การวิเคราะห์ความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง: กรณีศึกษาอาคารที่พักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียม

นายณัชพล ธนกัญญา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ANALYSIS OF WASTE IN WALL CONSTRUCTION PROCESSES FOR CONSTRUCTION PROCESS IMPROVEMENT: CASE STUDY OF CONDOMINIUM PROJECTS

Mr. Natchapol Thanakanya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง: กรณีศึกษาอาคารที่พักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียม
โดย	นายณัชพล ธนกัญญา
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.มานพ แก้วโมราเจริญ)

ณัชพล ธนกัญญา : การวิเคราะห์ความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง: กรณีศึกษาอาคารที่พักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียม (ANALYSIS OF WASTE IN WALL CONSTRUCTION PROCESSES FOR CONSTRUCTION PROCESS IMPROVEMENT: CASE STUDY OF CONDOMINIUM PROJECTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.วัชระ เพียรสุภาพ, 240 หน้า.

ความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาเช่น ความล่าช้า และการเพิ่มขึ้นของต้นทุน การก่อสร้างผนังอาคารเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีแนวโน้มของความสูญเสียมาก เนื่องจากมีการใช้แรงงานในสัดส่วนที่สูง รวมทั้งยังก่อให้เกิดเศษวัสดุเหลือทิ้งในปริมาณมาก อย่างไรก็ตามการศึกษาความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารในประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สัดส่วน และมูลค่าความสูญเสียด้านเวลา ความสูญเสียด้านวัสดุ รวมถึงระบุกิจกรรมความสูญเสียด้านเวลาที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคาร โดยมุ่งเน้นในงานผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากกรณีศึกษาระบุว่างานก่ออิฐมอญมีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) อยู่ในช่วง 42%-50% ในขณะที่งานติดตั้งผนังคอนกรีตมวลเบา และงานก่ออิฐมวลเบามีสัดส่วนดังกล่าวใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 30%-40% ในส่วนของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) ในงานทั้งสองนี้อยู่ในช่วง 35%-40% และ 40%-50% ซึ่งสูงกว่าผนังอิฐมอญซึ่งอยู่ในช่วง 29%-32% สาเหตุส่วนหนึ่งเป็นเพราะกระบวนการทั้งสองใช้เวลาในการตัดวัสดุผนังสูงส่งผลให้สัดส่วนกิจกรรมประเภท VA ต่ำกว่าผนังอิฐมอญ สำหรับสัดส่วนกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) ในกระบวนการก่อสร้างผนังทั้งสามค่อนข้างใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ในช่วง 20%-30% สำหรับการฉาบในผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญมีสัดส่วนกิจกรรมประเภท VA และ NVA อยู่ในช่วง 34%-60% และ 14%-40% ในขณะที่สัดส่วน NVAR อยู่ในช่วง 26%-33% จากการสังเกตการณ์พบว่ารูปแบบการจ้างงานส่งผลกระทบโดยตรงต่อสัดส่วน VA และ NVA ในการฉาบผนัง แต่กลับไม่มีผลมากต่อสัดส่วน NVAR

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนระบุว่าผนังอิฐมอญมีต้นทุนด้านวัสดุ และด้านแรงงานรวมกันต่อตรม. ในงานก่อและฉาบผนังสองด้านอยู่ในช่วง 640-693 บาท ในขณะที่ผนังคอนกรีตมวลเบา และอิฐมวลเบามีต้นทุนดังกล่าวอยู่ในช่วง 568-587 บาท และ 530-587 บาท อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาต้นทุนงานฉาบในผนังคอนกรีตมวลเบาซึ่งหากคำนึงถึงต้นทุนส่วนนี้จะส่งผลให้ต้นทุนต่อตรม. ในผนังดังกล่าวเพิ่มขึ้นราว 40-45 บาท สำหรับต้นทุนความสูญเสียด้านวัสดุรวมในงานก่อ และฉาบของผนังทั้งสามดังกล่าวอยู่ในช่วง 52-67 บาท 36-42 บาท และ 24-33 บาท ตามลำดับ ความสูญเสียส่วนใหญ่ของผนังอิฐมอญเกิดจากเศษปูนก่อ และปูนฉาบ ในขณะที่ผนังคอนกรีตมวลเบา และผนังอิฐมวลเบาเกิดจากเศษแผ่นผนัง และเศษปูนฉาบ สำหรับต้นทุนความสูญเสียด้านเวลาการทำงานในผนังอิฐมอญ ผนังคอนกรีตมวลเบา และผนังอิฐมวลเบา อยู่ในช่วง 49-89 บาท 26-34 บาท และ 48-103 บาท ตามลำดับ สาเหตุที่ผนังคอนกรีตมวลเบามีต้นทุนความสูญเสียด้านเวลาการทำงานต่ำเนื่องจากผนังคอนกรีตมวลเบามีการใช้แรงงานในสัดส่วนที่น้อยกว่า

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5770157421 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEYWORDS: WASTE IN CONSTRUCTION / WALL CONSTRUCTION PROCESS / PROCESS IMPROVEMENT

NATCHAPOL THANAKANYA: ANALYSIS OF WASTE IN WALL CONSTRUCTION PROCESSES FOR CONSTRUCTION PROCESS IMPROVEMENT: CASE STUDY OF CONDOMINIUM PROJECTS. ADVISOR: ASST. PROF. VACHARA PEANSUPAP, Ph.D., 240 pp.

Waste in construction process is the cause of problems such as delay and cost overrun. One construction process that tends to experience more waste is wall construction process, as it is required much labors and produces many material scraps. However, there are only few studies that concern about waste in wall construction process in Thailand. Therefore, this research aims to quantify proportion and cost of work-time waste and material waste in wall construction process, focusing on concrete wall panel, light weighted brick and red brick. In addition, the result identifies wasteful activities which consumes most of labor's time in those processes.

The analysis of data from case studies shows that red brick wall have proportions of value adding activities (VA) varied in the range of 42%-50%. Whereas concrete wall panel and light weighted brick have the proportions varied in the range of 30%-40%. While the proportions of non-value adding activities, but required (NVAR) of concrete wall panel and light weighted brick varied in the range of 35%-40% and 40%-50%, higher than those of red brick wall which varied in the range of 29%-32%. One of the reasons was that concrete wall panel and light weighted brick construction process are required extra time on material cutting activity, resulting in low proportion of VA. Proportion of non-value-adding activities, not required (NVA) of those wall construction processes were quite the same, as they were varied in the range of 20%-30%. VA and NVA of plastering work in red brick and light weighted brick were in the range of 34%-60% and 14%-40%, while NVAR of them were in the range of 26%-33%. The data from observations show that payment method affects directly to the proportion of VA and NVA but it does not affect much on NVAR.

The analysis of cost shows that red brick wall construction process both in brick laying work and plastering work for two sides of the wall have the cost/sqm in term of material and labor varied in the range of 640–693 THB. While concrete wall panel and light weighted brick have the cost/sqm varied in the range of 568–587 THB and 530–587 THB. However, this research did not consider about cost of plastering work in concrete wall panel. If the plastering cost was included, the cost/sqm. of concrete wall panel would increase around 40-45 THB. In term of cost from material waste both from brick laying and plastering work, the highest cost/sqm. belonged to red brick wall which have the cost/sqm. varied in the range of 52–67 THB. While for concrete wall panel and light weighted brick, the cost/sqm. varied in the range of 36–42 THB and 24–33 THB. Most of the waste from red brick came from bricklaying cement and plastering cement. While for concrete wall panel and light weighted brick, most of the waste came from concrete panel and plastering cement. In term of cost from work-time waste of labor, red brick concrete wall panel and light weighted brick have the cost/sqm. of such waste varied in the range of 101–65 THB, 30–37 THB and 120–56 THB, respectively. The cost from work-time waste of concrete wall panel was lower than those of light weighted and red brick because concrete wall panel is required less number of labors

Department: Civil Engineering
Field of Study: Civil Engineering
Academic Year: 2016

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ผู้ที่ให้โอกาส และสละเวลาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการปฏิบัติ รวมทั้งแก้ไขสิ่งบกพร่องมาตลอดระยะเวลาการทำงานวิจัย ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง ที่กรุณาเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ แก้วโมราเจริญ ที่ได้ให้คำชี้แนะ และแก้ไขจนวิทยานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) บริษัท ไซมิส อีโคไลท์ จำกัด และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้เอื้อเฟื้อเงินทุนในการดำเนินงานวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา น้องสาว รวมถึงเพื่อนและญาติพี่น้องทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ธ

สารบัญรูป ..... ภ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย 1

1.2 ปัญหาของงานวิจัย 4

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 5

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 5

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 การปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง (Construction Process Improvement) 7

2.1.1 กระบวนการก่อสร้าง 7

2.1.2 อัตราผลผลิต 8

2.1.3 กรอบแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง 9

2.1.4 การปรับปรุงกระบวนการด้วยการศึกษางาน (Work study method) 11

2.1.4.1 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method study) 11

2.1.4.2 การวัดค่างาน (Work measurement) 13

2.1.4.3 การสุ่มงาน (Work sampling) 15

หน้า

2.2 ความสูญเสีย (Waste) 18
2.2.1 ความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน (Work-time waste) 20
2.2.2 ความสูญเสียด้านวัสดุ (Material waste) 23
2.2.3 ความสูญเสีย 8 ประเภท 25
2.3 งานวิจัยในอดีต 27
2.3.1 งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียด้านเวลา 27
2.3.2 งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียด้านวัสดุ 29
2.3.3 งานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสีย 30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 31
3.1 การศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31
3.2 การออกแบบกระบวนการบันทึกข้อมูล และการพัฒนาแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล 33
3.2.1 การศึกษากระบวนการก่อสร้างเบื้องต้น 33
3.2.2 การจัดทำแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล 33
3.3 การบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษา 34
3.3.1 ข้อมูลจากการสังเกตการณ์ 34
3.3.2 ข้อมูลด้านเอกสาร 35
3.4 การวิเคราะห์ผลจากข้อมูล 35
3.4.1 ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน 35
3.4.2 ปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุ 36
3.4.3 มูลค่าของความสูญเสียในการก่อสร้าง 36
3.4.4 กิจกรรมความสูญเสียด้านเวลาที่มีสัดส่วนสูง 37
3.5 การสรุปและนำเสนอผลการวิจัย 38
บทที่ 4 รายละเอียดกระบวนการก่อสร้างผนังอาคาร และการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษา 39

หน้า

4.1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 39
4.1.1 ขั้นตอนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 39
4.1.2 รายละเอียดกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 44
4.1.2.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาหลัก กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 47
4.1.2.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 48
4.1.3 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 50
4.1.3.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 54
4.1.3.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 55
4.1.4 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 56
4.1.4.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 59
4.1.4.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 60
4.2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 61
4.2.1 ขั้นตอนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 61
4.2.2 รายละเอียดกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 65
4.2.2.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาหลัก กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 67
4.2.2.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 69
4.2.3 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 72

หน้า

4.2.3.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 75

4.2.3.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 76

4.2.4 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 79

4.2.4.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 81

4.2.4.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษากรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 83

4.3 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 85

4.3.1 ขั้นตอนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 85

4.3.2 รายละเอียดกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 91

4.3.2.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 96

4.3.3 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 100

4.3.3.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 135

4.3.3.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 136

4.3.4 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 138

4.3.4.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 141

4.3.4.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 142

4.4 สรุป 145

หน้า

บทที่ 5 ความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนัง 148
5.1 ความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน 148
5.1.1 ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 148
5.1.2 ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 158
5.1.3 ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 167
5.2 การระบุกิจกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูง 178
5.2.1 การระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 178
5.2.2 การระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 182
5.2.3 การระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 186
5.2.4 การระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการฉาบผนัง 190
5.3 ความสูญเสียด้านวัสดุ 197
5.3.1 ปริมาณความสูญเสียวัสดุหลัก และอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 197
5.3.2 ปริมาณความสูญเสียวัสดุหลัก และอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 202
5.3.3 ปริมาณความสูญเสียวัสดุหลัก และอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 208
5.4 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อตารางเมตร 213
5.4.1 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 213
5.4.2 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 216
5.4.3 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 218

หน้า

5.4.4 การเปรียบเทียบต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท..220
5.5 สรุป 222
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 227
6.1 สรุปผลการวิจัย 227
6.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์สัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน 227
6.1.2 สรุปผลการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูง 228
6.1.3 สรุปผลการวิเคราะห์สัดส่วนความสูญเสียด้านวัสดุ 230
6.1.4 สรุปผลการวิเคราะห์ต้นทุนในการก่อสร้าง 230
6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 231
6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 232
รายการอ้างอิง 233
ภาคผนวก 237
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 240

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ทรัพยากรที่สูญเสียไปในกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (ดัดแปลงจาก Denzer และคณะ, 2015)..... 19

ตารางที่ 2.2 งานวิจัยที่ศึกษาถึงสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน..... 21

ตารางที่ 2.3 ความสูญเสียด้านวัสดุทางตรง (Skoyles และ Skoyles, 1987)..... 24

ตารางที่ 2.4 ความสูญเสียด้านวัสดุทางอ้อม (Skoyles และ Skoyles, 1987)..... 25

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล (ดัดแปลงจาก Jenkins และ Orth, 2004)..... 33

