่นไม่ขยับหรือเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่ง แล้วจึงทำการวางชิ้นส่วนชิ้นต่อไป ในโครงการ B มีความพยายามที่จะร่นระยะเวลาในการก่อสร้างให้มากที่สุด ทำให้ชิ้นส่วนบางตัวจะมีการติดตั้งในภายหลัง เช่น ชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประดับและตกแต่งอาคารที่มีขนาดเล็ก จะมีการติดตั้งภายหลังโดยการใช้รถบรรทุกติดเครนในการยก ทำให้การก่อสร้างมีความรวดเร็วขึ้นในระดับหนึ่ง

ภาพที่ 4.18 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)



ภาพที่ 4.19 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

4.2.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้างของโครงการ B

กระบวนการก่อสร้างของโครงการ B มีการใช้เครนอยู่ 3 ประเภท ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ในรูปแบบของโรงงานชั่วคราว จึงมีแนวความคิดในการเลือกใช้เครนที่เคลื่อนที่ได้เพราะสามารถเคลื่อนที่ในโรงงานชั่วคราวเพื่อทำกิจกรรมได้หลายอย่าง โดยในขั้นตอนการผลิตและการขนส่งมีการใช้เครนคันเดียวกัน โดยโครงการ B ได้เลือกใช้รถเครนแบบ 4 ล้อยาง การใช้เครนประเภทนี้สามารถเคลื่อนที่และทำงานในพื้นที่โล่งได้ มีความสามารถในการทำงานสูง มีขนาดของเครนอยู่ที่ 25 ตัน ในขั้นตอนการติดตั้งมีการใช้เครนแบบล้อตีนตะขาบเป็นเครนหลักที่ใช้ในการติดตั้ง โดยมีรถบรรทุกติดเครนช่วยในการติดตั้งชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักน้อย การจัดหาเครนโดยการเช่าจากบริษัทเอกชนซึ่งจ้างคนขับเครนมาพร้อมกับเครนด้วย

ตารางที่ 4.4 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน		
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE	
		GANTRY CRANE	
		ROUGH TERRAIN CRANE	■
		TRUCK CRANE	
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	
	ขนาดเครน	25 ตัน	
	ระยะยื่น	9.5 - 30.5 เมตร	
	ยกสูงสุด	44.2 เมตร	
	จำนวน	1 คัน	
	ผลิตโดย	Tadano (Japan)	
	การจัดหา	เช่า	

ตาราง 4.4 เป็นรายละเอียดของเครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B โดยเครนแบบเคลื่อนที่ได้ประเภทรถเครน 4 ล้อยาง มีรัศมีแขนเครนและระยะที่สามารถยกได้สูงสุด 28.5 เมตร ผลิตโดยบริษัท Tadano จากญี่ปุ่น มีจำนวน 1 คัน ใช้ทั้งในขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนการขนส่ง การใช้เครนในขั้นตอนการผลิตมีความแตกต่างกับการใช้เครนเหนือศีรษะ โดยเป็นการเทคอนกรีตลงบนแบบหล่อ (Mold) เลย โดยไม่ต้องเทลงถังคอนกรีตก่อนแล้วใช้เครนยกไปเทลงบนแบบเหมือนกับการใช้เครนเหนือศีรษะ การใช้เครนในขั้นตอนนี้จะเป็นการยกแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นเพื่อย้ายไปเก็บยังตำแหน่งที่ใช้สำหรับรอรถเทรลเลอร์มารับ

ตารางที่ 4.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน		
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE	
		GANTRY CRANE	
		ROUGH TERRAIN CRANE	■
		TRUCK CRANE	
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	
	ขนาดเครน	25 ตัน	
	ระยะยื่น	9.5 - 30.5 เมตร	
	ยกสูงสุด	44.2 เมตร	
	จำนวน	ใช้ร่วมกับการผลิต	
	ผลิตโดย	Tadano (Japan)	
	การจัดหา	เช่า	
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE	
		GANTRY CRANE	
		ROUGH TERRAIN CRANE	
		TRUCK CRANE	
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	■
	ขนาดเครน	3 ตัน	
	ระยะยื่น	3 เมตร	
	ยกสูงสุด	3 เมตร	
	จำนวน	1	
	ผลิตโดย	Hino (Japan)	
	การจัดหา	เช่า	

จากตารางที่ 4.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งของโครงการ A มี 2ประเภท โดยเป็นการรถเครนแบบ 4 ล้อยางและการใช้รถบรรทุกติดเครน โดยประเภทแบบ 4 ล้อยางใช้ร่วมกับขั้นตอนการผลิต โดยจะเป็นการยกแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากบริเวณที่เก็บแผ่นขึ้นหลังรถเทรลเลอร์ การยกจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องของแรงลมและสภาพแวดล้อมต่างๆ เพราะเป็นลานผลิตกลางแจ้งได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมโดยตรง ตัวอย่างเช่น แรงลม หรือสภาพการทำงานเมื่อฝนตกซึ่งอาจจะทำให้แผ่นเกิดความเสียหายได้ ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก เช่น ชิ้นส่วนที่เป็นส่วนตกแต่งของอาคารจะมีใช้เครนรถบรรทุกติดเครนมาช่วยในการขนส่ง สามารถขนส่งได้เพราะว่าสถานที่ก่อสร้างอยู่ใกล้กับสถานที่ผลิตและถนนก็มีสภาพดี การใช้รถบรรทุกติดเครนจึงมีความคล่องตัวกว่า และสามารถใช้ในการยกประกอบได้อีกด้วย

ตารางที่ 4.6 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน	
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE ☐ GANTRY CRANE ☐ ROUGH TERRAIN CRANE ☐ TRUCK CRANE ☐ CRAWLER CRANE ☒ LOADER TRUCK CRANE ☐
	ขนาดเครน	40 ตัน
	ระยะยื่น	3.5 - 43.4 เมตร
	ยกสูงสุด	46 เมตร
	จำนวน	1 คัน
	ผลิตโดย	Tadano (Japan)
	การจัดหา	เช่า
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE ☐ GANTRY CRANE ☐ ROUGH TERRAIN CRANE ☐ TRUCK CRANE ☐ CRAWLER CRANE ☐ LOADER TRUCK CRANE ☒
	ขนาดเครน	3 ตัน
	ระยะยื่น	3 เมตร
	ยกสูงสุด	3 เมตร
	จำนวน	1
	ผลิตโดย	Hino (Japan)
	การจัดหา	เช่า

จากตารางที่ 4.6 เป็นการใช้เครนในขั้นตอนการติดตั้งของโครงการ B โดยมีการใช้เครนแบบล้อตีนตะขาบเป็นเครนหลักที่ใช้ในการติดตั้ง เป็นเครนขนาด 40 ตันมีรัศมีและความสูงในการยกสูงสุดที่ 27 เมตร เครนประเภทนี้มีข้อดีกว่ารถเครน 4 ล้อยางคือสามารถยกแผ่นแล้วขับเคลื่อนต่อไปได้ สามารถขยับเครนได้ตามความต้องการของผู้ขับ ไม่จำเป็นต้องตั้งเครนอยู่กับทีเวลายกและไม่มีปัญหากับสภาพของถนนที่ไม่เรียบหรือมีลักษณะเป็นหลุมเป็นบ่อ โครงการ B มีการใช้แผ่นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่เพราะต้องการใช้มีรอยต่อของแผ่นน้อย ทำให้การใช้เครนแบบล้อตีนตะขาบจะเหมาะสมกว่าการใช้เครนแบบล้อยาง เพราะสามารถรับน้ำหนักแผ่นชิ้นส่วนได้มากกว่าและยังพยุงแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ดีกว่ารถเครนแบบล้อยาง มีการสั่นของแผ่นน้อยกว่าทำให้ขณะติดตั้งสามารถประคองแผ่นเพื่อช่วยในการเชื่อมรอยต่อได้ง่ายกว่า ในส่วนของชิ้นส่วน

เล็กๆ สามารถใช้รถบรรทุกติดเครนในการติดตั้งได้ จากความสะดวกและรวดเร็วในการทำงานทำให้โครงการ B เลือกใช้รถบรรทุกติดเครนมาช่วยในการติดตั้งด้วย แต่มีข้อควรระวังคือเครนประเภทนี้ไม่ได้ถูกออกแบบมาใช้ในกิจกรรมแบบนี้โดยตรง ผู้ใช้ต้องทำการประยุกต์วิธีการใช้ต่างๆ ให้เหมาะสมกับการทำงานจริง เช่นการใช้ลวดในการรัดแผ่นชิ้นส่วนเพื่อการยก ระยะห่างระหว่างอาคารกับรถเครนต้องไม่ไกลกันมาก และพื้นถนนต้องเป็นพื้นคอนกรีตหรือเป็นพื้นลาดยางที่รับน้ำหนักของรถและแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้

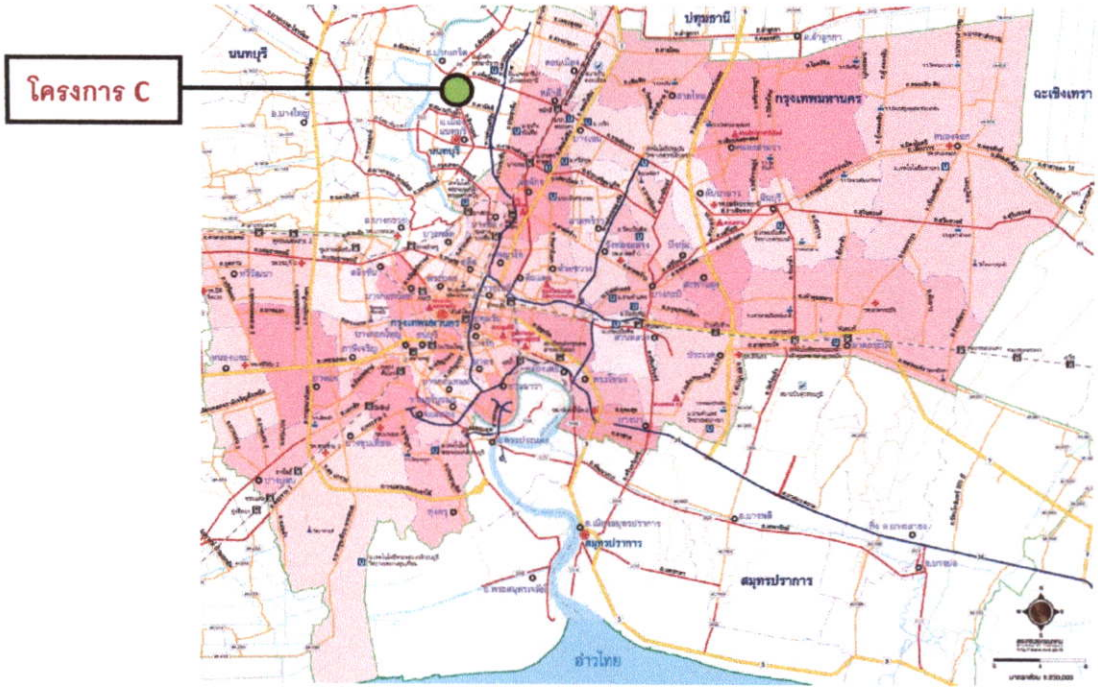
4.3 กรณีศึกษา : โครงการ C

4.3.1 รายละเอียดทั่วไปของโครงการ

ชื่อโครงการ	: โครงการ C
เจ้าของโครงการ	: บริษัท C
ประเภทโครงการ	: ที่ดินจัดสรรบ้านพักอาศัย
ขนาดของโครงการ	: พื้นที่รวม 69 ไร่
จำนวนหน่วยการก่อสร้าง	: 328 ยูนิต

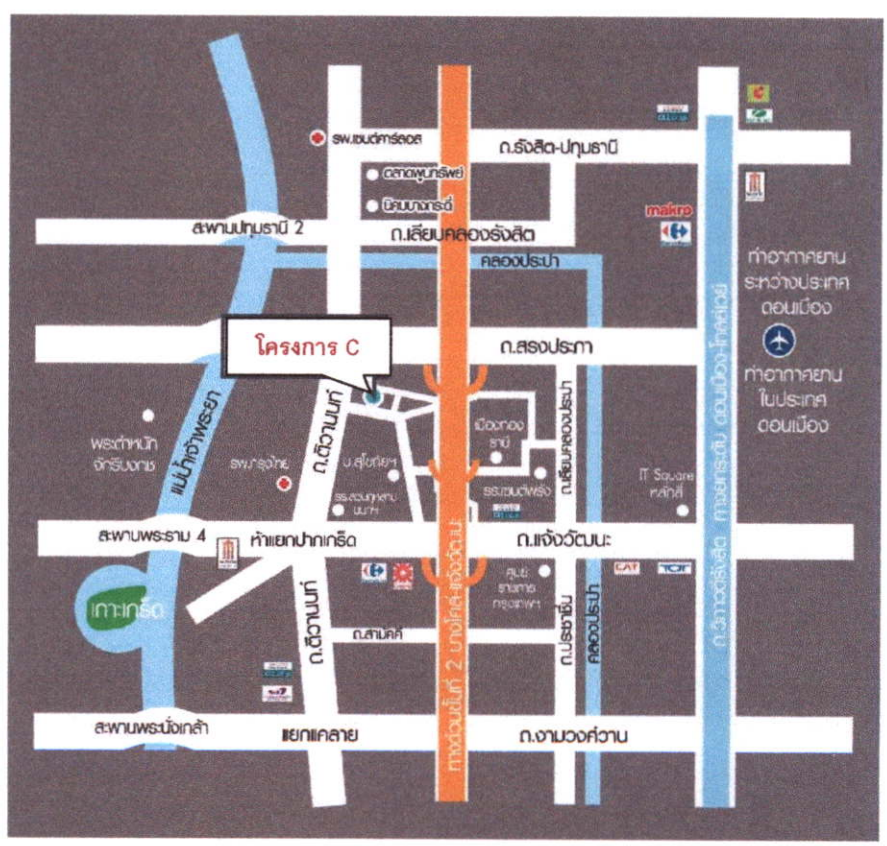
4.3.2 รูปแบบและลักษณะพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยในโครงการ

แบบบ้านที่ทำการศึกษา	: บ้านแถว 3 ชั้น
	ขนาด 3 ห้องนอน 3 ห้องน้ำ ที่จอดรถ 2 คัน
	ก่อสร้างบนที่ดินรวม 110 ตารางวา (ต่อ 1 แถว)
	พื้นที่ใช้สอยรวม 115 ตารางเมตร (ต่อ 1 ยูนิต)
ระบบการก่อสร้าง	: ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเต็มรูปแบบ
	ระบบผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall)
ราคาขาย	: 4,190,000 บาท



รูปภาพที่ 4.20 ที่ตั้งของโครงการ C

(ที่มา: http://motfgds.mot.go.th สืบค้นเมื่อ เดือนกันยายน 2556)



รูปภาพที่ 4.21 ที่ตั้งของโครงการ C

(ที่มา: Website ของโครงการ C)

ภาพที่ 4.22 สภาพแวดล้อมของโครงการ

(ที่มา: ผู้วิจัย)

ภาพที่ 4.23 ภาพจำลองทัศนียภาพของโครงการ

(ที่มา: Website ของโครงการ C)

ภาพที่ 4.24 ผังอาคารของโครงการ C

(ที่มา: Website ของโครงการ C)

4.3.3 ลักษณะการดำเนินงานของโครงการ

โครงการ C เป็นโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่มีรูปแบบเป็นบ้านเดี่ยวและบ้านแถวที่อยู่ในโครงการเดียวกัน โครงการ C มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 68 ไร่ โดยบริษัท C เป็นผู้จัดการทั้งในด้านของการวางผังโครงการและออกแบบอาคารรวมไปถึงการบริหารการก่อสร้างเอง แต่ในบางส่วนจะมีการจ้างผู้รับเหมาร่วมเข้ามาช่วยในการก่อสร้างบางงานโดยมีบริษัท C เป็นผู้ควบคุมดูแลคุณภาพงา บริษัท A มีการลงทุนสร้างโรงงานถาวรเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย โดยใช้เงินลงทุนหลายหมื่นล้านบาท ประกอบด้วยโรงงานผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวน 6 หลัง โดยใช้เทคโนโลยีจากประเทศเยอรมัน มีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมการทำงาน ทำให้แผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีคุณภาพได้ตามมาตรฐาน และสามารถผลิตได้อย่างรวดเร็ว

บริษัท C ก่อตั้งเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2536 ทุนจดทะเบียนเป็นจำนวนเงิน 50,000,000 บาท ประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเภทบ้านทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยว และอาคารชุด ต่อมาบริษัท C แปรสภาพเป็นบริษัทมหาชนจำกัดเมื่อปี 2548 โดยพัฒนาการของบริษัท C เริ่มจากปี 2547ได้ทำการการก่อสร้างโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก สำเร็จรูป (Precast Concrete Factory) โดยใช้ระบบการผลิต แบบ Semi-Automated Pallet Circulating System ในปีถัดมาได้

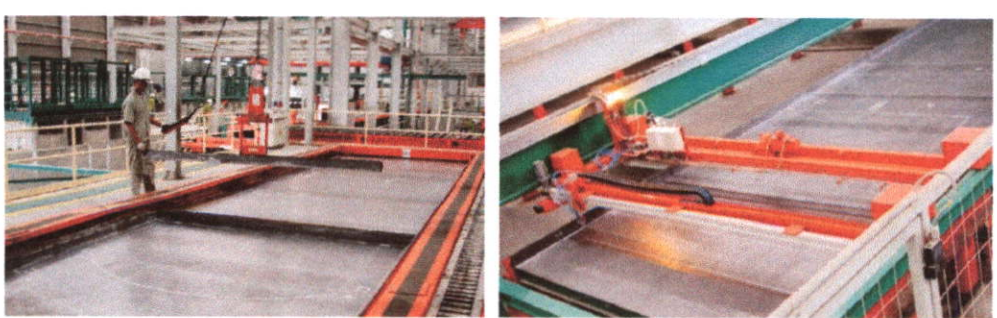
ก่อสร้างโรงงานผลิตรั้ว และเสาสำเร็จรูป ต่อมาในปี 2551 ได้ก่อสร้างโรงงานผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขนาดพิเศษ (Special Element) แบบหล่อกับที่ และก่อสร้างโรงงานผลิตเพิ่มอีก 3 หลัง รวมทั้งสิ้น 5 หลังในปัจจุบันบริษัทได้ว่าจ้างผู้รับเหมาร่วมเข้าช่วยทำงานมากขึ้น และมีแนวโน้มจะมากขึ้นเรื่อยๆ โดยจะใช้เจ้าหน้าที่ของบริษัทเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพงาน การให้ผู้รับเหมาทำงานจะช่วยเพิ่มคุณภาพของงาน และลดค่าใช้จ่ายในเรื่องสวัสดิการของพนักงานบริษัทให้ลดลง ทำให้ผลประกอบการมีมูลค่าที่สูงขึ้น

4.3.4 กระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

รูปแบบของบ้านพักอาศัยกรณีศึกษาโครงการ C เป็นบ้านแถว 3 ชั้น ที่มีแบบแปลนเหมือนกันทั้งหมด โดย 1 แถวจะมีทั้ง 6 ยูนิต โดยแต่ละยูนิตจะมีพื้นที่ใช้สอย 115 ตารางเมตร มีการใช้ชิ้นส่วนร่วมกันตามรูปแบบของการออกแบบบ้านแถวโดยทั่วไป โครงการใช้ระบบการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งระบบ โดยเริ่มตั้งแต่คานคอดินจนไปถึงส่วนที่รับหลังคาชั้นที่ 2 โดนหลังคาเป็นโครงสร้างเหล็ก โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

4.3.4.1 ขั้นตอนการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

การผลิตแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปของโครงการ C ใช้เทคโนโลยีจากประเทศเยอรมัน มีการผลิตในโรงงานถาวรที่มีขนาดใหญ่ ใช้เครื่องจักรกลมาช่วยในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เพื่อลดจำนวนแรงงานที่ปัจจุบันมีจำนวนจำกัดและมีค่าใช้จ่ายที่สูง โดยขั้นตอนการผลิตเริ่มจากทำความสะอาดโต๊ะหล่อและเคลือบน้ำมันแบบหล่อ โดยโต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ไปตามรางผ่านไปยังเครื่องจักรทำความสะอาดและพ่นน้ำยา วางอุปกรณ์และของฝัง โดยทำการวางอุปกรณ์และวัสดุฝังตามจุดที่กำหนด เช่น ท่อน้ำ ท่อประปา วงกบประตู วงกบหน้าต่าง ต่อมาทำการวางเหล็กแบบกั้นข้าง ตามแนวที่กำหนดเพื่อให้คอนกรีตคงรูปร่างตามแบบ



ภาพที่ 4.25 การเตรียมโต๊ะและวัสดุเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

(ที่มา: โครงการ C)

ขั้นตอนต่อมาจะเริ่มวางเหล็กเสริม โดยใช้เครนเหนือศีรษะทำการยกโครงเหล็กเสริมที่ทำการผูกเรียบร้อยแล้วติดตั้งลงบนโต๊ะหล่อ ทำการตรวจสอบความถูกต้องก่อนเทคอนกรีตเทคอนกรีตลงในแบบเหล็ก โดยกระสวยบรรจุคอนกรีต

ภาพที่ 4.26 การเตรียมเหล็กเสริมและเทคอนกรีตของโครงการ C

(ที่มา: โครงการ C)

หลังจากเทคอนกรีตเสร็จจะเริ่มทำงานการปาดหน้าคอนกรีต โดยโต๊ะหล่อจะเคลื่อนที่ผ่านเครื่องปาดหน้าชิ้นงาน เพื่อควบคุมระดับความหนาของชิ้นงานให้ได้มาตรฐานและผิวของแผ่นมีความเรียบร้อย เมื่อทำผิวเสร็จก็จะเริ่มทำการบ่มคอนกรีต โดยการนำชิ้นงานเข้าห้องบ่ม

ภาพที่ 4.27 การทำผิวและตู้บ่มคอนกรีตเพื่อผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(ที่มา: โครงการ C)

ขั้นต่อมาทำการถอดแบบจุดถอดแบบข้าง โดยจะทำการถอดเหล็กแบบข้างที่วางไว้ออกและยกชิ้นงานโต๊ะหล่อ แผ่นชิ้นส่วนจะถูกยกขึ้นจากแนวราบเป็นแนวตั้ง 85 องศา เพื่อยกชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อในแนวดิ่ง โดยใช้เครื่องจักรกลยกด้วยระบบไฮโดรริคซึ่งทำให้แผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่เกิดขึ้นเสียหายจากการยก และบรรจุลงในกล่องเก็บชิ้นงาน (Rack) เพื่อทำการส่งไปยังบริเวณที่เก็บแผ่นภายนอกอาคารเพื่อเตรียมใช้ในขั้นตอนการขนส่งต่อไป

ภาพที่ 4.28 การถอดแบบและยกชิ้นส่วนของโครงการ C

(ที่มา: ผู้วิจัย)

5.3.4.2 ขั้นตอนการขนส่งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

แผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผลิตเสร็จแล้วจะถูกบรรจุภายในกล่องเก็บชิ้นงาน โดยกล่องมีความยาวประมาณ 8 เมตร โดยจะลำเลียงออกจากโรงงานผลิตโดยรถราง แล้วนำมาเก็บไปยังลานเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่อยู่ด้านข้างของโรงงานซึ่งเป็นพื้นที่โล่งไม่มีหลังคาคลุม จัดวางกล่องไว้เป็นระเบียบและเรียงตามหมาย เลขกล่องที่ได้กำหนดไว้ เพื่อง่ายต่อการขนส่งและตรวจสอบ

ภาพที่ 4.29 ลานเก็บชิ้นส่วนของโครงการ C

(ที่มา: ผู้วิจัย)

ลานจัดเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีการออกแบบให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวก โดยออกแบบเส้นทางสัญจรของรถบรรทุกที่เข้ามารับชิ้นส่วน ให้มีระยะห่างสำหรับให้เครนขาสูงมีที่ว่าง

เพียงพอสำหรับการทำงาน จัดวางกล่องเก็บชิ้นส่วนอย่างเป็นระเบียบสามารถปฏิบัติงานได้พร้อมกัน โครงการ C ใช้รถบรรทุกในการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถเดินทางได้ในระยะไกลด้วยความเร็ว การยกชิ้นส่วนขึ้นหลังรถจะมีการใช้เครนขาสูงยกขึ้นทั้งกล่องในคราวเดียวเพื่อความรวดเร็วในการทำงาน

ภาพที่ 4.30 การขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

(ที่มา: ผู้วิจัย))

5.3.4.3 ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

การติดตั้งของโครงการ C หลังจากตอนเสาเข็มเสร็จแล้วก็เริ่มติดตั้งฐานราก ซึ่งเป็นชิ้นสวนสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานเช่นเดียวกัน ลำดับในการติดตั้งหลังจากงานใต้ดินเสร็จแล้วคือการวางชิ้นส่วนที่อยู่ด้านในสุดของอาคารและไล่ออกมาให้เสร็จทีละยูนิต โดยจะไม่มีการวางแผ่นให้บังชิ้นส่วนที่อยู่ด้านหลัง เพราะจำทำให้การทำงานเกิดความยุ่งยากจากการใช้เครน การติดตั้งเริ่มจากพื้นชั้นที่ 1 ผนังและบันไดชั้น 1 แล้วไลขึ้นไปในชั้น 2 และชั้น 3 จนเสร็จ โดยหลังคาบ้านใช้โครงสร้างเหล็กและมุงด้วยกระเบื้อง

ภาพที่ 4.31 การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

(ที่มา: ผู้วิจัย)

แผ่นชิ้นส่วนของโครงการ C ค่อนข้างมีขนาดเล็กดังนั้นจะเกิดรอยต่อค่อนข้างเยอะ แต่ด้วยการผลิตที่ค่อนข้างดีทำให้ความคาดเคลื่อนในระหว่างการติดตั้งมีน้อยลง เจ้าหน้าที่ที่ทำการติดตั้งมีความชำนาญจะทำให้เกิดช่องว่างน้อยมาก โดยเจ้าหน้าที่ในส่วนการติดตั้งจะเป็นทีมเดียวกันที่ทำในเรื่องของการติดตั้ง แต่นโยบายของบริษัทในระยะหลังพยายามใช้ผู้รับเหมามาทำแทน โดยจะใช้เจ้าหน้าที่ประจำของบริษัทเป็นผู้ควบคุมอีกที การออกแบบอาคารของโครงการ C ไม่มีชิ้นส่วนที่ใช้ประดับอาคารซึ่งเป็นแผ่นเล็กๆ แต่จะใช้เหล็กกล่องหรือโครงเหล็กในการประดับตกแต่งอาคาร ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดและน้ำหนักปานกลาง การทำงานจึงใช้เวลาไม่มากนัก โดยการติดตั้งแผ่นหลักใช้เวลาประมาณ 14 วันต่ออาคาร 1 แถว หลังจากวางเสร็จแล้วก็จะรอทีมทำหลังคาและตกแต่งอาคารมาเก็บงานต่อไป

4.3.5 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้างของโครงการ C

กระบวนการก่อสร้างของโครงการ C มีการใช้เครนอยู่ 3 ประเภท ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปอยู่ในรูปแบบของโรงงานถาวรโดยใช้เทคโนโลยีจากต่างประเทศ ในการผลิตมีการใช้เครื่องจักรกลหลายประเภทเพื่อลดจำนวนแรงงานที่ใช้ เครนที่พบในขั้นตอนการผลิตและขนส่งเป็นเครนที่ทางบริษัท C จัดซื้อมาไว้ตั้งแต่ก่อสร้างโรงงานยกเว้นแรงงานที่ใช้ขับเครน ปัจจุบันทางบริษัทมีนโยบายในการวางจ้างผู้รับเหมาเข้ามาทำงาน แล้วให้พนักงานประจำของบริษัท C เป็นผู้ควบคุมอีกที

ตารางที่ 4.7 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน	
	ประเภทเครน	OVERHEAD CRANE ■
		GANTRY CRANE
		ROUGH TERRAIN CRANE
		TRUCK CRANE
		CRAWLER CRANE
		LOADER TRUCK CRANE
	ขนาดเครน	1.6 / 3.2 / 5 / 10 ตัน
	ระยะยื่น	30 เมตร
	ยกสูงสุด	10.5 เมตร
	จำนวน	มากกว่า 20 ชุด
	ผลิตโดย	Demag (German)
	การจัดหา	จัดซื้อ

จากตารางที่ 4.7 โรงงานผลิตของบริษัท C มีทั้งหมด 5 โรง ในแต่ละโรงมีการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละส่วนของอาคาร เช่น ฐานราก คาน พื้นและผนัง ส่วนประดับและตกแต่ง โดยชิ้นส่วนแต่ละโรงงานมีขนาดที่แตกต่างกัน รวมไปถึงกระบวนการใช้การผลิตนั้นมีหลายขั้นตอน เครนที่ใช้ในโรงงานจึงมีขนาดที่แตกต่างกัน โดยโรงงานใหญ่ที่ผลิตแผ่นผนังที่เป็นโรงงานใหญ่ที่สุดนั้นมีการใช้เครนเหนือศีรษะที่มีขนาด 1.6, 3.2, 5 และ 10 ตัน ซึ่งมี 2 แบบคือเครนเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยว และเครนเหนือศีรษะแบบคานคู่ ในกระบวนการผลิตนั้นมีหลายขั้นตอนและมีการใช้เครนอยู่ตลอดเวลา ผู้ขับเครนจึงต้องมีความระมัดระวังในการใช้งาน เครนที่ใช้จะต้องไม่ชนกัน โดยเครนที่ใช้ในโรงงานมีระบบป้องกันอยู่เมื่อเครนชนกันระบบจะสั่งหยุดเครนโดยอัตโนมัติ เครนที่ใช้ในโรงงานเป็นเครนที่ผลิตจากประเทศเยอรมันเนื่องจากบริษัทนำเทคโนโลยีจากเยอรมันมาใช้ ในส่วนของพนักงานขับเครนจะใช้ผู้รับเหมาเข้ามาปฏิบัติในงานในส่วนนี้ ทำงาน 6 ชั่วโมง 2 ช่วง โดยแต่ละช่วงมีคนขับเครนจำนวน 2 คน และผู้ช่วย 4 คน ที่ช่วยประคองแผ่นและบอกตำแหน่งให้กับผู้ขับเครน การบำรุงรักษาจะมีแผนกที่ดูแลเครื่องจักรกลของบริษัท C ที่มีผู้ปฏิบัติงานอีก 5 คน นอกจากซ่อมแซมเครื่องจักรแล้วยังคอยดูแลการทำงานของผู้รับเหมาผลิตแผ่นอีกด้วย

ตารางที่ 4.8 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน		
	ประเภท	OVERHEAD CRANE	
		GANTRY CRANE	■
		ROUGH TERRAIN CRANE	
		TRUCK CRANE	
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	
	ขนาดเครน	32 , 40 ตัน	
	ระยะยื่น	40 เมตร	
	ยกสูงสุด	14.13 เมตร	
	จำนวน	9 ชุด	
	ผลิตโดย	Demag (German)	
	การจัดหา	จัดซื้อ	

จากตารางที่ 4.8 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่งเป็นประเภทเครนขาสูง โดยเครนประเภทนี้ถือว่าเป็นเครนที่เคลื่อนที่ไม่ได้ แต่การใช้งานสามารถเคลื่อนที่ได้บนรางเหล็กที่ถูกออกแบบไว้ตั้งแต่ตอนติดตั้งเครน การใช้เครนขาสูงจึงถูกกำหนดขอบเขตการทำงานที่ตายตัว ดังนั้นการออกแบบผัง

การทำงานจึงมีความสำคัญ ซึ่งต้องวางตำแหน่งถนนสัญจรของรถบรรทุกที่เข้ามารับแผ่นและตำแหน่งการวางกล่องเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Rack) ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและเป็นระเบียบ เครนขาสูงที่ใช้มีขนาด 10, 20 และ 40 ตัน แต่ละโรงงานจะมีประจำอยู่ 1 – 2 ชุด โดยมีเครนขาสูงรวมทั้ง 5 โรงงานจำนวน 9 ชุด โดยเป็นเครนที่ผลิตจากเยอรมันเช่นเดียวกับเครนที่อยู่ภายในโรงงาน การใช้งานจะยกกล่องใส่ชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งชุดขึ้นบนหลังรถบรรทุกเพื่อขนส่ง โดยมีเจ้าหน้าที่ขับเครนอยู่ด้านบนเป็นผู้ขับเครน โดยมีเจ้าหน้าที่ให้สัญญาณอยู่ด้านล่างอีกคนเพื่อบอกตำแหน่งในการวางกล่องให้ถูกต้อง โดยใช้สัญญาณมือและใช้วิทยุในการสื่อสาร

ตารางที่ 4.9 เครนที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง	รายละเอียดของเครน		
	ประเภท	OVERHEAD CRANE	
		GANTRY CRANE	
		ROUGH TERRAIN CRANE	■
		TRUCK CRANE	
		CRAWLER CRANE	
		LOADER TRUCK CRANE	
	ขนาดเครน	25 ตัน	
	ระยะยื่น	9.5 - 30.5 เมตร	
	ยกสูงสุด	44.2 เมตร	
	จำนวน	1 คัน	
	ผลิตโดย	Tadano (Japan)	
	การจัดหา	จัดซื้อ	

จากตารางที่ 4.9 เครนที่ใช้ในติดตั้งเป็นประเภทรถเครนแบบ 4 ล้อยาง เป็นเครนที่เคลื่อนที่ได้สามารถวิ่งบนถนนได้ด้วยความเร็วระดับหนึ่ง มีขนาด 25 ตัน โดยเป็นเครนที่ผลิตจากญี่ปุ่น การใช้เครนของบริษัท C นอกจากมีเครนของบริษัทเองแล้วบางส่วนใช้การเช่าเพื่อใช้ในการติดตั้งด้วย การใช้เครนจะต้องกำหนดจุดที่วางเครนให้สามารถทำงานให้ได้มากที่สุด ลักษณะของบ้านแถวที่มีระยะของบ้านที่มีความยาวทำให้ต้องมีการขยับตำแหน่งการวางเครน โดยโครงการ C มีการปรับตำแหน่งการวางเครนมีอยู่ 2 ตำแหน่ง เพื่อความสะดวกในการทำงาน การใช้เครนมีพนักงานเครน 1 คน และผู้ช่วยที่ให้สัญญาณกับผู้ขับเครน รวมไปถึงประคองแผ่นและทำการติดตั้งอีก 5- 6 คน

บทที่ 5
การวิเคราะห์การใช้เครนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลภาคสนามที่ได้จากการสำรวจโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากบริษัทเอกชน 3 แห่ง จาก 3 บริษัท ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจและแบบสัมภาษณ์ เพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลต่างๆ และศึกษาบุคลากรขององค์กรที่มีความรู้ในเรื่องของการใช้เครนในโครงการ เพื่อทำการสัมภาษณ์ที่สามารถเก็บนำข้อมูลมาใช้ได้จริง เนื่องจากบุคลากรในโครงการนั้นบางส่วนไม่ได้มีความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับการใช้เครนหรือการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยการสำรวจเบื้องต้นสามารถแยกแยะบุคลากรที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ ผู้บริหาร, วิศวกร, ผู้ออกแบบหรือพัฒนาแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป, และผู้ขับเครน จำนวน 12 คนจาก 3 บริษัท จากสมมุตฐานและการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยได้จำแนกหัวข้อในการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์การใช้เครนในโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการศึกษาข้อมูลทั่วไปของโครงการก่อสร้างของบริษัทเอกชน และเปรียบเทียบการใช้เครนในขั้นตอน การผลิต การขนส่ง และการติดตั้งของทั้ง 3 โครงการ เพื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในการใช้เครนประเภทต่างๆ ของโครงการก่อสร้าง