ตารางที่ 4.1 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา..... 48

ตารางที่ 4.2 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังหลักในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา..... 49

ตารางที่ 4.3 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังย่อยในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา..... 49

ตารางที่ 4.4 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดเก็บรายละเอียดผนังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา..... 50

ตารางที่ 4.5 ปริมาณขั้นต่ำของแผ่นผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา)..... 53

ตารางที่ 4.6 ปริมาณขั้นต่ำของแผ่นทับหลังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา)..... 53

ตารางที่ 4.7 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา..... 54

ตารางที่ 4.8 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา..... 55

ตารางที่ 4.9 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา..... 55

ตารางที่ 4.10 ปริมาณขั้นต่ำของแผ่นผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา)..... 57

ตารางที่ 4.11 ปริมาณขั้นต่ำของแผ่นทับหลังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา) 57

ตารางที่ 4.12 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 59

ตารางที่ 4.13 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 60

ตารางที่ 4.14 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 60

ตารางที่ 4.15 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 68

ตารางที่ 4.16 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 69

ตารางที่ 4.17 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา..... 70

ตารางที่ 4.18 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 70

ตารางที่ 4.19 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 71

ตารางที่ 4.20 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 71

ตารางที่ 4.21 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 72

ตารางที่ 4.22 ปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา..... 73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.23 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 76

ตารางที่ 4.24 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 77

ตารางที่ 4.25 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 77

ตารางที่ 4.26 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 77

ตารางที่ 4.27 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 78

ตารางที่ 4.28 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 78

ตารางที่ 4.29 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 78

ตารางที่ 4.30 ปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา) 81

ตารางที่ 4.31 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 82

ตารางที่ 4.32 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 83

ตารางที่ 4.33 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 84

ตารางที่ 4.34 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 84

ตารางที่ 4.35 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.36 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 85

ตารางที่ 4.37 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 85

ตารางที่ 4.38 ตารางการเวลาของงานก่อสร้างผนังอิฐมอญ 95

ตารางที่ 4.39 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐหลักในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 96

ตารางที่ 4.40 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐรายวันในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 97

ตารางที่ 4.41 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 98

ตารางที่ 4.42 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 99

ตารางที่ 4.43 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 99

ตารางที่ 4.44 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่หลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 100

ตารางที่ 4.45 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 100

ตารางที่ 4.46 ปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ) 101

ตารางที่ 4.47 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 136

ตารางที่ 4.48 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมอญในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 137

ตารางที่ 4.49 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 137

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.50 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....137

ตารางที่ 4.51 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....138

ตารางที่ 4.52 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....138

ตารางที่ 4.53 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....138

ตารางที่ 4.54 ปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ).....141

ตารางที่ 4.55 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....142

ตารางที่ 4.56 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....143

ตารางที่ 4.57 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....143

ตารางที่ 4.58 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....144

ตารางที่ 4.59 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....144

ตารางที่ 4.60 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....144

ตารางที่ 4.61 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....144

ตารางที่ 4.62 อัตราผลผลิตของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา.....146

ตารางที่ 4.63 อัตราผลผลิตของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา.....146

ตารางที่ 4.64 อัตราผลผลิตของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ.....147

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.65 อัตราผลผลิตต่อวันรวมทุกชุดงานในแต่ละกระบวนการก่อสร้าง 147

ตารางที่ 5.1 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดติดตั้งแผ่นในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 149

ตารางที่ 5.2 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 150

ตารางที่ 5.3 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดติดตั้งแผ่นในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 151

ตารางที่ 5.4 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 151

ตารางที่ 5.5 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดติดตั้งแผ่นในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 152

ตารางที่ 5.6 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 152

ตารางที่ 5.7 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 159

ตารางที่ 5.8 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 160

ตารางที่ 5.9 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 161

ตารางที่ 5.10 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 161

ตารางที่ 5.11 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 162

ตารางที่ 5.12 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน 162

ตารางที่ 5.13 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน 169

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.14 (ต่อ) สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน 170

ตารางที่ 5.15 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน 171

ตารางที่ 5.16 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน 172

ตารางที่ 5.17 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน 172

ตารางที่ 5.18 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน 173

ตารางที่ 5.19 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน 173

ตารางที่ 5.20 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 198

ตารางที่ 5.21 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 198

ตารางที่ 5.22 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 198

ตารางที่ 5.23 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 199

ตารางที่ 5.24 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 199

ตารางที่ 5.25 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 199

ตารางที่ 5.26 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 200

ตารางที่ 5.27 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 203

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.28 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 203
ตารางที่ 5.29 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 204
ตารางที่ 5.30 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 204
ตารางที่ 5.31 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 205
ตารางที่ 5.32 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 205
ตารางที่ 5.33 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 208
ตารางที่ 5.34 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 208
ตารางที่ 5.35 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 209
ตารางที่ 5.36 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 209
ตารางที่ 5.37 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 210
ตารางที่ 5.38 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 210
ตารางที่ 5.39 การเปรียบเทียบต้นทุนต่อตารางเมตรของผนังอิฐมอญในโครงการก่อสร้างแต่ละแห่ง 225
ตารางที่ 5.40 การเปรียบเทียบต้นทุนต่อตารางเมตรของผนังอิฐมวลเบาในโครงการก่อสร้างแต่ละแห่ง 226
ตารางที่ 6.1 รายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างแต่ละประเภท 229

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 กระบวนการก่อสร้าง (ดัดแปลงจาก Hashiholan, 2006)..... 8
รูปที่ 2.2 กรอบแนวคิดการปรับปรุงกระบวนการในการก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง (Harris และ McCaffer, 2001) 10
รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงาน (ดัดแปลงจาก Kanawaty, 1992)..... 13
รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการวัดค่างาน (ดัดแปลงจาก Kanawaty, 1992)..... 15
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการสุ่มงาน (ดัดแปลงจาก Harris และ McCaffer, 1995) 17
รูปที่ 2.6 ผลลัพธ์ของงานวิจัยที่ศึกษาถึงสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน 22
รูปที่ 2.7 ความสูญเสีย 8 ประเภท (Linker, 2004)..... 26
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 32
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้แผนภูมิพาเรโต 38
รูปที่ 4.1 การเคลื่อนย้ายแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา..... 40
รูปที่ 4.2 การกำหนดแนวติดตั้งผนัง..... 40
รูปที่ 4.3 การวัดขนาดแผ่นผนัง..... 41
รูปที่ 4.4 การตัดแผ่นผนัง..... 41
รูปที่ 4.5 การติดแท่งโฟม และเหล็กฉากด้านบนของแผ่นผนัง..... 41
รูปที่ 4.6 การฉาบปูนกาว..... 42
รูปที่ 4.7 การยกติดตั้งแผ่นผนัง..... 42
รูปที่ 4.8 การตอกลิ่มยึดแผ่นผนัง..... 42
รูปที่ 4.9 การติดตาข่ายไฟเบอร์ระหว่างรอยต่อของแผ่นผนัง..... 43
รูปที่ 4.10 การเจาะผนัง และใส่เหล็กเสริมระหว่างรอยต่อของผนัง..... 43
รูปที่ 4.11 การอุดช่องว่างระหว่างผนังกับพื้นด้านล่างด้วยปูนก่อ 44
รูปที่ 4.12 การอุดช่องว่างระหว่างผนังกับพื้นด้านบนด้วยพียูโฟม..... 44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.13 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 46
รูปที่ 4.14 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 52
รูปที่ 4.15 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 58
รูปที่ 4.16 การติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป (อิฐมวลเบา) 61
รูปที่ 4.17 การเชื่อมเหล็กหนวดกุ้ง (อิฐมวลเบา) 61
รูปที่ 4.18 การวางเหล็กเสริมสำหรับการก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ (อิฐมวลเบา) 62
รูปที่ 4.19 การขึงเอ็นเพื่อกำหนดแนวก่อ (อิฐมวลเบา) 62
รูปที่ 4.20 การก่ออิฐ (อิฐมวลเบา) 62
รูปที่ 4.21 การก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ (อิฐมวลเบา) 63
รูปที่ 4.22 การติดตาข่ายเหล็ก (อิฐมวลเบา) 63
รูปที่ 4.23 การจับเซี้ยม (อิฐมวลเบา) 64
รูปที่ 4.24 การพ่นปูนฉาบ (อิฐมวลเบา) 64
รูปที่ 4.25 การฉาบผนัง (อิฐมวลเบา) 64
รูปที่ 4.26 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 66
รูปที่ 4.27 แผนผังอาคาร (โซนที่ 1) ในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา ... 74
รูปที่ 4.28 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 80
รูปที่ 4.29 การติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป (อิฐมอญ) 86
รูปที่ 4.30 เสาเอ็นสำเร็จรูปประเภทคอนกรีต (อิฐมอญ) 86
รูปที่ 4.31 การขึงเอ็นเพื่อกำหนดแนวก่อ (อิฐมอญ) 86
รูปที่ 4.32 การเสียบเหล็กหนวดกุ้ง (อิฐมอญ) 87
รูปที่ 4.33 การขนย้ายอิฐ (อิฐมอญ) 87
รูปที่ 4.34 การผสมปูน (อิฐมอญ) 88
รูปที่ 4.35 การก่ออิฐ (อิฐมอญ) 88
รูปที่ 4.36 การก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลัง (อิฐมอญ) 88

รูปที่ 4.37 การจับเซี้ยม (อิฐมอญ)..... 89

รูปที่ 4.38 การติดตาข่าย (อิฐมอญ)..... 89

รูปที่ 4.39 การพ่นปูน (อิฐมอญ)..... 90

รูปที่ 4.40 เครื่องผสม และพ่นปูน (อิฐมอญ)..... 90

รูปที่ 4.41 การฉาบปูน (อิฐมอญ)..... 90

รูปที่ 4.42 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ..... 92

รูปที่ 4.43 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ..... 102

รูปที่ 4.44 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญตารางที่..... 140

รูปที่ 5.1 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดติดตั้งแผ่นผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังคอนกรีตมวลเบา)..... 154

รูปที่ 5.2 (ก) แผ่นผนังรูปตัว T และ รูปที่ 5.2 (ข) แผ่นผนังรูปตัว L..... 155

รูปที่ 5.3 แผ่นผนังที่มีความกว้าง 20 ซม..... 155

รูปที่ 5.4 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดเก็บรายละเอียดงานเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังคอนกรีตมวลเบา)..... 157

รูปที่ 5.5 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดก่อสร้างผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังอิฐมวลเบา)..... 164

รูปที่ 5.6 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดฉาบผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังอิฐมวลเบา)..... 166

รูปที่ 5.7 (ก) การหยุดพักของคนงานเนื่องจากการจ้างแรงงานในสัดส่วนที่ไม่สมดุลกับงาน..... 167

รูปที่ 5.8 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดก่อสร้างผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังอิฐมอญ)..... 175

รูปที่ 5.9 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดฉาบผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังอิฐมอญ) 177

รูปที่ 5.10 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา..... 179

รูปที่ 5.11 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 180

รูปที่ 5.12 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 181

รูปที่ 5.13 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานก่ออิฐ) 183

รูปที่ 5.14 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานก่ออิฐ)..... 184

รูปที่ 5.15 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานก่ออิฐ)..... 185

รูปที่ 5.16 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานก่ออิฐ)... 187

รูปที่ 5.17 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานก่ออิฐ) 188

รูปที่ 5.18 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานก่ออิฐ) 189

รูปที่ 5.19 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานฉาบผนัง)..... 191

รูปที่ 5.20 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานฉาบผนัง) 192

รูปที่ 5.21 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานฉาบผนัง) 193

รูปที่ 5.22 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานฉาบผนัง)..... 194

รูปที่ 5.23 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานฉาบผนัง) 195

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 5.24 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานฉาบผนัง) 196
รูปที่ 5.25 การใส่เหล็กเชียคีย์ในในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 201
รูปที่ 5.26 การใส่เหล็กเชียคีย์ในในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 202
รูปที่ 5.27 การใช้เลื่อยในการผ่าอิฐ 207
รูปที่ 5.28 การใช้ขวานในการผ่าอิฐ 207
รูปที่ 5.29 การเคลื่อนย้ายอิฐมอญ 211
รูปที่ 5.30 เศษอิฐมอญที่แตกหักระหว่างการเคลื่อนย้าย 211
รูปที่ 5.31 การผสมปูนฉาบจากปูนสำเร็จรูปประเภทบรรจุถุง 213
รูปที่ 5.32 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา 215
รูปที่ 5.33 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา 217
รูปที่ 5.34 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ 219
รูปที่ 5.35 ช่วงต้นทุนรวมต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท 220
รูปที่ 5.36 ช่วงต้นทุนค่าวัสดุต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท 221
รูปที่ 5.37 ช่วงต้นทุนความสูญเสียด้านวัสดุต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท 221
รูปที่ 5.38 ต้นทุนค่าแรงต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท 222
รูปที่ 5.39 ต้นทุนความสูญเสียด้านค่าแรงต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท 222

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทยเติบโตอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ส่งผลให้การแข่งขันภายในอุตสาหกรรมการก่อสร้างมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ยิ่งไปกว่านั้นในอนาคตอันใกล้ที่ประเทศไทยจะเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนการแข่งขันก็มีแนวโน้มที่จะยิ่งรุนแรงขึ้นไปอีก จากผลการวิจัยของ วัชรพงศ์ และ ณรงค์ (2556) แสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทย จะได้รับผลกระทบจากการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน โดยผลกระทบดังกล่าวจะเป็นไปในเชิงลบ หรือ บวก ขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย หนึ่งในปัจจัยเหล่านั้น คือ การดำเนินงานของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม ดังนั้นผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยจึงจำเป็นต้องปรับตัวเข้าสู่ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอนาคตด้วยการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการแข่งขัน การปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างเป็นการดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต (Productivity) ให้แก่กระบวนการก่อสร้างนั้นๆ (Hashiholan, 2006) โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มอัตราผลผลิตให้แก่กระบวนการใดๆ สามารถทำได้ 2 แนวทางด้วยกันคือ 1. การปรับปรุงอัตราผลผลิตเชิงกระบวนการ (Process approach) แนวทางนี้มุ่งเน้นไปที่ปัญหาภายในขั้นตอนการก่อสร้าง เช่น ปรับลดขั้นตอนการทำงานหรือกิจกรรมที่ไม่จำเป็นหรือที่ไม่ก่อให้เกิดผลผลิต และ 2. การปรับปรุงอัตราผลผลิตเชิงปัจจัย (Factor approach) แนวทางนี้จะมุ่งเน้นไปที่ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราผลผลิตของกระบวนการ เช่น การสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อแก่การทำงาน การสร้างแรงจูงใจในการทำงาน การเพิ่มเทคโนโลยีการผลิตเป็นต้น สำหรับการลดความสูญเสียด้านเวลา (Work-time waste) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการก็เป็นหนึ่งในวิธีการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างซึ่งในอดีตมีงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่าการลดความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอัตราผลผลิต อีกทั้งยังส่งผลให้ต้นทุนการก่อสร้างโดยรวมของกระบวนการลดลง (Pasqualini และ Zawislak, 2005: Choi และคณะ, 2008: Abduh และ Pratama, 2015) การปรับปรุงกระบวนการด้วยการลดความสูญเสียด้านเวลายังเหมาะกับสภาวการณ์ปัจจุบันที่อุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทยต้องประสบปัญหาค่าแรงสูง นอกจากการปรับปรุงกระบวนการในด้านอัตราผลผลิตแล้วการปรับปรุงกระบวนการในด้านต้นทุนก็มีความจำเป็นไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน ซึ่งจากงานวิจัยของในอดีตหลายๆ งาน (Formoso และคณะ, 2002: Rameezdeen และ Kulatunga, 2004: Ramaswamy และ Kalidindi, 2009) ชี้ให้เห็นว่าความสูญเสียด้านวัสดุ (Material waste) ในงานก่อสร้างมีปริมาณที่สูง และก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการก่อสร้างค่อนข้างมาก ดังนั้นความสูญเสียด้านวัสดุจึงเป็นความสูญเสียอีก

ประเภทที่ควรมีการศึกษา โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการกำจัดความสูญเสียทั้ง 2 ประเภทออกจากกระบวนการคืออัตราผลผลิตที่สูงขึ้นรวมถึงต้นทุนและระยะเวลาในการก่อสร้างที่ลดลง ผลลัพธ์ดังกล่าวจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างสูงต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างไทยอีกทั้งยังเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมให้มีความทัดเทียมกับคู่แข่งจากต่างชาติ

อ้างอิงจาก Ohno (1988) ความหมายของความสูญเสียในภาคอุตสาหกรรมการผลิตคือกิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของต้นทุนแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อชิ้นงาน ความสูญเสียตามความหมายของ Ohno เกี่ยวข้องกับต้นทุนเป็นหลักโดย Ohno ยังกล่าวอีกว่าการเพิ่มขึ้นของต้นทุนเกิดจากจำนวนคนงาน เครื่องจักร และ ผลิตภัณฑ์ที่มากเกินความต้องการ Koskela (1992) ได้กล่าวถึงความหมายของความสูญเสียในมุมมองด้านอุตสาหกรรมการก่อสร้างว่าคือ กิจกรรมที่ใช้ เวลา พื้นที่ หรือ ทรัพยากรอื่นๆ ในการดำเนินงานแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อชิ้นงาน ซึ่ง Koskela ได้รวม เวลา และ พื้นที่ เข้ามาเป็นหนึ่งในทรัพยากรที่สูญเสียไปในกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ในขณะที่ (Formoso และคณะ, 1999) ได้กล่าวว่าความสูญเสียหมายถึงการใช้ เครื่องจักร วัสดุ แรงงาน และต้นทุนเกินกว่าความจำเป็น นอกจากนี้ความสูญเสียสามารถอยู่ในลักษณะอื่นๆเช่น การสูญเสียพลังงาน (Bolviken และคณะ, 2014) เป็นต้น โดยรวมแล้วความหมายของความสูญเสียที่ปรากฏอยู่ในงานวิจัยในอดีตเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ใช้ทรัพยากรในการดำเนินการแต่กลับไม่ก่อให้เกิดความก้าวหน้าต่อชิ้นงานเป็นหลัก แต่จุดที่แตกต่างกันในแต่ละงานวิจัยคือประเภทของทรัพยากรที่สูญเสียไปในกิจกรรมเหล่านั้น อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยของ Ramaswamy และ Kalidindi (2009) ทำให้ทราบว่าความสูญเสียด้านเวลาที่ใช้ไปในกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-value added activity) และ ความสูญเสียด้านวัสดุ (Material waste) มีมูลค่าสูงกว่าความสูญเสียด้านอื่นๆ มาก โดยผลการวิจัยระบุว่ามูลค่าความสูญเสียด้านเวลาของคนงาน (Labor inefficiency) มีสัดส่วนเฉลี่ยอยู่ที่ 8.11% ของมูลค่าโครงการรวม และ มูลค่าด้านการสูญเสียวัสดุ (Material scrap) มีสัดส่วนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.36% ของมูลค่าโครงการรวม ในขณะที่มูลค่าความสูญเสียด้านเวลาของเครื่องจักร (Equipment inefficiency) และมูลค่าความสูญเสียด้านการจัดเก็บที่มากเกินไป (Excess inventory) มีสัดส่วนเฉลี่ยอยู่เพียง 1.45% และ 1.94% ของมูลค่าโครงการรวมตามลำดับ ดังนั้นความสูญเสียด้านเวลาและความสูญเสียด้านวัสดุในกระบวนการก่อสร้างจึงมีความสำคัญ และจำเป็นที่จะต้องถูกศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการก่อสร้างที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก

เมื่อพิจารณาขั้นตอนในการก่อสร้างอาคารแต่ละหลัง จะพบว่าขั้นตอนที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างด้านเวลามากที่สุดขั้นตอนหนึ่งคือการก่อสร้างผนังอาคาร ทั้งนี้เนื่องจากผนังอาคารมีเนื้อที่มาก ใช้เวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง (วรายุทธ อินอร่าม, 2552) ปัจจุบันการก่อสร้างอาคารในประเทศไทย นิยมใช้วัสดุในการก่อสร้างผนังอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ 1. อิฐมอญ 2. อิฐ

มวลเบา และ 3. ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast wall) ซึ่งวัสดุทั้ง 3 ประเภทมีคุณสมบัติและขั้นตอนในการก่อสร้างที่แตกต่างกันออกไป อิฐมอญเป็นวัสดุที่มีขนาดก้อนเล็กที่สุดจึงต้องใช้เวลา และแรงงานในการก่อสร้างมากที่สุดอีกทั้งยังเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักสูง จุดเด่นของวัสดุประเภทนี้คือ มีความแข็งแรงสูง และทนทานต่อความร้อนได้ดีจึงยังคงมีผู้นิยมใช้อยู่ สำหรับอิฐมวลเบาสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีเนื่องจากวัสดุมีลักษณะเป็นรูพรุน และขั้นตอนการก่อสร้างยังสามารถทำได้เร็วกว่าอิฐมอญเนื่องจากเป็นวัสดุที่มีขนาดก้อนใหญ่ วัสดุทั้งสองประเภทนี้มีวิธีการก่อสร้างแบบดั้งเดิมซึ่งเน้นการใช้แรงงานคนในการก่อสร้างเป็นหลัก สำหรับผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นวัสดุที่ถูกสร้างแล้วเสร็จจากโรงงาน (Prefabrication) ในการก่อสร้างผนังประเภทนี้คนงานก่อสร้างมีหน้าที่นำผนังมาประกอบเข้ากับโครงสร้างอาคารพร้อมทั้งเชื่อมยึดรอยต่อและเทปูนทับรอยต่อ จึงทำให้การก่อสร้างผนังประเภทนี้ใช้แรงงานและเวลาในการก่อสร้างน้อยลงกว่าวิธีการก่อสร้างแบบดั้งเดิม แต่ผนังประเภทนี้มักมีราคาที่สูงกว่าอิฐมอญ และอิฐมวลเบา อีกทั้งในผนังคอนกรีตสำเร็จรูปบางประเภทยังจำเป็นต้องอาศัยเครื่องจักรช่วยในการติดตั้ง ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภทคือ 1) ประเภทผนังรับน้ำหนัก (Load bearing wall) ผนังประเภทนี้จะมีหน้าที่รับน้ำหนักอาคารแทนเสาและคานจึงทำให้อาคารที่ใช้การก่อสร้างด้วยผนังประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างของเสาและคาน แต่เนื่องจากว่าผนังประเภทนี้มีน้ำหนักสูงจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรช่วยระหว่างการติดตั้ง และ 2) ประเภทผนังไม่รับน้ำหนัก (Non-load bearing wall) ผนังประเภทนี้จะไม่รับน้ำหนักของตัวอาคาร โดยผนังประเภทนี้จะมีน้ำหนักเบากว่าผนังรับน้ำหนัก ส่งผลให้ในการติดตั้งยังใช้แรงงานคนเป็นหลักเช่นเดียวกันกับการก่อสร้างผนังอิฐมอญ และ อิฐมวลเบา ซึ่งปริมาณการใช้งานของวัสดุทั้ง 3 ประเภทจะแตกต่างกันออกไป สำหรับอิฐมอญในปัจจุบันนั้นได้รับความนิยมลดลงกว่าในอดีตแต่จากการสำรวจพบว่าอิฐมอญยังคงมีส่วนแบ่งตลาดที่สูงที่สุดในตลาดวัสดุก่อสร้างผนัง โดยอิฐมอญมีส่วนแบ่งตลาดอยู่ราว 50% หรือเท่ากับ 150 ล้าน ตรม./ปี ในขณะที่ อิฐมวลเบามีส่วนแบ่งตลาดอยู่เพียง 10% หรือเท่ากับ 30 ล้าน ตรม./ปี อย่างไรก็ตามอิฐมวลเบามีอัตราการเติบโตเฉลี่ยอยู่ที่ 13.6%/ปี โดยมีการคาดการณ์กันว่าในปี 2561 อิฐมวลเบาจะมีส่วนแบ่งตลาดอยู่ที่ 60 ล้าน ตรม./ปี ยิ่งไปกว่านั้นจากการคาดการณ์ยังระบุว่าในอนาคตอิฐมวลเบาจะเข้ามาแทนที่อิฐมอญเกือบจะทั้งหมด (บริษัท เออีซี จำกัด, 2557) สำหรับผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นอีกหนึ่งวัสดุที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในการนำมาใช้ก่อสร้างผนังอาคารในปัจจุบัน โดยเฉพาะโครงการก่อสร้างที่ต้องการความรวดเร็วในการก่อสร้างเช่น คอนโดมิเนียม เป็นต้น

จะเห็นว่าวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังทั้ง 3 ประเภท มีข้อดีข้อเสียรวมถึงกระบวนการก่อสร้างที่แตกต่างกัน อีกทั้งวัสดุทั้ง 3 ยังได้รับความนิยมอย่างสูงในการนำมาใช้ก่อสร้างผนังอาคาร แต่ในปัจจุบันผู้รับเหมาก่อสร้างยังขาดข้อมูลทางวิชาการที่ศึกษาความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนัง

อาคารที่ใช้วัสดุแต่ละประเภท ตลอดจนแนวทางในการกำจัดหรือลดความสูญเสียเหล่านั้นเพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต และลดต้นทุนการก่อสร้างที่ไม่จำเป็น ซึ่งอาจทำให้การก่อสร้างเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และมีปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนการก่อสร้างที่สูง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท รวมทั้งนำเสนอแนวทางในการกำจัดหรือลดความสูญเสียเหล่านั้น เพื่อผลการศึกษาที่ได้จะสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และลดต้นทุนในการก่อสร้างที่ไม่จำเป็นลง

สืบเนื่องมาจากความสำคัญของกระบวนการก่อสร้างผนังอาคาร และความนิยมในการใช้งานวัสดุก่อสร้างผนังทั้ง 3 ประเภท งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปยังการวิเคราะห์ความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารที่มีการใช้วัสดุต่างกัน 3 ประเภท ได้แก่ 1.ผนังคอนกรีตมวลเบา (ผนังสำเร็จรูปประเภทไม่รับน้ำหนัก) 2.อิฐมวลเบา และ 3.อิฐมอญ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยจะช่วยเพิ่มอัตราผลผลิตของกระบวนการก่อสร้างผนังอาคาร ลดปริมาณการใช้วัสดุที่ไม่จำเป็นลง และยังทำให้ผู้ที่อยู่ในอุตสาหกรรมก่อสร้างมีข้อมูลในการพัฒนากระบวนการก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม ซึ่งนอกจากจะนำไปใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมการก่อสร้างแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่อง เช่นการผลิตวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังอาคาร รวมทั้งการฝึกฝีมือแรงงานของประเทศได้อีกด้วย ส่งผลในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยในระดับภูมิภาคและระดับสากลต่อไป