2. การวิเคราะห์การใช้เครนกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในแต่ละโครงการ วัตถุที่มีการใช้เครนส่วนใหญ่ยกส่วนใหญ่คือแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละส่วนประกอบของบ้าน โดยการแจกแจงชิ้นส่วนสำเร็จรูปของแต่ละโครงการ และการใช้เครนกับชิ้นส่วนแต่ละชิ้น เพื่อเปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของแต่ละโครงการ เช่น น้ำหนัก ขนาดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป จำนวนชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละหลัง และรูปแบบของชิ้นส่วน

3. การวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลมาจากการใช้เครน เป็นการศึกษาปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของแต่ละโครงการ โดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการออกแบบแผ่นในระบบอุตสาหกรรมจากการทบทวนวรรณกรรมเป็นแนวทางในการเก็บข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ความคิดเห็นของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนของแต่ละบริษัท

5.1 การวิเคราะห์การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง

5.1.1 วิเคราะห์การใช้เครนในโครงการ A

กระบวนการก่อสร้างของโครงการ A มีการสร้างโรงงานผลิตถาวรและมีการควบคุมและบริหารการก่อสร้างด้วยบริษัท A เอง การเลือกใช้เครนจึงมีการจัดซื้อมาใช้เป็นของบริษัทเอง

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

รายละเอียด	ขั้นตอนการก่อสร้าง		
	การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
ประเภทของเครน			
	- Overhead Crane	- Overhead Crane	- Rough Terrain Crane - Truck Crane
จำนวน	2 ชุด	3 ชุด	ประเภทละ 1 คัน
เครนผลิตโดย	Hitachi (Japan)	Hitachi (Japan)	Tadano (Japan)
ขีดความสามารถ	5 ตัน	5 ตัน	25 ตัน , 20 ตัน
รัศมีของแขนเครน	36 เมตร	36 เมตร	9.5 – 30.5 เมตร
การยกสูงสุด	18 เมตร	18 เมตร	44.2 เมตร
การจัดหาเครน	จัดซื้อ	จัดซื้อ	จัดซื้อ
พนักงานขับเครน	พนักงานของบริษัท	พนักงานของบริษัท	พนักงานของบริษัท
ค่าจ้างพนักงานขับ /ต่อคน	10,000 บาท	10,000 บาท	12,000 บาท
ค่าใช้จ่ายของเครน /ต่อเดือน	8,000 บาท	รวมอยู่ในขั้นตอนการผลิต	30,000 บาท

5.1.1.1 ประเภทของเครนที่พบในการใช้งานของโครงการ A

กระบวนการก่อสร้างของโครงการ A พบว่ามีการใช้เครนทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้ ขั้นตอนการผลิตพบการใช้เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane) ขั้นตอนการขนส่งพบการใช้เครน

เหนือศีรษะ (Overhead Crane) และขั้นตอนการติดตั้งพบการใช้รถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane) และ รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง (Truck Crane) นอกจากนี้ในงานที่นอกเหนือจากการก่อสร้างบ้านแล้วยังพบว่ามีการใช้รถบรรทุกติดเครน (Loader Truck Crane) มาช่วยในการยกวัสดุต่างๆ เช่น รั้วบ้าน หิน ทราย เศษวัสดุจากการก่อสร้าง เศษขยะต่าง ฯลฯ

5.1.1.2 การใช้เครนในกระบวนการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A

การเลือกใช้เครนในขั้นตอนการผลิตมีการคำนึงถึงการทำงานในสถานที่ถาวร โดยบริษัท A สร้างโรงงานผลิตถาวรมีหลังคาปกคลุม และไม่ได้ตั้งอยู่ในที่โล่งทำให้สามรถทำงานได้ตลอดทั้งวัน การเลือกใช้เครนที่เหมาะสมจึงเป็นเครนที่อยู่ในอาคารได้ ไม่จำเป็นต้องเลือกใช้เครนที่เคลื่อนที่ได้เพราะสามารถทำงานได้ตามสภาพแวดล้อมอยู่แล้ว การวางผังโรงงานต้องไม่ทำให้เครนชนกัน เพราะเครนในโรงงานมีทั้ง 5 ชุด การใช้เครนในแต่ละกิจกรรมจะต้องวางตำแหน่งให้ชัดเจนป้องกันอุบัติเหตุและความเสียหายได้ น้ำหนักของเครนนั้นหลักสำคัญอยู่ที่รอกของของเครน ในส่วนของคานที่เป็นช่วงพาดของเครนนั้นสามารถเพิ่มหรือลดได้ตามสภาพที่ดิน

การใช้เครนในขั้นตอนการผลิตมีความสัมพันธ์กันกับลำดับการใช้ติดตั้งหน้างาน การยกแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจึงมีลำดับที่สอดคล้องกับลำดับในการติดตั้ง คือแผ่นที่ติดตั้งลำดับหลังสุดจะยกขึ้นรถเทรลเลอร์เป็นลำดับแรก แล้วเรียงลำดับไปจนถึงแผ่นที่ติดตั้งในลำดับสุดท้ายจะยกขึ้นรถเป็นแผ่นสุดท้าย มีสาเหตุจากปัญหาการใช้เครนในขั้นตอนการติดตั้ง เมื่อรถเทรลเลอร์ไปถึงยังหน้างานแล้วจะไม่มีสลับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปกันอีก เนื่องจากไม่สามารถยกแผ่นที่อยู่บนหลังรถเพื่อสลับลำดับการวางได้ เพราะว่าปัญหาเรื่องเนื้อที่การทำงานบนหลังรถที่มีจำกัดรวมไปถึงแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่วางบนโครงเหล็กรูปตัวเอ มีน้ำหนักมากจะทำให้แผ่นเกิดความเสียหาย

ลำดับการติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A มีแนวคิดในการวางแผ่นเกี่ยวข้องกับการใช้เครนเป็นสำคัญ การวางแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องไม่วางแผ่นชิ้นส่วนให้บังแผ่นในชิ้นถัดไป ดังนั้นต้องลำดับการวางแผ่นตั้งแต่ยกขึ้นรถจนมาถึงสถานที่ติดตั้ง โครงการมีแนวคิดในการติดตั้งหลังจากงานเสาเข็มและฐานรากเสร็จแล้วจะเริ่มวางแผ่นชิ้นส่วนจากด้านในสุดของผัง แล้วไล่ออกมาให้เสร็จทีละยูนิตก่อนจะวางแผ่นชิ้นส่วนในยูนิต ต่อไปจนครบ 6 ยูนิต

5.1.1.3 ค่าใช้จ่ายในการใช้เครนของโครงการ A

การจัดหาเครนของโครงการ A เป็นการลงทุนจัดซื้อเครนเป็นของบริษัทเอง ในขั้นตอนการผลิตและขนส่วนมีเพียงค่าไฟฟ้าจากการใช้เครนเหนือศีรษะเท่านั้น โดยมีค่าใช้จ่าย

ประมาณ 8,000 บาท ต่อเดือน ส่วนในด้านการติดตั้งมีการใช้รถบรรทุกเครนแบบล้อยางและรถเครน 4 ล้อยาง ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของน้ำมันดีเซลประมาณเดือนละ 30,000 หมื่นบาทต่อรถเครน 1 คัน ค่าใช้จ่ายของการใช้เครนจะขึ้นอยู่กับปริมาณในการใช้เครน หากช่วงเวลาใดทางบริษัทต้องการปริมาณงานเยอะ ก็จะต้องมีการใช้เครนเยอะตามมา ทำให้ค่าใช้จ่ายอาจจะสูงขึ้นจากปรกติเล็กน้อย สรุปว่าแต่ละเดือนมีค่าใช้จ่ายจากการใช้เครนประมาณ 38,000 บาท ต่อเดือน

5.1.1.4 เจ้าหน้าที่ขับเครนและการบำรุงรักษาของโครงการ A

แรงงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนของโครงการ A สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่มีหน้าที่อยู่โรงงานผลิตและส่วนที่อยู่สถานที่ก่อสร้าง การทำงานจะสัมพันธ์กันโดยมีผู้ควบคุมงานซึ่งเป็นวิศวกรโครงการเป็นผู้วางแผนในการผลิตและติดตั้งให้สอดคล้องกันทั้งระบบ เจ้าหน้าที่ของโครงการ A เป็นพนักงานประจำของบริษัทมีรายได้ประจำจากบริษัท การทำงานในส่วนของโรงงานจะมีเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับเครนอยู่ 2 คน คือ ผู้บังคับเครนและผู้ช่วยอีก 3-4 คนในการประคองแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อปกกันความเสียหาย และยังทำหน้าที่ในการเทคอนกรีตอีกด้วย ในขั้นตอนการติดตั้งจะมีเจ้าหน้าที่ขับเครนและผู้ให้สัญญาณ 1 คน เนื่องจากผู้ขับรถเครนไม่สามารถมองเห็นตำแหน่งการวางได้ชัดเจน จำเป็นต้องผู้ให้สัญญาณช่วยในการระบุตำแหน่งที่ชัดเจนโดยใช้สัญญาณมือ หรือบางครั้งใช้การตะโกนบอก ค่าจ้างของพนักงานขับเครนที่อยู่ในโรงงานจะอยู่ที่ 10,000 บาท ในส่วนหน้างานติดตั้งจะอยู่ 12,000 บาท นอกจากขับเครนแล้ว เจ้าหน้าที่เหล่านี้จะเป็นผู้ดูแลและบำรุงรักษาเครนอีกด้วย ดังนั้นนอกจากความรู้ในด้านการขับเครนแล้วยังต้องมีความรู้ด้านเครื่องจักรกลอยู่บ้าง บริษัท A ได้ทำการฝึกเจ้าหน้าที่เหล่านี้ขึ้นมาเอง โดยเรียนรู้เทคนิควิธีการต่างๆ แบบส่งต่อกันมาและใช้การทำงานจริงเป็นการทดสอบการใช้งานเพื่อพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนของบริษัท

5.1.1.4 ปัญหาที่พบในการใช้เครนของโครงการ A

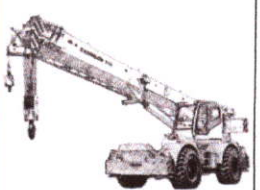
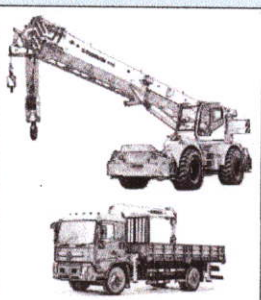
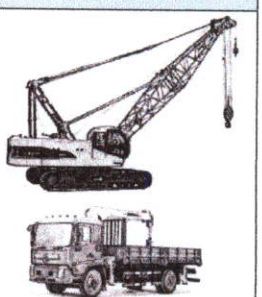
โครงการ A มีปัญหาสำคัญที่สุดในการใช้เครนคือการหาพนักงานขับเครนได้ยาก อันเนื่องจากเป็นเทคนิคระดับสูงที่จำเป็นต้องใช้การเรียนรู้เฉพาะทาง รวมไปถึงเป็นอาชีพที่ต้องได้รับการอนุญาตจากหน่วยงานราชการ การหาบุคลากรของบริษัท A จึงใช้การพัฒนาความสามารถของพนักงานขึ้นมาเอง โดยการเรียนรู้จากผู้ขับเครนที่มีประสบการณ์มาก่อน ดังนั้นผู้ขับเครนจะมีค่าตอบแทนสูงกว่าช่างที่ทำงานทางด้านอื่น การใช้เครนควรจะมีการซ่อมบำรุงอยู่ตลอดเวลา โดยโครงการ A ไม่มีเจ้าหน้าที่ด้านนี้โดยตรงทำให้เครนชำรุดบ่อยและบางครั้งไม่

สามารถแก้ไขได้ นอกจากปัญหาเรื่องแรงงานแล้วยังพบปัญหาทางสภาพอากาศโดยในขั้นตอนการติดตั้ง หากมีฝนตกหนักการทำงานจะต้องระมัดระวังเพราะอาจจะทำให้เครนล้มได้

5.1.2 วิเคราะห์การใช้เครนในโครงการ B

กระบวนการก่อสร้างของโครงการ B มีการสร้างโรงงานผลิตชั่วคราว มีการควบคุมและบริหารการก่อสร้างโดยบริษัทผู้รับเหมาเหลายๆ เจ้าในโครงการเดียว การเลือกใช้เครนเป็นการเช่าจากบริษัทเอกชน โดยสามารถเปรียบเทียบได้ดังนี้

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

รายละเอียด	**ขั้นตอนการก่อสร้าง**		
	การผลิต	**การขนส่ง**	**การติดตั้ง**
ประเภทของเครน			
	- Rough Terrain Crane	- Rough Terrain Crane - Truck Loader Crane	- Crawler Crane - Truck Loader Crane
จำนวน	1 คัน	ประเภทละ 1 คัน	ประเภทละ 1 คัน
เครนผลิตโดย	Tadano (Japan)	Tadano,Hino (Japan)	Tadano,Hino (Japan)
ขีดความสามารถ	25 ตัน	25 ตัน / 3 ตัน	40 ตัน / 3 ตัน
รัศมีของแขนเครน	28.5 เมตร	9.5-30.5 เมตร / 3 เมตร	3.5-43.4 เมตร / 3 เมตร
การยกสูงสุด	28.5 เมตร	44.2 เมตร / 3 เมตร	46 เมตร / 3 เมตร
การจัดหาเครน	เช่า	เช่า	เช่า
พนักงานขับเครน	จ้างมาพร้อมรถเครน	จ้างมาพร้อมรถเครน	จ้างมาพร้อมรถเครน
ค่าจ้างพนักงานขับ /ต่อคน	20,500 บาท	รวมอยู่ในขั้นตอนการผลิต	20,500 บาท
ค่าใช้จ่ายของเครน /ต่อเดือน	ค่าเช่า 120,000 บาท ค่าน้ำมัน 30,000 บาท	- ค่าเช่า 36,000 บาท - ค่าน้ำมัน 8,000 บาท (เฉพาะรถ Hiab)	ค่าเช่า 200,000 บาท ค่าน้ำมัน 30,000 บาท

5.1.2.1 ประเภทของเครนที่พบในการใช้งานของโครงการ A

กระบวนการก่อสร้างของโครงการ B พบว่ามีการใช้เครนทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้ ขั้นตอนการผลิตพบการใช้รถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane) ขั้นตอนการขนส่งพบการใช้รถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane), รถบรรทุกติดเครน (Loader Truck Crane) และขั้นตอนการติดตั้งพบการใช้เครนล้อตีนตะขาบ (Crawler Crane) และรถบรรทุกติดเครน (Loader Truck Crane)

5.1.2.2 การใช้เครนในกระบวนการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B

โครงการ B มีการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยใช้สถานที่ผลิตชั่วคราว โดยการเช่าที่ดินที่อยู่ห่างจากสถานที่ก่อสร้างประมาณ 1 กิโลเมตร สถานที่ผลิตไม่มีอาคารถาวรเป็นเพียงการจัดวางผังบริเวณให้เป็นโซนเพื่อจัดกิจกรรมในการผลิตให้เหมาะสม ดังนั้นจึงไม่สามารถเลือกใช้เครนเหนือศีรษะได้ เนื่องจากไม่มีอาคารถาวรไว้สำหรับติดตั้งเครนประเภทนี้ได้ โครงการ B จึงเลือกใช้เครนที่สามารถเคลื่อนที่ได้มาใช้งาน เพราะว่าสามารถทำงานในที่โล่งไม่มีสิ่งปกคลุมได้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก การใช้โมบายเครนของบริษัท B สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลมาจากการวางผังของสถานที่ผลิตให้มีตำแหน่งการตั้งเครนที่แน่นอน โดยตำแหน่งนี้ต้องไม่ขวางเส้นทางการขนส่งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป รถผสมคอนกรีต รวมไปถึงรถของเจ้าหน้าที่อื่นๆ ในสถานที่ก่อสร้าง

การขนส่งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของบริษัท B ประสบปัญหาน้อยกว่าโครงการทั่วไป เพราะว่าสถานที่ผลิตอยู่ใกล้กับสถานที่ก่อสร้างมาก ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมไปถึงสามารถออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่ได้โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องการขนส่งมากนัก การขนส่งใช้เครนเทรลเลอร์ด้านหลังติดโครงเหล็กรูปตัวเอ (A Flame) เครนที่ใช้เป็นเครนตัวเดียวกันกับขั้นตอนการก่อสร้าง ซึ่งจะมีแยกการใช้งานโดยไม่สามารถใช้ในเวลาเดียวกันได้ เพราะตำแหน่งการวางแผ่นเพื่อรอการขนส่งกับตำแหน่งการผลิตแผ่นอยู่ห่างกัน ซึ่งเมื่อตั้งเครนแล้วไม่ควรมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งบ่อย เพราะจะเสียเวลาในการตั้งเครนค่อนข้างนาน หากพนักงานขับเครนไม่ระวังฐานที่รองรับเครนให้ดีอาจจะทำให้เครนล้มได้ นอกจากรถเครน 4 ล้อยางแล้ว โครงการ B ยังใช้รถบรรทุกติดเครน (Hiab) ด้วย เพราะมีความสะดวกและมีความคล่องตัวในการใช้งาน แต่จะใช้ขนส่งและติดตั้งในส่วนที่เป็นส่วนตกแต่งของอาคาร โดยแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะมีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา สามารถขนส่งไปกับรถเฮี๊ยบได้

การใช้เครนในขั้นตอนการติดตั้งของโครงการ B มีการเลือกใช้เครนล้อตีนตะขาบที่สามารถยกแผ่นชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักสูงมากได้ การใช้เครนล้อตีนตะขาบมีจุดเด่นคือสามารถยกแล้วเคลื่อนที่ต่อไปได้ ตัวเครนไม่จำเป็นต้องตั้งอยู่บนฐานรองรับและสามารถวิ่งบนถนนชั่วคราวได้ ลำดับการติดตั้งของโครงการ B มีแนวคิดว่าจะต้องวางแผ่นให้เป็นฉากเพื่อรับน้ำหนักของตัวเองได้ ลำดับการวางแผ่นเริ่มจากด้านหลังสุดของผังอาคารไล่ออกมาถึงด้านหน้าอาคาร โดยเริ่มจากพื้นต่อด้วยผนังให้เสร็จทีละชั้นก่อนจะติดตั้งพื้นและผนังชั้นอื่นๆ ต่อไป นอกจากนี้ในชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประดับตกแต่งอาคารโดยแผ่นประเภทนี้จะไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างหลักของอาคาร จะมีขนาดเล็กและมีน้ำหนักไม่มากนักจะมีการใช้รถบรรทุกติดเครน (Truck Loader Crane) หรือเรียกอีกชื่อว่ารถเฮี้ยบมาทำการติดตั้งภายหลัง โดยการติดตั้งจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะว่าเครนประเภทนี้ไม่ได้สร้างมาเพื่อใช้ในกิจกรรมแบบนี้โดยตรง เนื่องจากรถบรรทุกติดเครนนั้นสามารถรับน้ำหนักได้ประมาณ 3 ตัน ระยะของแขนเครนก็มีเพียง 3 เมตร ทำให้เมื่อยื่นแผ่นไปติดตั้งจะเกิดให้รถเครนรับน้ำหนักไม่ได้ทำให้เครนเกิดการพลิกคว่ำได้ การใช้ยกแผ่นจึงสามารถยกได้เพียงแผ่นที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาเท่านั้น รวมไปถึงพนักงานขับเครนจะต้องมีความชำนาญในการใช้รถเครนประเภทนี้อยู่พอสมควร

5.1.2.3 ค่าใช้จ่ายในการใช้เครนของโครงการ B

การจัดหาเครนของโครงการ B เป็นการเช่ามาจากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง มีข้อดีคือสามารถเลือกใช้เครนได้หลายประเภท และบริษัทให้เช่าเครนจะเป็นผู้บำรุงรักษาเครนให้กับบริษัท B หากเครนมีปัญหาหรือใช้การไม่ได้ สามารถเรียกเจ้าหน้าที่มาซ่อมหรือทำการเปลี่ยนเครนได้ ทำให้ตัดภาระในส่วนการซ่อมบำรุงในการใช้เครนออกไป บริษัท B เสียค่าเช่าเครนแบบรายเดือนในขั้นตอนการก่อสร้างและขนส่งจำนวน 1 คัน เป็นเงินจำนวน 120,000 บาท และเสียค่าน้ำมันประมาณ 30,000 บาทต่อเดือน โดยค่าน้ำมันดีเซลขึ้นอยู่กับการใช้งานเครนแต่ละเดือน ในขั้นตอนการติดตั้งเสียค่าเช่าเครนล้อตีนตะขาบ 200,000 บาท และเสียค่าน้ำมันประมาณ 30,000 บาทต่อเดือน ในโครงการ B มีการเช่าเครนในขั้นตอนการติดตั้งจำนวน 2 คัน เพื่อเร่งระยะเวลาในการก่อสร้างให้เสร็จตรงตามกำหนดการณ์ และมีการใช้รถบรรทุกติดเครนซึ่งเช่าเป็นรายวันโดยมีการเช่าสัปดาห์ละ 2 วัน คิดค่าใช้จ่ายประมาณเดือนละ 36,000 บาท โดยมีค่าน้ำมัน 8,000 บาท สรุปบริษัท B มีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการใช้เครนเดือนละ 289,000 บาท เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการใช้เครนมีมูลค่าสูงมากทำให้โครงการ B ต้องรักษากำหนดการให้ตรงตามแผนที่วางไว้ หากทำงานล้า

ช้ากว่าแผนที่วางไว้ จะทำให้โครงการ B แบกรับค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมากส่งผลทำให้โครงการเสี่ยงต่อการขาดทุนได้

5.1.2.4 เจ้าหน้าที่ขับเครนและการบำรุงรักษาของโครงการ B

การจัดหาพนักงานขับเครนของโครงการ B เป็นการจ้างคนขับเครนมาพร้อมกับรถเครนของบริษัทเอกชนที่ให้เช่าเครน มีความรู้และความชำนาญในการขับเครนค่อนข้างสูง โดยผู้ขับเครนเดิมเป็นคนขับรถแมคโครหรือรถบรรทุกมาก่อน จนได้รับการอบรมจากบริษัทให้สามารถขับเครนได้ นอกจากผู้ขับเครนแล้วยังมีผู้ให้สัญญาณมือคอยบอกตำแหน่งให้กับผู้ขับเครน โดยมีสัญญาณมือที่ได้รับการศึกษามาก่อนจะทำงานจริง สามารถสื่อสารกับผู้ขับเครนได้ทุกคนที่มาจากบริษัทเดียวกัน การให้สัญญาณมือค่อนข้างมีมาตรฐานและความชัดเจนเป็นไปในรูปแบบเดียวกัน ทำให้สามารถเปลี่ยนผู้ขับเครนเป็นใครก็ได้ ค่าจ้างของพนักงานขับเครนจะมีเงินเดือน 8,000 บาท ค่าเบี้ยเลี้ยงวันละ 500 บาท รายได้เฉลี่ยประมาณ 20,500 บาทต่อเดือน ไม่รวมค่าจ้างพิเศษนอกเวลา ในส่วนของการซ่อมบำรุงทางบริษัทผู้ให้เช่าเครนจะมีเจ้าหน้าที่ประจำอีกแผนกหนึ่ง มีหน้าที่ซ่อมบำรุงเครนโดยเฉพาะ เป็นเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ด้านเครื่องจักรกลโดยตรง โดยในจุดนี้เป็นการให้บริการจากทางบริษัทให้เช่าเครนโดยไม่มีค่าใช้จ่าย เพิ่มเติม ทำให้โครงการ B สามารถทำงานได้ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

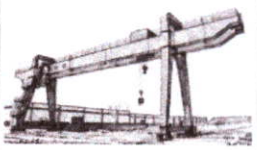
5.1.2.5 ปัญหาที่พบในการใช้เครนของโครงการ B

การทำงานในขั้นตอนการผลิตและขนส่ง เป็นการทำงานในที่แจ้งไม่มีสิ่งปกคลุม ทำให้ต้องเจอปัญหาเกี่ยวกับสภาพอากาศ ขณะฝนตกการทำงานทำให้การทำงานเป็นไปด้วยความยากลำบาก บางครั้งถึงกับทำงานไม่ได้เพราะทัศนะวิสัยของผู้ขับเครนต่ำมาก ผู้ขับเครนมองไม่เห็นการให้สัญญาณของผู้ให้สัญญาณมือทำให้แผ่นไปกระแทกกับวัตถุอื่นเกิดความเสียหายได้ และเมื่อมีลมแรงการยกแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปขนาดใหญ่ก็เป็นไปได้ยากอีกด้วย เพราะเกิดการแกว่งของแผ่นทำให้ต้องอาศัยคนคอยประคองแผ่นไม่ให้เกิดการสั่นไหวมาก หลังฝนตกสภาพในลานผลิตชั่วคราวก็มีน้ำขัง ในขณะเดียวกันถนนชั่วคราวก็เป็นหลุมเป็นบ่อทำให้เสี่ยงต่อการทำให้เครนตกล่มได้ ดังนั้นต้องตรวจสอบให้แน่ชัดว่าพื้นที่บริเวณที่เครนจะเคลื่อนที่ไปสามารถรับน้ำหนักของรถเครนได้หรือไม่ โดยผู้ขับเครนไม่ควรจะเสี่ยงที่จะนำเครนไปยังที่ที่ฐานรับไม่มั่นคง โดยเฉพาะรถเครนแบบ 4 ล้อยาง

5.1.3 วิเคราะห์การใช้เครนในโครงการ C

กระบวนการก่อสร้างบ้านของโครงการ C มีการสร้างโรงงานผลิตถาวรและมีการควบคุมและบริหารการก่อสร้างโดยบริษัท C เอง การเลือกใช้เครนจึงมีการจัดซื้อของบริษัทเอง

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

รายละเอียด	ขั้นตอนการก่อสร้าง		
	การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
ประเภทของเครน			
	- Overhead Crane	- Gantry Crane	- Rough Terrain Crane
จำนวน	มากกว่า 20 ชุด	9 ชุด	1 คัน
เครนผลิตโดย	DEMAG (German)	DEMAG (German)	Tadano (Japan)
ขีดความสามารถ	1.6 , 3.2 , 5 , 10 ตัน	10 , 20 , 40 ตัน	25 ตัน
รัศมีของแขนเครน	30 เมตร	40 เมตร	9.5 - 30.5 เมตร
การยกสูงสุด	10.5 เมตร	14.13 เมตร	44.2 เมตร
การจัดหาเครน	จัดซื้อ	จัดซื้อ	จัดซื้อ
พนักงานขับเครน	จ้างผู้รับเหมา	จ้างผู้รับเหมา	พนักงานของบริษัท
ค่าจ้างพนักงานขับ /ต่อคน	15,000 บาท	20,000 บาท	20,000 บาท
ค่าใช้จ่ายของเครน /ต่อเดือน	25,000 บาท	15,000 บาท	30,000 บาท

5.1.3.1 ประเภทของเครนที่พบในการใช้งานของโครงการ C

กระบวนการก่อสร้างของโครงการ B มีการใช้เครน 3 ประเภท ดังนี้ ขั้นตอนการผลิตพบการใช้เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane) ขั้นตอนการขนส่งพบการใช้เครนขาสูง (Gantry Crane) และขั้นตอนการติดตั้งพบการใช้รถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane)

5.1.3.2 การใช้เครนในกระบวนการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C มีการนำเข้าองค์ความรู้ด้านการผลิตจากต่างประเทศ การลงทุนสร้างโรงงานใช้เงินลงทุนจำนวนมหาศาลสามารถผลิตแผ่นชิ้นส่วน

สำเร็จรูปได้เป็นจำนวนมากในระยะเวลาที่น้อยกว่าบริษัทอื่น โดยการนำความรู้จากประเทศเยอรมันทำให้เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานจึงนำเข้าจากเยอรมันเช่นเดียวกัน การเลือกใช้เครนเหนือศีรษะมีลักษณะที่แตกต่างจากบริษัทอื่น นอกจากจะใช้เครนเหนือศีรษะแบบคานเดี่ยว (Single Girder Overhead Crane) แล้วยังพบว่ามีการใช้เครนเหนือศีรษะแบบคานคู่ (Double Girder Overhead Crane) อีกด้วย ทั้ง 2 แบบนี้เป็นเครนประเภทเดียวกันแต่เครนเหนือศีรษะแบบคานคู่สามารถรับน้ำหนักได้เยอะกว่าแบบคานเดี่ยว 5-10 เท่า แล้วแต่มาตรฐานของรอกที่ใช้ในการติดตั้ง โรงงานผลิตมีขนาดใหญ่ทำให้ต้องแยกโซนการใช้งานอย่างชัดเจนและเตรียมเครนที่มีขนาดที่เหมาะสมกับการทำงานในแต่ละโซนให้เหมาะสม การควบคุมเครนนอกจากผู้ขับเครนแล้วยังมีระบบรักษาความปลอดภัยที่ติดตั้งไว้กับเครนทุกตัว สามารถหยุดการทำงานได้ทันทีก่อนที่เครนจะวิ่งมาชนกัน แต่ระบบนี้ไม่ค่อยเปิดใช้งานมากนักเพราะการหยุดการทำงานของเครนจะมีความยุ่งยากมากในการจะเปิดเครื่องอีกครั้ง ดังนั้นการทำงานจึงต้องมีความระมัดระวังโดยผู้ขับเครนต้องมีความชำนาญในการใช้เครนค่อนข้างสูง

แผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเมื่อผลิตเสร็จเรียบน้อยแล้ว จะมีการขนส่งออกจากโรงงานโดยรถรางจากภายในโรงงานออกสู่ลานจัดเก็บชิ้นส่วนที่อยู่ภายนอกโรงงาน โดยแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะถูกจัดวางตำแหน่งไว้ตามตำแหน่งที่ได้วางผังไว้ ภายนอกจะมีเครนขาสูงจำนวน 2 ชุด เพื่อใช้ในการยกขึ้นรถสิบล้อเพื่อส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างต่อไป การใช้เครนแบบขาสูงจะมีการเคลื่อนที่ได้ตามรางของเครน ซึ่งจะต้องทำการวางผังในการสัญจรให้ดี ในขณะรถที่เข้ามารับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับเครนจะต้องไม่ให้ทางสัญจรตัดกัน เพราะการใช้เครนประเภทนี้สามารถเลื่อนได้ตามรางเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถขยับเครนได้อย่างอิสระเหมือนรถเครนอื่นๆ แต่เครนแบบขาสูงมีข้อดีคือสามารถรับน้ำหนักได้เป็นจำนวนมาก ทำให้การยกแผ่นชิ้นส่วนขึ้นรถเป็นการยกแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งชุดขึ้นรถได้เลย ไม่ต้องเสียเวลาในการยกทีละแผ่นแบบเครนประเภทอื่นๆ

การใช้เครนในขั้นตอนการติดตั้งของโครงการ C เพื่อความคล่องตัวในการทำงานจึงมีการเลือก ใช้รถเครนแบบ 4 ล้อยาง การทำงานจะใช้พนักงานประจำในการติดตั้งจำนวน 4-5 คน เพื่อทำการตั้งแผ่น ติดตั้งค้ำยันแล้วตรวจสอบความถูกต้อง การติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความรวดเร็วในการติดตั้งมาก อันเนื่องมากจากความชำนาญของผู้ควบคุมเครนและพนักงานติดตั้งทั้งหมด การทำงานเป็นทีมที่มีประสบการณ์สูงทำให้สามารถที่จะกำหนดเทคนิคและวิธีการต่างๆ เป็นแบบเฉพาะของตนเองได้ เช่นการให้สัญญาณมือ การส่งสัญญาณเสียง และการ

แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดี ลำดับในการติดตั้งจะเป็นการติดตั้งจากตำแหน่งที่อยู่ด้านในสุดของอาคารที่อยู่ริมสุดแล้วไล่ออกมาถึงหน้าอาคาร เนื่องจากแผ่นชิ้นส่วนมีขนาดไม่ใหญ่มาก ทำให้การยกไม่ประสบปัญหาเรื่องน้ำหนักในการยก

5.1.3.3 ค่าใช้จ่ายในการใช้เครนของโครงการ C

โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C มีการใช้เครนเหนือศีรษะเป็นจำนวนมาก แต่เป็นการลงทุนจัดซื้อตั้งแต่เริ่มก่อสร้างโรงงาน ค่าใช้จ่ายในการใช้เครนจึงมีเพียงค่าไฟเป็นหลัก จากการสอบถามทางโรงงานไม่ได้เก็บข้อมูลไว้ในส่วนนี้ แต่มีการประมาณการว่ามีการใช้ไฟฟ้าเฉพาะกำลังเครนอยู่ที่ประมาณเดือนละ 25,000 บาท ในส่วนการขนส่งมีการใช้เครนขาสูงซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าภายในโรงงานมีค่าใช้จ่ายโดยประมาณ 10,000 บาท และในขั้นตอนการติดตั้งมีค่าใช้จ่ายเรื่องของน้ำมันดีเซลที่ใช้เติมรถเครนซึ่งแต่ละเดือนมีค่าใช้จ่ายประมาณ 30,000 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายในจุดนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการใช้งานของเครน

5.1.3.4 เจ้าหน้าที่ขับเครนและการบำรุงรักษาของโครงการ C

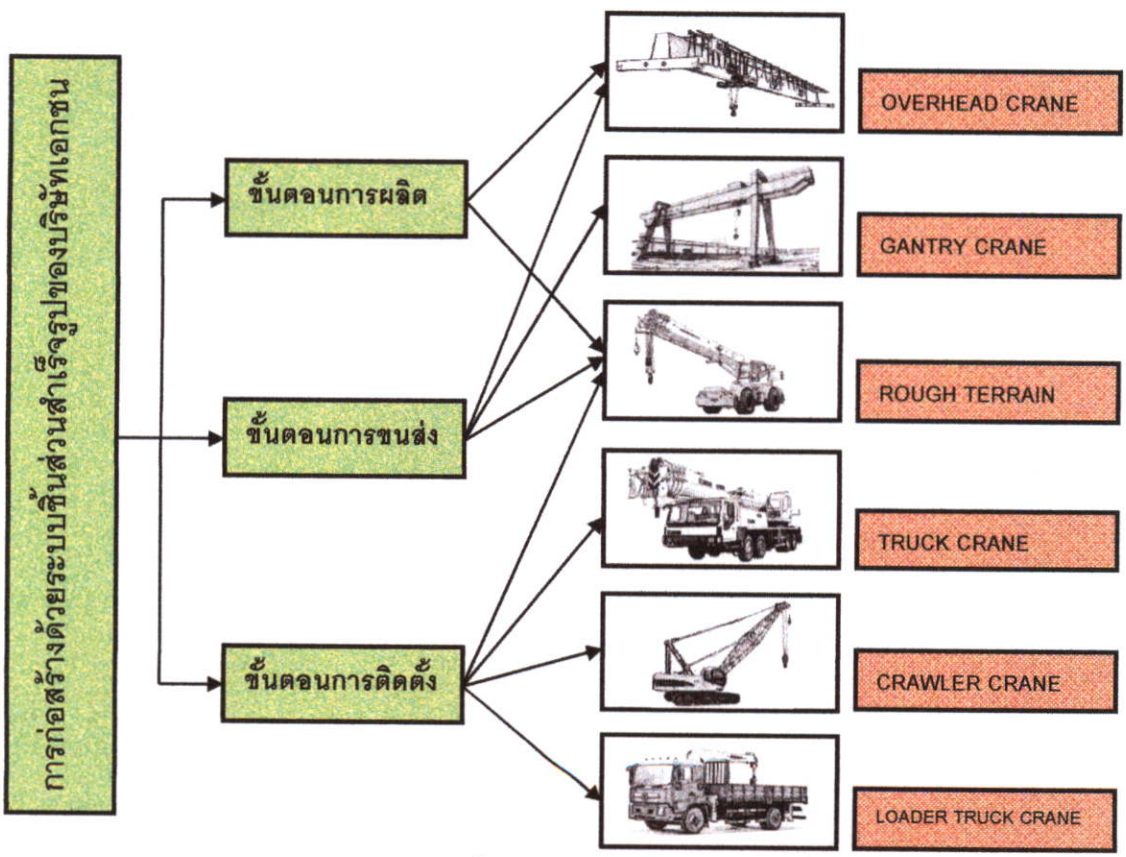
โครงการ C มีนโยบายในการจัดจ้างผู้รับเหมาจากบริษัทอื่นเข้ามาเป็นพนักงานในการขับเครนในโรงงานผลิตและเครนขาสูงในส่วนของการขนส่ง โดยมีการทำงานเป็น 2 ช่วง โดยจะมีพนักงานจากของบริษัท C เป็นคนคอยควบคุมคุณภาพของงานอีกที โดยผู้ควบคุมนี้จะทำหน้าเป็นฝ่ายซ่อมบำรุงเครื่องจักรของโรงงานทั้งหมดอีกด้วย การจ้างเหมาทำให้งานออกมาค่อยข้างมีคุณภาพและมีความรวดเร็วในการทำงานมากขึ้น และไม่จำเป็นต้องจ้างแรงงานเพื่อเข้ามาเป็นพนักงานประจำของบริษัททำให้ไม่ต้องเสียค่าสวัสดิการต่างๆ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายเรื่องแรงงานได้ โดยค่าจ้างของพนักงานขับเครนในส่วนของโรงงานอยู่ที่ 15,000 บาทต่อคน โดยทางบริษัทผู้รับเหมาเป็นคนกำหนดค่าจ้างและค่าทำงานล่วงเวลาให้กับพนักงานขับเครนอีกที ในส่วนขั้นตอนการขนส่งก็เช่นเดียวกันกับขั้นตอนการผลิต คือเป็นการจ้างเหมาจากบริษัทเอกชนแห่งเดียวกันทำงานโดยมีผู้ควบคุมจากบริษัท C ซึ่งมีค่าจ้างเท่ากันกับพนักงานที่ทำงานในโรงงานผลิต แต่ในส่วนขั้นตอนการติดตั้งจะมีพนักงานประจำของบริษัท C เป็นผู้ทำการติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยจะทำงานเป็นทีม ทีมละ 5-6 คน โดยจะมีความชำนาญในการติดตั้งสูง ค่าจ้างของผู้ขับเครนอยู่ที่ 20,000 บาท แต่ไม่ได้เป็นระบบนี้ทุกโครงการก่อสร้าง ทางบริษัท C พยายามใช้นโยบายจ้างผู้รับเหมามาทำงานแทนพนักงานประจำเพื่อลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของสวัสดิการ รวมไปถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทำงานของแรงงาน เพราะบริษัท C สามารถปรับผู้รับเหมาได้