1.2 ปัญหาของงานวิจัย

ปัญหาในงานวิจัยนี้ได้แก่การขาดข้อมูลเกี่ยวกับความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญ จากการสืบค้นงานวิจัยในอดีตผู้วิจัยพบว่างานวิจัยที่ระบุถึงความสูญเสียภายในกระบวนการก่อสร้างผนังทั้ง 3 ประเภทดังกล่าวมีปรากฏอยู่บ้างในงานวิจัยต่างประเทศ แต่สำหรับประเทศไทยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียภายในกระบวนการก่อสร้างยังมีอยู่ไม่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งความสูญเสียภายในกระบวนการก่อสร้างผนังทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว ข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างเช่น สัดส่วนของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ และรายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูง มีความจำเป็นสำหรับการวิเคราะห์หาแนวทางการลดความสูญเสีย อีกทั้งข้อมูลเหล่านี้ยังสามารถใช้เพื่อวิเคราะห์ถึงปริมาณเวลา และต้นทุนที่สูญเสียไปในกระบวนการก่อสร้างได้อีกด้วย

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์สัดส่วน และมูลค่าของความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญในอาคารกรณีศึกษา

2. เพื่อวิเคราะห์สัดส่วน และมูลค่าของความสูญเสียด้านวัสดุในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญในอาคารกรณีศึกษา

3. เพื่อระบุกิจกรรมความสูญเสียด้านเวลาที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญในอาคารกรณีศึกษา

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลความสูญเสียจากโครงการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยประเภทคอนโดมิเนียมซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (อาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตรม. หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15.00 เมตรขึ้นไป และมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกัน เกิน 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร) จำนวน 3 โครงการต่อกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท รวมทั้งสิ้น 9 โครงการ

2. รวบรวมข้อมูลความสูญเสียจากกระบวนการก่อสร้างผนังภายในอาคารในขั้นตอนการก่อ และฉาบผนัง (สำหรับผนังอิฐมอญ และอิฐมวลเบา) และขั้นตอนการติดตั้ง (สำหรับผนังคอนกรีตมวลเบา) โดยไม่รวมขั้นตอนการเคลื่อนย้ายวัสดุทั้งจากโรงงานมายังหน่วยงานก่อสร้าง และจากจุดเก็บวัสดุด้านล่างของหน่วยงานก่อสร้างมายังชั้นที่มีการก่อสร้าง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยสามารถแบ่งออกเป็นส่วนหลักๆ ได้ดังนี้

(1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจาก งานวิจัย ตำรา รายงาน และบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. การปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง (Process Improvement)
2. ความสูญเสียในการก่อสร้าง (Waste)

(2) ออกแบบกระบวนการบันทึกข้อมูล และพัฒนาแบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

(3) เก็บข้อมูลจากกรณีศึกษาโดยแบ่งรูปแบบการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. การเก็บข้อมูลจากการสังเกตการณ์ โดยใช้วิธีสุ่มงาน (Work Sampling) ทุกๆ 10 นาที สำหรับเก็บข้อมูลขั้นตอนการก่อสร้าง และสัดส่วนเวลาของกิจกรรมต่างๆในกระบวนการรวมทั้งทำการบันทึกรูปภาพขั้นตอนการทำงานของคนงาน เครื่องมือ และเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องในการทำงาน

2. การเก็บข้อมูลด้านเอกสาร เช่น แผนการจัดสรรคนงาน ค่าวัสดุ และ ค่าแรงงาน จะทำการรวบรวมจากผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

(4) ศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ จากเอกสาร และจากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้วิเคราะห์หัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ ผนังอิฐมวลเบา และผนังคอนกรีตมวลเบาในอาคารกรณีศึกษา
2. ปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ ผนังอิฐมวลเบา และผนังคอนกรีตมวลเบาในอาคารกรณีศึกษา
3. กิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ ผนังอิฐมวลเบา และ ผนังคอนกรีตมวลเบาในอาคารกรณีศึกษา
4. มูลค่าของความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ ผนังอิฐมวลเบา และ ผนังคอนกรีตมวลเบาในอาคารกรณีศึกษา

(5) สรุปผลการวิจัยและนำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งดำเนินการจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงสัดส่วน และมูลค่าของความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญในอาคารกรณีศึกษา

2. ทราบถึงสัดส่วน และมูลค่าของความสูญเสียด้านวัสดุในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญในอาคารกรณีศึกษา

3. ทราบถึงรายการกิจกรรมความสูญเสียด้านเวลาที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญในอาคารกรณีศึกษา

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้การกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยอันได้แก่ การปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง (Process Improvement) และ ความสูญเสีย (Waste) บทนี้ยังกล่าวถึงงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้แก่ผู้อ่าน

2.1 การปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง (Construction Process Improvement)

การปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างหมายถึงกระบวนการในการเพิ่มอัตราผลผลิต (Productivity) ให้แก่กระบวนการก่อสร้างนั้นๆ โดยในการเพิ่มอัตราผลผลิตนอกเหนือจากการให้ความสำคัญแก่การเพิ่มผลลัพธ์ (Output) หรือการลดทรัพยากรแล้วยังสามารถทำได้ด้วยการให้ความสำคัญไปที่กระบวนการก่อสร้างโดยการทำการประเมินกระบวนการก่อสร้างพร้อมทั้งหาแนวทางในการปรับปรุงขั้นตอนการก่อสร้างภายในกระบวนการ (Hashiholan, 2006) การเพิ่มอัตราผลผลิตสามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทางคือ 1) การปรับปรุงอัตราผลผลิตเชิงกระบวนการ (Process approach) แนวทางนี้มุ่งเป้าไปที่ปัญหาของกระบวนการภายในการก่อสร้างเป็นหลักโดยทำการวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการที่ทำให้อัตราผลผลิตไม่เป็นไปตามที่คาดหวังและหาแนวทางในการแก้ไขกระบวนการเหล่านั้น และ 2) การปรับปรุงอัตราผลผลิตเชิงปัจจัย (Factor approach) ในการปรับปรุงอัตราผลผลิตเชิงปัจจัยสามารถทำได้โดยการวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลกระทบทั้งในเชิงบวกและเชิงลบถึงอัตราผลผลิตและหาวิธีการกำจัดหรือส่งเสริมปัจจัยเหล่านั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งอัตราผลผลิตที่สูงที่สุด

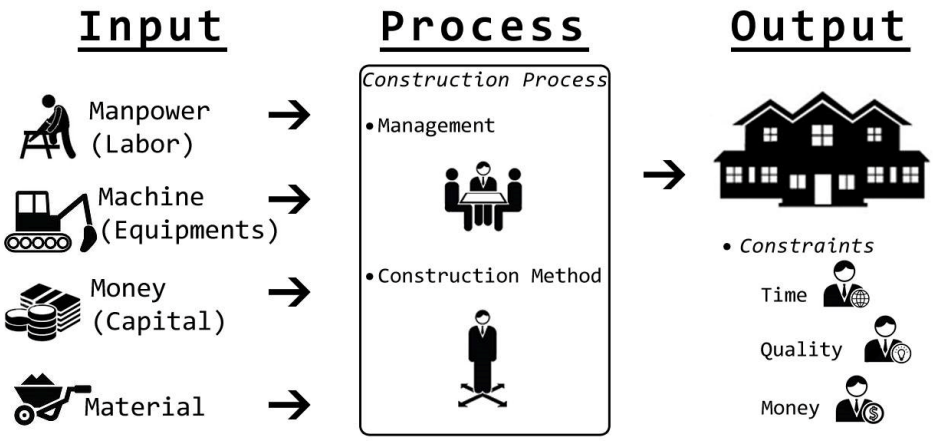
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.1 กระบวนการก่อสร้าง

อ้างอิงจาก Hashiholan (2006) โดยทั่วไปแล้วกระบวนการมีความหมายถึงกลุ่มของกิจกรรมต่างๆที่มีความเชื่อมโยงกันเพื่อผลิตสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเรียกว่าผลลัพธ์ (Out put) ออกมา สำหรับกระบวนการก่อสร้างก็เช่นเดียวกันกับกระบวนการอื่นๆ ภายในกระบวนการก่อสร้างจะประกอบด้วยกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างรวมอยู่ด้วยกันหลายๆกิจกรรม ส่วนประกอบหลักของกระบวนการก่อสร้างมีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วนคือ

1. ส่วนรับเข้า (Input) ส่วนรับเข้าเป็นส่วนแรกของกระบวนการก่อสร้าง ส่วนนี้มีหน้าที่รับทรัพยากรที่จำเป็นในการก่อสร้างเข้ามา ซึ่งทรัพยากรเหล่านั้นประกอบด้วย แรงงานคน (Man) เงินทุน (Money) วัสดุ (Material) และ เครื่องจักหรืออุปกรณ์ (Machine) หรือ เรียกอีกอย่างว่า 4Ms

2. ส่วนดำเนินการ (Process) เป็นส่วนที่ต่อจากส่วนรับเข้า มีหน้าที่ในการแปลง แรงงานคน เงินทุน วัสดุ และ เครื่องจักหรืออุปกรณ์ ในส่วนนี้จะถูกควบคุมด้วยการบริหาร (Management) และ รูปแบบการก่อสร้าง (Work method)
3. ส่วนผลลัพธ์ (Output) เป็นส่วนสุดท้ายในกระบวนการก่อสร้าง ในส่วนนี้ทรัพยากรที่ได้ผ่านส่วนดำเนินการจะกลายสภาพเป็นผลลัพธ์ซึ่งจะอยู่ในลักษณะของสิ่งก่อสร้างต่างๆเช่น อาคาร ถนน เขื่อน เป็นต้น โดยผลลัพธ์ที่ได้เหล่านี้จะถูกจำกัดด้วย เวลา (Time) ต้นทุน (Cost) และ คุณภาพ (Quality)



รูปที่ 2.1 กระบวนการก่อสร้าง (ดัดแปลงจาก Hashiholan, 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กล่าวโดยสรุปได้ว่ากระบวนการก่อสร้างหมายถึงกระบวนการในการแปรสภาพทรัพยากรให้กลายเป็นผลผลิตทางการก่อสร้าง ซึ่งทรัพยากรดังกล่าวจะประกอบไปด้วยกำลังคน อุปกรณ์ เงินทุน และ วัสดุ ในการแปรสภาพทรัพยากร คนงานจะใช้กำลังของตนร่วมกับความสามารถของอุปกรณ์ในการแปรสภาพวัสดุก่อสร้างโดยมีเงินทุนเป็นเครื่องมือในการจัดหาทรัพยากรเหล่านั้นมา ผลผลิตที่ได้จากการแปรสภาพจะถูกจำกัดด้วย เวลา ต้นทุน และ คุณภาพ สำหรับรูปแบบการก่อสร้างจะทำหน้าที่กำหนดวิธีการและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการก่อสร้างในขณะที่การบริหารจะทำหน้าที่จัดการให้ทรัพยากรทั้งหมดออกมาเป็นผลผลิตได้

2.1.2 อัตราผลผลิต

ตามที่กล่าวไว้แล้วในตอนต้นว่าการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างจำเป็นที่จะต้องทำการเพิ่มอัตราผลผลิตดังนั้นในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายถึงวิธีการในการวัดค่าอัตราผลผลิต สำหรับการวัดอัตรา

ผลผลิตสามารถทำได้ด้วยหลายวิธีด้วยกัน Arditi และ Mochtar (2000) ได้ระบุถึงวิธีการวัดอัตราผลผลิตที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมไว้ดังนี้

1.แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ (Economic model) วิธีนี้แสดงถึงสัดส่วนระหว่างส่วนรับเข้ารวม (input) ที่ประกอบไปด้วย แรงงานคน เงินทุน วัสดุ เครื่องจักหรืออุปกรณ์ พลังงาน และ ส่วนผลลัพธ์รวม (Output) โดยที่ทั้งสองส่วนจะแสดงออกในรูปของจำนวนเงิน

$$\text{Total Factor Productivity (TFP)} = \frac{\text{Output}}{\text{Man} + \text{Machine} + \text{Material} + \text{Energy} + \text{Capital}} \quad (1)$$

2.แบบจำลองจำเพาะโครงการ (Specific project model) วิธีนี้แสดงสัดส่วนระหว่างส่วนรับเข้าที่ประกอบไปด้วย แรงงานคน วัสดุ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ซึ่งจะแสดงออกในรูปของจำนวนเงิน และส่วนผลลัพธ์ที่จะแสดงออกในรูปของหน่วยทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น ตารางเมตร ลูกบาศก์เมตร เป็นต้น

$$\text{Total Productivity (TP)} = \frac{\text{Output}}{\text{Man} + \text{Money} + \text{Material}} \quad (2)$$

3.แบบจำลองทางกิจกรรม (Activity oriented model) วิธีนี้แสดงสัดส่วนระหว่างส่วนรับเข้าที่แสดงอยู่ในรูปของจำนวนเวลาที่ใช้ในการทำงาน (Man-hours) ของคนงาน และส่วนผลลัพธ์ที่เป็นหน่วยทางกายภาพจำเพาะ หรือก็คือปริมาณงานที่แล้วเสร็จ กล่าวคือแบบจำลองทางกิจกรรมนี้แสดงถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของคนงานเปรียบเทียบกับปริมาณที่แล้วเสร็จจริง

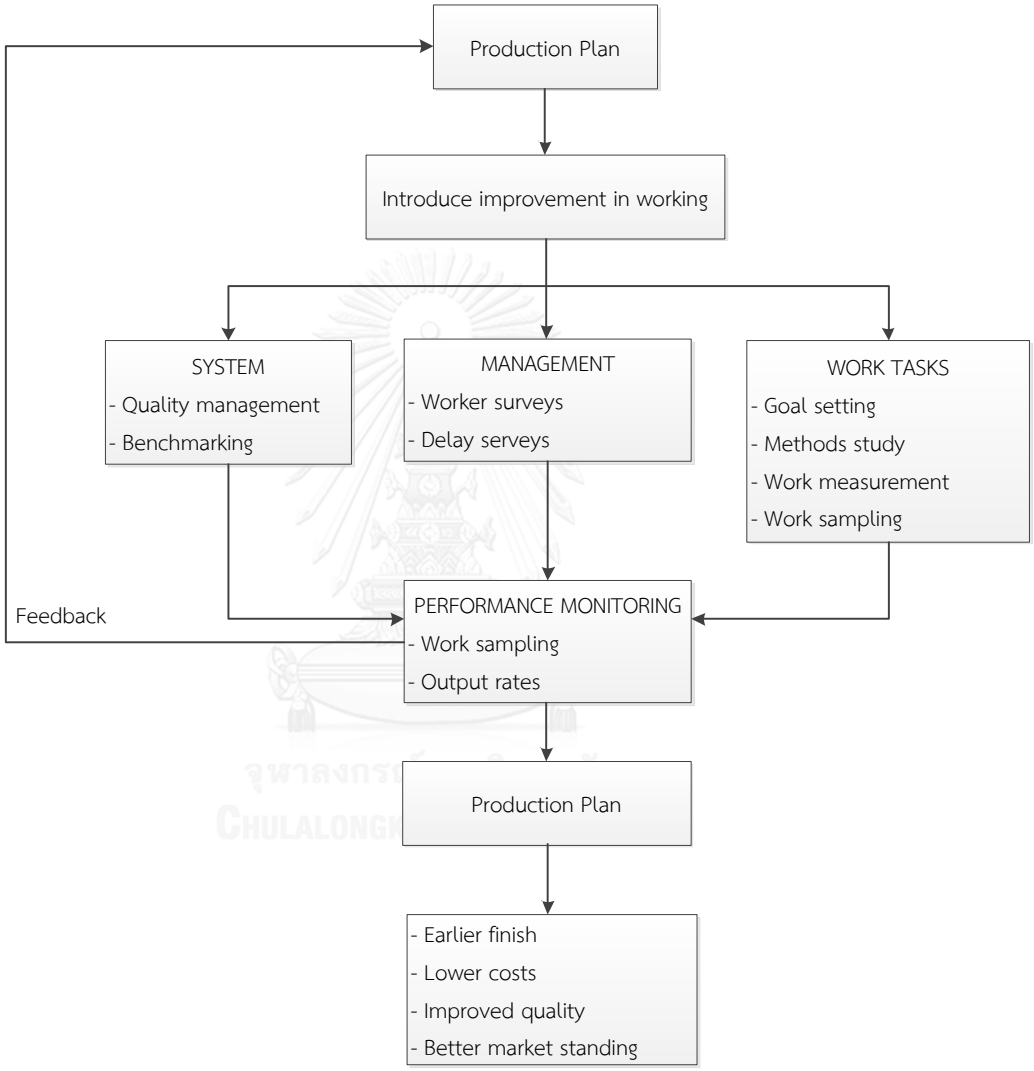
$$\text{Labour Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Man} - \text{Hour}} \quad (3)$$

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ที่มุ่งเน้นการปรับปรุงกระบวนการของกิจกรรมการก่อสร้างอันได้แก่ การก่ออิฐมอญ อิฐมวลเบา และการติดตั้งผนังคอนกรีตมวลเบา ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบจำลองทางกิจกรรมในการวัดอัตราผลผลิตของกิจกรรมเพื่อความเหมาะสมของการวิจัย

2.1.3 กรอบแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง

Harris และ McCaffer (2001) ได้นำเสนอกรอบแนวคิด (Framework) สำหรับการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง (Continuous improvement in performing construction process) ดังที่แสดงในรูป 2.2 ในการดำเนินงานตามกรอบแนวคิดนี้ให้สำเร็จลุล่วงขั้นแรกสำหรับการปฏิบัติคือการสร้างระบบ (System) ที่มีความชัดเจนเพื่อสนับสนุนการพัฒนา และการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ในขณะเดียวกันส่วนอื่นๆ ของกรอบแนวคิดเช่นการบริหาร (Management) และ ขั้นตอนการทำงาน (Work task) ก็ต้องดำเนินไปพร้อมกัน โดยการบริหารมีหน้าที่ควบคุมดูแลสภาพการทำงานและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมในขณะที่ขั้นตอนการทำงานมีหน้าที่ควบคุมกระบวนการ

ทำงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด ในท้ายที่สุดทั้ง ระบบ การบริหาร และ ขั้นตอนการทำงาน จะถูกตรวจสอบและควบคุมโดยการตรวจสอบประสิทธิภาพ (Performance monitoring) Harris และ McCaffer ยังกล่าวอีกว่าหลังจากดำเนินตามกรอบแนวคิดนี้แล้วผลลัพธ์ที่ได้คือ งานที่แล้วเสร็จรวดเร็วขึ้น งบประมาณที่น้อยลง คุณภาพที่เพิ่มขึ้น และ ความสามารถในการแข่งขันกับขู่แข่งที่มากขึ้น



รูปที่ 2.2 กรอบแนวคิดการปรับปรุงกระบวนการในการก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง (Harris และ McCaffer, 2001)

จากกรอบแนวคิดของ Harris และ McCaffer พบว่าการปรับปรุงกระบวนการสามารถทำได้ในหลายแง่มุมกล่าวคือ มุมมองด้านระบบ มุมมองด้านการบริหาร และ มุมมองด้านขั้นตอนการทำงาน งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างของขั้นตอนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวล

เบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญไปยังการปรับปรุงกระบวนการในมุมมองด้านขั้นตอนการทำงานเท่านั้น

2.1.4 การปรับปรุงกระบวนการด้วยการศึกษางาน (Work study method)

การศึกษางาน (Work study method) เป็นหนึ่งในวิธีการในการปรับปรุงกระบวนการของขั้นตอนการทำงาน การศึกษางานคือกระบวนการในการพิจารณาขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งอย่างเป็นระบบเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและเพื่อที่กำหนดมาตรฐานของการดำเนินการในกิจกรรมนั้นๆ เป้าหมายของการศึกษางานคือการปรับเปลี่ยนกระบวนการในการดำเนินกิจกรรมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและลดขั้นตอนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออกไป (Kanawaty, 1992) การศึกษางานถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and time study) Barnes (1980) กล่าวถึงการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาไว้ว่าเป็นการศึกษาระบบการทำงานโดยมีเป้าหมายเพื่อ 1) สร้างกระบวนการที่เป็นที่พึงประสงค์ในแง่ของต้นทุน 2) สร้างมาตรฐานของกิจกรรม 3) ประเมินเวลาการทำงานของคนงานในกิจกรรมเฉพาะอย่างและ 4) ใช้เป็นตัวช่วยในการฝึกฝนคนงาน

โดยทั่วไปการศึกษางานจะถูกแยกย่อยออกเป็น 2 แนวทางคือ การศึกษาวิธีการทำงาน (Method study) และ การวัดค่างาน (Work measurement) ซึ่งแนวทางทั้ง 2 มีจุดประสงค์ในการใช้รวมถึงขั้นตอนการดำเนินงานที่แตกต่างกันกล่าวคือ วิธีการศึกษางานให้ความสำคัญไปยังขั้นตอนภายในกระบวนการเป็นหลัก ผู้ปฏิบัติจะประเมินถึงขั้นตอนที่ควรลดหรือเพิ่มเติมเพื่อให้กระบวนการมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในขณะที่การวัดค่างานให้ความสำคัญไปยังช่วงเวลาของแต่ละกิจกรรมในกระบวนการเพื่อประเมินระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมและหาแนวทางในการลดช่วงเวลาที่ไม่มีความจำเป็นออกจากกระบวนการ สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมรวมถึงขั้นตอนการดำเนินงานของการศึกษาทั้ง 2 วิธีจะทำการอธิบายในหัวข้อย่อยถัดไป

2.1.4.1 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method study)

อ้างอิงจากมาตรฐานของสหราชอาณาจักร (British standard) การศึกษาวิธีการทำงานหมายถึงการจดบันทึกอย่างเป็นระบบและการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนถึงความเป็นไปของการทำงานเพื่อใช้ในการปรับปรุงการทำงาน (Kanawaty, 1992) Harris และ McCaffer (2001) กล่าวว่าสาเหตุของปัญหาในกิจกรรมการก่อสร้างหลายๆกิจกรรมสามารถถูกระบุและปรับปรุงผ่านกระบวนการศึกษาวิธีการทำงานยกตัวอย่างเช่น ปัญหางบประมาณบานปลาย ปัญหาอัตราสูญเสียวัสดุที่สูง ปัญหาการติดขัดในขั้นตอนการขนส่งวัสดุ ปัญหางานล่าช้า ปัญหาการทำงานที่ผิดพลาด ฯลฯ อ้างอิงจาก Kanawaty (1992) ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงานเป็นไปตามรูปที่ 2.3 และมีรายละเอียดดังนี้

1. คัดเลือกกระบวนการทำงานที่จะทำการศึกษาพร้อมทั้งกำหนดขอบเขตของกระบวนการนั้นๆ ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเมื่อทำการคัดเลือกกระบวนการทำงานคือ ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยด้านเทคนิค เช่น ความพร้อมของเทคโนโลยี และ ปัจจัยด้านมนุษย์ เช่น ความสามารถในการปฏิบัติงานของคนงาน
2. จดบันทึกข้อมูลขั้นตอนการทำงานด้วยวิธีสังเกตการณ์ (Observation) เนื่องจากความซับซ้อนของขั้นตอนการก่อสร้างในปัจจุบันส่งผลให้การบันทึกข้อมูลโดยตรงด้วยการเขียนเป็นไปได้ยาก ดังนั้น แผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagram) และ แบบจำลอง (Model) จึงถูกนำมาใช้ในขั้นตอนการจดบันทึก
3. วิเคราะห์แนวทางการดำเนินงานของกระบวนการนั้นๆในปัจจุบัน เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่อยู่ภายในกระบวนการ
4. พัฒนาแนวทางการดำเนินงานใหม่ที่จะส่งผลให้กระบวนการนั้นๆมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ และความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานจริง พร้อมทั้งทำการประเมินแนวทางต่างๆที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อคัดเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุด
5. กำหนดแนวทางการดำเนินงานใหม่ที่จะนำมาใช้ในกระบวนการนั้นๆ พร้อมทั้งประกาศให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนั้นๆรับทราบ
6. เริ่มใช้แนวทางการดำเนินงานใหม่พร้อมทั้งกำหนดแผนการในการควบคุมดูแลมาตรฐานของการดำเนินงานให้มีความถูกต้องสม่ำเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงาน (ดัดแปลงจาก Kanawaty, 1992)

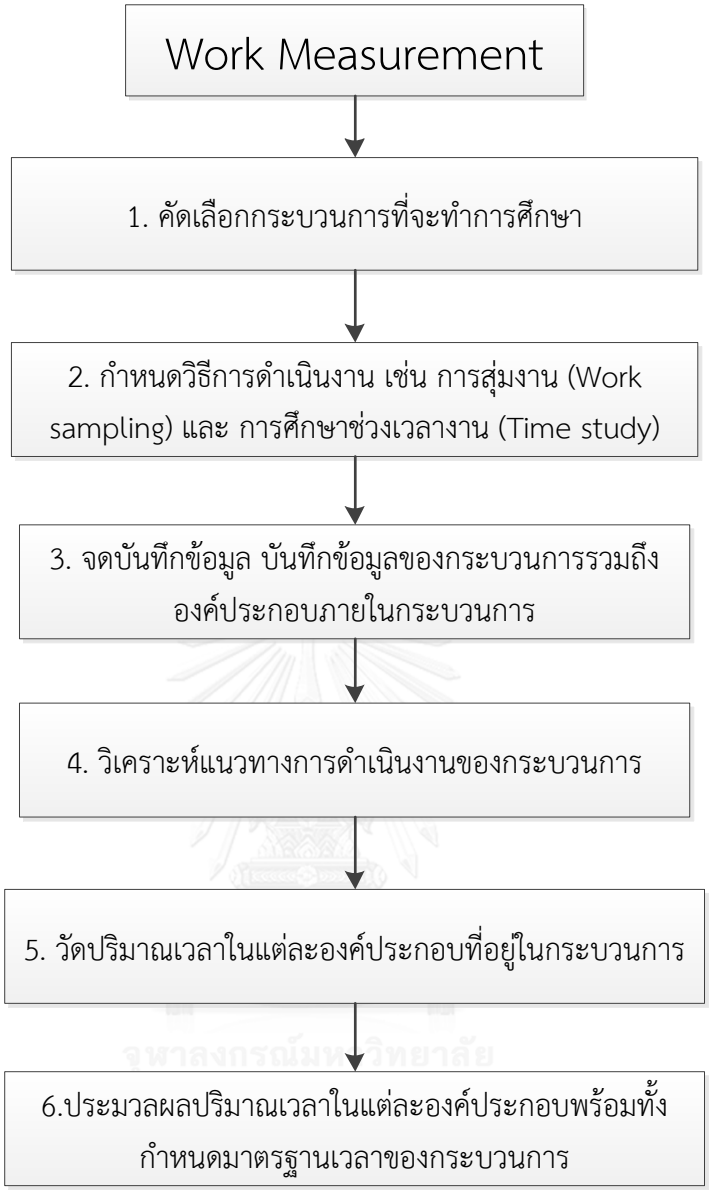
2.1.4.2 การวัดค่างาน (Work measurement)