5.1.3.5 ปัญหาที่พบในการใช้เครนของโครงการ C

ปัญหาที่พบในขั้นตอนการผลิตคือเรื่องของเครื่องยนต์เครนเกิดความขัดข้อง ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นจะพ่วงกับเครนชุดอื่นด้วย ทำให้ต้องมีแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ซึ่งทำงานตรวจสอบรวมไปถึงเก็บสำรองอะไหล่ที่ใช้ในการซ่อมเครนไว้เสมอ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ตรวจสอบการใช้เครนของผู้รับเหมาที่เข้ามาทำงานเป็นคนขับเครนอีกด้วย ในขั้นตอนการขนส่งมีการใช้เครนขาสูง ซึ่งมักเกิดความเสียหายในส่วนของแผงควบคุมไฟฟ้าที่อยู่บริเวณขาเครน เพราะการทำงานในที่โล่งทำให้แผงควบคุมสัมผัสกับสภาพแวดล้อมโดยตรง ช่วงเวลาฝนตกทำให้แผงโดนความชื้นทำให้เกิดความเสียหายบ่อยครั้ง ทำให้ไม่ควรใช้เครนแบบขาสูงในขณะฝนตก

5.1.4 สรุปการวิเคราะห์การใช้เครนของทุกโครงการ

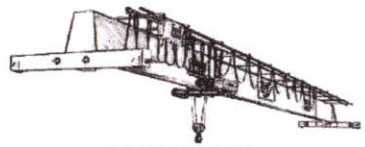
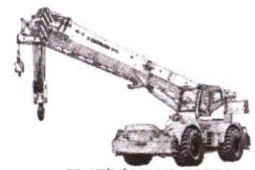
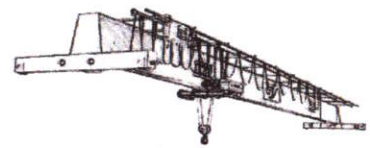
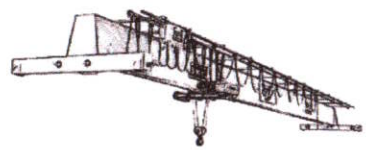
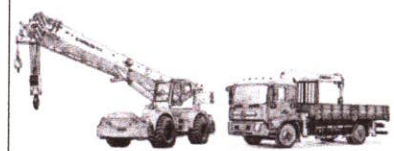
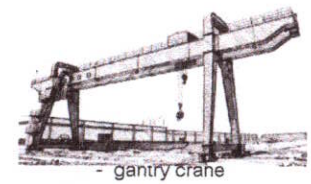
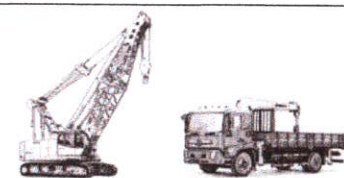
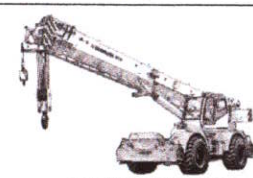
การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการตัวอย่างทั้ง 3 โครงการ พบว่ามีการใช้เครนอยู่ทั้งหมด 6 ประเภท โดยมีสามารถแบ่งประเภทของเครนที่พบได้ดังนี้



ภาพที่ 5.1 ประเภทของเครนที่ใช้ในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(ที่มา: ผู้วิจัย)

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบการใช้เครนของโครงการศึกษา (ที่มา: ผู้วิจัย)

รายละเอียดของโครงการ	ขั้นตอนการก่อสร้าง	โครงการก่อสร้างของบริษัทเอกชน		
		โครงการ A	โครงการ B	โครงการ C
ประเภทของเคนที่ใช้	การผลิต	 - overhead crane	 - rough terrain crane	 - overhead crane
	การขนส่ง	 - overhead crane	 - rough terrain crane ,loader truck crane	 - gantry crane
	การติดตั้ง	- truck crane , rough terrain crane	 - crawler crane , loader truck crane	 - rough terrain crane
ขีดความสามารถ (Capacity) **น้ำหนัก / ระยะแขน / ความสูง** (Maximum)	การผลิต	5 ตัน / 36 เมตร / 18 เมตร	25 ตัน / 28.5 เมตร / 28.5 เมตร	1.6 , 3.2 , 5 , 10 ตัน / 30เมตร / 10.50 เมตร
	การขนส่ง	5 ตัน / 36 เมตร / 18 เมตร	25 ตัน / 28.5 เมตร / 28.5 เมตร	10 , 20 , 40 ตัน / 40เมตร / 14.13 เมตร
	การติดตั้ง	25 ตัน / 28.5 เมตร / 28.5 เมตร 20 ตัน / 20 เมตร / 20 เมตร 5 ตัน / 3 เมตร / 3 เมตร (Hiab)	40 ตัน / 35 เมตร / 35 เมตร 35 ตัน / 30 เมตร / 30 เมตร 5 ตัน / 3 เมตร / 3 เมตร (Hiab)	25 ตัน / 28.5 เมตร / 28.5 เมตร

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

ข้อมูลเครนที่ใช้ในโครงการ	ขั้นตอนการก่อสร้าง	โครงการก่อสร้างของบริษัทเอกชน		
		โครงการ A	โครงการ B	โครงการ C
การจัดหาเครน	การผลิต	จัดซื้อ	เช่า	จัดซื้อ
	การขนส่ง	จัดซื้อ	เช่า	จัดซื้อ
	การติดตั้ง	จัดซื้อ	เช่า	จัดซื้อ
พนักงานขับเครน	การผลิต	พนักงานของบริษัท	จ้างมาพร้อมรถเครน	จ้างผู้รับเหมา
	การขนส่ง	พนักงานของบริษัท	จ้างมาพร้อมรถเครน	จ้างผู้รับเหมา
	การติดตั้ง	พนักงานของบริษัท	จ้างมาพร้อมรถเครน	พนักงานของบริษัท
ค่าจ้างของพนักงานขับเครน / ต่อคน	การผลิต	10,000 บาท	20,500 บาท	15,000 บาท
	การขนส่ง	10,000 บาท	20,500 บาท	15,000 บาท
	การติดตั้ง	12,000 บาท	20,500 บาท	20,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการใช้เครน / ต่อเดือน	การผลิต	8,000 บาท	เช่า 120,000 น้ำมัน 30,000 บาท	25,000 บาท
	การขนส่ง	รวมอยู่กับด้านการผลิต	รวมอยู่กับด้านการผลิต	10,000 บาท
	การติดตั้ง	30,000 บาท	เช่า 400,000 น้ำมัน 30,000 บาท	30,000 บาท
	รวมทั้งหมด	38,000 บาท	580,000 บาท	65,000 บาท
ปัญหาที่พบ	ทุกขั้นตอน	- หาพนักงานขับเครนที่มีความชำนาญยาก - สภาพอากาศ - สลิงขาด - ขาดบุคลากรบำรุงรักษา	- การสื่อสารระหว่างคนขับเครนและคนให้สัญญาณ - ฝนตก ทำให้ทัศนะวิสัยในการบังคับเครนต่ำลง - สภาพถนนของสถานที่ก่อสร้าง	- มีปัญหาเรื่องเครื่องยนต์โดยเฉพาะเครนกลางแจ้ง (วงจร ,แผงควบคุม) - หาพนักงานขับเครนที่มีความชำนาญยาก

จากการศึกษาสรุปว่า มีการใช้เครื่องจักรกลจำพวกเครนอยู่ในทุกขั้นตอนของการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของทั้ง 3 โครงการศึกษา โดยแต่ละบริษัทมีการเลือกใช้เครนที่เหมือนกันและต่างกันในบางขั้นตอน การเลือกใช้เครนที่แตกต่างกันเกิดจากปัจจัยในด้านรูปแบบการบริหารของโครงการ

ภาพที่ 5.2 เครนที่พบทั้งหมดในกระบวนการก่อสร้างของโครงการศึกษา (ที่มา: ผู้วิจัย)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ในขั้นตอนการก่อสร้างของโครงการศึกษามีการใช้เครนรวมทั้งหมด 6 ประเภทประเภทของเครนที่พบในขั้นตอนการผลิต ได้แก่ เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane) และรถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane) ในขั้นตอนการขนส่งพบการใช้เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane), เครนขาสูง (Gantry Crane) รถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane) และรถบรรทุกติดเครน (Truck Loader Crane) ในขั้นตอนการติดตั้งพบการใช้, เครนล้อตีนตะขาบ (Crawler Crane), รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง (Truck Crane), รถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane) และรถบรรทุกติดเครน (Loader Truck Crane)

5.2 การวิเคราะห์การใช้เครนในโครงการศึกษา

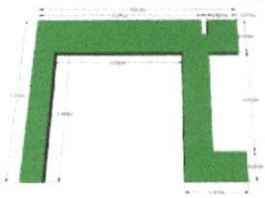
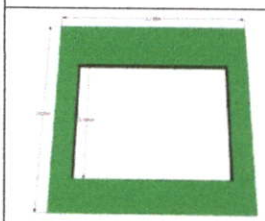
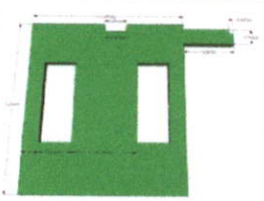
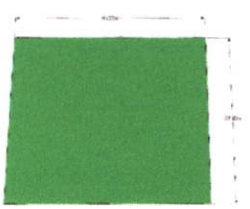
5.2.1 วิเคราะห์การใช้เครนในโครงการศึกษาA

การใช้เครนส่วนใหญ่มักจะเป็นการยกชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยการศึกษาขนาด ปริมาตร น้ำหนัก และจำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถนำไปเปรียบเทียบการใช้งานเครนได้

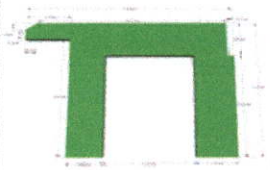
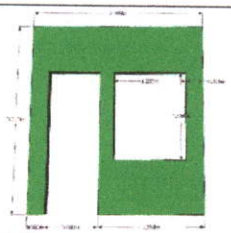
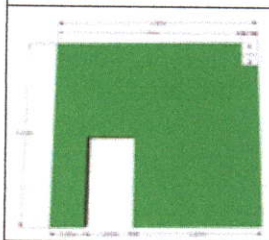
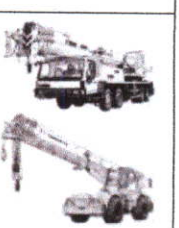
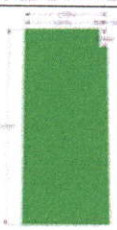
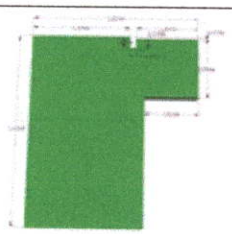
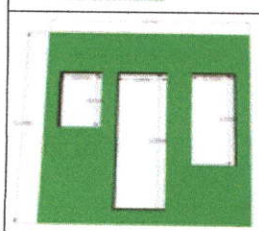
5.2.1.1 วิเคราะห์การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A

เครนที่ใช้ในโครงการ A ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ในการยกแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยรายละเอียดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A สามารถแบ่งรายละเอียดของชิ้นส่วนได้ดังนี้

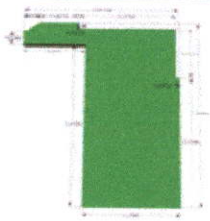
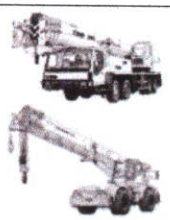
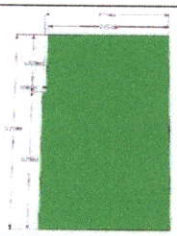
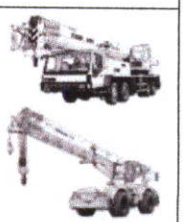
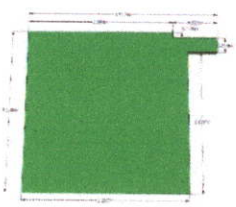
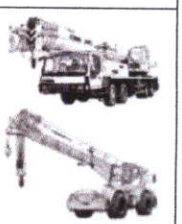
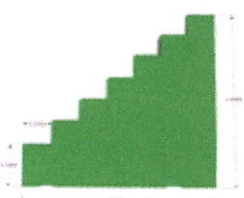
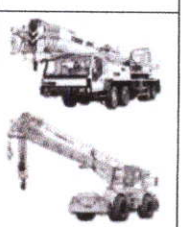
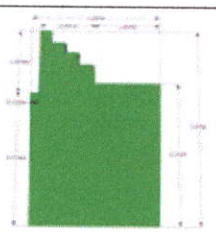
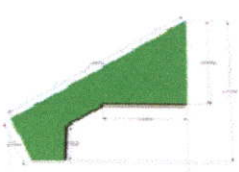
ตารางที่ 5.5 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนผนังของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AW-01			
	ขนาด	3.11x4.014			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.66			
	น้ำหนัก (kg.)	1,716			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-02			
	ขนาด	3.11x3.238			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.653			
	น้ำหนัก (kg.)	1,697.8			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AW-03			
	ขนาด	3.21x2.994			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.004			
	น้ำหนัก (kg.)	2,610.4			
	จำนวน (แผ่น)	4			
	รหัส	AW-04			
	ขนาด	0.3x3.979			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.148			
	น้ำหนัก (kg.)	384.8			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AW-05			
	ขนาด	0.4x3.717			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.213			
	น้ำหนัก (kg.)	553.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-06			
	ขนาด	0.51*0.6			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.038			
	น้ำหนัก (kg.)	98.8			
	จำนวน (แผ่น)	2			

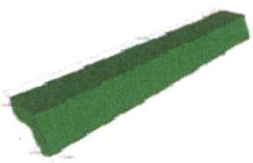
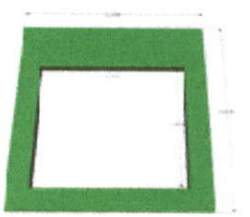
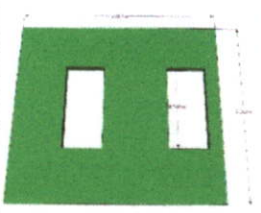
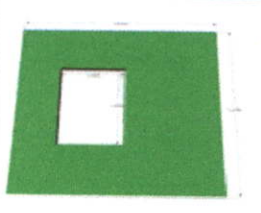
ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AW-07			
	ขนาด	3.21x5.1			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.992			
	น้ำหนัก (kg.)	2,579.2			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AW-08			
	ขนาด	3.21*2.994			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.696			
	น้ำหนัก (kg.)	1,809.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-09			
	ขนาด	0.4*4.31			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.192			
	น้ำหนัก (kg.)	499.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-10			
	ขนาด	3.21*3.587			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.272			
	น้ำหนัก (kg.)	3,307.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-11			
	ขนาด	3.11*1.337			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.515			
	น้ำหนัก (kg.)	1,339			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-12			
	ขนาด	3.11*2.817			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.848			
	น้ำหนัก (kg.)	2,204.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-13			
	ขนาด	3.11*3.294			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.855			
	น้ำหนัก (kg.)	2,223			
	จำนวน (แผ่น)	6			

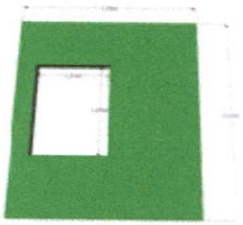
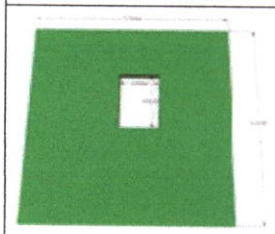
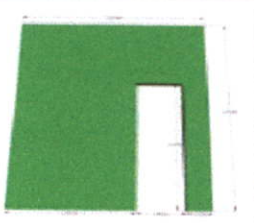
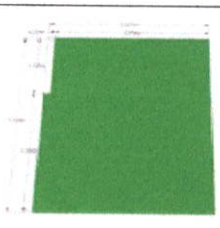
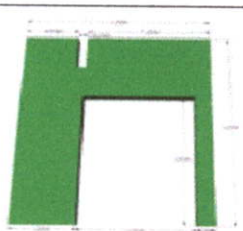
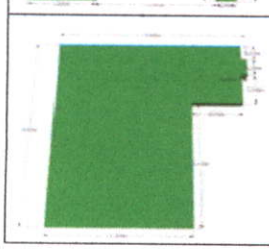
ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AW-14			
	ขนาด	0.9*2.14			
	ปริมาตร (m.³)	0.223			
	น้ำหนัก (kg.)	579.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-15			
	ขนาด	3.21*2.817			
	ปริมาตร (m.³)	0.706			
	น้ำหนัก (kg.)	1,835.6			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	AW-16			
	ขนาด	3.21*2.154			
	ปริมาตร (m.³)	0.857			
	น้ำหนัก (kg.)	1,835.6			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	AW-17			
	ขนาด	3.21*2.917			
	ปริมาตร (m.³)	1.342			
	น้ำหนัก (kg.)	3,489.2			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	AW-18			
	ขนาด	1.575*1.44			
	ปริมาตร (m.³)	0.176			
	น้ำหนัก (kg.)	457.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-19			
	ขนาด	3.078*2.08			
	ปริมาตร (m.³)	0.637			
	น้ำหนัก (kg.)	1,656.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-20			
	ขนาด	1.144*1.421			
	ปริมาตร (m.³)	0.075			
	น้ำหนัก (kg.)	195			
	จำนวน (แผ่น)	7			

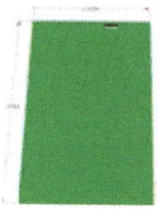
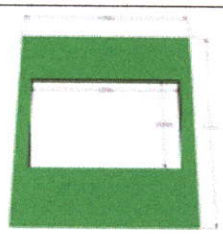
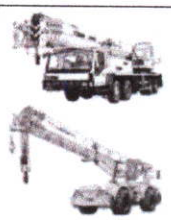
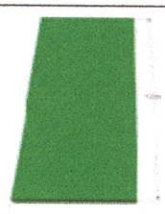
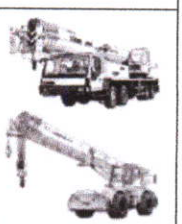
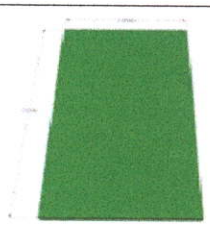
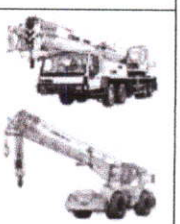
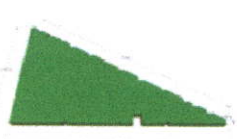
ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AW-21			
	ขนาด	0.238x1.712			
	ปริมาตร (m.³)	0.051			
	น้ำหนัก (kg.)	132.6			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	AW-22			
	ขนาด	0.25x1.442			
	ปริมาตร (m.³)	0.033			
	น้ำหนัก (kg.)	85.8			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	AW-23			
	ขนาด	0.25x1.629			
	ปริมาตร (m.³)	0.315			
	น้ำหนัก (kg.)	819			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	AW-24			
	ขนาด	2.797x0.915			
	ปริมาตร (m.³)	0.315			
	น้ำหนัก (kg.)	819			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-25			
	ขนาด	3.21*3.294			
	ปริมาตร (m.³)	0.668			
	น้ำหนัก (kg.)	1,736.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-26			
	ขนาด	3.21x3.657			
	ปริมาตร (m.³)	1.205			
	น้ำหนัก (kg.)	3,133			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AW-27			
	ขนาด	3.21x3.864			
	ปริมาตร (m.³)	1.316			
	น้ำหนัก (kg.)	3,421.6			
	จำนวน (แผ่น)	2			

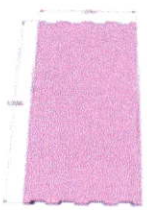
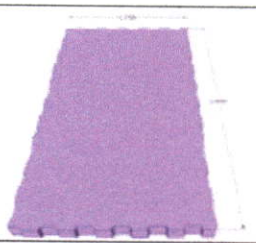
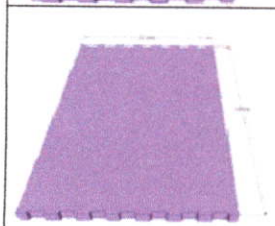
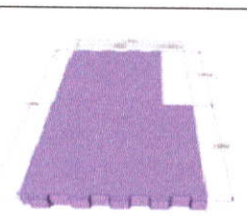
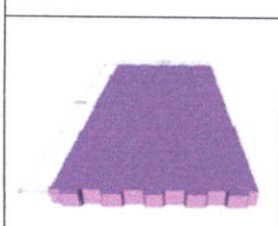
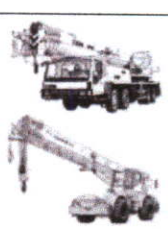
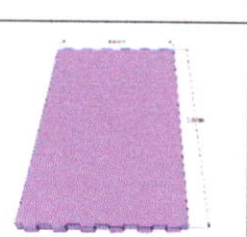
ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AW-28			
	ขนาด	3.21x2.994			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.967			
	น้ำหนัก (kg.)	2,514.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-29			
	ขนาด	3.21x3.294			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.248			
	น้ำหนัก (kg.)	3,244.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-30			
	ขนาด	3.21x1.644			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.66			
	น้ำหนัก (kg.)	1,716			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-31			
	ขนาด	3.21x3.294			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.112			
	น้ำหนัก (kg.)	2,891.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-32			
	ขนาด	3.21x3.117			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.234			
	น้ำหนัก (kg.)	3,208.4			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-33			
	ขนาด	3.21x3.29			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.801			
	น้ำหนัก (kg.)	2,082.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-34			
	ขนาด	3.21x3.409			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.089			
	น้ำหนัก (kg.)	2,831.4			
	จำนวน (แผ่น)	6			

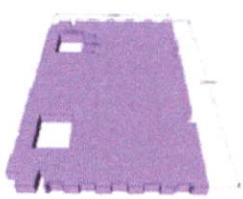
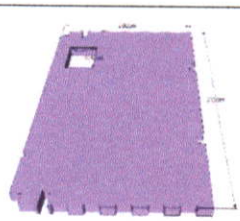
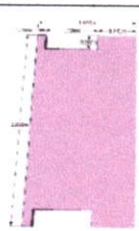
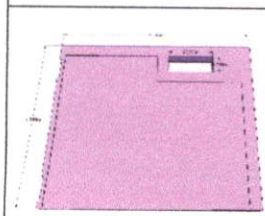
ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AW-35			
	ขนาด	3.21*2.164			
	ปริมาตร (m.³)	0.865			
	น้ำหนัก (kg.)	2,249.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-36			
	ขนาด	3.21*2.994			
	ปริมาตร (m.³)	0.723			
	น้ำหนัก (kg.)	1,879.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AW-37			
	ขนาด	3.21*0.797			
	ปริมาตร (m.³)	0.297			
	น้ำหนัก (kg.)	772.2			
	จำนวน (แผ่น)	11			
	รหัส	AW-38			
	ขนาด	3.21*1.644			
	ปริมาตร (m.³)	0.66			
	น้ำหนัก (kg.)	1,716			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	AW-39			
	ขนาด	3.21*2.094			
	ปริมาตร (m.³)	0.84			
	น้ำหนัก (kg.)	2,184			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	AW-40			
	ขนาด	3.21*2994			
	ปริมาตร (m.³)	1.201			
	น้ำหนัก (kg.)	3,122.6			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	AW-41			
	ขนาด	2.072*3.432			
	ปริมาตร (m.³)	0.455			
	น้ำหนัก (kg.)	1,183			
	จำนวน (แผ่น)	6			

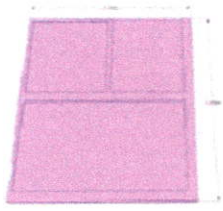
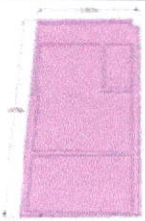
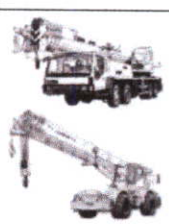
ตารางที่ 5.6 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนของพื้นของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AF-01			
	ขนาด	1.22x1.73			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.259			
	น้ำหนัก (kg.)	673.4			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-02			
	ขนาด	1.22x2.16			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.325			
	น้ำหนัก (kg.)	845			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-03			
	ขนาด	1.73x3.09			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.658			
	น้ำหนัก (kg.)	1,710.8			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	AF-04			
	ขนาด	2.16x3.09			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.826			
	น้ำหนัก (kg.)	2,147.6			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	AF-05			
	ขนาด	1.39x2.19			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.335			
	น้ำหนัก (kg.)	923			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-06			
	ขนาด	1.5x3.09			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.574			
	น้ำหนัก (kg.)	1,492.4			
	จำนวน (แผ่น)	24			
	รหัส	AF-07			
	ขนาด	1.81x3.09			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.692			
	น้ำหนัก (kg.)	1,799.2			
	จำนวน (แผ่น)	12			

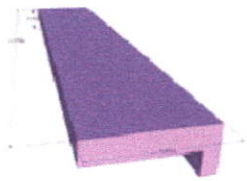
ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AF-08			
	ขนาด	0.53*3.09			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.201			
	น้ำหนัก (kg.)	552.6			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AF-09			
	ขนาด	1.3*3.09			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.498			
	น้ำหนัก (kg.)	1,294.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-10			
	ขนาด	1.3*3.39			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.546			
	น้ำหนัก (kg.)	1,419.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-11			
	ขนาด	1.92*3.09			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.679			
	น้ำหนัก (kg.)	1,765.4			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-12			
	ขนาด	1.92*3.09			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.701			
	น้ำหนัก (kg.)	1,822.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-13			
	ขนาด	1.92*3.53			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.776			
	น้ำหนัก (kg.)	2,017.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-14			
	ขนาด	1.8*2.135			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.48			
	น้ำหนัก (kg.)	1,248.97			
	จำนวน (แผ่น)	6			

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AF-15			
	ขนาด	1.8*2.135			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.613			
	น้ำหนัก (kg.)	1,595.91			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-16			
	ขนาด	3.54*1.887			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.81			
	น้ำหนัก (kg.)	2,106			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	AF-17			
	ขนาด	3.54*1.12			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.478			
	น้ำหนัก (kg.)	1,242.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AF-18			
	ขนาด	0.92*3.11			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.354			
	น้ำหนัก (kg.)	920.4			
	จำนวน (แผ่น)	8			
	รหัส	AF-19			
	ขนาด	0.35*1.92			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.131			
	น้ำหนัก (kg.)	340.6			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AF-20			
	ขนาด	0.45*2.07			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.142			
	น้ำหนัก (kg.)	369.2			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AF-21			
	ขนาด	0.3*3.53			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.13			
	น้ำหนัก (kg.)	338			
	จำนวน (แผ่น)	6			

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AF-22			
	ขนาด	0.6*3.27			
	ปริมาตร (m.³)	0.267			
	น้ำหนัก (kg.)	694.2			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AF-23			
	ขนาด	0.314*3.54			
	ปริมาตร (m.³)	0.111			
	น้ำหนัก (kg.)	288.6			
	จำนวน (แผ่น)	2			

ตารางที่ 5.7 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนของคานของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AB-01			
	ขนาด	0.4*2.96			
	ปริมาตร (m.³)	0.148			
	น้ำหนัก (kg.)	384.8			
	จำนวน (แผ่น)	30			
	รหัส	AB-02			
	ขนาด	0.4*3.44			
	ปริมาตร (m.³)	0.168			
	น้ำหนัก (kg.)	429			
	จำนวน (แผ่น)	4			
	รหัส	AB-03			
	ขนาด	0.4*3.697			
	ปริมาตร (m.³)	0.185			
	น้ำหนัก (kg.)	481			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	AB-04			
	ขนาด	0.4*3.997			
	ปริมาตร (m.³)	0.2			
	น้ำหนัก (kg.)	520			
	จำนวน (แผ่น)	2			

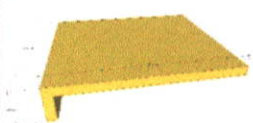
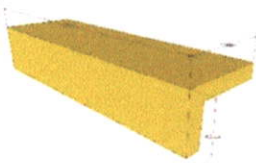
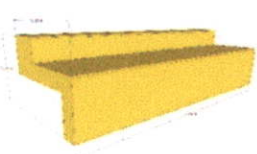
ตารางที่ 5.7 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AB-05			
	ขนาด	0.4*3.26			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.137			
	น้ำหนัก (kg.)	356.2			
	จำนวน (แผ่น)	18			
	รหัส	AB-06			
	ขนาด	0.4*3.26			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.163			
	น้ำหนัก (kg.)	423.8			
	จำนวน (แผ่น)	10			
	รหัส	AB-07			
	ขนาด	0.3*2.06			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.077			
	น้ำหนัก (kg.)	200.2			
	จำนวน (แผ่น)	1			
	รหัส	AB-08			
	ขนาด	0.3*1.61			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.06			
	น้ำหนัก (kg.)	156			
	จำนวน (แผ่น)	1			
	รหัส	AB-09			
	ขนาด	0.5*3.28			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.205			
	น้ำหนัก (kg.)	533			
	จำนวน (แผ่น)	1			
	รหัส	AB-10			
	ขนาด	0.4*1.61			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.08			
	น้ำหนัก (kg.)	208			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	AB-11			
	ขนาด	0.4*2.06			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.103			
	น้ำหนัก (kg.)	267.8			
	จำนวน (แผ่น)	8			

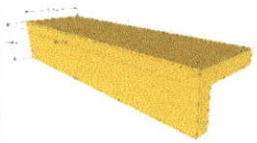
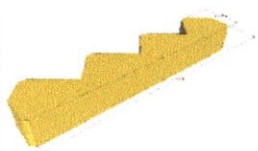
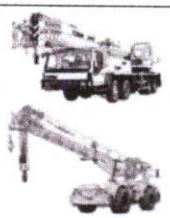
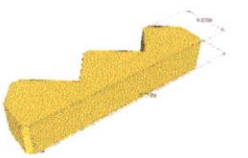
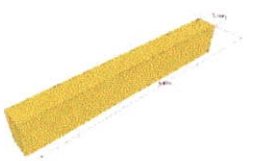
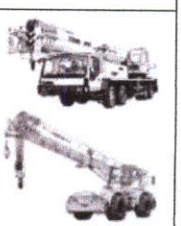
ตารางที่ 5.7 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AB-12			
	ขนาด	0.3*1.929			
	ปริมาตร (m.³)	0.072			
	น้ำหนัก (kg.)	187.2			
	จำนวน (แผ่น)	13			
	รหัส	AB-13			
	ขนาด	0.4*2.06			
	ปริมาตร (m.³)	0.103			
	น้ำหนัก (kg.)	267.8			
	จำนวน (แผ่น)	4			
	รหัส	AB-14			
	ขนาด	0.3*1.69			
	ปริมาตร (m.³)	0.062			
	น้ำหนัก (kg.)	161.2			
	จำนวน (แผ่น)	12			

ตารางที่ 5.8 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนของบันไดของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AS-01			
	ขนาด	1.032*1.047			
	ปริมาตร (m.³)	0.061			
	น้ำหนัก (kg.)	158.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AS-02			
	ขนาด	0.3*1.032			
	ปริมาตร (m.³)	0.023			
	น้ำหนัก (kg.)	59.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AS-03			
	ขนาด	0.343*1.032			
	ปริมาตร (m.³)	0.034			
	น้ำหนัก (kg.)	88.4			
	จำนวน (แผ่น)	6			

ตารางที่ 5.8 (ต่อ)

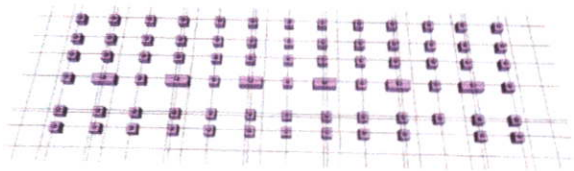
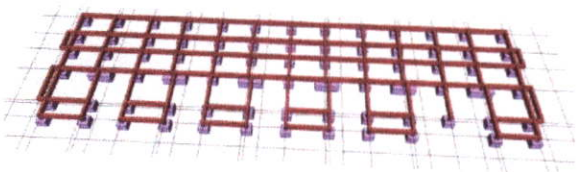
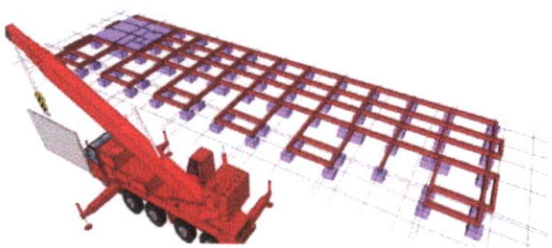
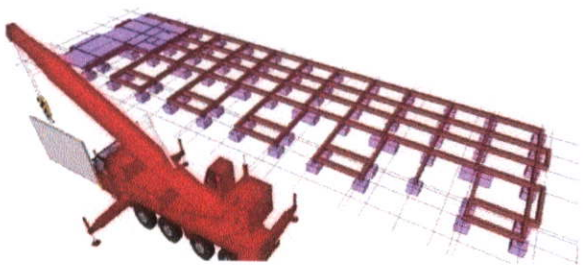
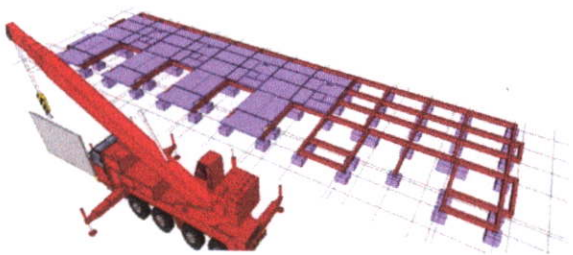
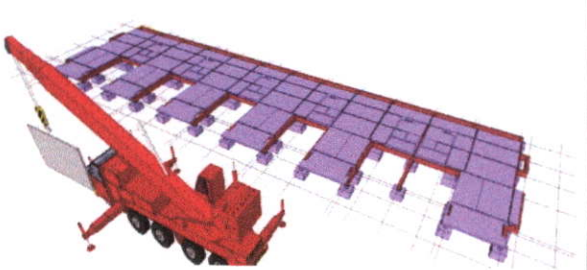
รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	AS-04			
	ขนาด	0.275*1.032			
	ปริมาตร (m.³)	0.021			
	น้ำหนัก (kg.)	54.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AS-05			
	ขนาด	0.205*1.063			
	ปริมาตร (m.³)	0.02			
	น้ำหนัก (kg.)	52			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AS-06			
	ขนาด	0.205*0.774			
	ปริมาตร (m.³)	0.015			
	น้ำหนัก (kg.)	39			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	AS-07			
	ขนาด	0.08*0.88			
	ปริมาตร (m.³)	0.009			
	น้ำหนัก (kg.)	23.4			
	จำนวน (แผ่น)	6			