อ้างอิงจากมาตรฐานของสหราชอาณาจักร (British standard) การวัดค่างานหมายถึงกลวิธีในการสร้างมาตรฐานด้านเวลาให้กับกระบวนการทำงาน เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดให้แก่คนงานในการปฏิบัติงาน (Kanawaty, 1992) Harris และ McCaffer (2001) กล่าวว่าเป้าหมายของการวัดค่างานคือการประเมินการทำงานของมนุษย์และสร้างมาตรฐานด้านเวลาให้แก่กิจกรรมต่างๆ ยิ่งไปกว่านั้นการวัดค่างานยังสามารถใช้เพื่อ ประเมินจำนวนคนงานที่เหมาะสมในกิจกรรมการก่อสร้าง สร้างมาตรฐานสำหรับการใช้เครื่องจักและประสิทธิภาพของคนงาน และ ใช้เป็นฐานอ้างอิงในกรณีที่

ต้องการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างกระบวนการทางเลือกอื่นๆ ขั้นตอนบางขั้นในการวัดงานจะมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาวิธีการทำงาน อ้างอิงจาก Kanawaty (1992) ขั้นตอนการวัดค่างานเป็นไปตามรูปที่ 2.4 และมีรายละเอียดดังนี้

1. คัดเลือกกระบวนการทำงานที่จะทำการศึกษา เช่นเดียวกันกับการศึกษาวิธีการทำงานในการเลือกกระบวนการที่จะทำการศึกษา ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเมื่อทำการคัดเลือกกระบวนการทำงานคือ ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยด้านเทคนิค และ ปัจจัยด้านมนุษย์
2. กำหนดวิธีการดำเนินงาน วิธีการดำเนินงานสำหรับการวัดค่างานโดยทั่วไปวิธีที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ 1) การสุ่มงาน (Work sampling) และ 2) การศึกษาช่วงเวลา (Time study) วิธีการดำเนินงานจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบการบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ รวมถึงการประมวลผลข้อมูล
3. จดบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลของกระบวนการรวมถึงองค์ประกอบภายในกระบวนการ วิธีการในการบันทึกข้อมูลจะแตกต่างกันออกไปตามวิธีการดำเนินงานที่ได้กำหนดไว้
4. วิเคราะห์แนวทางการดำเนินงานของกระบวนการนั้นๆเพื่อแยกองค์ประกอบในกระบวนการที่ก่อให้เกิดงาน (Productive) และไม่ก่อให้เกิดงาน (Unproductive) ออกจากกัน
5. วัดปริมาณเวลาในแต่ละองค์ประกอบที่อยู่ในกระบวนการ
6. ประมวลผลปริมาณเวลาในแต่ละองค์ประกอบพร้อมทั้งกำหนดมาตรฐานเวลาของกระบวนการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการวัดค่างาน (ดัดแปลงจาก Kanawaty, 1992)

2.1.4.3 การสุ่มงาน (Work sampling)

การสุ่มงาน (หรือรู้จักกันในชื่ออื่นๆเช่น Activity sampling, Ratio-deley study, Random observation method ETC.) คือวิธีการในการหาเปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นของกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งโดยการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติและการสังเกตการณ์แบบสุ่ม (Kanawaty, 1992) การสุ่มงานเป็นหนึ่งในวิธีการดำเนินงานของการวัดค่างาน (Work measurement) การสุ่มงานมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาช่วงเวลางาน (Time study) แต่การสุ่มงานจะนำหลักสถิติเข้ามาใช้

ประกอบการทำงานซึ่งต่างจากการศึกษาช่วงเวลางานที่ใช้ข้อมูลจากระยะเวลาทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงของกิจกรรมนั้นๆ

จุดประสงค์ในการใช้การสุ่มงานประกอบไปด้วย 1) การสุ่มตัวอย่างกิจกรรมและความล่าช้าของงาน (Activity and delay sampling) ตัวอย่างเช่นการหาเปอร์เซ็นต์ของวันที่คนงานมาทำงานและเปอร์เซ็นต์ของวันที่คนงานไม่มาทำงาน 2) การสุ่มตัวอย่างประสิทธิภาพ (Performance sampling) ใช้เพื่อหาสัดส่วนเวลาของการทำงานและเวลาที่ไม่ทำงาน(อยู่เฉยๆ)ของคนงาน และใช้จัดทำดัชนีประสิทธิภาพหรือระดับของประสิทธิภาพในการทำงานของคนงานดังกล่าว 3) วัดค่างาน (Work measurement) ใช้ในการจัดทำมาตรฐานด้านเวลาของกิจกรรม (Barnes, 1980)

Harris และ McCaffer (2001) กล่าวถึงข้อดีของการใช้วิธีการสุ่มงานที่มีเหนือกว่าการศึกษาช่วงเวลางานในการประยุกต์ใช้กับกิจกรรมก่อสร้างไว้ว่า ในงานก่อสร้างโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยผู้ปฏิบัติงานจากหลากหลายสาขาอาชีพที่ทำงานร่วมกันอยู่ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันเป็นเหตุให้การบันทึกระดับอัตราผลผลิตทำได้ยากเนื่องจากมีโอกาสน้อยที่ผู้สังเกตการณ์จะสามารถบันทึกขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ได้และอีกประการหนึ่งคือผลลัพธ์ (Output) ของกิจกรรมการก่อสร้างจะมีความผันผวนที่สูง แตกต่างจากขั้นตอนการทำงานในโรงงานที่ขั้นตอนและผลลัพธ์ของงานมีความแน่นอน ด้วยเหตุนี้การประยุกต์ใช้การสุ่มงานในกิจกรรมก่อสร้างจึงมีความเหมาะสมกว่าการศึกษาช่วงเวลางานเนื่องจากในการสุ่มงานการเก็บข้อมูลจะทำด้วยวิธีการสุ่ม ส่งผลให้ผู้สังเกตการณ์ไม่มีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกันกับวิธีการศึกษาช่วงเวลางาน Kanawaty (1992) ยังกล่าวเพิ่มเติมว่าการสุ่มงานยังเหมาะกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากการใช้วิธีการศึกษาช่วงเวลางานกับงานที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่จะทำให้ต้องใช้กำลังคนในการจดบันทึกกิจกรรมเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ อ้างอิงจาก (Harris และ McCaffer, 1995) ขั้นตอนการสุ่มงานเป็นไปตามรูปที่ 2.5 และมีรายละเอียดดังนี้

1. ทำการสำรวจกระบวนการเบื้องต้นเพื่อสร้างความคุ้นเคยกับกิจกรรมที่จะทำการสุ่มงานและปัญหาของกิจกรรมนั้นๆ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินขนาดของงานและจำนวนของคนงานที่จะทำการเก็บข้อมูล

รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการสุ่มงาน (ดัดแปลงจาก Harris และ McCaffer, 1995)

2. ระบุคนงานและกิจกรรมที่จะทำการเก็บข้อมูล โดยในส่วนของกิจกรรมผู้เก็บข้อมูลอาจแบ่งกิจกรรมเป็นแค่กิจกรรมที่ก่อให้เกิดงาน และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดงาน หรือหากมีความ

ต้องการที่จะศึกษาลึกลงไปถึงรายระเอียดของกิจกรรมย่อยภายในกิจกรรมทั้งสองดังกล่าวก็ทำได้ด้วยการระบุกิจกรรมย่อยๆ เช่น การประกอบไม้แบบ การเทคอนกรีต การผสมคอนกรีต เป็นต้น

3. จัดทำแบบฟอร์มการสำรวจที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูล
4. แจ้งถึงการเก็บข้อมูลแก่ผู้ควบคุมงานเพื่อให้ผู้ควบคุมงานประกาศให้คนงานทุกคนรับรู้ถึงการมาเก็บข้อมูลในครั้งนี้ และเพื่อป้องกันการทำงานที่ไม่เป็นธรรมชาติของคนงาน
5. จัดทำแผนเวลาในการสุ่มงาน เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วการสุ่มงานจำเป็นที่จะต้องเก็บตัวอย่างงานเป็นจำนวนมากดังนั้นแผนเวลาในการสุ่มงานจึงมีความจำเป็น ข้อควรระวังคือธรรมชาติของงานก่อสร้างที่เวลาที่ใช้ในการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นจนแล้วเสร็จมีความแตกต่างกันถึงแม้จะเป็นกิจรรมลักษณะเดียวกันก็ตาม
6. กำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการเก็บข้อมูล
7. ทำการเก็บข้อมูลของกิจกรรมและคนงานตามช่วงเวลาที่ได้ทำการวางแผนไว้
8. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาเปรียบเทียบสัดส่วนเพื่อหากิจกรรมที่ไม่เหมาะสมในด้านของเวลาที่ใช้ในการทำงาน และนำกิจกรรมนั้นไปหาแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

2.2 ความสูญเสีย (Waste)

ในอดีตมีนักวิจัยจำนวนมากที่ได้กล่าวถึงความหมายของความสูญเสียไว้ในงานวิจัยหรือตำราของตนเอง นักวิจัยเหล่านั้นมีทั้งผู้ที่ทำงานวิจัยในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ซึ่งนักวิจัยแต่ละรายได้ให้ความหมายของความสูญเสียไว้แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น Ohno (1988) ได้กล่าวถึงความหมายของความสูญเสียในภาคอุตสาหกรรมการผลิตว่าคือกิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของต้นทุนแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อชิ้นงาน ความสูญเสียตามความหมายของ Ohno เกี่ยวข้องกับต้นทุนเป็นหลัก โดย Ohno ยังกล่าวอีกว่าการเพิ่มขึ้นของต้นทุนเกิดจากจำนวนคนงาน เครื่องจักร และ ผลิตภัณฑ์ที่มากเกิดความต้องการ ในขณะที่ Womack และ Jones (2003) กล่าวถึงความหมายของความสูญเสียในภาคอุตสาหกรรมการผลิตว่าคือกิจกรรมที่ใช้ทรัพยากรในการดำเนินงานแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าหรือไม่ส่งผลถึงความก้าวหน้าของชิ้นงาน แต่ทว่าไม่ได้เจาะจงถึงประเภทของทรัพยากรที่สูญเสียไป ในส่วนของอุตสาหกรรมการก่อสร้าง Koskela (1992) ได้กล่าวถึงความหมายของความสูญเสียว่าคือ กิจกรรมที่ใช้ เวลา พื้นที่ หรือ ทรัพยากรอื่นๆในการดำเนินงานแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อชิ้นงาน นิยามความสูญเสียของ Koskela ได้เพิ่มมุมมองด้าน เวลา และ พื้นที่ ที่สูญเสียไปในกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าซึ่งแตกต่างจากนิยามเดิมของทั้ง Ohno (1988) และ

Womack และ Jones (2003) นอกจากนั้นยังมีนักวิจัยบางรายระบุถึงความสูญเสียในลักษณะอื่นๆ เช่น การสูญเสียด้านวัสดุ (Formoso และคณะ, 1999) และ การสูญเสียด้านพลังงาน (Bolviken และคณะ, 2014) เป็นต้น โดยรวมแล้วความหมายของความสูญเสียที่ปรากฏอยู่ในงานวิจัยในอดีตเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ใช้ทรัพยากรในการดำเนินการแต่กลับไม่ก่อให้เกิดความก้าวหน้าต่อชิ้นงานเป็นหลัก แต่จุดที่แตกต่างกันในแต่ละงานวิจัยคือประเภทของทรัพยากรที่สูญเสียไปในกิจกรรมเหล่านั้น Denzer และคณะ (2015) ได้รวบรวมมุมมองของนักวิจัยแต่ละรายที่มีต่อทรัพยากรที่สูญเสียไปในกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าดังที่แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ทรัพยากรที่สูญเสียไปในกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (ดัดแปลงจาก Denzer และคณะ, 2015)