จากตารางที่ 5.5 – 5.8 สรุปได้ว่า ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ A ต่อ 1 แถว 6 ยูนิต มีรูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมด 85 รูปแบบ โดยเป็นชิ้นส่วนผนัง 41 รูปแบบ ชิ้นส่วนคาน 14รูปแบบ ชิ้นส่วนพื้น 23 รูปแบบ และชิ้นส่วนบันได 7 รูปแบบ โดยมีชิ้นส่วนในการก่อสร้างอาคารทั้งหมด 557 ชิ้น

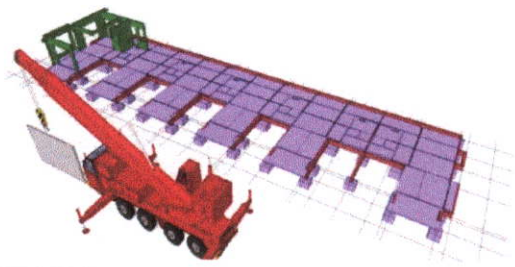
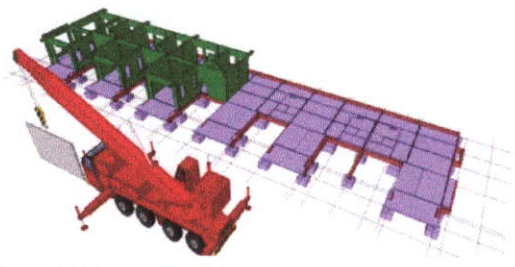
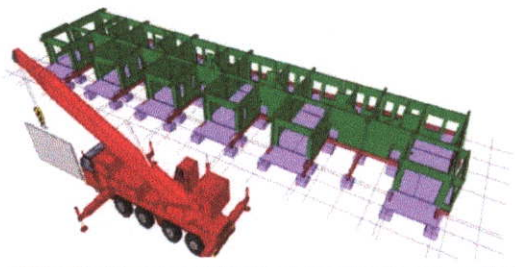
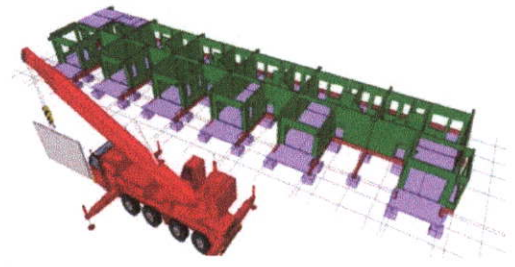
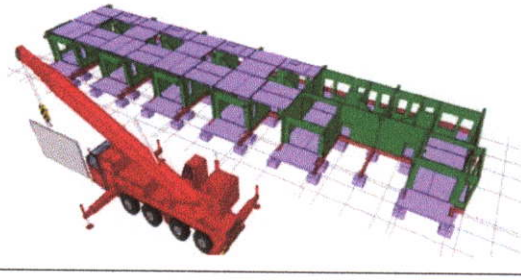
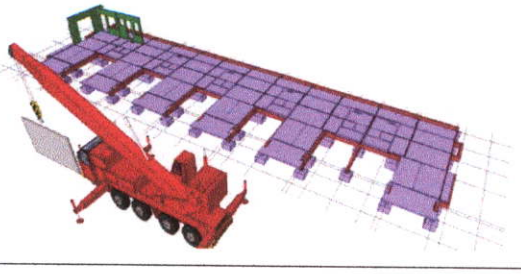
5.2.1.2 วิเคราะห์การใช้เครนในลำดับขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A

การใช้เครนในขั้นตอนการติดตั้งของโครงการ A มีความสัมพันธ์กันระหว่างการใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป การใช้เครนจะส่งผลต่อการวางลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยโครงการมีแนวคิดในการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยเริ่มจากด้านในสุดของยูนิตที่อยู่ท้ายสุด แล้วไล่ลำดับออกมาจนเสร็จทีละยูนิต การทำงานจะต้องมีการวางแผนให้ถูกต้องก่อนการติดตั้งจริง โดยลำดับการวางชิ้นส่วนของโครงการ A มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

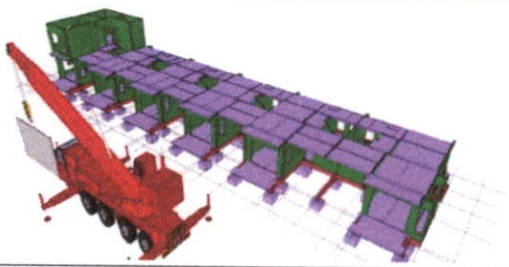
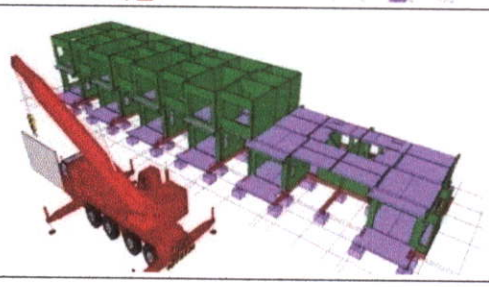
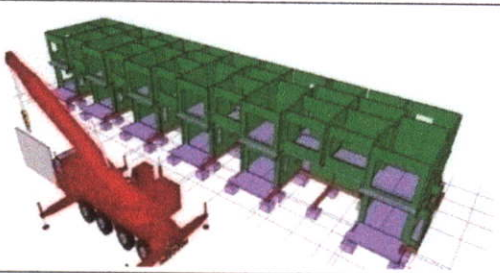
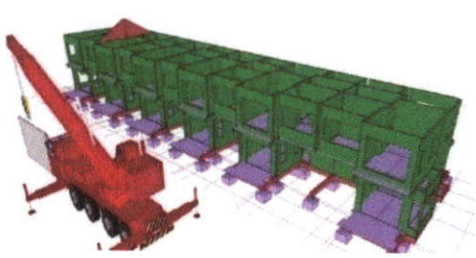
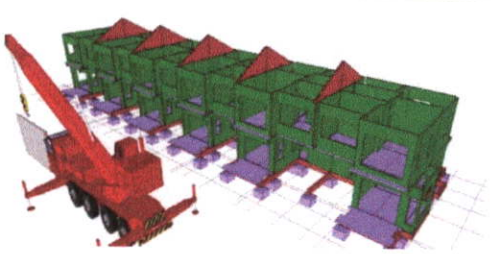
ตารางที่ 5.9 ขั้นตอนในการประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	1. ทำการขุดดินเพื่อหล่อตอม่อบนหัวเสาเข็มของอาคาร
	2. ทำการวางแผ่นคานสำเร็จ โดยจะเริ่มวางจากริมในสุดปลายทางตัน ไปจนนอกสุดของอาคารติดถนนในโครงการ
	3. ทำการวางแผ่นพื้นสำเร็จชั้น 1 โดยจะเริ่มวางจากบริเวณริมสุด และในสุดของอาคาร
	4. วางแผ่นพื้นสำเร็จรูปให้เสร็จจากในสุดมานอกสุด โดยวางให้เสร็จทีละหลัง
	5. วางแผ่นพื้นจากหลังแรกไล่ออกมาเรื่อยๆ จนเสร็จหลังสุดท้าย
	6. ติดตั้งแผ่นพื้นชั้น 1 เสร็จสิ้น

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	7. ติดตั้งแผ่นกำแพงโดยเริ่มจากริมซ้ายสุดแผ่นในสุดเป็นแผ่นแรก
	8. ทำการติดตั้งแผ่นกำแพงชั้น 1 ไล่ให้เสร็จทีละหลังจนครบ
	9. ติดตั้งกำแพงชั้น 1 เสร็จสิ้น
	10. ติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จชั้น 2 โดยจะเริ่มวางจากบริเวณริมสุด และในสุดของอาคาร
	11. ทำการติดตั้งแผ่นพื้นชั้น 2 ไล่ให้เสร็จทีละหลังจนครบ
	12. ติดตั้งแผ่นพื้นชั้น 2 เสร็จสิ้น

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

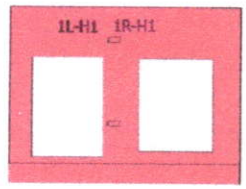
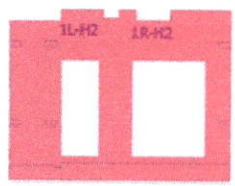
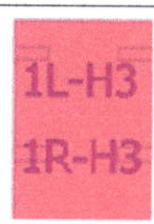
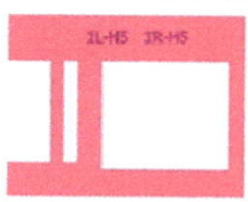
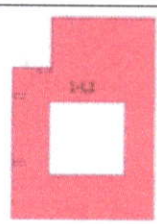
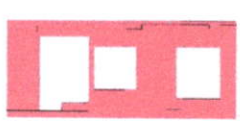
รูปภาพ	การติดตั้ง
	13. วางแผ่นกำแพงชั้น 2 โดยติดตั้งจากริมสุด ในสุดของอาคาร
	14. ทำการติดตั้งกำแพงชั้น 2 โดยไลให้เสร็จทีละหลังจนครบ
	15. ติดตั้งแผ่นกำแพงชั้น 2 เสร็จสิ้น
	16. ติดตั้งแผ่นสามเหลี่ยมกั้นช่องเพดานระหว่างหน่วย โดยไล่จากริมสุดออกมา
	17. ติดตั้งแผ่นสามเหลี่ยมกั้นช่องเพดานระหว่างหน่วย เสร็จสิ้น

5.2.2 วิเคราะห์การใช้เครนในโครงการศึกษาB

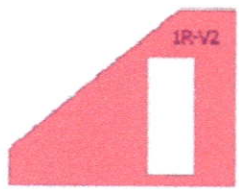
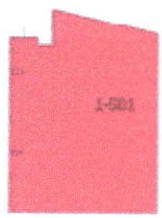
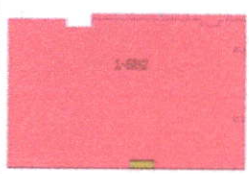
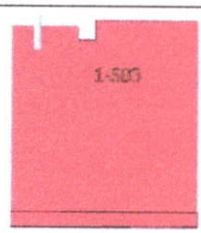
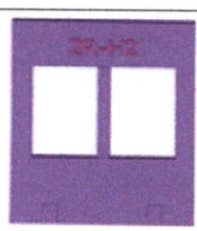
5.2.2.1 วิเคราะห์การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B

เครนที่ใช้ในโครงการ B มีทั้งหมด 3 ประเภท โดยการใช้งานส่วนในขั้นตอนการผลิตและขนส่งเป็นการใช้งานในโรงงานชั่วคราว ในส่วนของการติดตั้งเป็นการใช้เครนแบบเคลื่อนที่ได้ การใช้เครนส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ในการยกแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยรายละเอียดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ดังต่อไปนี้

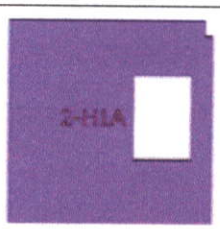
ตารางที่ 5.10 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนผนังของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BW-01			
	ขนาด	3.61x4.84			
	ปริมาตร (m.³)	1.55			
	น้ำหนัก (kg.)	4,030			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-02			
	ขนาด	3.66x4.84			
	ปริมาตร (m.³)	1.71			
	น้ำหนัก (kg.)	4,446			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-03			
	ขนาด	1.47x1.00			
	ปริมาตร (m.³)	0.48			
	น้ำหนัก (kg.)	1,248			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-04			
	ขนาด	3.66x4.84			
	ปริมาตร (m.³)	1.27			
	น้ำหนัก (kg.)	3,302			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-05			
	ขนาด	5.04x3.54			
	ปริมาตร (m.³)	1.67			
	น้ำหนัก (kg.)	4,342			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	BW-06			
	ขนาด	3.95x9.24			
	ปริมาตร (m.³)	2.92			
	น้ำหนัก (kg.)	7,592			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	BW-07			
	ขนาด	3.25x2.96			
	ปริมาตร (m.³)	1.26			
	น้ำหนัก (kg.)	3,276			
	จำนวน (แผ่น)	7			

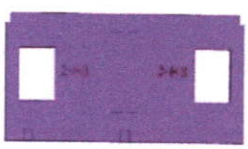
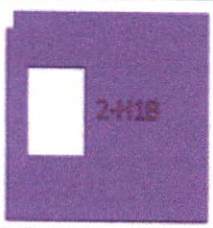
ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BW-08			
	ขนาด	3.15x4.13			
	ปริมาตร (m.³)	0.92			
	น้ำหนัก (kg.)	2,392			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-09			
	ขนาด	3.15x3.66			
	ปริมาตร (m.³)	1.52			
	น้ำหนัก (kg.)	3952			
	จำนวน (แผ่น)	3			
	รหัส	BW-10			
	ขนาด	3.66x5.88			
	ปริมาตร (m.³)	2.62			
	น้ำหนัก (kg.)	6812			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	BW-11			
	ขนาด	3.34x3.56			
	ปริมาตร (m.³)	1.43			
	น้ำหนัก (kg.)	3,718			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	BW-12			
	ขนาด	3.76x3.14			
	ปริมาตร (m.³)	1.46			
	น้ำหนัก (kg.)	3796			
	จำนวน (แผ่น)	3			
	รหัส	BW-13			
	ขนาด	2.99x10.08			
	ปริมาตร (m.³)	3.3			
	น้ำหนัก (kg.)	8,580			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	BW-14			
	ขนาด	2.71x2.35			
	ปริมาตร (m.³)	0.54			
	น้ำหนัก (kg.)	1,404			
	จำนวน (แผ่น)	7			

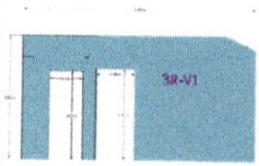
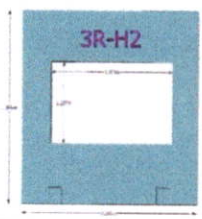
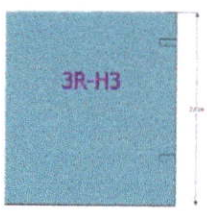
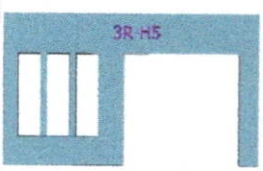
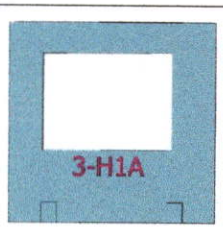
ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BW-15			
	ขนาด	2.86x2.35			
	ปริมาตร (m.³)	0.63			
	น้ำหนัก (kg.)	1,638			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-16			
	ขนาด	2.86x2.40			
	ปริมาตร (m.³)	0.15			
	น้ำหนัก (kg.)	390			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-17			
	ขนาด	2.86x2.35			
	ปริมาตร (m.³)	0.84			
	น้ำหนัก (kg.)	2,184			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	BW-18			
	ขนาด	2.86x4.84			
	ปริมาตร (m.³)	0.9			
	น้ำหนัก (kg.)	2,340			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-19			
	ขนาด	2.86x2.79			
	ปริมาตร (m.³)	0.87			
	น้ำหนัก (kg.)	2,262			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	BW-20			
	ขนาด	2.86x2.35			
	ปริมาตร (m.³)	0.841			
	น้ำหนัก (kg.)	2,186.6			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	BW-21			
	ขนาด	2.86x4.78			
	ปริมาตร (m.³)	1.4			
	น้ำหนัก (kg.)	3,640			
	จำนวน (แผ่น)	7			

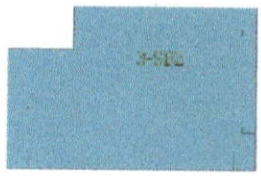
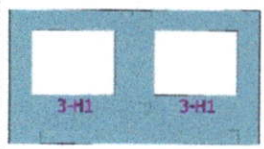
ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BW-22			
	ขนาด	2.86x3.47			
	ปริมาตร (m.³)	1.244			
	น้ำหนัก (kg.)	3,234.4			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	BW-23			
	ขนาด	2.86x6.59			
	ปริมาตร (m.³)	2.356			
	น้ำหนัก (kg.)	6,125.6			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	BW-24			
	ขนาด	2.98x3.47			
	ปริมาตร (m.³)	1.297			
	น้ำหนัก (kg.)	3,372.2			
	จำนวน (แผ่น)	1			
	รหัส	BW-25			
	ขนาด	2.98x6.59			
	ปริมาตร (m.³)	2.451			
	น้ำหนัก (kg.)	6,372.6			
	จำนวน (แผ่น)	1			
	รหัส	BW-26			
	ขนาด	2.86x5.30			
	ปริมาตร (m.³)	1.65			
	น้ำหนัก (kg.)	4,290			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	BW-27			
	ขนาด	2.86x2.79			
	ปริมาตร (m.³)	1.05			
	น้ำหนัก (kg.)	2,730			
	จำนวน (แผ่น)	1			
	รหัส	BW-28			
	ขนาด	2.85x9.00			
	ปริมาตร (m.³)	3.175			
	น้ำหนัก (kg.)	8,255			
	จำนวน (แผ่น)	2			

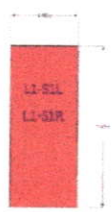
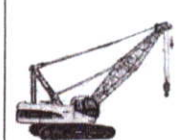
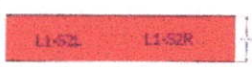
ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BW-29			
	ขนาด	2.85x5.46			
	ปริมาตร (m.³)	1.48			
	น้ำหนัก (kg.)	3,848			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-30			
	ขนาด	2.84x2.60			
	ปริมาตร (m.³)	0.65			
	น้ำหนัก (kg.)	1,690			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-31			
	ขนาด	2.84x2.60			
	ปริมาตร (m.³)	0.923			
	น้ำหนัก (kg.)	2399.8			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BW-32			
	ขนาด	2.84x4.84			
	ปริมาตร (m.³)	1.475			
	น้ำหนัก (kg.)	3,835			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	BW-33			
	ขนาด	2.84x4.84			
	ปริมาตร (m.³)	0.887			
	น้ำหนัก (kg.)	2,306.2			
	จำนวน (แผ่น)	4			
	รหัส	BW-34			
	ขนาด	2.84x4.84			
	ปริมาตร (m.³)	1.47			
	น้ำหนัก (kg.)	3,822			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	BW-35			
	ขนาด	2.84x5.52			
	ปริมาตร (m.³)	1.949			
	น้ำหนัก (kg.)	5,075.2			
	จำนวน (แผ่น)	1			

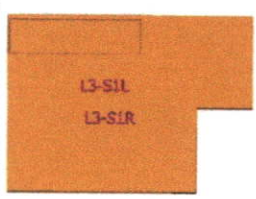
ตารางที่ 5.10 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BW-36			
	ขนาด	2.84x4.54			
	ปริมาตร (m.³)	1.8			
	น้ำหนัก (kg.)	4,680			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	BW-37			
	ขนาด	2.47x4.80			
	ปริมาตร (m.³)	1.00			
	น้ำหนัก (kg.)	2,600			
	จำนวน (แผ่น)	3			
	รหัส	BW-38			
	ขนาด	2.84x5.64			
	ปริมาตร (m.³)	1.952			
	น้ำหนัก (kg.)	5,075.2			
	จำนวน (แผ่น)	5			

ตารางที่ 5.11 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนพื้นของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BF-01			
	ขนาด	1.02x2.42			
	ปริมาตร (m.³)	0.308			
	น้ำหนัก (kg.)	800.8			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BF-02			
	ขนาด	0.98x4.91			
	ปริมาตร (m.³)	0.601			
	น้ำหนัก (kg.)	1,562.6			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BF-03			
	ขนาด	2.05x4.96			
	ปริมาตร (m.³)	0.962			
	น้ำหนัก (kg.)	2,501.2			
	จำนวน (แผ่น)	7			

ตารางที่ 5.11 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BF-04			
	ขนาด	2.71x2.85			
	ปริมาตร (m.³)	0.965			
	น้ำหนัก (kg.)	2,509			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BF-05			
	ขนาด	2.04x4.96			
	ปริมาตร (m.³)	1.264			
	น้ำหนัก (kg.)	3,286.4			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BF-06			
	ขนาด	2.94x4.96			
	ปริมาตร (m.³)	1.822			
	น้ำหนัก (kg.)	4,737.2			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BF-07			
	ขนาด	1.18x4.04			
	ปริมาตร (m.³)	0.476			
	น้ำหนัก (kg.)	1,237.6			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BF-08			
	ขนาด	3.59x4.96			
	ปริมาตร (m.³)	1.975			
	น้ำหนัก (kg.)	5,135			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BF-09			
	ขนาด	2.09x4.96			
	ปริมาตร (m.³)	1.22			
	น้ำหนัก (kg.)	3,172			
	จำนวน (แผ่น)	7			
	รหัส	BF-10			
	ขนาด	3.22x4.96			
	ปริมาตร (m.³)	1.966			
	น้ำหนัก (kg.)	5,189.6			
	จำนวน (แผ่น)	4			

ตารางที่ 5.11 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BF-11			
	ขนาด	0.84x4.96			
	ปริมาตร (m.³)	0.46			
	น้ำหนัก (kg.)	1,196			
	จำนวน (แผ่น)	7			

ตารางที่ 5.12 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนหลังคาของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

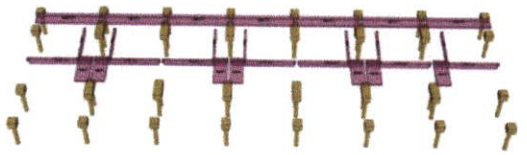
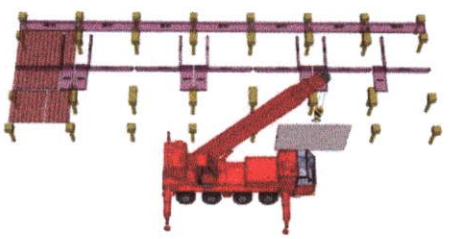
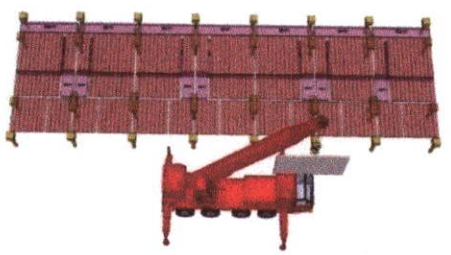
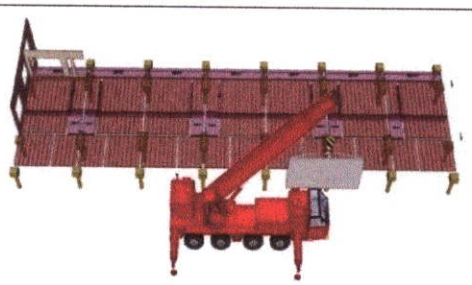
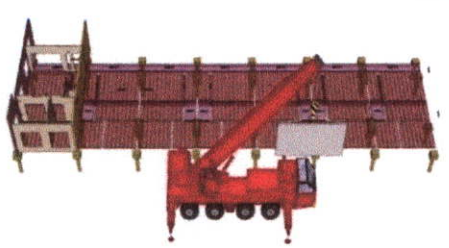
รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	BR-01			
	ขนาด	1.72x8.20			
	ปริมาตร (m.³)	0.93			
	น้ำหนัก (kg.)	2,418			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	BR-02			
	ขนาด	2.98x10.80			
	ปริมาตร (m.³)	2.12			
	น้ำหนัก (kg.)	5,512			
	จำนวน (แผ่น)	1			

จากตารางที่ 5.10 – 5.12 สรุปได้ว่า ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ B ต่อ 1 แถว 6 ยูนิต มีรูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมด 51 รูปแบบ โดยเป็นชิ้นส่วนผนัง 38 ชิ้นส่วนพื้น 11 รูปแบบ และชิ้นส่วนหลังคา 2 รูปแบบ โดยมีชิ้นส่วนในการก่อสร้างอาคารทั้งหมด 255 ชิ้น จากการศึกษาพบว่าชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B มีปริมาตรค่อนข้างใหญ่ ทำให้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักมากกว่าโครงการอื่นๆ

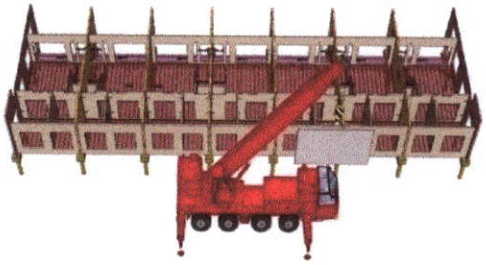
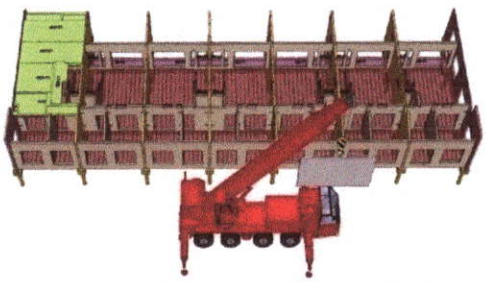
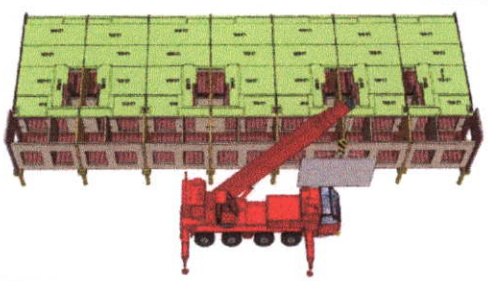
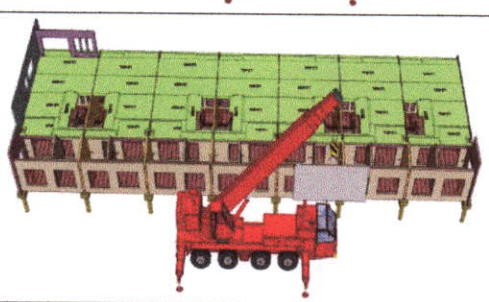
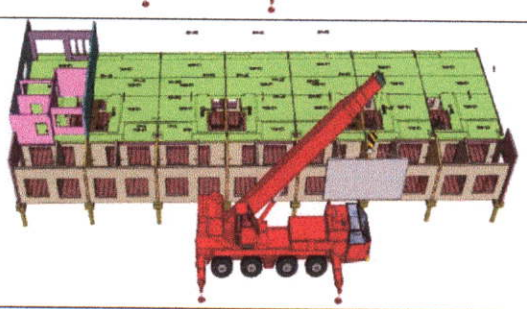
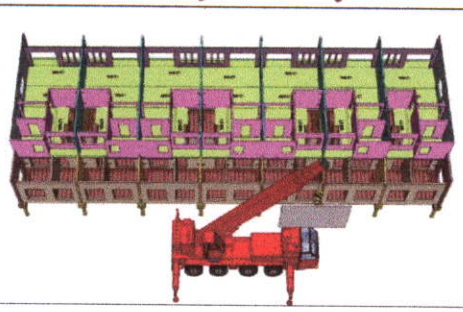
5.2.2.2 วิเคราะห์การใช้เครนในลำดับขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B

การใช้เครนของโครงการ B ในขั้นตอนการติดตั้งแผ่น มีการใช้เครนล้อตีนตะขาบเป็นเครนหลัก การติดตั้งแผ่นที่มีขนาดใหญ่จึงเหมาะสมกับเครนประเภทนี้ แต่โครงการ B ยังมีการใช้รถบรรทุกติดเครนมาช่วยในขั้นตอนการติดตั้งด้วย โดยเป็นการติดตั้งชิ้นส่วนประดับตกแต่งอาคารที่มีขนาดแผ่นเล็ก และมีน้ำหนักเบา โดยมีลำดับการติดตั้งชิ้นส่วน ดังต่อไปนี้

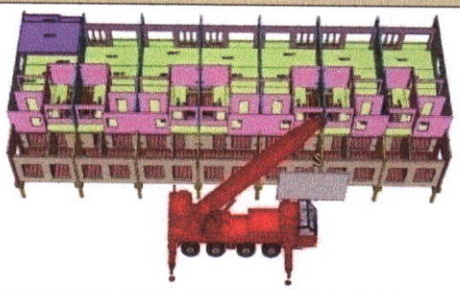
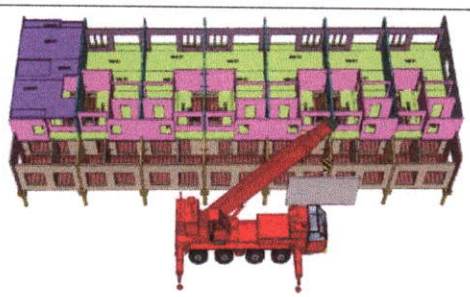
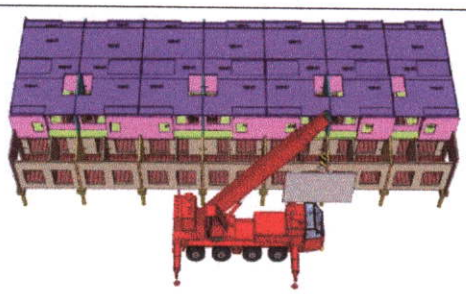
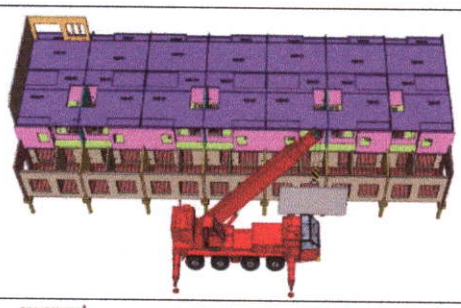
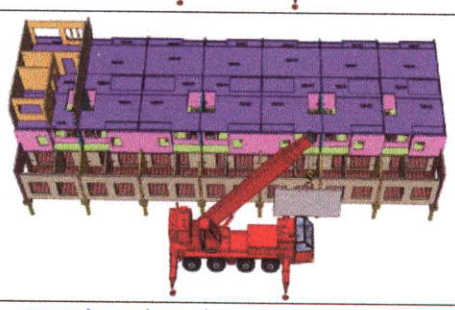
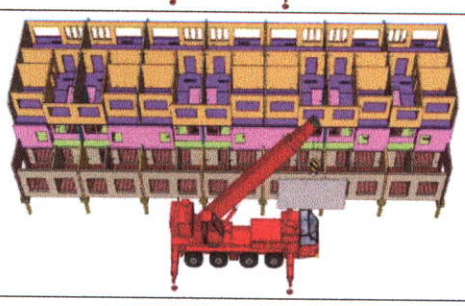
ตารางที่ 5.13 ขั้นตอนในการประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	1. ทำการขุดดินเพื่อลงฐานรากของอาคาร
	2. ทำการก่อสร้างคานคอดิน โดยวิธีการหล่อในที่
	3. ทำการวางแผ่นพื้นสำเร็จ โดยจะเริ่มวางจากริมสุดในสุด ออกมาทีละหลัง
	4. วางแผ่นพื้นสำเร็จออกมาทีละหลังจนครบ
	5. เริ่มวางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนผนัง โดยเริ่มจากริมสุดโดยวางทำมุมฉากกัน ให้เสร็จทีละหลัง
	6. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนผนังชั้น 1 เรียงออกด้านข้างตามลำดับให้เสร็จทีละหลัง

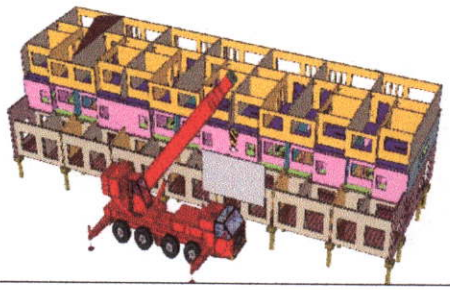
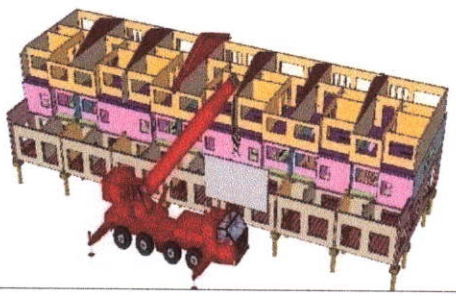
ตารางที่ 5.13 (ต่อ)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	7. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนผนังภายในชั้น 1 จากริมสุดจนครบทั้งหลัง
	8. ทำการวางแผ่นพื้นสำเร็จชั้น 2 โดยจะเริ่มวางจากบริเวณริมสุดของอาคารก่อน โดยวางให้เสร็จทีละหลัง
	9. วางแผ่นพื้นสำเร็จรูปเรียงจากริมในสุด ออกมานอกสุดตามลำดับ
	10. เริ่มวางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนผนังโดยเริ่มจากบริเวณริมสุดโดยวางชิ้นส่วนผนังให้ทำมุมกัน
	11. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนผนังชั้น 2 ให้เสร็จทีละหลัง
	12. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนผนังชั้น 2 จากริมสุดออกไปทีละหลังจนเสร็จ

ตารางที่ 5.13 (ต่อ)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	13. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนพื้นชั้น 3 โดยวางจากริมสุดในสุด
	14. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนพื้นชั้น 3 ให้เสร็จทีละหลัง
	15. ทำการวางแผ่นพื้นสำเร็จชั้น 3 ให้เสร็จทีละหลังจนครบ
	16. เริ่มวางแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จกำแพงชั้น 3 โดยเริ่มจากริมสุด วางทำมุมตั้งฉากกัน
	17. วางแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จกำแพงชั้น 3 ให้เสร็จทีละหลังจากริมสุด
	18. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนผนังชั้น 3 เรียงออกด้านข้างจนครบ

ตารางที่ 5.13 (ต่อ)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	19. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนหลังคา โดยเริ่มจากริมสุด
	20. วางแผ่นสำเร็จชิ้นส่วนหลังคา โดยเริ่มจากริมสุด ออกมาจนครบ

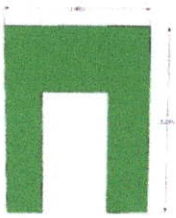
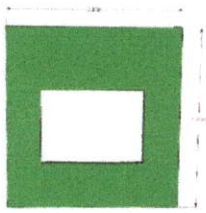
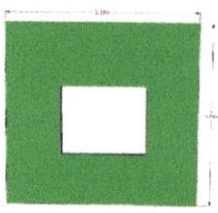
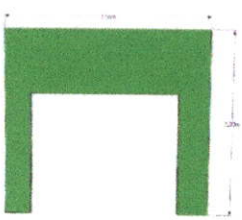
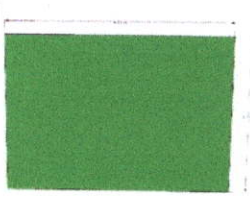
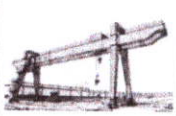
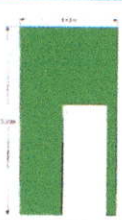
จากตางรางที่ 5.13 ขั้นตอนหลักของลำดับการติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B มีทั้งหมด 20 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเริ่มจากโครงสร้างใต้ดิน คือเสาเข็ม ฐานรากและตอม่อ คานคอดิน ต่อมาจึงเริ่มทำการยกติดตั้งพื้นชั้นที่ 1 โดยเริ่มจากการติดตั้งจากริมในสุดของยูนิตที่อยู่ท้ายสุดของอาคารจนเสร็จทั้งหลัง จากนั้นจึงเริ่มติดตั้งแผ่นชิ้นส่วนผนังชั้นที่ 1 ไล่ออกมาให้เสร็จทีละยูนิต ต่อจากนั้นจึงวางพื้นแล้วตามด้วยผนังชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 ตามลำดับ โดยโครงการ B จะมีการวางแผ่นเป็นรูปตัว L เพื่อให้แผ่นได้ค้ำกันเองได้ ก่อนที่จะค่อยๆ วางแผ่นชิ้นต่อมา เป็นการช่วยในเรื่องของความมั่นของในระหว่างการติดตั้ง เพราะชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B มีขนาดที่ใหญ่มาก การใช้ค้ำยันเหล็กเพียงอย่างเดียวจะเสี่ยงต่อการรับน้ำหนักไม่ไหว

5.2.3 วิเคราะห์การใช้เครนในโครงการศึกษา C

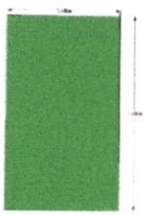
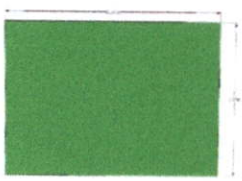
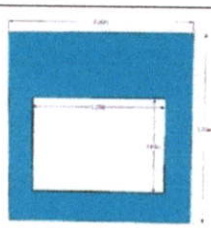
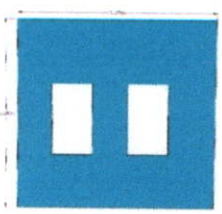
5.2.3.1 วิเคราะห์การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

เครนที่ใช้ในโครงการ C มีทั้งหมด 3 ประเภท โดยการใช้งานส่วนในขั้นตอนการผลิตและขนส่งเป็นการใช้งานในโรงงานถาวร เครนที่ใช้จึงเป็นเครนที่อยู่กับที่ ในส่วนของการติดตั้งเป็นการใช้เครนแบบเคลื่อนที่ได้ การใช้เครนส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ในการยกแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยรายละเอียดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีดังต่อไปนี้

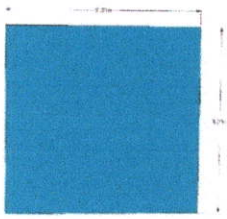
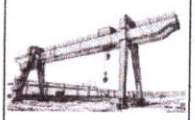
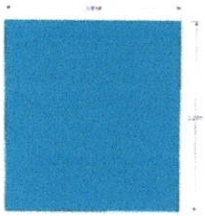
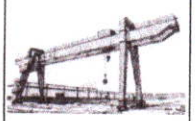
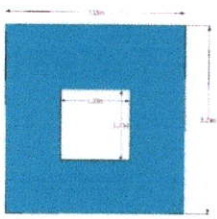
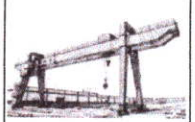
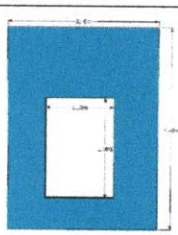
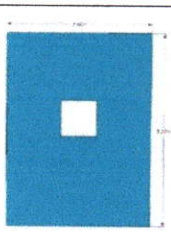
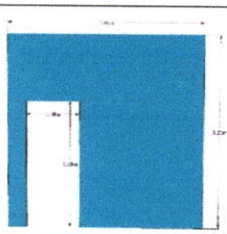
ตารางที่ 5.14 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนผนังของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CW-01			
	ขนาด	2.40x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.675			
	น้ำหนัก (kg.)	1,755			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-02			
	ขนาด	3.10x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.025			
	น้ำหนัก (kg.)	2,665			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-03			
	ขนาด	3.37x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.125			
	น้ำหนัก (kg.)	2,925			
	จำนวน (แผ่น)	4			
	รหัส	CW-04			
	ขนาด	3.58x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.75			
	น้ำหนัก (kg.)	1,950			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-05			
	ขนาด	1.83x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.732			
	น้ำหนัก (kg.)	1,903.2			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	CW-06			
	ขนาด	4.65x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.86			
	น้ำหนัก (kg.)	4,836			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	CW-07			
	ขนาด	1.61x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.462			
	น้ำหนัก (kg.)	1,201.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			

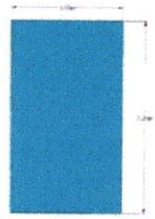
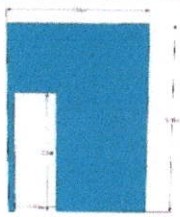
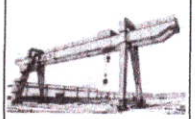
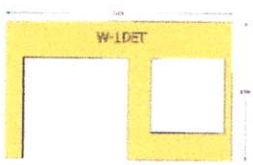
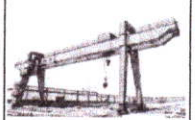
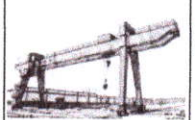
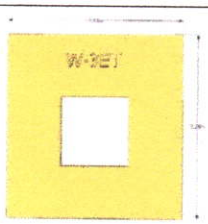
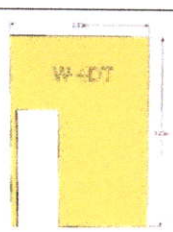
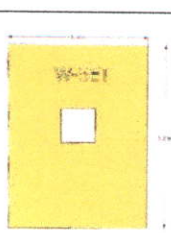
ตารางที่ 5.14 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CW-08			
	ขนาด	1.23x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.337			
	น้ำหนัก (kg.)	876.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-09			
	ขนาด	0.91x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.364			
	น้ำหนัก (kg.)	946.4			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-10			
	ขนาด	1.90x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.760			
	น้ำหนัก (kg.)	1,976			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-11			
	ขนาด	2.10x1.50			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.394			
	น้ำหนัก (kg.)	1,024.4			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	CW-12			
	ขนาด	2.30x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.431			
	น้ำหนัก (kg.)	1,120.6			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	CW-13			
	ขนาด	3.10x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.875			
	น้ำหนัก (kg.)	2,275			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-14			
	ขนาด	3.37x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.137			
	น้ำหนัก (kg.)	2,956.2			
	จำนวน (แผ่น)	2			

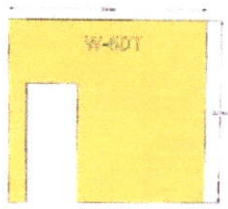
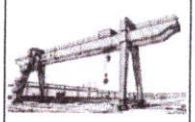
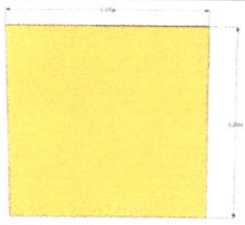
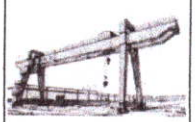
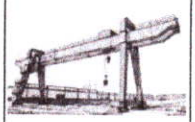
ตารางที่ 5.14 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CW-15			
	ขนาด	3.37x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.347			
	น้ำหนัก (kg.)	3,502.2			
	จำนวน (แผ่น)	2			
	รหัส	CW-16			
	ขนาด	3.00x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.200			
	น้ำหนัก (kg.)	3,120			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-17			
	ขนาด	3.11x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.062			
	น้ำหนัก (kg.)	2,761.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-18			
	ขนาด	2.40x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.737			
	น้ำหนัก (kg.)	1,916.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-19			
	ขนาด	2.40x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.912			
	น้ำหนัก (kg.)	2,371.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-20			
	ขนาด	3.26x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.075			
	น้ำหนัก (kg.)	2,795			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	CW-21			
	ขนาด	4.65x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.860			
	น้ำหนัก (kg.)	4,836			
	จำนวน (แผ่น)	5			

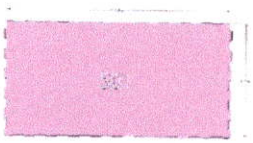
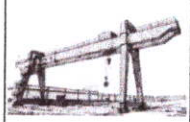
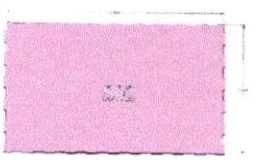
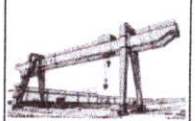
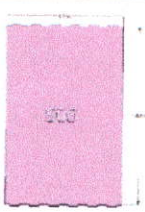
ตารางที่ 5.14 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CW-22			
	ขนาด	1.90x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.760			
	น้ำหนัก (kg.)	1,976			
	จำนวน (แผ่น)	5			
	รหัส	CW-23			
	ขนาด	2.00x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.712			
	น้ำหนัก (kg.)	1,851.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-24			
	ขนาด	5.40x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.040			
	น้ำหนัก (kg.)	2,704			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-25			
	ขนาด	3.00x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.200			
	น้ำหนัก (kg.)	3,120			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-26			
	ขนาด	3.11x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.062			
	น้ำหนัก (kg.)	2,761.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-27			
	ขนาด	2.30x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.750			
	น้ำหนัก (kg.)	1,950			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CW-28			
	ขนาด	2.40x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.912			
	น้ำหนัก (kg.)	2,371.2			
	จำนวน (แผ่น)	6			

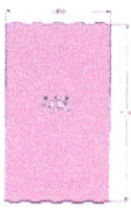
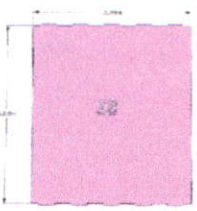
ตารางที่ 5.14 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CW-29			
	ขนาด	3.46x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.150			
	น้ำหนัก (kg.)	2,990			
	จำนวน (แผ่น)	12			
	รหัส	CW-30			
	ขนาด	3.37x3.20			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.350			
	น้ำหนัก (kg.)	3,510			
	จำนวน (แผ่น)	14			
	รหัส	CW-31			
	ขนาด	8.20x1.72			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.162			
	น้ำหนัก (kg.)	3,021.2			
	จำนวน (แผ่น)	5			

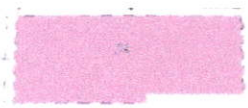
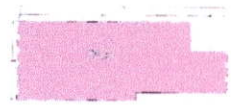
ตารางที่ 5.15 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนพื้นของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CF-01			
	ขนาด	3.94x1.79			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.890			
	น้ำหนัก (kg.)	2,314			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CF-02			
	ขนาด	3.49x2.08			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.91			
	น้ำหนัก (kg.)	2,366			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CF-03			
	ขนาด	1.94x3.03			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.730			
	น้ำหนัก (kg.)	1,898			
	จำนวน (แผ่น)	6			

ตารางที่ 5.15 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CF-04			
	ขนาด	1.67x3.03			
	ปริมาตร (m.³)	0.640			
	น้ำหนัก (kg.)	1,664			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CF-05			
	ขนาด	3.69x1.49			
	ปริมาตร (m.³)	0.687			
	น้ำหนัก (kg.)	1,786.2			
	จำนวน (แผ่น)	18			
	รหัส	CF-06			
	ขนาด	3.13x1.88			
	ปริมาตร (m.³)	0.735			
	น้ำหนัก (kg.)	1,911			
	จำนวน (แผ่น)	18			
	รหัส	CF-07			
	ขนาด	1.92x1.79			
	ปริมาตร (m.³)	0.430			
	น้ำหนัก (kg.)	1,118			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CF-08			
	ขนาด	3.13x1.88			
	ปริมาตร (m.³)	0.736			
	น้ำหนัก (kg.)	1,913.6			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CF-09			
	ขนาด	1.81x1.89			
	ปริมาตร (m.³)	0.428			
	น้ำหนัก (kg.)	1,112.8			
	จำนวน (แผ่น)	18			
	รหัส	CF-10			
	ขนาด	3.30x2.70			
	ปริมาตร (m.³)	1.114			
	น้ำหนัก (kg.)	2,896.4			
	จำนวน (แผ่น)	12			

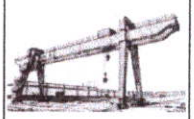
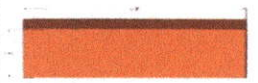
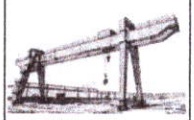
ตารางที่ 5.15 (ต่อ)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CF-11			
	ขนาด	5.39x2.10			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.364			
	น้ำหนัก (kg.)	3,546.4			
	จำนวน (แผ่น)	6			
	รหัส	CF-12			
	ขนาด	5.39x2.10			
	ปริมาตร ($m.^3$)	1.278			
	น้ำหนัก (kg.)	3,322.8			
	จำนวน (แผ่น)	6			

ตารางที่ 5.16 การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนคานของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CB-01			
	ขนาด	1.90x0.40			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.096			
	น้ำหนัก (kg.)	249.6			
	จำนวน (แผ่น)	13			
	รหัส	CB-02			
	ขนาด	2.09x0.40			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.104			
	น้ำหนัก (kg.)	270.4			
	จำนวน (แผ่น)	13			
	รหัส	CB-03			
	ขนาด	3.23x0.40			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.161			
	น้ำหนัก (kg.)	418.6			
	จำนวน (แผ่น)	13			
	รหัส	B-04			
	ขนาด	1.66x0.40			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.083			
	น้ำหนัก (kg.)	215.8			
	จำนวน (แผ่น)	13			

ตารางที่ 5.16 (ต่อ)

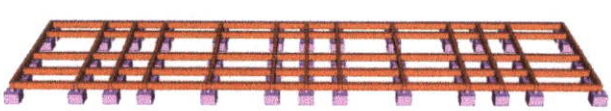
รูปแบบชิ้นส่วน	รายละเอียด		เครนที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง		
			การผลิต	การขนส่ง	การติดตั้ง
	รหัส	CB-05			
	ขนาด	3.38x0.40			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.169			
	น้ำหนัก (kg.)	439.4			
	จำนวน (แผ่น)	30			
	รหัส	CB-6			
	ขนาด	1.72x0.40			
	ปริมาตร ($m.^3$)	0.086			
	น้ำหนัก (kg.)	223.6			
	จำนวน (แผ่น)	30			

จากตารางที่ 5.14 – 5.16 สรุปได้ว่า ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงการ C ต่อ 1 แถว 6 ยูนิต มีรูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมด 49 รูปแบบ โดยเป็นชิ้นส่วนผนัง 31 ชิ้นส่วนพื้น 12 รูปแบบ และชิ้นส่วนคาน 6 รูปแบบ โดยมีชิ้นส่วนในการก่อสร้างอาคารทั้งหมด 412 ชิ้น

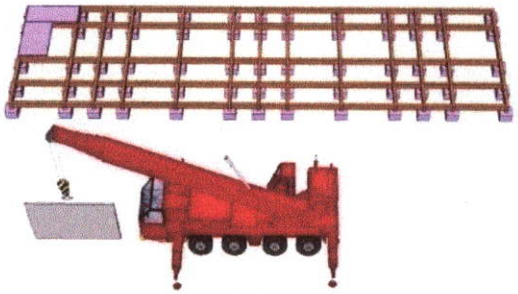
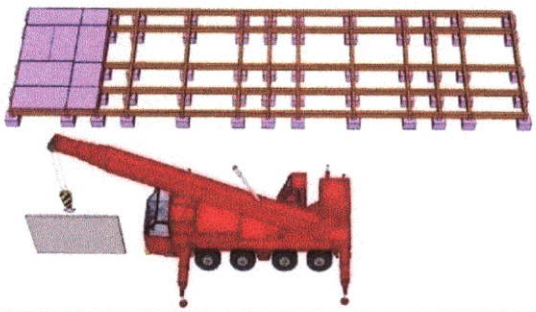
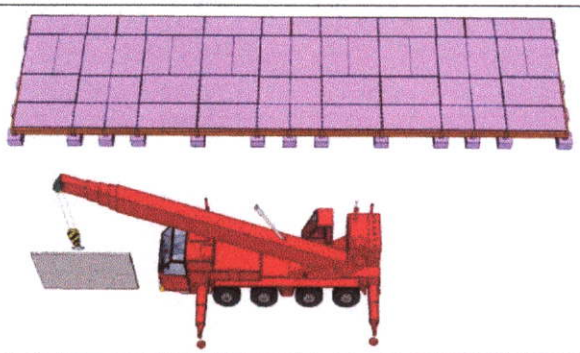
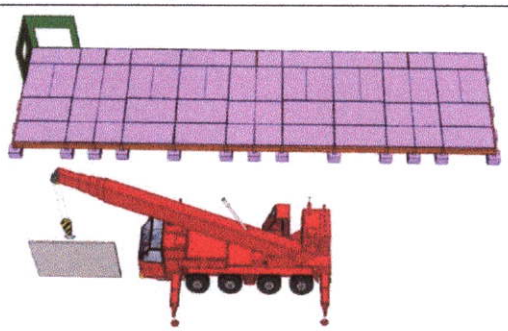
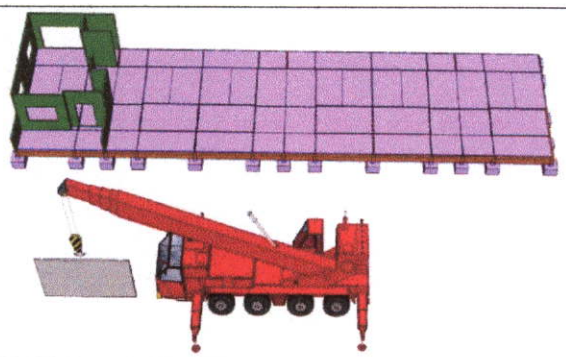
5.2.3.2 วิเคราะห์การใช้เครนในลำดับขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C

การใช้เครนของโครงการ C ในขั้นตอนการติดตั้งแผ่น มีการใช้เครนแบบรถเครน 4 ล้อยางเป็นเครนหลัก การใช้เครนในการติดตั้งชิ้นส่วนมีการวางตำแหน่งเพียง 2 จุด การใช้เครนประเภทนี้ไม่ควรมีการเลื่อนตำแหน่งบ่อยๆ เพราะการตั้งฐานแต่ละครั้งใช้เวลานาน รวมไปถึงต้องทำการสำรวจและจัดการพื้นที่วางให้มีความมั่นคงแข็งแรงก่อนเท่านั้นจึงจะวางเครนได้

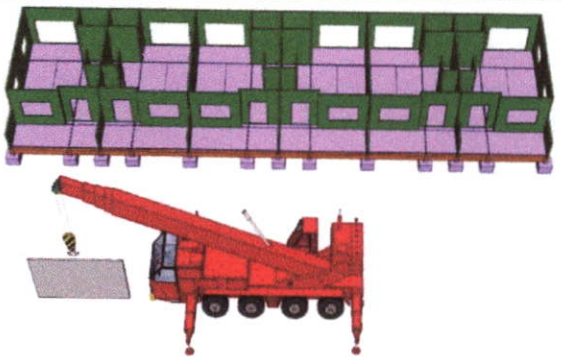
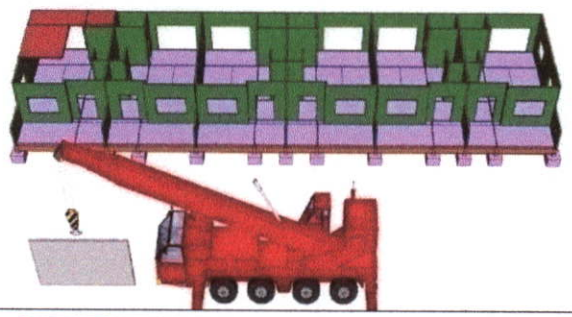
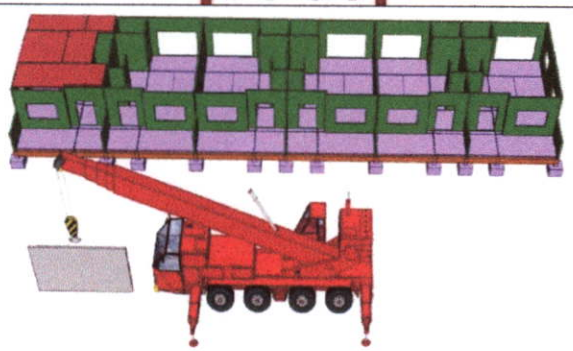
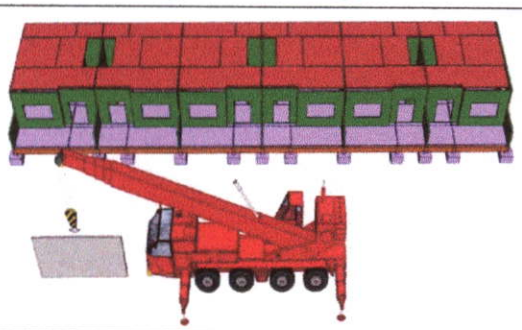
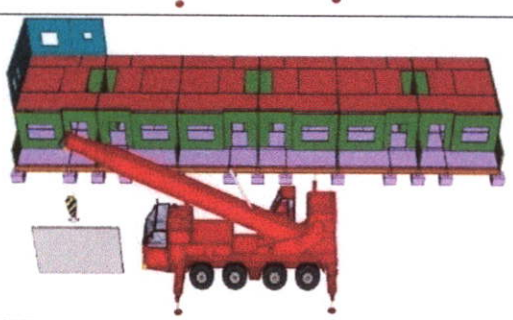
ตารางที่ 5.17 ขั้นตอนในการประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	1. ทำการขุดดินเพื่อลงฐานรากของอาคาร
	2. ทำการวางแผ่นคานสำเร็จ โดยจะเริ่มวางจากริมในสุดไปจนนอกสุดของอาคาร

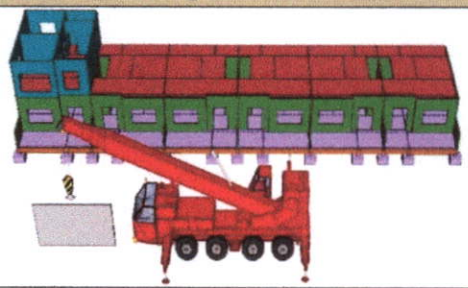
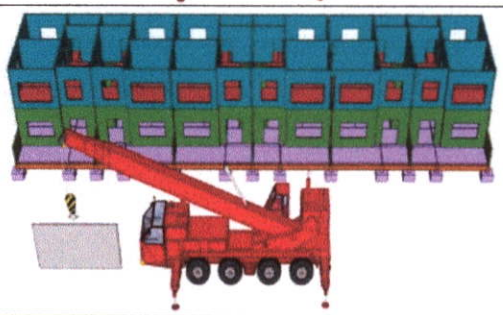
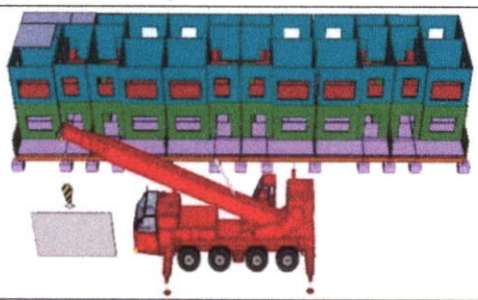
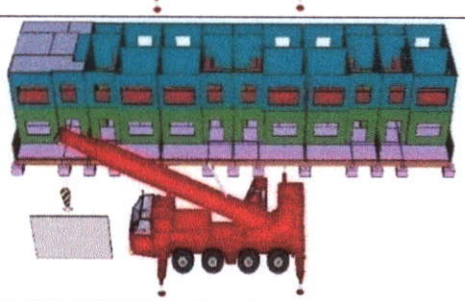
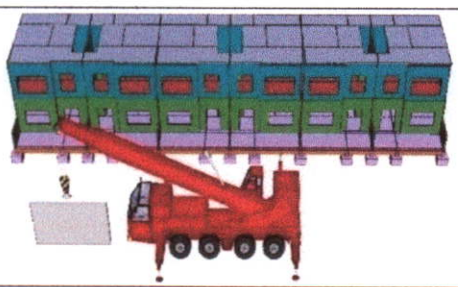
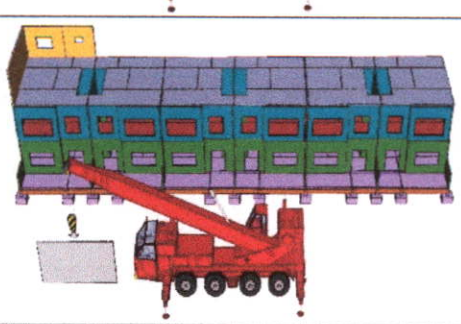
ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	3. ทำการวางแผ่นพื้นสำเร็จชั้น 1 โดยจะเริ่มวางจากบริเวณริมสุด และในสุดของอาคาร
	4. วางแผ่นพื้นสำเร็จรูปให้เสร็จจากในสุดมานอกสุด โดยวางให้เสร็จทีละหลัง
	5. วางแผ่นพื้นจากหลังแรกไล่ออกมาเรื่อยๆ จนเสร็จหลังสุดท้าย
	6. ติดตั้งแผ่นกำแพงโดยเริ่มจากริมซ้ายสุดแผ่นในสุดเป็นแผ่นแรก
	7. ทำการติดตั้งแผ่นกำแพงชั้น 1 ไล่ให้เสร็จทีละหลัง

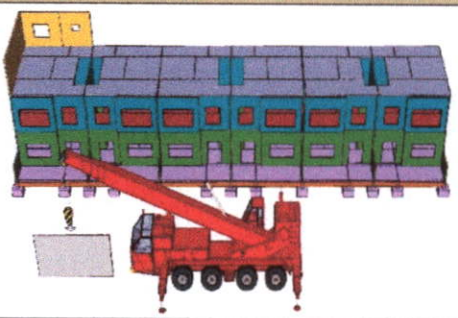
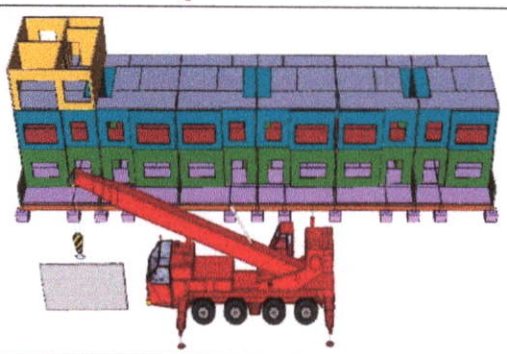
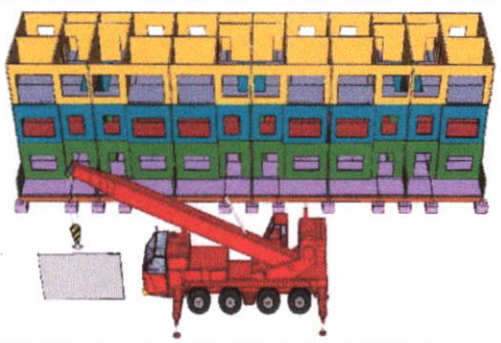
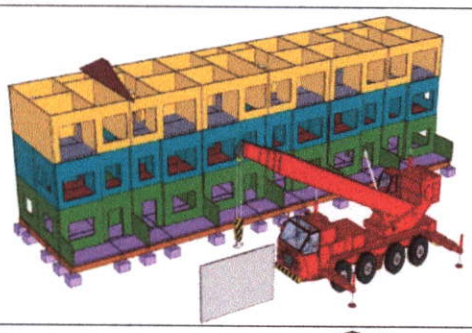
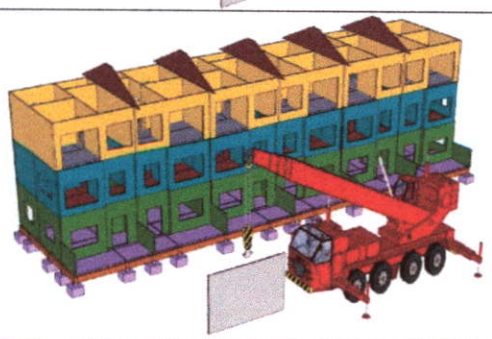
ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	8. ทำการติดตั้งแผ่นกำแพงชั้น 1 ไล่ให้เสร็จทีละหลังจนครบ
	9. ติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จชั้น 2 โดยจะเริ่มวางจากบริเวณริมสุด และในสุดของอาคาร
	10. ติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จชั้น 2 วางให้เสร็จทีละหลัง
	11. ทำการติดตั้งแผ่นพื้นชั้น 2 ไล่ให้เสร็จทีละหลังจนครบ
	12. วางแผ่นกำแพงชั้น 2 โดยติดตั้งจากริมสุด ในสุดของอาคาร

ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	13. วางแผ่นกำแพงชั้น 2 โดยติดตั้งจากริมสุด ในสุดของอาคาร
	14. ทำการติดตั้งแผ่นกำแพงให้เสร็จจนครบทั้งหลัง
	15. ติดตั้งแผ่นพื้นชั้น3 โดยเริ่มจากริมสุด ในสุดของอาคาร
	16. ทำการติดตั้งให้เสร็จทีละหลัง
	17. ติดตั้งเสร็จจนครบทกหลัง
	18. ทำการติดตั้งแผ่นกำแพงชั้น 3 เริ่มจากริมสุดในสด

ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

รูปภาพ	การติดตั้ง
	18. ทำการติดตั้งแผ่นกำแพงชั้น 3 เริ่มจากริมสุดในสด
	19. ติดตั้งแผ่นกำแพงให้เสร็จทีละหลัง
	20. ติดตั้งจนครบทุกหลัง
	21. ติดตั้งแผ่นหลังคาจากแผ่นริมสุด
	22. ติดตั้งแผ่นหลังคาเสร็จสิ้น

จากตารางที่ 5.17 ลำดับการวางแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการมีขั้นตอนหลักทั้งหมด 22 ขั้นตอน โดยเริ่มจากการวางชิ้นส่วนที่เป็นโครงสร้างที่อยู่ใต้ดิน เมื่อวางชิ้นส่วนคานคอดินเสร็จก็จะเริ่มวางชิ้นส่วนพื้นสำเร็จรูป โดยเริ่มจากริมในสุดของอาคารไล่ขึ้นมาทีละยูนิตจนครบ จึงจะเริ่มติดตั้งชิ้นส่วนผนังตามลำดับเดียวกัน จากนั้นจึงเริ่มวางพื้นและผนังชั้นที่ 2 จนครบจึงวางพื้นและผนังชั้นที่ 3 ตามลำดับ การขนส่งด้วยรถบรรทุกติดตั้งกล่องเหล็ก (Rack) ทำให้การยกลงจากหลังรถต้องมีการเรียงลำดับให้ถูกต้องจากโรงงานผลิต

5.2.4 สรุปการวิเคราะห์การใช้เครนของโครงการศึกษา

5.2.4.1 วิเคราะห์การใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

การวิเคราะห์แผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการศึกษา เป็นการแจกแจงข้อมูลรายละเอียดของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในเรื่องของจำนวน, รูปแบบ, ปริมาตร, น้ำหนัก เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบกับการใช้เครนของแต่ละโครงการมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5.18 รายละเอียดปริมาตรและน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ A(ที่มา: ผู้วิจัย)

รหัสชิ้นส่วน	จำนวน	ปริมาตรและน้ำหนักของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป			
		ปริมาตร (M^3)	น้ำหนัก (kg.)	ปริมาตรรวม (M^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
ชิ้นส่วนผนัง					
AW-01	6	0.660	1716.00	3.96	10296
AW-02	2	0653	1697.80	1.306	3395.6
AW-03	6	1.004	2610.40	6.024	15662.4
AW-04	2	0.148	384.80	0.296	769.6
AW-05	6	0.213	553.80	1.278	3322.8
AW-06	2	0.038	98.80	0.076	197.6
AW-07	2	0.992	2579.20	1.984	5158.4
AW-08	6	0.696	1809.6	4.176	10857.6
AW-09	6	0.192	499.20	1.152	2995.2
AW-10	6	1.272	3307.20	7.632	19843.2
AW-11	6	0.515	1339.00	3.09	8034
AW-12	6	0.848	2204.80	5.088	13228.8
AW-12	6	0.855	2223.00	5.13	13338
AW-14	6	0.223	579.80	1.338	3478.8
AW-15	5	0.706	1835.60	3.53	9178
AW-16	5	0.857	2228.20	4.285	11141

ตารางที่ 5.18 (ต่อ)

รหัสชิ้นส่วน	จำนวน	ปริมาตรและน้ำหนักของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป			
		ปริมาตร (M^3)	น้ำหนัก (kg.)	ปริมาตรรวม (M^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
AW-17	5	1.342	3489.20	6.71	17446
AW-18	6	0.176	457.60	1.056	2745.6
AW-19	6	0.637	1656.20	3.822	9937.2
AW-20	7	0.075	195.00	0.525	1365
AW-21	7	0.051	132.60	0.357	928.2
AW-22	12	0.033	85.80	0.396	1029.6
AW-23	12	0.037	96.20	0.444	1154.4
AW-24	6	0.315	819.00	1.89	4914
AW-25	6	0.668	1736.80	4.008	10420.8
AW-26	2	1.205	3.133.00	2.41	6.266
AW-27	2	1.316	3421.60	2.632	6843.2
AW-28	6	0.967	2514.20	5.802	15085.2
AW-29	6	1.248	3244.80	7.488	19468.8
AW-30	6	0.660	1716.00	3.96	10296
AW-31	6	1.112	2891.20	6.672	17347.2
AW-32	6	1.134	3208.40	6.804	19250.4
AW-33	6	0.801	2082.60	4.806	12495.6
AW-34	6	1.089	2831.40	6.534	16988.4
AW-35	6	0.865	2249.00	5.19	13494
AW-36	6	0.723	1879.80	4.338	11278.8
AW-37	11	0.297	772.20	3.267	8494.2
AW-38	5	0.660	1716.00	3.3	8580
AW-39	5	0.840	2184.00	4.2	10920
AW-40	5	1.201	3122.60	6.005	15613
AW-41	6	0.455	1183.00	2.73	7098
แผ่นชิ้นส่วนคาน					
AB-01	30	0.148	384.80	4.44	11544
AB-02	4	0.168	429.00	0.672	1716
AB03	2	0.185	481.00	0.37	962
AB-04	2	0.200	520.00	0.4	1040
AB-05	18	0.137	356.20	2.466	6411.6
AB-06	10	0.163	423.80	1.63	4238
AB-07	1	0.077	200.20	0.077	200.2
AB-08	1	0.600	156.00	0.6	156
AB-09	1	0.205	533.00	0.205	533
AB-10	12	0.080	208.00	0.96	2496
AB-11	8	0.103	267.80	0.824	2142.4

ตารางที่ 5.18 (ต่อ)

รหัสชิ้นส่วน	จำนวน	ปริมาตรและน้ำหนักของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป			
		ปริมาตร (M^3)	น้ำหนัก (kg.)	ปริมาตรรวม (M^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
AB-12	13	0.072	187.20	0.936	2433.6
AB-13	4	0.103	267.80	0.412	1071.2
AB-14	12	0.062	161.20	0.744	1934.4
แผ่นชิ้นส่วนพื้น					
AF-01	6	0.259	673.40	1.554	4040.4
AF-02	6	0.325	845.00	1.95	5070
AF-03	12	0.658	1710.80	7.896	20529.6
AF-04	12	0.826	2147.60	9.912	25771.2
AF-05	6	0.335	923.00	2.01	5538
AF-06	24	0.574	1492.40	13.776	35817.6
AF07	12	0.692	1799.20	8.304	21590.4
AF-08	2	0.201	522.60	0.402	1045.2
AF-09	6	0.498	1294.80	2.988	7768.8
AF-10	6	0.546	1419.60	3.276	8517.6
AF-11	6	0.679	1765.40	4.074	10592.4
AF-12	6	0.701	1822.60	4.206	10935.6
AF-12	6	0.776	2017.60	4.656	12105.6
AF-14	6	0.480	1248.90	2.88	7493.4
AF-15	6	0.613	1565.91	3.678	9395.46
AF-16	12	0.810	2106.00	9.72	25272
AF-17	6	0.478	1242.80	2.868	7456.8
AF-18	8	0.354	920.40	2.832	7363.2
AF-19	2	0.131	340.60	0.262	681.2
AF-20	2	0.142	369.20	0.284	738.4
AF-21	6	0.130	338.00	0.78	2028
AF-22	2	0.267	694.20	0.534	1388.4
AF-23	2	0.111	288.60	0.222	577.2
แผ่นชิ้นส่วนบันได					
AS-01	6	0.061	158.60	0.366	951.6
AS-02	6	0.023	59.80	0.138	358.8
AS-03	6	0.034	88.40	0.204	530.4
AS-04	6	0.021	54.60	0.126	327.6
AS-05	6	0.020	52.00	0.12	312
AS-06	6	0.015	39.00	0.09	234
AS-07	6	0.009	23.40	0.054	140.4
รวมทั้งหมด	**557**			**250.589**	**651531.40**
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด				**0.450**	**1169.72**

จากตารางที่ 5.17 ปริมาตรของแผ่นชิ้นสำเร็จรูปทั้งอาคาร 250.589 ลบ.ม. มีน้ำหนักทั้งหมด 651,531.40 กก. โดยมีปริมาตรส่วนเฉลี่ย 0.45 ลบ.ม. มีน้ำหนักเฉลี่ย 1,169.72 กก. โดยแผ่นที่มีน้ำหนักเบาที่สุด คือแผ่นชิ้นส่วนบันได รหัส AS-07 มีน้ำหนัก 23.40 กก. และแผ่นที่มีน้ำหนักมากที่สุดคือ แผ่นชิ้นส่วนผนัง รหัส AW-17 มีน้ำหนัก 3,489.20 กก.