นักวิจัย	ปีที่พิมพ์ครั้งแรก	พลังงาน	เครื่องจักร/อุปกรณ์	วัสดุ	ต้นทุน	ประสิทธิภาพ/แรงงาน	ทรัพยากร (ไม่ได้เจาะจง)	พื้นที่	เวลา	กฎระเบียบ
อุตสาหกรรมการผลิต										
Ohno	1988		X	X	X	X				
Womack และ Jones	1996						X			
Gorecki และ Pautsch	2010		X			X		X		
Zollodz	2013				X		X			
Wagner และ Lindner	2013						X			
Pienkowski	2014				X		X		X	
อุตสาหกรรมการก่อสร้าง										
Koskela	1992						X	X	X	
Formoso และคณะ	1999		X	X	X	X				
Howell	1999								X	
Alwi และคณะ	2002				X		X	X	X	
Polat และคณะ	2004						X			X
Kalsaas และคณะ	2013						X		X	
Bolviken และคณะ	2014	X	X	X		X			X	

2.2.1 ความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน (Work-time waste)

อ้างอิงจาก Womack และ Jones (2003) โดยทั่วไปแล้วในกระบวนการทำงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตหรือกระบวนการก่อสร้างจะประกอบไปด้วยกิจกรรมที่แตกต่างกัน 3 ประเภทดังนี้

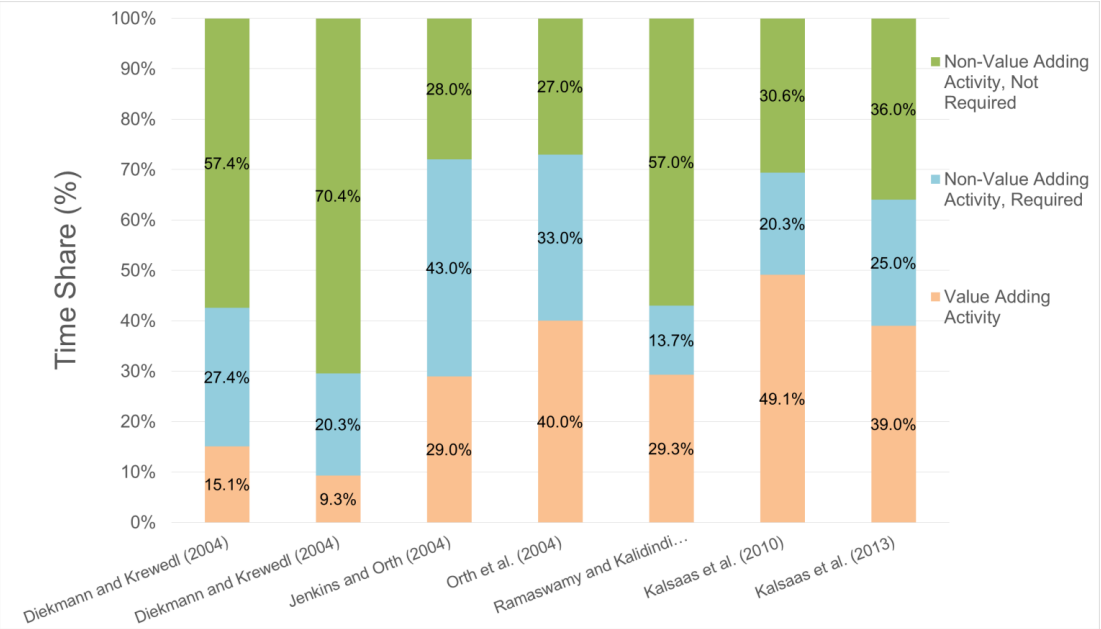
- กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Adding Activity) คือกิจกรรมที่เมื่อปฏิบัติแล้วจะก่อให้เกิดความก้าวหน้าต่อชิ้นงานโดยตรง เช่น การก่ออิฐ การฉาบปูน การติดตั้งผนังคอนกรีต เป็นต้น
- กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, but required) คือกิจกรรมที่มีความจำเป็นต้องปฏิบัติเพื่อให้งานในส่วนอื่นๆสามารถปฏิบัติต่อไปได้แต่ตัวกิจกรรมเองจะไม่ก่อให้เกิดความก้าวหน้าโดยตรงต่อชิ้นงาน เช่น การผสมปูน การเคลื่อนย้ายวัสดุ การตัดแผ่นผนัง เป็นต้น
- กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, not required) คือกิจกรรมที่ไม่มีความจำเป็นต้องปฏิบัติและเมื่อปฏิบัติแล้วยังไม่ก่อให้เกิดความก้าวหน้าทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความก้าวหน้าของชิ้นงาน เช่น การพูดคุยกันในเวลางาน การนั่งพัก การรอคอย เป็นต้น

ซึ่งช่วงเวลาของคนงานที่ใช้ไปในกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ถือว่าเป็นความสูญเสียด้านเวลาในการทำงาน (Work-time waste) เนื่องจากมีการใช้เวลาในการทำงานของคนงานแต่กลับไม่ก่อให้เกิดคุณค่าหรือความก้าวหน้าของชิ้นงาน Denzer และคณะ (2015) ได้กล่าวว่า เนื่องจากอุตสาหกรรมการก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานคนค่อนข้างสูงส่งผลให้เวลาการทำงานของคนงานถือเป็นทรัพยากรที่สำคัญ อีกทั้งผลการวิจัยของ Ramaswamy และ Kalidindi (2009) ยังชี้ให้เห็นว่าความสูญเสียด้านเวลาที่ใช้ไปในกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-value adding activity) มีมูลค่าสูงกว่าความสูญเสียด้านอื่นๆ มาก โดยผลการวิจัยระบุว่ามูลค่าความสูญเสียด้านเวลาการทำงานของคนงาน (Labor inefficiency) มีสัดส่วนเฉลี่ยอยู่ที่ 8.11% ของมูลค่าโครงการรวม ในขณะที่ มูลค่าความสูญเสียด้านเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Equipment inefficiency) มูลค่าด้านการสูญเสียวัสดุ (Material Scrap) และมูลค่าความสูญเสียด้านการจัดเก็บที่มากเกินไป (Excess Inventory) มีสัดส่วนเฉลี่ยอยู่เพียง 1.45% 4.36% และ 1.94% ของมูลค่าโครงการรวมตามลำดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวส่งผลให้ในอดีตมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาถึงสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาของคนงานในกระบวนการก่อสร้าง ตารางที่ 2.2

แสดงรายละเอียดของงานวิจัยที่ศึกษาถึงสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาการทำงานในกระบวนการก่อสร้าง และรูปที่ 2.6 แสดงถึงผลลัพธ์ของงานวิจัยเหล่านั้น

ตารางที่ 2.2 งานวิจัยที่ศึกษาถึงสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน

นักวิจัย	ปี	ประเทศ	ประเภทงาน	วิธีการเก็บข้อมูล
Diekmann และ Krewedl	2004	อเมริกา	ติดตั้งโครงสร้างเหล็ก	บันทึกด้วยมือ และวิดีโอ (ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนประเภทกิจกรรมที่ทำ) 3 โครงการก่อสร้าง ระยะเวลา 2 วัน
Diekmann และ Krewedl	2004	อเมริกา	ติดตั้งระบบท่อ	บันทึกด้วยมือ และวิดีโอ (ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนประเภทกิจกรรมที่ทำ) 2 โครงการก่อสร้าง ระยะเวลา 2 วัน
Jenkins และ Orth	2004	อเมริกา	หลากหลายงาน (ไม่ได้ระบุ)	การสุ่มงาน (Work sampling)
Orth และ คณะ	2006	อเมริกา	ฉนวนกันความร้อน และระบบกันการรั่วซึม	การสุ่มงาน (Work sampling) 6 วัน 535 ตัวอย่าง
Ramaswamy และ Kalidindi	2009	อินเดีย	หลากหลายงาน (ไม่ได้ระบุ)	การสุ่มงาน (Work sampling) 6 โครงการ ระยะเวลา 5-7 วัน
Kalsaas และ คณะ	2010	นอเวร์	งานระบบไฟฟ้า ระบบประปา และ งานไม้	การสุ่มงาน (Work sampling) ทุกๆ 5 นาที ระยะเวลา 11 วัน
Kalsaas และ คณะ	2013	นอเวร์	ติดตั้งระบบท่อ	การสุ่มงาน (Work sampling) ทุกๆ 5 นาที ระยะเวลา 14 วัน



รูปที่ 2.6 ผลลัพธ์ของงานวิจัยที่ศึกษาถึงสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน

จากผลการวิจัยในอดีตพบว่าสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาการทำงานในแต่ละงานวิจัยมีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ซึ่ง Denzer และคณะ (2015) ได้ศึกษาถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของผลลัพธ์ในแต่ละงานวิจัยและได้สรุปปัจจัย 3 ประการที่ส่งผลถึงปริมาณความสูญเสียด้านเวลาการทำงานในกระบวนการก่อสร้างไว้ดังนี้

- ผู้บันทึกข้อมูล และ วิธีการในการบันทึกข้อมูล: จากผลการสำรวจของ Graebsch และคณะ (2007) พบว่าผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารแบบลีน (Lean Management) มีแนวโน้มที่จะประเมินสัดส่วนของความสูญเสียมากกว่าผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ ในขณะที่วิธีการบันทึกข้อมูลก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของสัดส่วนความสูญเสีย สังเกตได้จากงานวิจัยที่ใช้วิธีการบันทึกข้อมูลที่แตกต่างกันผลลัพธ์ที่ได้จะมีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ถึงแม้ว่าจะทำการศึกษาในหมวดงานเดียวกันก็ตามตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ (Diekmann และ Krewedl, 2004) และ (Kalsaas และคณะ, 2013) ซึ่ง Kalsaas และคณะ (2010) ได้อ้างว่ายิ่งระยะห่างของเวลาในการบันทึกข้อมูลแต่ละครั้งยิ่งสั้นเพียงไรยิ่งทำให้สามารถแยกแยะประเภทของกิจกรรมที่เป็นความสูญเสียได้ง่ายยิ่งขึ้นและส่งผลให้ปริมาณความสูญเสียที่ได้จากการสำรวจเพิ่มขึ้นด้วย
- ลักษณะของโครงการ และ ประเภทของงานที่ศึกษา: จากผลการวิจัยของ Diekmann and Krewedl (2004) ชี้ให้เห็นว่าปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในโครงการก่อสร้างที่ใช้เหล็ก

ประเภท Heavy-gauge steel มากกว่าโครงการที่ใช้เหล็กประเภท Light-weight steel โดยผู้วิจัยได้ให้เหตุผลว่า เนื่องจากการก่อสร้างโดยใช้ Heavy-gauge steel คนงานจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยมากกว่าการก่อสร้างโดยใช้ Light-gauge steel ส่งผลให้ช่วงเวลาการขนย้ายวัสดุเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ประเภทย่อยของงานในโครงการก่อสร้างก็ส่งผลถึงปริมาณของความสูญเสียด้านเวลาเช่นกัน ทฤษฎีนี้ถูกสนับสนุนจากผลการวิจัยของ Kalsaas และคณะ (2010) ซึ่งระบุว่าช่างไฟฟ้า ช่างไม้ และ ช่างประปาที่ทำงานอยู่ในโครงการเดียวกัน ใช้เวลาไปในกิจกรรมประเภทที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า 17.2% 19.1 และ 20.1% ของเวลาการทำงานตามลำดับ

- ประเทศที่ทำการศึกษา: อ้างอิงจาก Denzer และคณะ (2015) สภาวะแวดล้อมจำเพาะของแต่ละประเทศส่งผลอย่างยิ่งต่อปริมาณความสูญเสียด้านเวลาการทำงานของคนงานก่อสร้าง ซึ่งเป็นผลให้งานวิจัยที่ทำการศึกษาในประเทศที่ต่างกันถึงแม้ว่าจะทำการศึกษาในหมวดงานเดียวกันแต่ผลลัพธ์ที่ได้ออกมากลับแตกต่างกัน ตัวอย่างของสภาวะแวดล้อมจำเพาะเหล่านั้นได้แก่ ระดับของโครงสร้างพื้นฐาน นโยบายของรัฐบาล และ ภูมิอากาศ เป็นต้น

2.2.2 ความสูญเสียด้านวัสดุ (Material waste)

ความสูญเสียด้านวัสดุเป็นความสูญเสียอีกประเภทที่มักพบในการก่อสร้างและเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการก่อสร้าง ความสูญเสียด้านวัสดุสามารถเกิดได้ทั้งในช่วงของการก่อสร้าง (Construction) การซ่อมแซมปรับปรุง (Renovation) และ การรื้อถอน (Demolition) (Kofoworola และ Gheewala, 2008) ในอดีตมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาถึงปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุในโครงการก่อสร้างตัวอย่างเช่น Ramezdeen และ Kulatunka (2004) ได้ศึกษาปริมาณเศษวัสดุในโครงการก่อสร้างภายในประเทศศรีลังกาจากผลการวิจัยทำให้ทราบว่าปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุในประเทศศรีลังกามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11% กระจายตัวอยู่ใน 11 วัสดุหลักในการก่อสร้างโดยวัสดุที่เกิดความสูญเสียสูงที่สุดคือ ทราย (25%) รองลงมาคือ ปูน (20%) และ อิฐ (14%) ตามลำดับ ในส่วนของการศึกษาต้นทุนของความสูญเสียด้านวัสดุมีปรากฏอยู่ในงานวิจัยของ Formoso และคณะ (2002) ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสูญเสียด้านวัสดุในโครงการก่อสร้างภายในประเทศบราซิล และได้วิเคราะห์มูลค่าของความสูญเสียด้านวัสดุเหล่านั้นผลที่ได้ทำให้ทราบว่าความสูญเสียด้านวัสดุในประเทศบราซิลมีมูลค่าราว 5.1% - 11.6% ของมูลค่าโครงการรวมแตกต่างกันออกไปตามโครงการก่อสร้างหรือเฉลี่ยประมาณ 8% ของมูลค่าโครงการรวม อ้างอิงจาก Skoyles และ Skoyles (1987) ความสูญเสียด้านวัสดุสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ความ