ตารางที่ 5.19 รายละเอียดปริมาตรและน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ B (ที่มา: ผู้วิจัย)

รหัสชิ้นส่วน	จำนวน	ปริมาตรและน้ำหนักของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป			
		ปริมาตร (M^3)	น้ำหนัก (kg.)	ปริมาตรรวม (M^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
ชิ้นส่วนผนัง					
BW-01	7	1.372	3567.20	9.604	24970.40
BW-02	7	1.447	3762.20	10.129	26335.40
BW-03	7	1.383	3595.80	9.681	25170.60
BW-04	7	1.102	2865.20	7.714	20056.40
BW-05	2	1.566	4071.60	3.132	8143.20
BW-06	2	2.643	6871.80	5.286	13743.60
BW-07	7	1.082	2813.20	7.574	19692.40
BW-08	7	0.813	2113.80	5.691	14796.60
BW-09	3	1.297	3372.20	3.891	10116.60
BW-10	6	2.555	6643.00	15.33	39858.00
BW-11	6	1.412	3671.20	8.472	22027.20
BW-12	3	1.328	3452.80	3.984	10358.40
BW-13	2	3.391	8816.60	6.782	17633.20
BW-14	7	0.476	1237.60	3.332	8663.20
BW-15	7	0.629	1635.40	4.403	11447.80
BW-16	7	0.131	340.60	0.917	2384.20
BW-17	5	0.840	2184.00	4.2	10920.00
BW-18	7	1.038	2698.80	7.266	18891.60
BW-19	2	0.847	2202.20	1.694	4404.40
BW-20	2	0.841	2186.60	1.682	4373.20
BW-21	7	1.367	3554.20	9.569	24879.40
BW-22	5	1.244	3234.40	6.22	16172.00
BW-23	5	2.356	6125.60	11.78	30628.00
BW-24	1	1.297	3372.20	1.297	3372.20
BW-25	1	2.451	6372.60	2.451	6372.60
BW-26	2	1.561	4058.60	3.122	8117.20
BW-27	1	0.797	2072.20	0.797	2072.20

ตารางที่ 5.19 (ต่อ)

รหัสชิ้นส่วน	จำนวน	ปริมาตรและน้ำหนักของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป			
		ปริมาตร (M^3)	น้ำหนัก (kg.)	ปริมาตรรวม (M^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
BW-28	2	3.185	8281.00	6.37	16562.00
BW-29	7	1.358	3530.80	9.506	24715.60
BW-30	7	0.646	1679.60	4.522	11757.20
BW-31	7	0.923	2399.80	6.461	16798.60
BW-32	6	1.461	3798.60	8.766	22791.60
BW-33	4	1.038	2698.80	4.152	10795.20
BW-34	2	1.116	2901.60	2.232	5803.20
BW-35	1	1.949	5067.40	1.949	5067.40
BW-36	6	1.531	3980.60	9.186	23883.60
BW-37	3	1.037	2696.20	3.111	8088.60
BW-38	5	1.952	5075.20	9.76	25376.00
แผ่นชิ้นส่วนพื้น					
BF-01	7	0.308	800.80	2.156	5605.60
BF-02	7	0.601	1562.60	4.207	10938.20
BF-03	7	0.953	2477.80	6.671	17344.60
BF-04	7	0.965	2509.00	6.755	17563.00
BF-05	7	1.264	3286.40	8.848	23004.80
BF-06	7	1.822	4737.20	12.754	33160.40
BF07	7	0.476	1237.60	3.332	8663.20
BF-08	7	1.897	4932.20	13.279	34525.40
BF-09	7	1.169	3039.40	8.183	21275.80
BF-10	4	1.996	5189.60	7.984	20758.40
BF-11	7	0.443	1151.80	3.101	8062.60
แผ่นชิ้นส่วนบันได					
BR-01	5	0.881	2290.60	4.405	11453.00
BR-02	1	2.011	5228.60	2.011	5228.60
รวมทั้งหมด	**255**			**305.701**	**794822.60**
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด				**1.199**	**3116.95**

จากตารางที่ 5.19 ปริมาตรของแผ่นชิ้นสำเร็จรูปทั้งอาคาร 305.701 ลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักทั้งหมด 794,822.60 กิโลกรัม โดยมีปริมาตรส่วนเฉลี่ย 1.199 ลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 3,116.95 กิโลกรัม โดยแผ่นที่มีน้ำหนักเบาที่สุด คือแผ่นชิ้นส่วนผนัง รหัส BW-16 มีน้ำหนัก 340.60 กิโลกรัม และแผ่นที่มีน้ำหนักมากที่สุดคือ แผ่นชิ้นส่วนผนัง รหัส BW-13 มีน้ำหนัก 8,816.60 กิโลกรัม

ตารางที่ 5.20 รายละเอียดปริมาตรและน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการ C (ที่มา: ผู้วิจัย)

รหัสชิ้นส่วน	จำนวน	ปริมาตรและน้ำหนักของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป			
		ปริมาตร (M^3)	น้ำหนัก (kg.)	ปริมาตรรวม (M^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
ชิ้นส่วนผนัง					
CW-01	6	0.675	1755.00	4.050	10530.00
CW-02	6	1.025	2665.00	6.150	15990.00
CW-03	4	1.125	2925.00	4.500	11700.00
CW-04	6	0.750	1950.00	4.500	11700.00
CW-05	12	0.732	1903.20	8.784	22838.40
CW-06	5	1.860	4836.00	9.300	24180.00
CW-07	6	0.462	1201.20	2.772	7207.20
CW-08	6	0.337	876.20	2.022	5257.20
CW-09	6	0.364	946.40	2.184	5678.40
CW-10	6	0.760	1976.00	4.560	11856.00
CW-11	2	0.394	1024.40	0.788	2048.80
CW-12	5	0.431	1120.60	2.155	5603.00
CW-13	6	0.875	2275.00	5.250	13650.00
CW-14	2	1.137	2956.20	2.274	5912.40
CW-15	2	1.347	3502.20	2.694	7004.40
CW-16	6	1.200	3120.00	7.200	18720.00
CW-17	6	1.062	2761.20	6.372	16567.20
CW-18	6	0.737	1916.20	4.422	11497.20
CW-19	6	0.912	2371.20	5.472	14227.20
CW-20	12	1.075	2795.00	12.900	33540.00
CW-21	5	1.860	4836.00	9.300	24180.00
CW-22	5	0.760	1976.00	3.800	9880.00
CW-23	6	0.712	1851.20	4.272	11107.20
CW-24	6	0.787	2046.20	4.722	12277.20
CW-25	6	1.200	3120.00	7.200	18720.00
CW-26	6	1.062	2761.20	6.372	16567.20
CW-27	6	0.750	1950.00	4.500	11700.00
CW-28	6	0.912	2371.20	5.472	14227.20
CW-29	12	1.150	2990.00	13.800	35880.00
CW-30	14	1.350	3510.00	18.900	49140.00
CW-31	5	1.162	3021.20	5.810	15106.00
แผ่นชิ้นส่วนพื้น					
CF-01	6	0.881	2290.60	5.286	13743.60
CF-02	6	0.907	2358.20	5.442	14149.20
CF-03	6	0.734	1908.40	4.404	11450.40
CF-04	6	0.687	1786.20	4.122	10717.20

ตารางที่ 5.20 (ต่อ)

รหัสชิ้นส่วน	จำนวน	ปริมาตรและน้ำหนักของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป			
		ปริมาตร (M^3)	น้ำหนัก (kg.)	ปริมาตรรวม (M^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
CF-05	18	0.687	1786.20	12.366	32151.60
CF-06	18	0.735	1911.00	13.230	34398.00
CF07	6	0.430	1118.00	2.580	6708.00
CF-08	6	0.736	1913.60	4.416	11481.60
CF-09	18	0.428	1112.80	7.704	20030.40
CF-10	12	1.114	2896.40	13.368	34756.80
CF-11	6	1.364	3546.40	8.184	21278.40
CF-12	6	1.278	3322.80	7.668	19936.80
แผ่นชิ้นส่วนคาน					
CB-01	13	0.096	249.60	1.248	3244.80
CB-02	13	0.104	270.40	1.352	3515.20
CB-03	13	0.161	418.60	2.093	5441.80
CB-04	13	0.083	215.80	1.079	2805.40
CB-05	30	0.169	439.40	5.070	13182.00
CB-06	30	0.086	223.60	2.580	6708.00
รวมทั้งหมด	**419**			**284.689**	**740191.4**
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด				**0.679**	**1766.57**

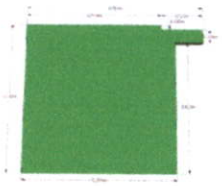
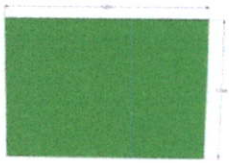
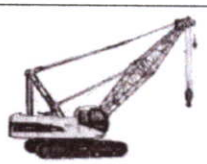
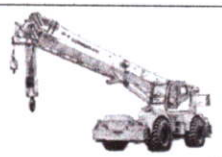
จากตารางที่ 5.20 ปริมาตรของแผ่นชิ้นสำเร็จรูปทั้งอาคาร 284.689 ลบ.ม. มีน้ำหนักทั้งหมด 740,191.40 กก. โดยมีปริมาตรส่วนเฉลี่ย 0.679 ลบ.ม. มีน้ำหนักเฉลี่ย 1,766.57 กก. โดยแผ่นที่มีน้ำหนักเบาที่สุด คือแผ่นชิ้นส่วนคาน รหัส CB-04 มีน้ำหนัก 215.80 กก. และแผ่นที่มีน้ำหนักมากที่สุดคือ แผ่นชิ้นส่วนผนัง รหัส CW-06 มีน้ำหนัก 4,836 กก.

การวิเคราะห์รายละเอียดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นการแจกแจงข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปสู่แนวทางในการใช้งานเครนที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน จากการสำรวจข้อมูลสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.21 เปรียบเทียบการใช้เครนกับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการศึกษา (ที่มา: ผู้วิจัย)

รายละเอียด	โครงการศึกษา		
	โครงการ A	โครงการ B	โครงการ C
จำนวนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	557 ชิ้น	255 ชิ้น	419 ชิ้น
จำนวนรูปแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป	85 แบบ	51 แบบ	49 แบบ
ค่าเฉลี่ยปริมาตรชิ้นส่วนสำเร็จรูป	0.450 ลบ.ม.	1.199 ลบ.ม.	0.679 ลบ.ม.

ตารางที่ 5.21 (ต่อ)

รายละเอียด	โครงการศึกษา		
	โครงการ A	โครงการ B	โครงการ C
ปริมาตรของชิ้นส่วนสำเร็จรูป	250.589 ลบ.ม.	305.701 ลบ.ม.	284.689 ลบ.ม.
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักชิ้นส่วนสำเร็จรูป	1,169.72 กก.	3,116.95 กก.	1,766.47 กก.
น้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูป	651,531.40 กก.	794,822.60 กก.	740,191.40 กก.
แผ่นที่มีขนาดใหญ่ที่สุด			
น้ำหนักแผ่นใหญ่ที่สุด	3,489.20 กก.	8816.60 กก.	4836.00 กก.
เครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต	overhead crane 5 ตัน	rough terrain crane 25 ตัน	overhead crane 10 ตัน
เครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่ง	overhead crane 5 ตัน	rough terrain crane 25 ตัน	Gantry crane 40 ตัน
เครนที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้ง	rough terrain crane 25 ตัน	 crawler crane 40 ตัน	 rough terrain crane 25 ตัน

จากตารางที่ 5.21 การเปรียบเทียบการใช้เครนกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการศึกษา พบว่าความสามารถและประเภทของเครนของแต่ละโครงการมีความแตกต่างกัน ส่งผลถึงจำนวนชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้าง และขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปก็มีความแตกต่างกันด้วย โดยโครงการ A มีการใช้รูปแบบที่จำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากที่สุดแต่แผ่นมีขนาดและน้ำหนักน้อยที่สุด โครงการ C จำนวนรองลงมา และโครงการ B มีจำนวนการใช้ชิ้นส่วนน้อยที่สุด แต่มีน้ำหนักของแผ่นมากที่สุด

การเปรียบเทียบรายละเอียดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่าชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความสัมพันธ์กับความสามารถของเครนที่ใช้ทั้งระบบ โดยไม่ได้ดูเพียงการใช้ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องมีน้ำหนักไม่เกินกว่าความสามารถของเครนเสมอ ดังนั้นการใช้เครนที่มี

ความสามารถในการยกที่ต่ำจะส่งผลกับรูปแบบแผ่นและจำนวนแผ่นชิ้นส่วนที่ใช้ในแต่ละอาคาร โครงการ A มีจำนวนการใช้รูปแบบและจำนวนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเยอะที่สุด ในขณะเดียวกัน โครงการ B มีการใช้จำนวนชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่น้อยกว่า การมีจำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเยอะนั้น จะหมายถึงมีรอยต่อของอาคารเยอะตามมาด้วย การมีรอยต่อของอาคารมากจะมีความเสี่ยงต่อการรั่วซึมและต้นทุนที่ใช้ในการจัดการรอยต่อ รวมไปถึงคุณภาพของบ้านที่สร้าง

ภาพที่ 5.3 การใช้เครนในขั้นตอนการก่อสร้างและขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

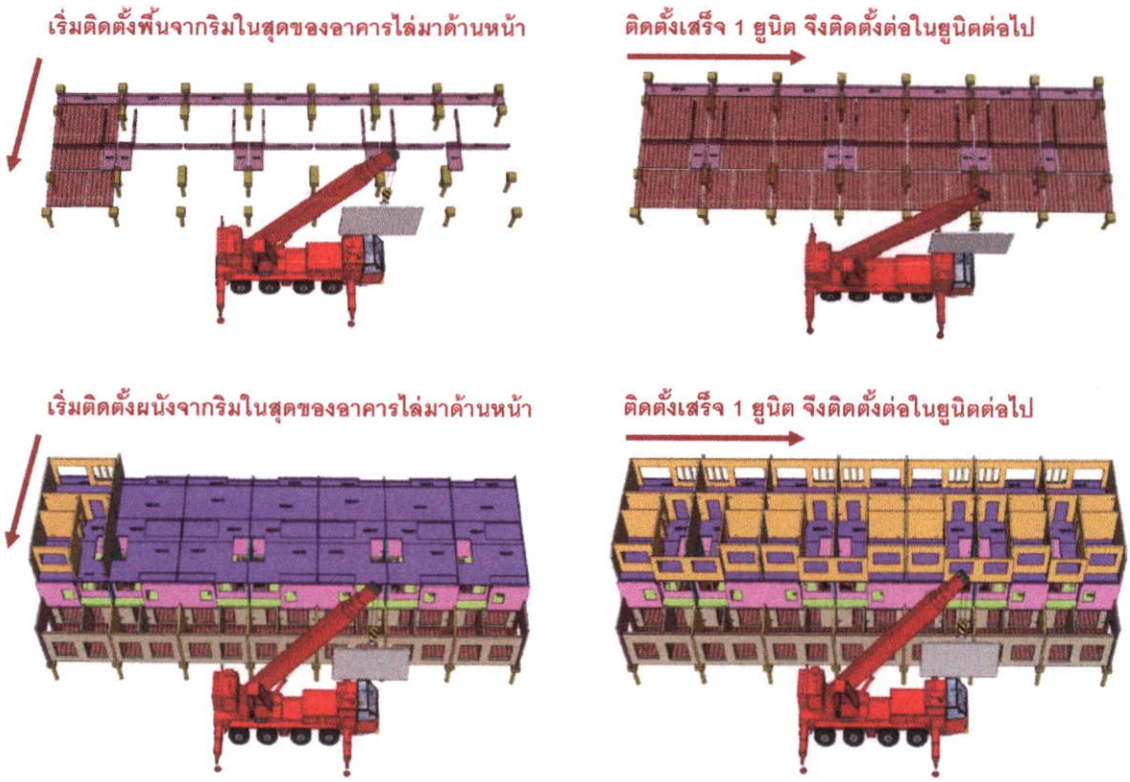
(ที่มา: ผู้วิจัย)

จำนวนของชิ้นส่วนสำเร็จรูปยังส่งผลต่อการขนส่ง เนื่องจากการวางแผ่นบนหลังรถนั้นจะเป็นลักษณะการพิงบนโครงเหล็กรูปตัวเอหรือวางในกล่อง การวางซ้อนกันทำให้วางได้ด้านละประมาณ 5 แผ่น หมายถึงใน 1 เที่ยวนั้นสามารถขนส่งแผ่นได้ประมาณ 10 แผ่น การมีชิ้นส่วนจำนวนมากจะทำรอบในการขนส่งมีจำนวนมากขึ้นตามมาด้วย ถ้าสถานที่ก่อสร้างกับโรงงานอยู่ไกลกันจะส่งผลให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นการมีชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวนมากทำให้ระยะเวลาในการติดตั้งใช้เวลาเยอะอีกด้วย ในขั้นตอนการยกแผ่นเพื่อติดตั้งจะมีระยะเวลาในการทำงานมากกว่าปรกติ เพราะการติดตั้งนั้นจำเป็นต้องวางค้ำยันและตรวจสอบตำแหน่งของตำแหน่งให้เรียบร้อย อาจจะรวมไปถึงการเชื่อมรอยต่อถ้าโครงการนั้นใช้รอยต่อแบบระบบแห้ง (Dry Process) การวางแผ่นแล้วไม่ตรวจสอบความเรียบร้อยให้เกิดปัญหาในการแผ่นในลำดับต่อไป

สรุป การใช้เครนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากการที่เครนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ส่งผลให้จำนวน, รูปแบบ, ปริมาตร และน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความแตกต่างกัน ทำให้กระบวนการก่อสร้างของแต่ละโครงการมีความแตกต่างกันในด้านระยะเวลาในการก่อสร้าง, ต้นทุนในการก่อสร้าง รวมไปถึงคุณภาพของบ้าน

5.2.4.2 วิเคราะห์การใช้เครนในลำดับขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

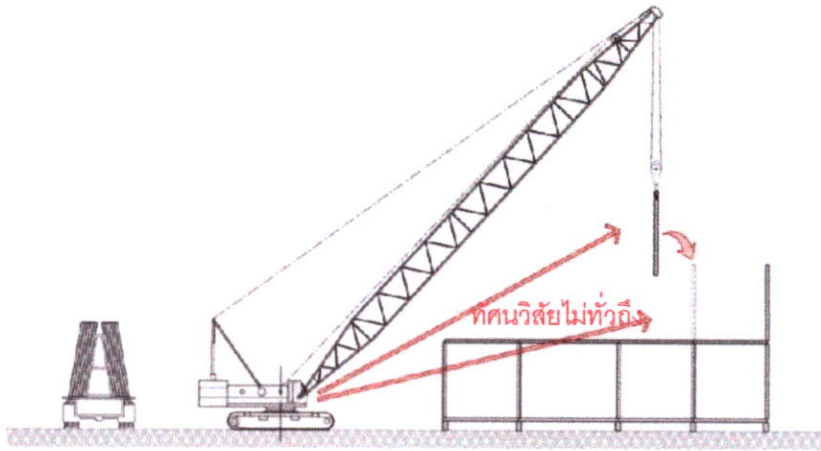
ลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการตัวอย่าง มีขั้นตอนการทำงานที่เหมือนกันทั้ง 3 โครงการ โดยจะเริ่มวางชิ้นส่วนที่อยู่ด้านในสุดของอาคารที่อยู่ริมสุด แล้วเรียงลำดับมาเรื่อยๆ จนถึงบริเวณหน้าอาคารให้เสร็จครั้งละ 1 ยูนิต ก่อนที่จะเริ่มติดตั้งในยูนิตถัดไป โดยเริ่มวางแผ่นพื้นก่อนแล้วตามด้วยชิ้นส่วนผนัง



ภาพที่ 5.4 รูปแบบลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงการศึกษา

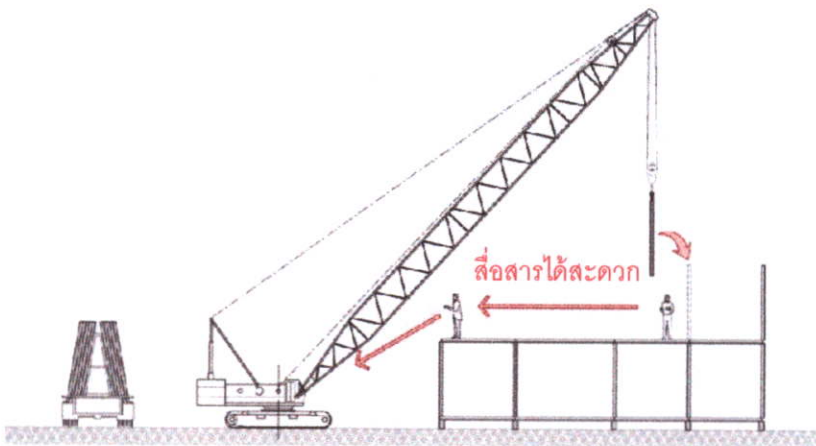
(ที่มา: ผู้วิจัย)

การวิเคราะห์พบว่าลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของทั้ง 3 โครงการ มีข้อจำกัดมาจากการใช้เครนในการก่อสร้าง อันเนื่องจากสภาพการทำงานทำให้ผู้ขับเครนมองไม่เห็นตำแหน่งที่จะวางชิ้นส่วนได้ด้วยตัวเอง จำเป็นต้องมีผู้ช่วยในการส่งสัญญาณให้เสมอ ทำให้การวางชิ้นส่วนจะไม่สามารถวางแผ่นที่อยู่ด้านหน้าของแผ่นถัดไปได้ เพราะการวางแผ่นที่อยู่ด้านหน้าก่อนนอกจากจะต้องยกแผ่นข้ามไปวางด้านหลังด้วยความยากลำบากแล้ว ยังไม่สามารถส่งสัญญาณให้กับผู้ขับเครนได้ หรือสื่อสารได้ลำบากมากทำให้เสียเวลาในการติดตั้งเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งเสี่ยงต้องอุบัติเหตุในระหว่างการทำงานได้อีกด้วย



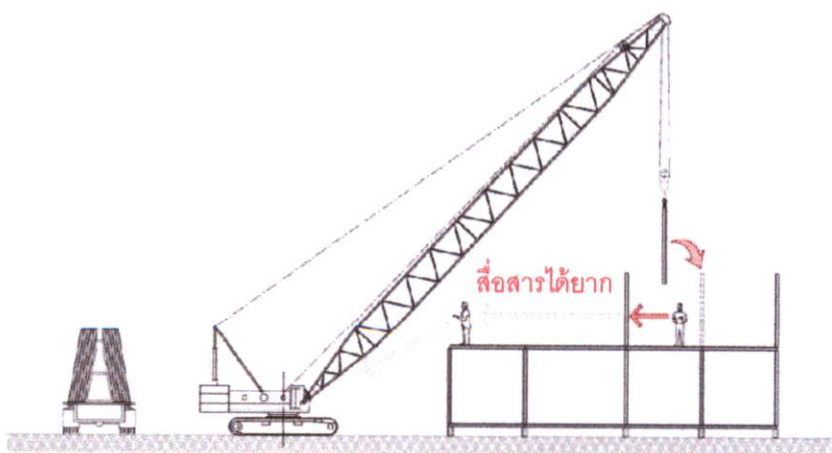
ภาพที่ 5.5 ทัศนวิสัยของผู้ขับเครนในขั้นตอนการติดตั้ง

(ที่มา: ผู้วิจัย)



ภาพที่ 5.6 การให้สัญญาณผู้ขับเครนในขั้นตอนการติดตั้ง

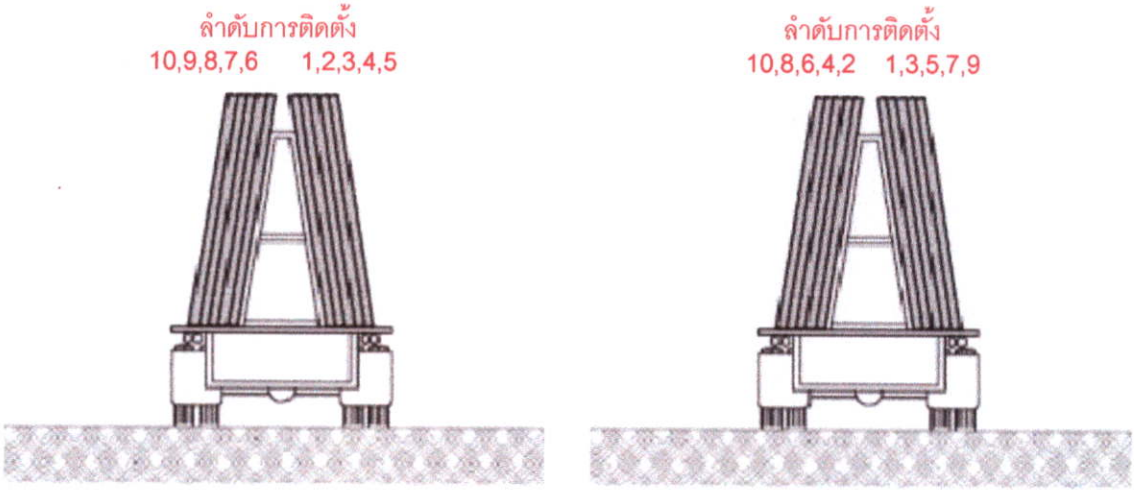
(ที่มา: ผู้วิจัย)



ภาพที่ 5.7 การวางลำดับแผ่นที่ผิดส่งผลให้ไม่สามารถสื่อสารกับผู้ขับเครนได้

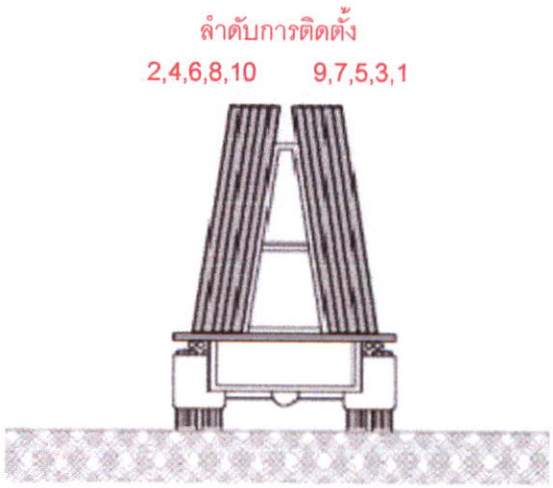
(ที่มา: ผู้วิจัย)

ลำดับการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปในขั้นตอนการติดตั้งจะส่งผลกับขั้นตอนการขนส่ง รวมไปถึงขั้นตอนการติดตั้งเนื่องจาก แผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ขนส่งมาควรจะจัดเรียงชิ้นส่วนให้ตรงตามลำดับการติดตั้ง เพราะว่าการสลับแผ่นชิ้นส่วนบนหลังรถขนส่งเป็นเรื่องยุ่งยากและใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายมาก รวมไปถึงเสี่ยงต่อความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับแผ่นได้ ดังนั้นการจัดลำดับชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องวางแผนไว้ตั้งแต่โรงงานหรือสถานที่ผลิต การวางชิ้นส่วนบนรถจะต้องสัมพันธ์กับลำดับในการติดตั้ง โดยจะต้องวางแผ่นที่ติดตั้งก่อนไว้หลังสุดในขั้นตอนการขนส่งและแผ่นที่ติดตั้งในลำดับสุดท้ายอยู่ด้านในสุดของขั้นตอนการขนส่ง ซึ่งควรจะวางสลับกันซ้าย-ขวาในกรณีที่เป็นรถเทรลเลอร์ติดตั้งโครงเหล็กรูปตัวเอ เพื่อให้ชิ้นส่วนสามารถพยุงตัวบนหลังรถได้



ภาพที่ 5.8 การจัดลำดับวางชิ้นส่วนในขั้นตอนการขนส่งที่ไม่ถูกต้อง

(ที่มา: ผู้วิจัย)



ภาพที่ 5.9 การจัดลำดับวางชิ้นส่วนในขั้นตอนการขนส่งที่ถูกต้อง

(ที่มา: ผู้วิจัย)

สรุป จากการวิเคราะห์การใช้เครนในลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่ารูปแบบของขั้นตอนการติดตั้งของทั้ง 3 โครงการ มีลำดับการวางชิ้นส่วนที่เหมือนกัน โดยเป็นจะเริ่มวางชิ้นส่วนจากด้านในสุดของอาคารที่อยู่ริมสุดเป็นลำดับแรก โดยจะเริ่มวางชิ้นส่วนพื้นให้เสร็จทีละยูนิตให้แล้วเสร็จก่อนจะวางในยูนิตถัดไปจนครบทั้งชั้น ก่อนจะวางชิ้นส่วนผนังโดยจะเริ่มจากด้านหลังสุดของอาคารแล้วไล่มาจนถึงหน้าบ้านให้เรียบร้อยทีละยูนิต ก่อนจะวางในยูนิตถัดไปจนครนก็จะเริ่มว่าพื้นชั้น 2 และผนังชั้น 2 ในรูปแบบเดียวกัน และวางพื้นและผนังชั้นที่ 3 จนครบทั้งอาคาร โดยเครนส่งผลกับกระบวนการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในทุกขั้นตอน การใช้เครนทำให้มีข้อจำกัดในการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูป ผู้ขับเครนจำเป็นต้องมีผู้ช่วยในการให้สัญญาณบอกตำแหน่งที่จะวางชิ้นส่วนบนตัวอาคาร โดยการให้สัญญาณมีทั้งแบบการใช้เสียง การใช้วิทยุ รวมไปถึงการให้สัญญาณมือ ผู้เครนจะไม่สามารถกำหนดระยะที่ถูกต้องได้ด้วยตัวเอง ทำให้ต้องมีผู้ช่วยเสมอ การวางแผ่นจะต้องไม่วางชิ้นส่วนมาบังแผ่นที่จะวางในลำดับต่อไป การจัดลำดับชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องวางแผนตั้งแต่ขั้นตอนการขนส่ง ควรจะยกชิ้นส่วนที่ติดตั้งหลังสุดขึ้นบนรถก่อน และแผ่นที่ติดตั้งก่อนควรจะยกขึ้นรถเป็นลำดับหลังสุด

5.3 การวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครน

การศึกษาตามทฤษฎีการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในระบบอุตสาหกรรม มีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และการใช้เครนในการก่อสร้าง นำผลจากการสัมภาษณ์มาใช้ในการวิเคราะห์ และสรุปปัจจัยในการออกแบบที่ส่งผลจากการใช้เครน

5.3.1 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยผู้บริหาร

ผู้บริหารโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป มีหน้าที่วางนโยบายต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ โดยบางแห่งมีหน้าที่ควบคุมและดูแลการก่อสร้างให้ตรงตามแผนที่วางไว้อีกด้วย ในเรื่องเกี่ยวกับการใช้เครนผู้บริหารจะเป็นผู้ตัดสินใจในการเช่าเครนหรือควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เพื่อนำข้อมูลมากำหนดงบประมาณของโครงการ

ตารางที่ 5.22 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครนโดยผู้บริหาร

ปัจจัยในการออกแบบ		ผู้บริหาร		
		MRG1	MRG2	MRG3
1. **การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Component Design)	การออกแบบเหล็กเสริม	✖	✖	✖
	รูปทรงของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	✖	◎	◎
	การออกแบบจุดหิ้ว	✖	✖	◎
	จำนวนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งอาคาร	✖	✖	✖
2. **ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต** (Precision Component and Standardization)	วัสดุที่ใช้ในการผลิต	✖	✖	◎
	ส่วนผสมในคอนกรีต	✖	✖	◎
	ระยะเวลาในการให้กำลังของคอนกรีต	✖	◎	✖
	การรับแรงของคอนกรีต	✖	◎	✖
3. **การออกแบบรอยต่อ** (Joint Design)	รูปแบบของรอยต่อ	✖	◎	◎
	ลักษณะของรอยต่อ	✖	◎	◎
	การป้องกันการรั่วซึม	✖	✖	✖
	รอยต่อเสียหายในขณะการก่อสร้าง	✖	◎	◎
4. **ความคาดเคลื่อน** (Tolerance)	ความคาดเคลื่อนขณะผลิตชิ้นส่วน	✖	◎	✖
	ความคาดเคลื่อนขณะการติดตั้ง	✖	◎	✖
	ระยะการเผื่อ	✖	◎	✖

ตารางที่ 5.22 (ต่อ)

ปัจจัยในการออกแบบ		ผู้บริหาร		
		MRG1	MRG2	MRG3
5. **ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Void Opening)	ตำแหน่งช่องเปิด	✖	✖	✖
	ขนาดของช่องเปิด	✖	✖	✖
	จำนวนช่องเปิดต่อแผ่น	✖	✖	✖
6. **ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Size)	ความกว้างและความยาวของแผ่น	◎	◎	◎
	ความหนาของแผ่น	✖	◎	◎
	สัดส่วนของของแผ่น	✖	◎	◎
	น้ำหนักของแผ่น	◎	◎	◎
7. **กระบวนการในการทำงาน** (Working Process)	ขั้นตอนการผลิต	◎	✖	◎
	ขั้นตอนขนส่ง	◎	◎	◎
	ขั้นตอนการติดตั้ง	◎	◎	✖
8. **ลำดับในการติดตั้ง** (Sequence)	ลำดับการผลิตแผ่น	✖	✖	◎
	ลำดับการติดตั้ง	✖	✖	◎
	ระยะของผังบ้าน	✖	◎	◎
9. **สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Product Line)	รูปแบบโรงงานผลิต	◎	◎	▬
	การว่าจ้างผู้รับเหมาอื่นผลิต	✖	✖	▬
	ปริมาณการผลิต	◎	◎	◎
	ระยะเวลาในการผลิตและติดตั้ง	◎	◎	◎
	งบประมาณในการก่อสร้าง	◎	◎	◎
10. **การป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน** (Workman Error Protection)	ความสามารถของแรงงาน	◎	✖	◎
	อุบัติเหตุและความเสียหาย	◎	◎	◎
	การตรวจสอบคุณภาพแผ่น	✖	✖	◎

◎ = การใช้เครนส่งผล ✖ = การใช้เครนไม่ส่งผล ▬ = ไม่สามารถตอบได้

ผู้บริหารโครงการมีแนวความคิดในเรื่องการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยมีการเน้นไปในเรื่องกระบวนการทำงาน ให้สำคัญในด้านสายการผลิตจะต้องสามารถควบคุมกำหนดการของการก่อสร้างให้ตรงตามกำหนดการณ์ที่วางแผนไว้ สาเหตุจากค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเช่าเครนในบางโครงการส่งผลกับผลกำไรและขาดทุนของโครงการ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการเลือกใช้เครนที่เหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของขนาดแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางโครงการต้องการให้มี

รอยต่อให้น้อยที่สุด ส่งผลให้ออกแบบแผ่นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่เพื่อลดจำนวนแผ่นชิ้นส่วนที่ใช้ในโครงการ ส่งผลให้ขั้นตอนการติดตั้งต้องใช้เครนที่มีขนาดที่เหมาะสมกับการติดตั้งด้วย

ตารางที่ 5.23 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบจากผู้บริหาร (ที่มา: ผู้วิจัย)

ปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง		
	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่สามารถตอบได้
1. การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	3	9	0
2. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต	4	8	0
3. การออกแบบรอยต่อ	6	6	0
4. ความคาดเคลื่อน	3	6	0
5. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	0	9	0
6. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	10	2	0
7. กระบวนการในการทำงาน	7	2	0
8. ลำดับในการติดตั้ง	4	5	0
9. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	11	2	2
10. การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน	6	3	0
รวม	**54**	**52**	**2**
คิดเป็น %	**50%**	**48.1%**	**1.9%**

จากตารางสรุปได้ว่า ผู้บริหารมีความเห็นว่าการใช้เครนส่งผลกับปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป 50% ไม่ส่งผล 48.1% และไม่สามารถตอบได้ 1.9% โดยมีความเห็นเครนส่งผลกับการออกแบบในประเด็นเรื่องของสายการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป, ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และกระบวนการในการทำงาน โดยการใช้เครนส่งผลน้อยมากในประเด็นของช่องเปิดในแผ่นชิ้น ส่วนสำเร็จรูป, ความคาดเคลื่อน และการออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

5.3.2 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยวิศวกรโครงการ

วิศวกรโครงการจะมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการก่อสร้างในทุกขั้นตอน ทั้งในด้านการควบคุมการก่อสร้างและควบคุมการผลิต รวมไปถึงความปลอดภัยของแรงงานที่ปฏิบัติงาน ดังนั้นวิศวกรจึงมีความรู้และหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้เครนในการก่อสร้าง

ตารางที่ 5.24 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครนโดยวิศวกรฯ

(ที่มา: ผู้วิจัย)

ปัจจัยในการออกแบบ		วิศวกรโครงการ		
		ENG1	ENG2	ENG3
1. **การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Component Design)	การออกแบบเหล็กเสริม	✖	✖	✖
	รูปทรงของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	◎	◎	◎
	การออกแบบจุดหิ้ว	◎	✖	◎
	จำนวนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งอาคาร	✖	✖	✖
2. **ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต** (Precision Component and Standardization)	วัสดุที่ใช้ในการผลิต	◎	◎	◎
	ส่วนผสมในคอนกรีต	✖	◎	◎
	ระยะเวลาในการให้กำลังของคอนกรีต	◎	✖	◎
	การรับแรงของคอนกรีต	✖	✖	◎
3. **การออกแบบรอยต่อ** (Joint Design)	รูปแบบของรอยต่อ	✖	✖	✖
	ลักษณะของรอยต่อ	✖	✖	◎
	การป้องกันการรั่วซึม	✖	✖	✖
	รอยต่อเสียหายในขณะการก่อสร้าง	✖	◎	◎
4. **ความคาดเคลื่อน** (Tolerance)	ความคาดเคลื่อนขณะผลิตชิ้นส่วน	✖	✖	✖
	ความคาดเคลื่อนขณะการติดตั้ง	◎	◎	✖
	ระยะการเผื่อ	✖	◎	✖
5. **ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Void Opening)	ตำแหน่งช่องเปิด	✖	◎	✖
	ขนาดของช่องเปิด	✖	◎	✖
	จำนวนช่องเปิดต่อแผ่น	✖	✖	✖
6. **ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Size)	ความกว้างและความยาวของแผ่น	◎	◎	◎
	ความหนาของแผ่น	✖	✖	◎
	สัดส่วนของของแผ่น	◎	◎	◎
	น้ำหนักของแผ่น	◎	◎	◎
7. **กระบวนการในการทำงาน** (Working Process)	ขั้นตอนการผลิต	◎	✖	◎
	ขั้นตอนขนส่ง	◎	◎	◎
	ขั้นตอนการติดตั้ง	◎	◎	◎
8. **ลำดับในการติดตั้ง** (Sequence)	ลำดับการผลิตแผ่น	✖	✖	✖
	ลำดับการติดตั้ง	✖	◎	◎
	ระยะของผังบ้าน	◎	✖	◎

ตารางที่ 5.24 (ต่อ)

ปัจจัยในการออกแบบ		วิศวกรโครงการ		
		ENG1	ENG2	ENG3
9. **สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Product Line)	รูปแบบโรงงานผลิต	◎	◎	◎
	การว่าจ้างผู้รับเหมาอื่นผลิต	✖	◎	✖
	ปริมาณการผลิต	◎	◎	◎
	ระยะเวลาในการผลิตและติดตั้ง	◎	◎	◎
	งบประมาณในการก่อสร้าง	◎	◎	◎
10. **การป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน** (Workman Error Protection)	ความสามารถของแรงงาน	◎	◎	◎
	อุบัติเหตุและความเสียหาย	◎	◎	◎
	การตรวจสอบคุณภาพแผ่น	◎	◎	✖
◎ = การใช้เครนส่งผล ✖ = การใช้เครนไม่ส่งผล ▬ = ไม่สามารถตอบได้				

วิศวกรโครงการมีความคิดเห็นส่วนใหญ่เน้นไปในส่วนของกระบวนการก่อสร้าง เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตที่ต้องมีคุณภาพและความถูกต้อง ในขั้นตอนการติดตั้งก็จะต้องควบคุมเวลาและความคุณภาพของงานให้มีมาตรฐานตามบริษัทได้วางเป้าหมายไว้ โดยนอกจากขั้นตอนการก่อสร้างแล้ว วิศวกรโครงการยังเน้นในเรื่องของแรงงานที่ทำหน้าที่ขับเครนและแรงงานที่ทำหน้าที่ในส่วนงานติดตั้งหน้างาน เนื่องจากมีข้อจำกัดและปัญหาที่เกิดจากการทำงานในขั้นตอนนี้ค่อนข้างมาก ระยะของผังบ้านจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งการวางเครน โดยจะพยายามให้มีการเปลี่ยนตำแหน่งน้อยที่สุด โดยการใช้รถเครนแบบ 4 ล้อยางควรจะมีการเปลี่ยนตำแหน่งเพียง 2 – 3 จุดเท่านั้น การยื่นแขนเครนออกไปมากจะทำให้น้ำหนักที่เครนสามารถยกได้ลดลงอย่างมหาศาล ดังนั้นจะต้องศึกษาระยะและลำดับการวางแผ่นให้ดีก่อนจะเริ่มทำการติดตั้ง ยกเว้นการใช้เครนแบบล้อตีนตะขาบเพราะสามารถยกแผ่นสำเร็จรูปแล้วเครนยังสามารถเคลื่อนที่ได้ การออกแบบขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นในความคิดเห็นของวิศวกรโครงการจะส่งผลกับน้ำหนักของชิ้นส่วน แต่การออกแบบชิ้นส่วนที่เล็กเกินไปก็ไม่เหมาะสม เพราะจะต้องใช้การขนส่งหลายครั้งและใช้การยกหลายรอบรวมไปถึงเกิดรอยต่อมากขึ้นตามมา การออกแบบควรจะมีขนาดพอดีไม่หนักมากเกินไปและไม่เล็กจนเกินไป

ตารางที่ 5.25 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบจากวิศวกรโครงการ (ที่มา: ผู้วิจัย)

ปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง		
	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่สามารถตอบได้
1. การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	5	7	0
2. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต	8	4	0
3. การออกแบบรอยต่อ	3	9	0
4. ความคาดเคลื่อน	3	6	0
5. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	2	7	0
6. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	10	2	0
7. กระบวนการในการทำงาน	8	1	0
8. ลำดับในการติดตั้ง	4	5	0
9. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	13	2	0
10. การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน	8	1	0
รวม	**64**	**44**	**0**
คิดเป็น %	**59.3%**	**40.7%**	**0%**

จากตารางสรุปได้ว่า ผู้บริหารมีความเห็นว่าการใช้เครนส่งผลกับปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป 59.3% และไม่ส่งผล 40.7% โดยมีความเห็นเครนส่งผลกับการออกแบบในประเด็นเรื่องสายการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป, การป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน, ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และกระบวนการในการทำงาน โดยการใช้เครนส่งผลน้อยมากในประเด็นของช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป, ความคาดเคลื่อน และการออกแบบรอยต่อ

5.3.3 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยผู้ออกแบบ หรือผู้พัฒนาแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ผู้ออกแบบบ้านของแต่ละโครงการนอกจากสถาปนิกแล้ว บางบริษัทมีแผนกหรือบุคลกรด้านอื่นเป็นผู้ออกแบบหรือกำหนดรูปแบบบ้านหรืออาคารของโครงการ โดยการออกแบบบ้านหรืออาคารของแต่ละบริษัทมีปัจจัยหลายอย่าง เช่น พื้นที่ใช้สอย วัสดุที่ใช้ ราคาขาย ภาพลักษณ์ของโครงการ ฯลฯ ผู้ออกแบบจะทำการวิเคราะห์ปัจจัยด้านต่างรวมไปถึงปัจจัยด้านการก่อสร้างด้วย การก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความแตกต่างจากระบบการก่อสร้างแบบทั่วไป การใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรกลต่างๆ รวมไปถึงรายละเอียดของรอยต่อและโครงสร้างของอาคาร

ตารางที่ 5.26 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครนโดยผู้ออกแบบ

ปัจจัยในการออกแบบ		ผู้ออกแบบ		
		DES1	DES2	DES3
1. **การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Component Design)	การออกแบบเหล็กเสริม	✖	✖	✖
	รูปทรงของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	◎	◎	◎
	การออกแบบจุดหิ้ว	◎	◎	◎
	จำนวนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งอาคาร	◎	▬	✖
2. **ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต** (Precision Component and Standardization)	วัสดุที่ใช้ในการผลิต	◎	✖	✖
	ส่วนผสมในคอนกรีต	◎	✖	✖
	ระยะเวลาในการให้กำลังของคอนกรีต	✖	◎	✖
	การรับแรงของคอนกรีต	◎	◎	◎
3. **การออกแบบรอยต่อ** (Joint Design)	รูปแบบของรอยต่อ	◎	◎	✖
	ลักษณะของรอยต่อ	✖	◎	◎
	การป้องกันการรั่วซึม	✖	✖	✖
	รอยต่อเสียหายในขณะการก่อสร้าง	◎	◎	◎
4. **ความคาดเคลื่อน** (Tolerance)	ความคาดเคลื่อนขณะผลิตชิ้นส่วน	✖	◎	✖
	ความคาดเคลื่อนขณะการติดตั้ง	◎	◎	✖
	ระยะการเผื่อ	✖	✖	✖
5. **ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Void Opening)	ตำแหน่งช่องเปิด	✖	◎	✖
	ขนาดของช่องเปิด	✖	◎	◎
	จำนวนช่องเปิดต่อแผ่น	✖	◎	✖
6. **ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Size)	ความกว้างและความยาวของแผ่น	◎	◎	◎
	ความหนาของแผ่น	◎	▬	◎
	สัดส่วนของของแผ่น	◎	▬	◎
	น้ำหนักของแผ่น	◎	◎	◎
7. **กระบวนการในการทำงาน** (Working Process)	ขั้นตอนการผลิต	◎	◎	◎
	ขั้นตอนขนส่ง	◎	◎	◎
	ขั้นตอนการติดตั้ง	◎	◎	◎
8. **ลำดับในการติดตั้ง** (Sequence)	ลำดับการผลิตแผ่น	✖	◎	◎
	ลำดับการติดตั้ง	◎	◎	◎
	ระยะของผังบ้าน	◎	◎	◎

ตารางที่ 5.26 (ต่อ)

ปัจจัยในการออกแบบ		ผู้ออกแบบ		
		DES1	DES2	DES3
9. **สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Product Line)	รูปแบบโรงงานผลิต	◎	◎	◎
	การว่าจ้างผู้รับเหมาอื่นผลิต	✖	✖	✖
	ปริมาณการผลิต	✖	◎	◎
	ระยะเวลาในการผลิตและติดตั้ง	◎	◎	◎
	งบประมาณในการก่อสร้าง	◎	◎	◎
10. **การป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน** (Workman Error Protection)	ความสามารถของแรงงาน	✖	◎	◎
	อุบัติเหตุและความเสียหาย	◎	▬	✖
	การตรวจสอบคุณภาพแผ่น	✖	✖	✖
◎ = การใช้เครนส่งผล ✖ = การใช้เครนไม่ส่งผล ▬ = ไม่สามารถตอบได้				

ผู้ออกแบบเป็นกลุ่มที่แสดงความคิดเห็นว่า การใช้เครนส่งผลต่อปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปมากที่สุด เพราะว่าการออกแบบมีรายละเอียดที่ต้องศึกษาเป็นจำนวนมาก ทำให้การออกแบบต้องเกี่ยวข้องกับการหลายกิจกรรมในขั้นตอนการก่อสร้าง ผู้ออกแบบให้ความสำคัญในประเด็นที่บุคลากรด้านอื่นๆ ไม่คิดว่าเกี่ยวข้องกับการใช้เครน เช่น รอยต่อของชิ้นส่วน ช่องเปิดของชิ้นส่วน เพราะมองว่ารูปแบบของรอยต่อแบบแห้ง (Wet Process) และแบบแห้ง (Dry Process) มีวิธีการติดตั้งแต่แตกต่างกัน การเชื่อมรอยต่อนั้นในการทำงานจะต้องยกแผ่นค้างเอาไว้ทำให้เครนต้องรับน้ำหนักของชิ้นส่วนได้ น้ำหนักของเครนที่ใช้ควรจะมากกว่าน้ำหนักที่ยกอยู่ในระดับหนึ่ง หากออกแบบให้แผ่นมีน้ำหนักมากจะทำให้ระหว่างยกเครนจะสั่นทำให้เสี่ยงต่ออุบัติเหตุและความเสียหายได้

ตารางที่ 5.27 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบจากผู้ออกแบบ (ที่มา: ผู้วิจัย)

ปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง		
	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่สามารถตอบได้
1. การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	7	4	1
2. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต	6	6	0
3. การออกแบบรอยต่อ	7	5	0
4. ความคาดเคลื่อน	3	6	0

ตารางที่ 5.27 (ต่อ)

ปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง		
	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่สามารถตอบได้
5. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	4	5	0
6. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	10	0	2
7. กระบวนการในการทำงาน	9	0	0
8. ลำดับในการติดตั้ง	8	1	0
9. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	11	4	0
10. การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน	3	5	1
รวม	**68**	**38**	**4**
คิดเป็น %	**62.9%**	**30.3%**	**3.7%**

จากตารางสรุปได้ว่า ผู้ออกแบบมีความเห็นว่าการใช้เครนส่งผลกับปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป 62.9% ไม่ส่งผล 30.3% และไม่สามารถตอบได้ 3.7% โดยมีความเห็นเครนส่งผลกับการออกแบบในประเด็นเรื่องกระบวนการในการทำงาน, ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และลำดับ โดยการใช้เครนส่งผลน้อยมากในประเด็นของความคาดเคลื่อน และการป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน

5.2.4 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปโดยพนักงานขับเครน

พนักงานขับเครนมีหน้าที่โดยตรงกับการใช้งานเครนในขั้นตอนการก่อสร้าง แรงงานที่ทำหน้าที่ขับเครนจะมีความสามารถเฉพาะทางโดยต้องใช้เทคนิคระดับสูงในการทำงาน นอกจากความรู้ด้านการใช้เครนแต่ละประเภทแล้ว บางคนยังเรียนรู้ในด้านของการใช้เครื่องจักรกลอีกด้วย เพื่อ สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้เครนในระหว่างการก่อสร้าง และสามารถใช้งานเครนได้อย่างมีประสิทธิภาพ พนักงานขับเครนอาจจะไม่สามารถที่จะกำหนดว่าจะเลือกใช้เครนประเภทใดได้ แต่การใช้งานเครนจะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้เครนกลับขึ้นไปอีกที ดังนั้นเจ้าหน้าที่หรือผู้บริหารจำเป็นต้องศึกษาปัญหาที่เกิดจากการใช้เครนในระหว่างการก่อสร้าง เพื่อกำหนดประเภทและขนาดของเครนให้เหมาะสมกับการใช้งานให้มากที่สุด

ตารางที่ 5.28 วิเคราะห์ปัจจัยการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครนโดยพนักงานขับเครน

ปัจจัยในการออกแบบ		พนักงานขับเครน		
		CRN1	CRN2	CRN3
1. **การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Component Design)	การออกแบบเหล็กเสริม	✖	◎	◎
	รูปทรงของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	✖	◎	◎
	การออกแบบจุดหิ้ว	◎	◎	◎
	จำนวนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งอาคาร	◎	✖	✖
2. **ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต** (Precision Component and Standardization)	วัสดุที่ใช้ในการผลิต	✖	◎	✖
	ส่วนผสมในคอนกรีต	✖	▬	◎
	ระยะเวลาในการให้กำลังของคอนกรีต	◎	◎	✖
	การรับแรงของคอนกรีต	✖	✖	✖
3. **การออกแบบรอยต่อ** (Joint Design)	รูปแบบของรอยต่อ	✖	◎	✖
	ลักษณะของรอยต่อ	✖	✖	✖
	การป้องกันการรั่วซึม	✖	◎	✖
	รอยต่อเสียหายในขณะการก่อสร้าง	✖	✖	◎
4. **ความคาดเคลื่อน** (Tolerance)	ความคาดเคลื่อนขณะผลิตชิ้นส่วน	✖	✖	✖
	ความคาดเคลื่อนขณะการติดตั้ง	✖	◎	✖
	ระยะการเผื่อ	✖	◎	✖
5. **ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Void Opening)	ตำแหน่งช่องเปิด	✖	✖	✖
	ขนาดของช่องเปิด	✖	✖	✖
	จำนวนช่องเปิดต่อแผ่น	✖	✖	✖
6. **ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Size)	ความกว้างและความยาวของแผ่น	◎	◎	◎
	ความหนาของแผ่น	◎	✖	✖
	สัดส่วนของของแผ่น	◎	✖	◎
	น้ำหนักของแผ่น	◎	◎	◎
7. **กระบวนการในการทำงาน** (Working Process)	ขั้นตอนการผลิต	◎	✖	◎
	ขั้นตอนขนส่ง	◎	◎	◎
	ขั้นตอนการติดตั้ง	◎	◎	◎
8. **ลำดับในการติดตั้ง** (Sequence)	ลำดับการผลิตแผ่น	◎	✖	◎
	ลำดับการติดตั้ง	◎	◎	◎
	ระยะของผังบ้าน	◎	◎	◎

ตารางที่ 5.28 (ต่อ)

ปัจจัยในการออกแบบ		พนักงานขับเครน		
		MRG1	MRG2	MRG3
9. **สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Product Line)	รูปแบบโรงงานผลิต	⊙	✖	▬
	การว่าจ้างผู้รับเหมาอื่นผลิต	✖	✖	✖
	ปริมาณการผลิต	⊙	✖	✖
	ระยะเวลาในการผลิตและติดตั้ง	⊙	✖	⊙
	งบประมาณในการก่อสร้าง	⊙	✖	▬
10. **การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน** (Workman Error Protection)	ความสามารถของแรงงาน	✖	⊙	⊙
	อุบัติเหตุและความเสียหาย	⊙	⊙	⊙
	การตรวจสอบคุณภาพแผ่น	✖	⊙	✖
⊙ = การใช้เครนส่งผล ✖ = การใช้เครนไม่ส่งผล ▬ = ไม่สามารถตอบได้				

เจ้าหน้าที่ขับเครนมีหน้าที่เกี่ยวกับการใช้งานเครนโดยตรง แนวคิดเกี่ยวกับการใช้เครนจึงมุ่งเน้นไปในเรื่องของกระบวนการทำงาน องค์ประกอบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปการติดตั้งตำแหน่งของจุดหิ้ว การใช้อุปกรณ์ต่างๆ มาช่วยในการยกเพื่อป้องการความเสียหายที่เกิดในระหว่างการยก พนักงานขับเครนมีความเห็นตรงกันว่าการผลิตแผ่นในโรงงานผลิต จะทำให้แผ่นมีคุณภาพที่ดีกว่า เนื่องจากการใช้เครนเหนือศีรษะจะทำงานได้ดีกว่า เพราะเครนเหนือศีรษะสามารถยกแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้นิ่งกว่าการยกโดยรถเครน นอกจากเจ้าหน้าที่ขับเครนแล้วยังจำเป็นต้องมีผู้ช่วยในการขับเครนเสมอ การสื่อสารกันเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากผู้ขับเครนโดยเฉพาะเครนที่เคลื่อนที่ได้หรือเครนที่มีระยะการทำงานที่ไกลจากจุดที่ยก ผู้ขับเครนจะไม่สามารถควบคุมระยะที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง จำเป็นต้องอาศัยผู้ช่วยบอกตำแหน่งอยู่ในระยะที่ใกล้กับจุดที่วางแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการติดตั้งมักจะเกิดจากการให้สัญญาณที่ผิดพลาดหรือไม่มีผู้ให้สัญญาณ ดังนั้นนอกจากความสามารถของผู้ขับเครนแล้ว การทำงานด้วยการใช้เครนนั้นยังจำเป็นต้องมีผู้ช่วยที่มีความรู้ด้านการสื่อสารอีกด้วย

ตารางที่ 5.29 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบจากพนักงานขับเครน (ที่มา: ผู้วิจัย)

ปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง		
	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่สามารถตอบได้
1. การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	8	4	0

ตารางที่ 5.29 (ต่อ)

ปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง		
	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่สามารถตอบได้
2. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต	4	7	1
3. การออกแบบรอยต่อ	3	9	0
4. ความคาดเคลื่อน	2	7	0
5. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	0	9	0
6. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	9	3	0
7. กระบวนการในการทำงาน	8	1	0
8. ลำดับในการติดตั้ง	8	1	0
9. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	5	8	2
10. การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน	6	3	0
รวม	**53**	**52**	**3**
คิดเป็น %	**49.1%**	**48.1%**	**2.8%**

จากตารางสรุปได้ว่า พนักงานขับเครนมีความเห็นว่าการใช้เครนส่งผลกับปัจจัยในการออก แบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป 49.1% ไม่ส่งผล 48.1% และไม่สามารถตอบได้ 2.8% โดยมีความเห็นเครนส่งผลกับการออกแบบในประเด็นเรื่องกระบวนการในการทำงาน, ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และลำดับ โดยการใช้เครนส่งผลน้อยมากในประเด็นของความคาดเคลื่อน และการป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน

5.2.5 สรุปวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

จากการศึกษาจากบุคลากรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครน ทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่างของโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในส่วนนี้จะเป็นการนำผลการศึกษามารวบรวม เพื่อสรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบแผ่นชิ่นส่วนสำเร็จรูปที่ส่งผลจากการใช้เครน โดยทั้งหมดรวมอยู่ในตารางเดียวกันเพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลกับการออกแบบ โดยทุกปัจจัยส่งผลกับการออกแบบทั้งหมดเพียงแต่รายละเอียดของแต่ละปัจจัยก็ไม่ได้ส่งผลกับการออกแบบเลย การสรุปผลในบทนี้สามารถนำผลที่ได้ไปใช้ในการแนวทางในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่ใช้ก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรมต่อไป

ตารางที่ 5.30 วิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครน (ที่มา: ผู้วิจัย)

ปัจจัยในการออกแบบ		โครงการ A				โครงการ B				โครงการ C				สรุป	
		MRG	ENG	DES	CRD	MRG	ENG	DES	CRD	MRG	ENG	DES	CRD	◎	✖
1. **การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Component Design)	การออกแบบเหล็กเสริม	✖	✖	✖	✖	✖	✖	✖	◎	✖	✖	✖	◎	2	10
	รูปทรงของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	✖	◎	◎	✖	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	2
	การออกแบบจุดหิ้ว	✖	◎	◎	◎	✖	✖	◎	◎	◎	◎	◎	◎	9	3
	จำนวนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งอาคาร	✖	✖	◎	◎	✖	✖	—	✖	✖	✖	✖	✖	2	9
2. **ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต** (Precision Component and Standardization)	วัสดุที่ใช้ในการผลิต	✖	◎	◎	✖	✖	◎	✖	◎	◎	◎	✖	✖	6	6
	ส่วนผสมในคอนกรีต	✖	✖	◎	✖	✖	◎	✖	—	◎	◎	✖	◎	5	6
	ระยะเวลาในการให้กำลังของคอนกรีต	✖	◎	✖	◎	◎	✖	◎	◎	✖	◎	✖	✖	6	6
	การรับแรงของคอนกรีต	✖	✖	◎	✖	◎	✖	◎	✖	✖	◎	◎	✖	5	7
3. **การออกแบบรอยต่อ** (Joint Design)	รูปแบบของรอยต่อ	✖	✖	◎	✖	◎	✖	◎	◎	◎	✖	✖	✖	5	7
	ลักษณะของรอยต่อ	✖	✖	✖	✖	◎	✖	◎	✖	◎	◎	◎	✖	5	7
	การป้องกันการรั่วซึม	✖	✖	✖	✖	✖	✖	✖	◎	✖	✖	✖	✖	1	11
	รอยต่อเสียหายในขณะการก่อสร้าง	✖	✖	◎	✖	◎	◎	◎	✖	◎	◎	◎	◎	8	4
4. **ความคาดเคลื่อน** (Tolerance)	ความคาดเคลื่อนขณะผลิตชิ้นส่วน	✖	✖	✖	✖	◎	✖	◎	✖	✖	✖	✖	✖	2	10
	ความคาดเคลื่อนขณะการติดตั้ง	✖	◎	◎	✖	◎	◎	◎	◎	✖	✖	✖	✖	6	6
	ระยะการเผื่อ	✖	✖	✖	✖	◎	◎	✖	◎	✖	✖	✖	✖	3	9
5. **ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป** (Void Opening)	ตำแหน่งช่องเปิด	✖	✖	✖	✖	✖	◎	◎	✖	✖	✖	✖	✖	2	10
	ขนาดของช่องเปิด	✖	✖	✖	✖	✖	◎	◎	✖	✖	✖	◎	✖	3	9
	จำนวนช่องเปิดต่อแผ่น	✖	✖	✖	✖	✖	✖	◎	✖	✖	✖	✖	✖	1	11

◎ = การใช้เครนส่งผล ✖ = การใช้เครนไม่ส่งผล — = ไม่สามารถตอบได้

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ปัจจัยในการออกแบบ		โครงการ A				โครงการ B				โครงการ C				สรุป	
		MRG	ENG	DES	CRD	MNG	ENG	DES	CRD	MNG	ENG	DES	CRD	○	✕
6. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Size)	ความกว้างและความยาวของแผ่น	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12	0
	ความหนาของแผ่น	✕	✕	○	○	○	✕	—	✕	○	○	✕	○	6	5
	สัดส่วนของของแผ่น	✕	○	○	○	○	○	—	✕	○	○	○	○	9	2
	น้ำหนักของแผ่น	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12	0
7. กระบวนการในการทำงาน(Working Process)	ขั้นตอนการผลิต	○	○	○	○	✕	✕	○	✕	○	○	○	○	9	3
	ขั้นตอนขนส่ง	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12	0
	ขั้นตอนการติดตั้ง	○	○	○	○	○	○	○	○	✕	○	○	○	11	1
8. ลำดับในการติดตั้ง (Sequence)	ลำดับการผลิตแผ่น	✕	✕	✕	○	✕	✕	○	✕	○	✕	○	○	5	7
	ลำดับการติดตั้ง	✕	✕	○	○	✕	○	○	○	○	○	○	○	9	3
	ระยะของผังบ้าน	✕	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	11	1
9. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Product Line)	รูปแบบโรงงานผลิต	○	○	○	○	○	○	○	✕	—	○	○	—	9	1
	การว่าจ้างผู้รับเหมาอื่นผลิต	✕	—	✕	✕	✕	○	✕	✕	—	✕	✕	✕	1	9
	ปริมาณการผลิต	○	○	✕	○	○	○	○	✕	○	○	○	✕	9	3
	ระยะเวลาในการผลิตและติดตั้ง	○	○	○	○	○	○	○	✕	○	○	○	○	11	1
	งบประมาณในการก่อสร้าง	○	○	○	○	○	○	○	✕	○	○	○	—	10	1
10. การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน (Workman Error Protection)	ความสามารถของแรงงาน	○	○	✕	✕	✕	○	○	○	○	○	○	○	9	3
	อุบัติเหตุและความเสียหาย	○	○	○	○	○	○	—	○	○	○	✕	○	10	1
	การตรวจสอบคุณภาพแผ่น	✕	○	✕	✕	✕	○	✕	○	○	✕	✕	✕	4	8

○ = การใช้เครนส่งผล ✕ = การใช้เครนไม่ส่งผล — = ไม่สามารถตอบได้

จากตารางที่ 5.30 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน แต่บางส่วนพบว่าจะมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน การใช้เครนจะเกี่ยวข้องกับบางปัจจัยในขณะเดียวกัน การใช้เครนก็ไม่ส่งผลกับบางปัจจัยเช่นเดียวกัน โดยการวิเคราะห์ความคิดเห็นมีข้อสรุป ดังนี้

ตารางที่ 5.31 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยในการออกแบบ (ที่มา: ผู้วิจัย)

ปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง		
	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่สามารถตอบได้
1. การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	23	24	1
2. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต	25	22	1
3. การออกแบบรอยต่อ	19	29	0
4. ความคาดเคลื่อน	11	25	0
5. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	6	30	0
6. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	39	7	2
7. กระบวนการในการทำงาน	32	4	0
8. ลำดับในการติดตั้ง	25	11	0
9. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	40	15	5
10. การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน	23	12	1
รวม	**243**	**179**	**10**
คิดเป็น %	**56.25%**	**41.46%**	**2.31%**

จากตารางที่ 5.31 กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดให้ความเห็นว่า 56.25% การเครนส่งผลกับปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 41.46% ให้ความเห็นว่าการใช้เครนไม่ส่งผล และ 2.31% ไม่สามารถให้ความเห็นว่าเครนส่งผลต่อปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยการใช้เครนจะส่งผลกับปัจจัยมากน้อยแตกต่างกันไปตามความสัมพันธ์ในการใช้งานของเครนในปัจจัยต่างๆ โดยลำดับความสำคัญตามการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

ตารางที่ 5.32 ความสำคัญของการใช้เครนที่ส่งผลต่อปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ลำดับปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนส่งผล
1. กระบวนการในการทำงาน	88.9%

ตารางที่ 5.32 (ต่อ)

ลำดับปัจจัยในการออกแบบ	การใช้เครนส่งผล
2. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	81.3%
3. ลำดับในการติดตั้ง	69.4%
4. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	66.7%
5. การป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน	63.9%
6. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต	52.1%
7. การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	47.9%
8. การออกแบบรอยต่อ	39.6%
9. ความคาดเคลื่อน	30.5%
10. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป	16.7%

สรุป จากการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครนของโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ให้ความเห็นว่าการใช้เครนส่งผลกับปัจจัยในการออกแบบในประเด็นต่างๆ ตามลำดับ ดังนี้ กระบวนการในการทำงาน (88.9%), ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (81.3%), ลำดับในการติดตั้ง (69.4%), สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (66.7%), การป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน (63.9%), การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (47.9%), ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต (52.1%), การออกแบบรอยต่อ (39.6%), ความคาดเคลื่อน (30.5%), ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (16.7%)

บทที่ 6
บทสรุป ข้อค้นพบ และข้อเสนอแนะ

การใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เป็นการศึกษาและสำรวจข้อมูลจากโครงการศึกษา เพื่อเปรียบประเภทของเครนที่พบในขั้นตอนการก่อสร้าง รวมไปถึงศึกษาการใช้เครนในระหว่างขั้นตอนการทำงาน จากการศึกษามีบทสรุปดังนี้

6.1 บทสรุป

6.1.1 สรุปประเภทของเครนในกระบวนการก่อสร้าง

การก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่ามีการใช้เครนอยู่ในทุกขั้นตอนการก่อสร้าง โดยในขั้นตอนการผลิตพบการใช้เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane) และรถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane) ในขั้นตอนการขนส่งพบการใช้เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane), เครนขาสูง (Gantry Crane) รถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane) และรถบรรทุกติดเครน (Truck Loader Crane) ในขั้นตอนการติดตั้งพบการใช้, เครนล้อตีนตะขาบ (Crawler Crane), รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง (Truck Crane), รถเครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane) และรถบรรทุกติดเครน (Loader Truck Crane)

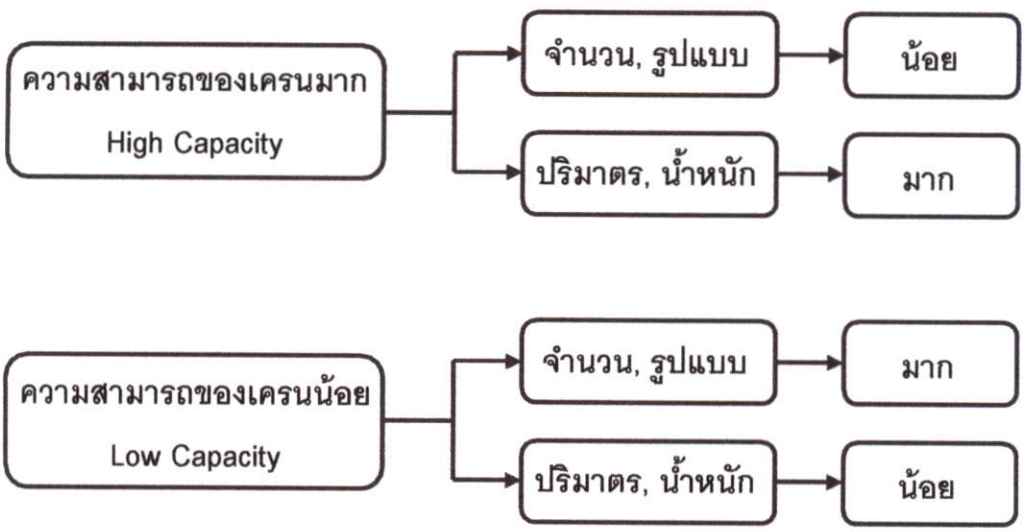
ภาพที่ 6.1 ประเภทของเครนที่พบในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(ที่มา: ผู้วิจัย)

การศึกษาพบว่ามีการใช้เครนในการก่อสร้างทั้งหมด 6 ประเภท โดยแต่ละบริษัทมีการเลือกใช้เครนที่เหมือนกันหรือต่างกันในบางขั้นตอน การเลือกใช้เครนที่แตกต่างกันเกิดจากปัจจัยในด้านรูปแบบการบริหารของแต่ละโครงการ ส่งผลให้ระยะเวลาก่อสร้างและต้นทุนการก่อสร้างรวมไปถึงราคาขายรวมไปถึงรายละเอียดของบ้านของแต่ละโครงการมีความแตกต่างกัน

6.1.2 สรุปการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้าง

การใช้เครนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป การที่เครนที่มีความสามารถ (Capacity) แตกต่างกัน โดยการเปรียบเทียบต้องดูจากเครนที่ใช้ทั้งหมดของแต่ละบริษัท น้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องน้อยกว่าความสามารถของเครนเสมอ ซึ่งส่งผลให้จำนวน, รูปแบบ, ปริมาตร และน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีความแตกต่างกัน โดยโครงการที่มีการใช้เครนที่มีความสามารถสูงจะมีจำนวนและรูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปน้อยกว่า โครงการที่มีการใช้เครนที่มีความสามารถต่ำ ทำให้กระบวนการก่อสร้างของแต่ละโครงการมีความแตกต่างกันในด้านระยะเวลาในการก่อสร้าง, ต้นทุนในการก่อสร้าง รวมไปถึงคุณภาพของบ้าน

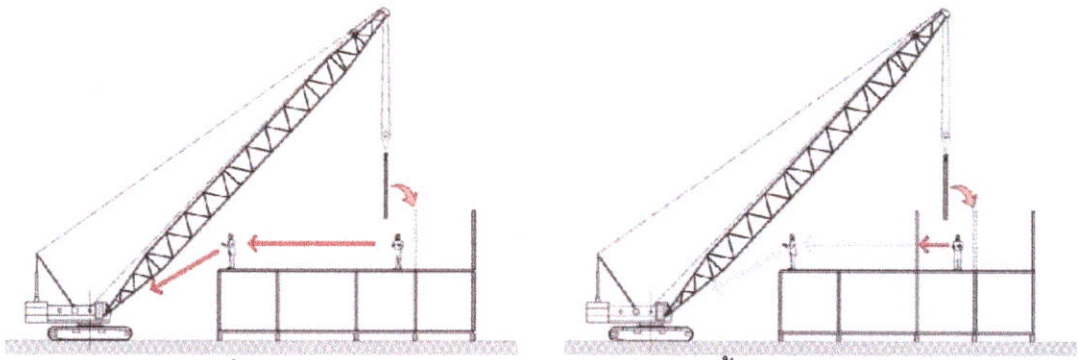


ภาพที่ 6.2 เปรียบเทียบความสามารถของเครนส่งผลกับชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(ที่มา: ผู้วิจัย)

ลำดับการติดตั้งของโครงการศึกษามีความคล้ายคลึงกันทั้ง 3 โครงการ จากการศึกษาพบว่าการใช้เครนมีส่วนทำให้ลำดับการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยผู้ขับเครนจะไม่สามารถทำงานด้วยตัวเองเพียงคนเดียวได้ จำเป็นต้องมีผู้ช่วยในการให้สัญญาณถึงตำแหน่งของผังอาคารที่กำลัง

วางแผ่น การวางชิ้นส่วนมาบังชิ้นส่วนในแผ่นถัดไปนอกจากจะทำให้การวางแผ่นเป็นไปด้วยความยากลำบากแล้ว การสื่อสารของผู้ช่วยยังไม่สามารถส่งถึงผู้ขับเครนได้อีกด้วย ดังนั้นลำดับในการวางชิ้นส่วนจะต้องวางแผ่นที่อยู่ด้านในสุดก่อนเสมอแล้วค่อยไล่ออกมาจนถึงหน้าอาคาร ทำให้รูปแบบลำดับการวางชิ้นส่วนของแต่ละโครงการจึงมีความคล้ายคลึงกัน



ภาพที่ 6.3 ข้อจำกัดในการให้สัญญาณในลำดับขั้นตอนการก่อสร้าง

(ที่มา: ผู้วิจัย)

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ขนส่งมาควรจะจัดเรียงชิ้นส่วนให้ตรงตามลำดับการติดตั้ง เพราะว่าการสลับแผ่นชิ้นส่วนบนหลังรถขนส่งเป็นเรื่องยุ่งยากมาก รวมไปถึงความเสี่ยงต่อความเสียหายได้ ดังนั้นการจัดลำดับชิ้นส่วนสำเร็จรูปจะต้องวางแผนไว้ตั้งแต่โรงงานหรือสถานที่ผลิต ลำดับการวางชิ้นส่วนบนรถจะต้องสัมพันธ์กับลำดับในการติดตั้ง โดยจะต้องวางแผ่นที่ติดตั้งก่อนไว้หลังสุดในขั้นตอนการขนส่งและแผ่นที่ติดตั้งในลำดับสุดท้ายอยู่ด้านในสุดของขั้นตอนการขนส่ง ซึ่งควรจะวางสลับกันซ้าย-ขวาในกรณีที่เป็นรถเทรลเลอร์ติดตั้งโครงเหล็กรูปตัวเอ เพื่อให้ชิ้นส่วนสามารถพยุงตัวบนหลังรถได้

ภาพที่ 6.4 ลำดับการวางชิ้นส่วนสำเร็จรูปบนรถขนส่งที่สะดวกในขั้นตอนการติดตั้ง

(ที่มา: ผู้วิจัย)

6.1.3 สรุปปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้เครน

การศึกษาปัจจัยในการออกแบบ พบว่า 56.25% ของกลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นว่าเครนส่งผลกับปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป 41.46% ให้ความเห็นว่าการใช้เครนไม่ส่งผล และ 2.31% ไม่สามารถให้ความเห็นว่าเครนส่งผลต่อปัจจัยในการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยให้ความเห็นว่าการใช้เครนส่งผลกับปัจจัยในการออกแบบในประเด็นต่างๆ ตามลำดับ ดังนี้

1. กระบวนการในการทำงาน (88.9%)
2. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (81.3%)
3. ลำดับในการติดตั้ง (69.4%)
4. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (66.7%)
5. การป้องกันความผิดพลาดจากกการทำงาน (63.9%)
6. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต (52.1%)
7. การออกแบบส่วนประกอบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (47.9%)
8. การออกแบบรอยต่อ (39.6%)
9. ความคาดเคลื่อน (30.5%)
10. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป (16.7%)

6.2 ข้อค้นพบ

การออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักสูงจะส่งผลกับเครนที่ใช้ โดยการใช้เครนบางประเภท เช่น เครนบรรทุกแบบล้อยางและเครนแบบ 4 ล้อยางจะมีการตั้งเครนโดนขาหยั่งก่อนเสมอ ทำให้เครนไม่สามารถขยับออกนอกจากตำแหน่งที่วางไว้ได้ ทำให้การยกแผ่นที่มีน้ำหนักมากจะเกิดปัญหาในการทำงาน เพราะระยะการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีระยะไกลและมีน้ำหนักมากจะไม่สามารถทำได้ ระยะของแขนเครนที่ยื่นมากก็จะรับน้ำหนักแผ่นได้น้อยลง ทำให้การยกแผ่นที่มีน้ำหนักมากจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายจุดวางเครนบ่อยครั้ง ซึ่งนอกจากจะต้องใช้เวลามากและไม่สะดวกแล้ว อาจจะส่งผลให้เกิดอันตรายในระหว่างการยกได้ เนื่องจากการเตรียมฐานรองรับที่ไม่แข็งแรงพอ ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักควรใช้เครนแบบล้อตีนตะขาบ เพราะนอกจากคุณสมบัติของด้านความสามารถของความสามารถในการยกแล้ว เครนล้อตีนตะขาบสามารถยก

แผ่นแล้วเคลื่อนที่ได้ เครนประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องเตรียมพื้นที่ในการทำงานมากนัก ไม่ต้องตั้งฐานในขณะทำงาน แต่ก็มีข้อเสียที่ไม่สามารถวิ่งบนถนนปรกติได้

ภาพที่ 6.5 รูปแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปสัมพันธ์กับความสามารถของเครน

(ที่มา: ผู้วิจัย)

การใช้เครนสนับสนุนบางประเภท เช่น รถบรรทุกติดเครน มาช่วยทั้งในขั้นตอนการจนส่ง และขั้นตอนการติดตั้ง เพราะการใช้เครนประเภทนี้มีความคล่องตัวสูง สามารถบรรทุกชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ รวมไปถึงสามารถยกติดตั้งได้อีกด้วย การใช้เครนประเภทนี้สามารถยกชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักไม่เกิน 3 ตัน และมีระยะของแขนเครนเพียง 3 เมตร การใช้รถบรรทุกติดเครนจึงใช้ยกในส่วนของชิ้นส่วนประดับและตกแต่งอาคาร รั้ว หรือชิ้นส่วนเล็กๆ ในโครงการเท่านั้น การใช้รถบรรทุกติดเครนมาใช้ในขั้นตอนติดตั้งถือว่ามีความเสี่ยง เพราะเป็นการใช้งานผิดประเภท โดยเครนประเภทนี้ถูกออกแบบมาใช้ในงานประเภทอื่น เช่นงานสนับสนุนการก่อสร้าง เช่น ขนวัสดุ เก็บขยะ ฯลฯ การใช้เครนประเภทนี้ในการติดตั้งจึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ผู้ขับเครนจะต้องมีความชำนาญในการขับขี่ ไม่เช่นนั้นอาจจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

6.3 ข้อเสนอแนะ

1) ค่าใช้จ่ายในการใช้เครนของแต่ละบริษัทมีความแตกต่างกัน บริษัทที่มีเครนอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องเช่าเครนอีกก็สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้มาก กรณีนี้ก็จะดูในเรื่องความเหมาะสม

ของขนาดของเครน และน้ำหนักของชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับความสามารถของเครน ซึ่งขนาดของเครนควรจะสูงกว่าน้ำหนักของแผ่น

ตารางที่ 6.1 อัตราค่าเช่าเครนของบริษัทเอกชน (ที่มา: การสำรวจโดยผู้วิจัย)

ประเภทเครน	ขนาด	ค่าเช่า (รายวัน)	ค่าเช่า (รายเดือน)
รถบรรทุกติดเครน	3 ตัน	5,000 บาท	90,000 บาท
รถบรรทุกติดเครน	10 ตัน	5,500 บาท	100,000 บาท
รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง	20 ตัน	8,000 บาท	110,000 บาท
รถเครนแบบ 4 ล้อยาง	25 ตัน	9,000 บาท	150,000 บาท
รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง	25 ตัน	9,000 บาท	120,000 บาท
รถเครนแบบ 4 ล้อยาง	45 ตัน	17,000 บาท	280,000 บาท
รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง	50 ตัน	19,000 บาท	350,000 บาท
รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง	80 ตัน	50,000 บาท	600,000 บาท
รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง	100 ตัน	80,000 บาท	700,000 บาท
รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง	120 ตัน	100,000 บาท	1,000,000 บาท
รถบรรทุกเครนแบบล้อยาง	160 ตัน	150,000 บาท	1,200,000 บาท

การเช่าเครนแต่ละขนาดมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันแบบเห็นได้ชัด ดังตารางที่ 6.1 โดยเครนที่มีขนาดใหญ่ค่าใช้จ่ายก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะเครนที่มีขนาด 25 ตันเป็นต้นไปซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในขั้นตอนการติดตั้ง ค่าใช้จ่ายจะมีความแตกต่างกันมากกว่าหนึ่งแสนบาท ในกรณีที่จะต้องเช่าเครนในการก่อสร้าง ผู้ประกอบการจะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเช่าเครนซึ่งมีมูลค่าสูง การบริหารจัดการเครนจะสัมพันธ์กับกระบวนการก่อสร้างทั้งหมดโดยเฉพาะระยะเวลาในขั้นตอนการก่อสร้าง เพราะยิ่งการก่อสร้างนานก็จะเกิดต้นทุนของการเช่าเครนที่สูงมากขึ้น หากสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างสั้นลงก็สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้มากขึ้น ขณะเดียวกันหากงานล้าช้ามากขึ้น โครงการก็จะต้องแบกรับค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มากขึ้นซึ่งมีมูลค่าสูง หากเกิดการก่อสร้างช้ากว่าที่กำหนดมากผู้ประกอบจะเสี่ยงต่อการขาดทุนได้

2) การเก็บข้อมูลในการศึกษาเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น ผู้วิจัยควรจะติดต่อบุคลากรภายในบริษัทมากกว่า 3 - 4 คน เนื่องจากการเก็บข้อมูลจะมีความยากลำบากสาเหตุจากข้อมูลทั้งหมดเป็นความลับของบริษัท ทำให้ข้อมูลที่ได้มาจากบุคคลเพียงไม่กี่คนจะไม่เพียงพอในการศึกษาและวิจัยงานที่เกี่ยวกับระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ การเก็บข้อมูลแบบสอบถาม

หรือแบบสัมภาษณ์ควรจะมีความรัดกุมค่อนข้างมาก โดยการศึกษาจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยต่างๆ การเก็บข้อมูลแต่ละครั้งถ้าเครื่องมือมีความสมบูรณ์ ต้องเข้าใจว่างานวิจัยต้องการข้อมูลอะไรและใครที่จะสามารถให้ข้อมูลเหล่านั้นได้ หากผู้วิจัยสามารถรวบรวมข้อมูลได้ทั้งหมดใน 1-2 ครั้ง จะเป็นผลดีต่อการดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างมาก

3) เครนเป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งในการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป แต่ว่าในกระบวนการก่อสร้างทั้งหมดนั้นยังมีเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ อีกเป็นจำนวนมาก โดยเหตุผลจากการใช้องค์ความรู้ขากแหล่งต่างๆ ที่แตกต่างกัน บางโครงการนำเข้าจากต่างประเทศ แต่บางโครงการพัฒนาเครื่องมือจากที่มีอยู่ในภายในประเทศ หรือประยุกต์ใช้เครื่องมือบางชนิดขึ้นมาเอง ซึ่งเครื่องมือต่างๆ เหล่านี้ มีผลกับกระบวนการก่อสร้างเช่นเดียวกัน ทั้งในด้านเทคนิคและกระบวนการในการก่อสร้าง โดยแต่ละโครงการมีการใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันออกไป โดยผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการใช้เครื่องมือของแต่ละบริษัท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปต่อไปได้

ภาพที่ 6.6 เครื่องมือที่มีความแตกต่างกันที่พบในการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

(ที่มา: ผู้วิจัย)

4) จากการสำรวจโครงการพบว่า บางแห่งมีการใช้ระบบการก่อสร้างที่แตกต่างกันอยู่ภายในโครงการหมู่บ้านเดียวกัน คือมีการก่อสร้างด้วยระบบแบบตั้งเดิม (Conventional System) ที่เป็นการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเสาและคาน ติดตั้งผนังด้วยการก่ออิฐฉาบปูน และมีการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication)

ภาพที่ 6.7 ระบบการก่อสร้าง 2 รูปแบบในโครงการเดียวกัน

(ที่มา: ผู้วิจัย)

จากการสอบถาม พบว่ามีการก่อสร้างแบบดั่งเดิมในโครงการนั้น เพื่อต้องการบริหารจัดการแรงงานของบริษัท ทำให้ต้องมีบ้านที่ก่อสร้างในระบบนี้อยู่บางส่วน จากการที่มีระบบการก่อสร้างทั้ง 2 แบบทำให้ผู้ที่สนใจสามารถทำการเปรียบเทียบการใช้งานอาคารได้ เช่น ความร้อน, เสียง, แสงสว่าง, การใช้พลังงานภายในอาคาร รวมไปถึงความพึงพอใจของผู้อยู่อาศัย เป็นต้น เนื่องจากอาคารมีรูปแบบเดียวกันและตั้งอยู่ในบริบทเดียวกัน จึงเหมาะแก่การทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับการก่อสร้างแบบดั้งเดิม เพื่อหาข้อดีและข้อเสียของบ้านทั้งสองแบบ เพื่อใช้ในการพัฒนาคุณภาพของที่อยู่อาศัยต่อไป

บรรณานุกรม

กระทรวงมหาดไทย. **ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องกำหนดรูปภาพการใช้สัญญาณมือในการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับปั้นจั่น** .กรุงเทพมหานคร ,2553

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. **รายงานการศึกษาโครงการจัดทำแบบมาตรฐานอาคาร 2 ชั้น ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสนอการเคหะแห่งชาติ**. กรุงเทพมหานคร ,2548

ชวลิต นิตยะ. **Housing Construction Technology**. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2550

โชคชัย อลงกรณ์ทักษิณ. **การใช้เครนอย่างปลอดภัย**. บริษัท เทอมอล แอนด์ ทรานส์มิชชั่น แมชชีน ,2549

ณัฐนนท์ รัตนไชย. **การศึกษาการก่อสร้างอาคารพักอาศัยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแบบผนังรับน้ำหนัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร ,2543

ณัฐวุฒิ ถนอมพวงเสรี. **การวิเคราะห์กระบวนการจัดการชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้กรณีศึกษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ ,2549

ต่อตระกูล ยมนาค .**ระบบโครงสร้างสำหรับชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป .เอกสารประกอบการอบรมระบบประสานทาง พิกัดในงานก่อสร้างอาคารสถานที่ราชการ** .สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ,2548

ทวี สีบุญเรือง. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม**. สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,2555

บรรณานุกรม (ต่อ)

ปิยะ ดโนทัย. **รอยต่อชิ้นส่วนก่อสร้างสำเร็จรูป กรณีศึกษา : บ้านพักอาศัย 4 โครงการ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ ,2554

พิชิตพล สวัสดิมงคล. **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเช่าดำเนินการทาวเวอร์เครน:มุมมองของผู้รับเหมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ ,2552

ภัทรินทร์ กินีสี. **ทักษะที่ต้องการของคนงานสำหรับงานก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ ,2549

รัชนูพรรณ คำสิงห์ศรี. **เทคโนโลยีการก่อสร้างที่พักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในภาคเอกชน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ ,2554

ศุภชัย ไชยน. **เงื่อนไขด้านเทคนิคในการก่อสร้างอาคารสูงด้วยระบบผนัง ค.ส.ล. สำเร็จรูปภายนอกอาคาร : กรณีศึกษาโครงการลุมพินีเพลส (นราธิวาส-เจ้าพระยา) กับโครงการซิตี้ สมาร์ท คอนโด (ปทุมวัน).** วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ ,2549

Alfredo, Adriano, and Jeanette. Characterization of waste in building construction project. In Alacon, L. F(ed.), **Lean Construction**. Rotterdam: Balkema, 1997

Burnham, K. **The Prefabrication of Houses**. U.S.A: The Technology Press of The Massachusetts Institute of Technology and John Willy & Sons, 1951

Don, A. W. **Construction Materials and Process**, U.S.A: McGRAW-HILL, 1986

Roy, C. **Construction Technology**, Forth Edition. England: Pearson Education, 2005

ภาคผนวก

แบบสัมภาษณ์

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

แบบสัมภาษณ์ชุดนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาการใช้เครนของผู้ประกอบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในจัดทำวิทยานิพนธ์ในสาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอความกรุณาจากท่าน กรุณาตอบคำถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ โดยข้อมูลทั้งหมดจะไม่เปิดเผยที่มาต่อสาธารณะ ขอขอบคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของโครงการ

1.1 ชื่อโครงการ .....

1.2 ที่ตั้งของโครงการ .....

1.3 เจ้าของโครงการ .....

1.4 ข้อมูลทั่วไปของโครงการ **พื้นที่** .....**ไร่**

จำนวน (Phase) ..... **Phase**

จำนวน (Unit) ..... **หลัง**

1.5 ข้อมูลทั่วไปของบ้าน

รูปแบบบ้าน ☐ บ้านเดียว ☐ ทาวน์โฮม ☐ บ้านแฝด

จำนวนชั้น ☐ 2 ชั้น ☐ 3 ชั้น ☐ มากกว่า 3 ชั้น

ระบบก่อสร้าง ☐ ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication)

☐ ระบบการก่อสร้างแบบกึ่งสำเร็จรูป (Semi Prefabrication)

☐ ระบบการก่อสร้างทั่วไป (Conventional)

ประโยชน์ใช้สอย ห้องนอน.....ห้อง , ห้องน้ำ.....ห้อง , ที่จอดรถ.....คัน

พื้นที่ใช้สอยรวม ..... ตารางเมตร

ราคาขาย ..... บาท

<u>ส่วนที่ 2</u> เครนในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.1 ประเภทของเครน (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

☐ Overhead Crane ☐ Gantry Crane ☐ Tower Crane

☐ Mobile Crane ☐ Crawler Crane ☐ Truck Loader Crane

☐ อื่นๆ (ระบุ).....

2.2 รุ่น - ความสามารถในการบรรทุกและจำนวนที่มี (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

[1] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[2] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[3] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[4] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[5] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

2.3 ระยะรัศมีของแขนเครนหรือการพาดช่วงของเครนเหนือศีรษะ

☐ 3 เมตร ☐ 5 เมตร ☐ 10 เมตร ☐ 15 เมตร

☐ 20 เมตร ☐ 25 เมตร ☐ อื่นๆ (ระบุ) .....เมตร

2.4 ระยะยกสูงสุดของเครน

☐ 3 เมตร ☐ 5 เมตร ☐ 7 เมตร ☐ 10 เมตร

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....เมตร

2.5 วิธีการจัดหาเครน

☐ เช่า ☐ เช่าซื้อ ☐ ซื้อ

2.6 คนงานขับเครน

☐ มีพนักงานขับของตนเอง ☐ จ้างพนักงานขับจากที่อื่น

2.7 จำนวนคนงานขับเครน

☐ 1 คน ☐ 2 คน ☐ 3 คน ☐ อื่นๆ (ระบุ).....คน

2.8 ค่าจ้างของพนักงานขับเครนต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 10,000 บาท ☐ 10,001 - 15,000 บาท ☐ 15,001 - 20,000 บาท

☐ 20,001 - 25,000 บาท ☐ 25,001 - 30,000 บาท ☐ มากกว่า 30,000 บาท

2.9 ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดจากการใช้เครนต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 50,000 บาท ☐ 50,001 - 100,000 บาท ☐ 100,001 - 150,000 บาท

☐ 150,001 - 200,000 บาท ☐ 200,001 - 250,000 บาท ☐ มากกว่า 250,000 บาท

2.10 ปัญหาที่เกิดจากการใช้เครนที่พบบ่อย (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

☐ เครื่องยนต์มีปัญหา ☐ เกิดอุบัติเหตุ ☐ เครนล้ม

☐ เครนชนกับอาคาร ☐ สลิงขาด – ชำรุด ☐ คนงานขาดความรู้

☐ หาคนขับเครนไม่ได้ ☐ สภาพแวดล้อม ☐ สภาพอากาศ

☐ อื่นๆ (ระบุ).....

2.11 แนวความคิดในการเลือกใช้เครนในขั้นตอนการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.12 รายละเอียดอื่นๆ ที่น่าสนใจ ของเครนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ส่วนที่ 3</u> เครนในขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

3.1 **ประเภทของเครน** (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

☐ Overhead Crane ☐ Gantry Crane ☐ Tower Crane

☐ Mobile Crane ☐ Crawler Crane ☐ Truck Loader Crane

☐ อื่นๆ (ระบุ).....

3.2 **รุ่น - ความสามารถในการบรรทุกและจำนวนที่มี** (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

[1] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[2] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[3] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[4] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

3.3 **ระยะรัศมีของแขนเครนหรือการพาดช่วงของเครนเหนือศีรษะ**

☐ 3 เมตร ☐ 5 เมตร ☐ 10 เมตร ☐ 15 เมตร

☐ 20 เมตร ☐ 25 เมตร ☐ อื่นๆ (ระบุ) .....เมตร

3.4 **ระยะยกสูงสุดของเครน**

☐ 3 เมตร ☐ 5 เมตร ☐ 7 เมตร ☐ 10 เมตร

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....เมตร

3.5 **วิธีการจัดหาเครน**

☐ เช่า ☐ เช่าซื้อ ☐ ซื้อ

3.6 **คนงานขับเครน**

☐ มีพนักงานขับของตนเอง ☐ จ้างพนักงานขับจากที่อื่น

3.7 **จำนวนคนงานขับเครน**

☐ 1 คน ☐ 2 คน ☐ 3 คน ☐ อื่นๆ (ระบุ).....คน

3.8 ค่าจ้างของพนักงานขับเครนต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 10,000 บาท ☐ 10,001 - 15,000 บาท ☐ 15,001 - 20,000 บาท

☐ 20,001 - 25,000 บาท ☐ 25,001 - 30,000 บาท ☐ มากกว่า 30,000 บาท

3.9 ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดจากการใช้เครนต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 50,000 บาท ☐ 50,001 - 100,000 บาท ☐ 100,001 - 150,000 บาท

☐ 150,001 - 200,000 บาท ☐ 200,001 - 250,000 บาท ☐ มากกว่า 250,000 บาท

3.10 ปัญหาที่เกิดจากการใช้เครนที่พบบ่อย (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

☐ เครื่องยนต์มีปัญหา ☐ เกิดอุบัติเหตุ ☐ เครนล้ม

☐ เครนชนกับอาคาร ☐ สลิงขาด – ชำรุด ☐ คนงานขาดความรู้

☐ หาคนขับเครนไม่ได้ ☐ สภาพแวดล้อม ☐ สภาพอากาศ

☐ อื่นๆ (ระบุ).....

3.11 แนวความคิดในการเลือกใช้เครนในขั้นตอนการขนส่ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.12 รายละเอียดอื่น ๆ ที่น่าสนใจ ของเครนที่ใช้ในขั้นตอนการขนส่ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ส่วนที่ 4</u> เครนในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป

4.1 ประเภทของเครน (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

☐ Overhead Crane ☐ Gantry Crane ☐ Tower Crane

☐ Mobile Crane ☐ Crawler Crane ☐ Truck Loader Crane

☐ อื่นๆ (ระบุ).....

4.2 รุ่น - ความสามารถในการบรรทุกและจำนวนที่มี (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

[1] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[2] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[3] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[4] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

[5] .....

Capacity..... ตัน , จำนวน..... ชุด/คัน

4.3 ระยะรัศมีของแขนเครนหรือการพาดช่วงของเครนเหนือศีรษะ

☐ 3 เมตร ☐ 5 เมตร ☐ 10 เมตร ☐ 15 เมตร

☐ 20 เมตร ☐ 25 เมตร ☐ อื่นๆ (ระบุ) .....เมตร

4.4 ระยะยกสูงสุดของเครน

☐ 3 เมตร ☐ 5 เมตร ☐ 7 เมตร ☐ 10 เมตร

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....เมตร

4.5 วิธีการจัดหาเครน

☐ เช่า ☐ เช่าซื้อ ☐ ซื้อ

4.6 คนงานขับเครน

☐ มีพนักงานขับของตนเอง ☐ จ้างพนักงานขับจากที่อื่น

4.7 จำนวนคนงานขับเครน

☐ 1 คน ☐ 2 คน ☐ 3 คน ☐ อื่นๆ (ระบุ).....คน

4.8 ค่าจ้างของพนักงานขับเครนต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 10,000 บาท ☐ 10,001 - 15,000 บาท ☐ 15,001 - 20,000 บาท

☐ 20,001 - 25,000 บาท ☐ 25,001 - 30,000 บาท ☐ มากกว่า 30,000 บาท

4.9 ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดจากการใช้เครนต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 50,000 บาท ☐ 50,001 - 100,000 บาท ☐ 100,001 - 150,000 บาท

☐ 150,001 - 200,000 บาท ☐ 200,001 - 250,000 บาท ☐ มากกว่า 250,000 บาท

4.10 ปัญหาที่เกิดจากการใช้เครนที่พบบ่อย (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

☐ เครื่องยนต์มีปัญหา ☐ เกิดอุบัติเหตุ ☐ เครนล้ม

☐ เครนชนกับอาคาร ☐ สลิงขาด – ชำรุด ☐ คนงานขาดความรู้

☐ หาคนขับเครนไม่ได้ ☐ สภาพแวดล้อม ☐ สภาพอากาศ

☐ อื่นๆ (ระบุ).....

4.11 แนวความคิดในการเลือกใช้เครนในขั้นตอนการติดตั้ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.12 รายละเอียดอื่น ๆ ที่น่าสนใจ ของเครนที่ใช้ในขั้นตอนการติดตั้ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่สละเวลาตอบแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาการใช้เครนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป

แบบสัมภาษณ์ชุดนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาการใช้เครนของผู้ประกอบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในจัดทำวิทยานิพนธ์ในสาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอความกรุณาจากท่าน กรุณาตอบคำถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ โดยข้อมูลทั้งหมดจะไม่เปิดเผยที่มาต่อสาธารณะ ขอขอบคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

ข้อมูลประเภทของเครนเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการทำแบบสัมภาษณ์

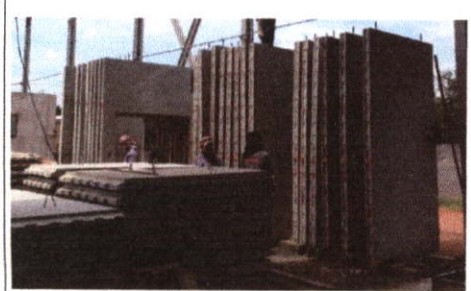
เครนประเภทอยู่กับที่ (Stationary Crane)		**เครนประเภทเคลื่อนที่ได้** (Mobile Crane)	
	เครนหอสูง (Tower Crane)		เครนบรรทุกแบบล้อยาง (Truck Crane)
	เครนเหนือศีรษะ (Overhead Crane)		เครน 4 ล้อยาง (Rough Terrain Crane)
	เครนขาสูงแบบ 2 ขา (Gantry Crane)		เครนใหญ่ (All Terrain Crane)
	เครนติดผนัง (Wall Crane)		เครนล้อตีนตะขาบ (Crawler Crane)
	เครนตั้งเสายื่นแขนหมุน (Jib Crane)		รถบรรทุกติดเครน (Truck Loader Crane)

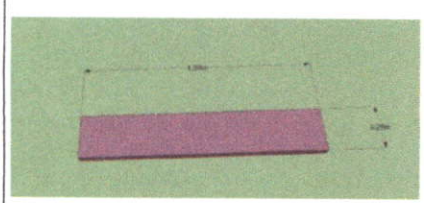
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	
ชื่อผู้สัมภาษณ์.....	โทรศัพท์.....
วันที่ทำการสัมภาษณ์.....	เวลา.....

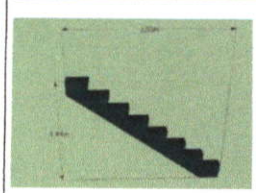
ผู้ให้สัมภาษณ์ นาย/นาง/นางสาว.....	อายุ.....ปี
ชื่อบริษัท.....	
ตำแหน่งของผู้ตอบแบบสอบถาม ☐ ผู้บริหาร ☐ วิศวกร ☐ สถาปนิก ☐ เจ้าหน้าที่ขับเครน ☐ อื่นๆ (ระบุ).....	
ระดับการศึกษา ☐ สูงกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ ประกอบวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ☐ มัธยมศึกษา ☐ ประถมศึกษา	ภาพถ่าย
ประสบการณ์การทำงาน.....ปี	ประสบการณ์ด้านการสร้างบ้าน.....ปี

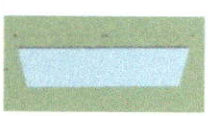
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย

1. องค์ประกอบในการออกแบบแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป Component Design









1.1 จำนวนแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

1.2 จำนวนรูปแบบของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

1.3 รูปทรงของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

1.4 การใช้รูปแบบแผ่นที่ซ้ำกันส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

2. ความแม่นยำและมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ผลิต Precision Component and Standardization

2.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

2.2 ส่วนผสมในคอนกรีตส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

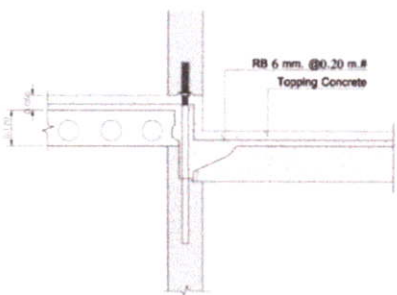
2.3 ระยะเวลาในการให้กำลังของคอนกรีตส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

2.4 การรับแรงของคอนกรีตส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

3. การออกแบบรอยต่อ Joint Design



3.1 รูปแบบของรอยต่อส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

3.2 ลักษณะของรอยต่อส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

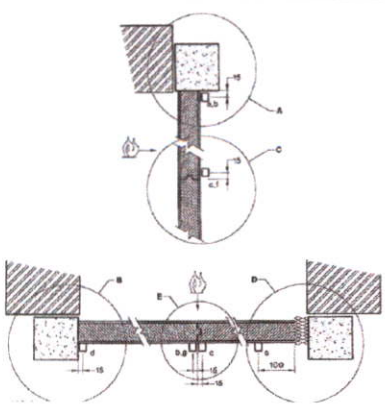
3.3 การป้องกันการรั่วซึมส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

3.4 ความเสียหายของรอยต่อระหว่างการผลิตและติดตั้งส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

4. ความคาดเคลื่อน Tolerance



4.1 ความคาดเคลื่อนขณะผลิตชิ้นส่วนส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

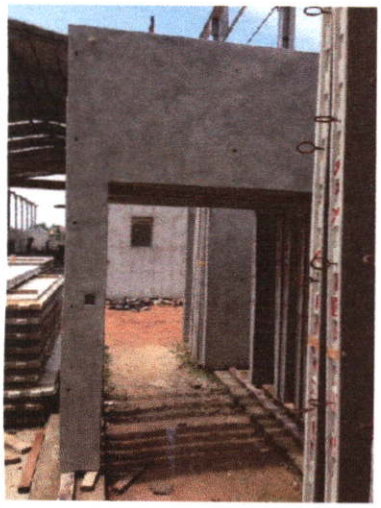
4.2 ความคาดเคลื่อนขณะการติดตั้งส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

4.3 ระยะการเผื่อส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

5. ช่องเปิดในแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป Void Opening



5.1 ตำแหน่งช่องเปิดส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

5.2 ขนาดของช่องเปิดส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

5.3 จำนวนช่องเปิดภายในแผ่นส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

6. ขนาดของแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป Size

6.1 ความกว้างของแผ่นส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

6.2 ความยาวของแผ่นส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

6.3 ความหนาของแผ่นส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

6.4 สัดส่วนของแผ่นส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

7. กระบวนการในการทำงาน Working Process

7.1 ขั้นตอนการผลิตส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

7.2 ขั้นตอนการขนส่งส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

7.3 ขั้นตอนการติดตั้งส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

8. ลำดับในการติดตั้ง Sequence

8.1 ลำดับในการผลิตแผ่นส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

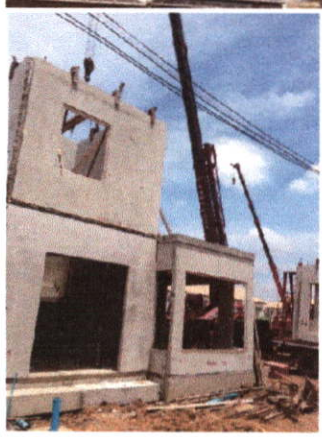
8.2 ลำดับในการติดตั้งแผ่นส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

8.3 ตำแหน่งของผังบ้านในการเริ่มการติดตั้งส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

9. สายการผลิตแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูป Product Line



9.1 รูปแบบของโรงงานส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

9.2 การว่างจ้างผู้รับเหมาอื่นผลิตแผ่นส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

9.3 ปริมาณการผลิตส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

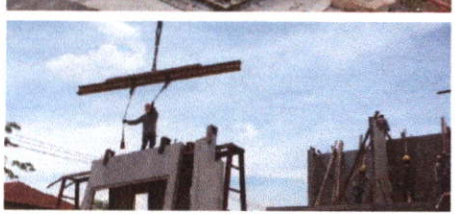
9.4 ระยะเวลาในการผลิตและติดตั้งส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

9.5 งบประมาณในการก่อสร้างส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

10. การป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน Working Error Protection



10.1 ความสามารถของแรงงานส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

10.2 อุบัติเหตุและความเสียหายส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

10.3 การตรวจสอบคุณภาพส่งผลในการเลือกใช้เครนหรือไม่

☐ ส่งผล ☐ ไม่ส่งผล ☐ ไม่สามารถตอบได้

สำหรับแสดงความคิดเห็น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จบการสัมภาษณ์

ขอขอบคุณที่กรุณาเสียสละเวลาในการสัมภาษณ์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นายศักดา ทองหวั่น

วัน เดือน ปีเกิด 8 กันยายน 2522

ที่อยู่ 17/66 ถนนเจริญประดิษฐ์ ตำบลรูสะมิแล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000 โทร.086 315 7970

อีเมล archous@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2544	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ สงขลา
2546	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปัจจุบัน	กำลังศึกษา สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ทะเบียนวิชาชีพ ภาคีสถาปนิกใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบการวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุม
สาขาสถาปัตยกรรมหลัก เลขที่ ภ-สถ 10108

ประสบการณ์การทำงาน

2547 - 2548	สถาปนิก ที่ Find Built Co.Ltd.
2549 - 2551	สถาปนิก ที่ Thai Fukuda Co.Ltd และ Taisei (Thailand) Co.Ltd.
2552 - ปัจจุบัน	หัวหน้าแผนกออกแบบ ที่ M.K.S.Engineering Co.Ltd. และสถาปนิกโครงการ ที่ SP.Group Co.Ltd.