สูญเสียด้านวัสดุทางตรง (Direct waste) และ 2) ความสูญเสียด้านวัสดุทางอ้อม (Indirect waste) สำหรับความสูญเสียด้านวัสดุทางตรง วัสดุจะเกิดความสูญเสียขึ้นจริงในเชิงกายภาพ เช่น การแตกหักของวัสดุ วัสดุสูญหาย เป็นต้น ในขณะที่ความสูญเสียด้านวัสดุทางอ้อม จะเป็นความสูญเสียในเชิงต้นทุนโดยความสูญเสียจะไม่เกิดขึ้นโดยตรงต่อวัสดุในเชิงกายภาพ เช่น การใช้วัสดุผิดประเภทก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของต้นทุน เป็นต้น ซึ่งความสูญเสียด้านวัสดุทั้ง 2 ประเภทที่กล่าวมายังสามารถแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ย่อยๆ ได้อีกดังแสดงอยู่ในตารางที่ 2.3 และ 2.4

ตารางที่ 2.3 ความสูญเสียด้านวัสดุทางตรง (Skoyles และ Skoyles, 1987)

ประเภท	สาเหตุ
ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Delivery waste)	วัสดุชำรุดหรือสูญหายระหว่างการขนส่งไปยังที่เก็บวัสดุ
ความสูญเสียเนื่องจากการตัด (Cutting waste)	การตัดวัสดุให้มีรูปร่างหรือขนาดที่พอดีกับงานก่อสร้าง
ความสูญเสียเนื่องจากการประกอบหรือติดตั้ง (Fixing waste)	วัสดุหล่นลงมาแตกหรือเสียระหว่างการยกติดตั้ง
ความสูญเสียจากเศษวัสดุที่เหลือทิ้ง (Residual waste)	เศษวัสดุที่ค้างอยู่ก้นภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ถูกทิ้งโดยไม่ใช้งาน
ความสูญเสียจากคนงานชุดอื่น (Waste caused by other trades)	คนงานชุดหลังทำให้งานที่เสร็จแล้วของคนงานชุดก่อนหน้าเกิดการชำรุด
ความสูญเสียจากการลักขโมย (Criminal waste)	วัสดุถูกลักขโมยโดยคนงานหรือผู้อื่นในไซต์ก่อสร้าง
ความสูญเสียจากการบริหารจัดการ (Management waste)	การบริหารงาน หรือ การตัดสินใจที่ผิดพลาดของผู้ควบคุมงาน
ความสูญเสียจากการใช้วัสดุผิดประเภท (Waste due to wrong usage)	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ตรงกับงานก่อให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.4 ความสูญเสียด้านวัสดุทางอ้อม (Skoyles และ Skoyles, 1987)

ประเภท	สาเหตุ
ความสูญเสียเนื่องจากการใช้วัสดุแทนที่กัน (Substitution waste)	การเพิ่มขึ้นของต้นทุนเนื่องจากใช้วัสดุทดแทนกันที่มีราคาสูงกว่า
ความสูญเสียเนื่องจากการผลิต (Production waste)	ผู้รับเหมาไม่ได้รับค่าจ้างจากงานที่ทำแล้วเสร็จ
ความสูญเสียเนื่องจากความประมาท (Negligence waste)	การทำงานผิดพลาดส่งผลให้มีการใช้วัสดุที่เพิ่มขึ้น
ความสูญเสียจากการปฏิบัติงาน (Operational waste)	การสั่งวัสดุมาเกินความจำเป็น และลงท้ายด้วยการเหลือทิ้ง

2.2.3 ความสูญเสีย 8 ประเภท

ความสูญเสีย 8 ประเภทคือหมวดหมู่ของกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-value adding activity) ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานซึ่งแต่ละหมวดหมู่จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เดิมทีความสูญเสีย 7 ประเภทแรกถูกระบุโดย Ohno (1988) แต่ทว่าในเวลาต่อมา Liker (2004) ได้ปรับแนวคิดของ Ohno (1988) ในการระบุความสูญเสียในขั้นตอนการทำงานออกเป็น 8 ประเภท ดังที่แสดงในรูปที่ 2.7 สำหรับรายละเอียดของความสูญเสียแต่ละประเภทมีดังนี้

1. การผลิตมากเกินไป (Over production) การผลิตมากเกินไปเกิดจากการผลิตโดยที่ยังไม่มีคำสั่งซื้อจากผู้บริโภค การผลิตมากเกินไปจะเกิดขึ้นในกรณีที่ผู้ผลิตใช้หลักการผลัก (Push) ผลิตภัณฑ์หรือบริการให้แก่ผู้บริโภคแทนที่การดึง (Pull) ตามแนวคิดลีน การผลิตมากเกินไปส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองทรัพยากรโดยใช่เหตุอีกทั้งยังส่งผลให้ค่าใช้จ่ายทางด้านการจัดเก็บ การขนส่ง และ การกระจายสินค้าเพิ่มขึ้นอีกด้วย
2. การรอคอย (Waiting) การรอคอยเกิดขึ้นในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องอยู่เฉยๆโดยไม่สามารถปฏิบัติงานใดๆได้ เนื่องจากต้องรอกระบวนการก่อนหน้าให้ดำเนินการจนแล้วเสร็จจึงจะสามารถดำเนินกระบวนการของตนเองได้ ตัวอย่างเช่น การรอวัสดุ การรอคอยเครื่องจักร เป็นต้น ผลที่ตามมาคืออัตราผลผลิตที่ต่ำ ระยะเวลาการก่อสร้างยาวนานขึ้น
3. การขนส่งที่ไม่มีความจำเป็น (Unnecessary Transportation) การขนส่งที่ไม่มีความจำเป็นคือการขนส่งที่ไม่สนับสนุนกระบวนการผลิตในขณะนั้น เช่น การขนวัสดุจากโรงเก็บของไปยังไซท์งานในเวลาที่ยังไม่มีความจำเป็นต้องใช้งาน

4. กระบวนการที่ไม่จำเป็นและไม่มีประสิทธิภาพ (Over processing and incorrect processing) คือขั้นตอนการทำงานที่ไม่มีความจำเป็น เช่น การตรวจเช็คความเรียบร้อยของงานซ้ำกันหลายครั้ง การสื่อสารที่เกินความจำเป็น การทำงานที่ทำไปแล้วซ้ำกัน การกระทำเช่นนี้นอกจากจะไม่ส่งผลถึงความก้าวหน้าของงานแล้วยังเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรอีกด้วย
5. การจัดเก็บที่มากเกินไป (Excess inventory) การจัดเก็บที่มากเกินไปไม่ว่าจะเป็นการจัดเก็บวัตถุดิบ หรือการจัดเก็บสินค้าก่อให้เกิดปัญหาเช่น ใช้เวลานานในการนำสินค้าเข้าและออกจากสถานที่จัดเก็บ การเสื่อมสภาพของสินค้า การชำรุดของสินค้า และ ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและขนส่งที่สูงขึ้น
6. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion) ตัวอย่างของการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น เช่น การเดินไปมา การมองหาวัสดุ การนั่งพัก สาเหตุของการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นอาจเกิดมาจากการขาดประสบการณ์และการขาดการเข้าใจในขั้นตอนการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

รูปที่ 2.7 ความสูญเสีย 8 ประเภท (Linker, 2004)

7. การผลิตที่มีความบกพร่อง (Defects) ความบกพร่องของชิ้นงานสามารถเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐาน การใช้วัสดุที่ไม่มีคุณภาพ การออกแบบผิดพลาด

ในท้ายที่สุดจะส่งผลให้เกิดการซ่อมชิ้นงาน การแก้ไขชิ้นงาน หรือแม้กระทั่งการรื้อชิ้นงานและก่อสร้างใหม่

8. การใช้ประโยชน์จากบุคลากรไม่เต็มประสิทธิภาพ (Unused employee creativity) การใช้ประโยชน์จากบุคลากรอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพก่อให้เกิดความสูญเสียแก่ เวลา ความสามารถ และโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพให้การผลิต

2.3 งานวิจัยในอดีต

ส่วนนี้กล่าวถึงงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียด้านเวลา และความสูญเสียด้านวัสดุ โดยแบ่งหมวดหมู่เป็นงานวิจัยในต่างประเทศ และงานวิจัยในประเทศไทย

2.3.1 งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียด้านเวลา

งานวิจัยที่ศึกษาถึงปริมาณความสูญเสียในงานก่อสร้าง (Waste quantification): ในอดีตมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาถึงปริมาณความสูญเสียในงานก่อสร้าง งานวิจัยเหล่านั้นมีความแตกต่างกันในเรื่องของประเทศที่ทำการศึกษา หมวดงานที่ทำการศึกษา และ วิธีการบันทึกข้อมูล ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Diekmann และ Krewedl (2004) ได้ศึกษาสัดส่วนของกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในกระบวนการติดตั้งโครงสร้างเหล็ก (Steel structure erection) และกระบวนการติดตั้งระบบท่อ (Pipe installation) ในโครงการก่อสร้างที่ตั้งอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้วิจัยอาศัยการจดบันทึกช่วงเวลาของกิจกรรมต่างๆที่คนงานทำโดยการจดบันทึกจะทำทุกๆครั้งที่คนงานเปลี่ยนกิจกรรมที่ทำ กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าจะถูกแบ่งย่อยออกเป็น การรอคอย (Waiting waste) กิจกรรมที่ไม่จำเป็น (Motion waste) การเดินทางที่ไม่จำเป็น (Transportation waste) และ กระบวนการที่เกินความจำเป็น (Extra processing) ผลลัพธ์ที่ได้ระบุว่ากระบวนการติดตั้งโครงสร้างเหล็กมีสัดส่วนกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าอยู่ 57.4% ในขณะที่กระบวนการติดตั้งระบบท่อมีสัดส่วนกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าอยู่ 70.4% ในปีเดียวกัน Jenkins และ Orth (2004) ได้ศึกษาสัดส่วนของกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าโดยใช้วิธีการจดบันทึกข้อมูลด้วยการสุ่มงาน (Work sampling) ผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าออกเป็น การรอคอย การหายไปของคนงานเนื่องจากการมาช้าหรือการเสร็จงานก่อนเวลา (Missing in action due to late start or early finish) และ ธุระส่วนตัวของคนงาน (Personal time) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโครงการก่อสร้างในประเทศสหรัฐอเมริกาเช่นเดียวกันแต่ทว่าไม่ได้ระบุเจาะจงถึงกิจกรรมก่อสร้างที่ได้ศึกษาซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่ามีสัดส่วนอยู่ที่ 28% ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นี้มีมีความแตกต่างกันอย่างมากกับงานวิจัยของ Diekmann และ Krewedl (2004) ซึ่งสาเหตุหลักอาจเกิดจากวิธีการในการจดบันทึกของผู้วิจัยทั้ง 2 อ้างอิงจาก Kalsaas และคณะ (2010) ที่ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า ระยะห่างของเวลาในการ

บันทึกข้อมูลแต่ละครั้งยิ่งสั้นเพียงไรยิ่งทำให้สามารถแยกแยะประเภทของกิจกรรมที่เป็นความสูญเสียได้ง่ายยิ่งขึ้นและส่งผลให้ปริมาณความสูญเสียที่ได้จากการสำรวจเพิ่มขึ้นด้วย โดยผลการวิจัยของ Kalsaas และคณะ (2010) ได้ใช้วิธีการจดบันทึกกิจกรรมทุกๆ 5 นาทีและได้ศึกษาในหมวดงานระบบไฟฟ้า งานระบบประปา และงานไม้ในโครงการก่อสร้างที่ตั้งอยู่ในประเภทนอร์เวย์ ซึ่งผลลัพธ์เฉลี่ยของกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดงานที่ได้เท่ากับ 30.6% โดยรวมแล้วการศึกษาสัดส่วนของความสูญเสียด้านเวลาการทำงานสามารถใช้วิธีการบันทึกข้อมูลได้หลากหลายวิธี ซึ่งจากการทบทวนงานวิจัยในอดีตผู้วิจัยยังไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีไหนที่เป็นวิธีมาตรฐานในการศึกษาสัดส่วนความสูญเสีย ดังนั้นในการศึกษาจึงจำเป็นจะต้องระบุวิธีบันทึกข้อมูลให้ชัดเจน สำหรับความสูญเสียด้านวัสดุ

งานวิจัยที่ศึกษาถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสียในงานก่อสร้าง (Waste cause identification): งานวิจัยในอดีตที่ศึกษาถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสียในงานก่อสร้างโดยมากจะใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบถาม ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ Zhao และ Chua (2003) ได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างซึ่งประกอบไปด้วย ผู้บริหารโครงการ (Project manager) ผู้บริหารไซท์งาน (Site manager) และ โฟร์แมน (Foreman) ผลการวิจัยทำให้ทราบถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสียด้านเวลา 3 ประเภทคือ การแก้งาน (Rework) ประกอบไปด้วย 4 สาเหตุ การรอคอย (Waiting) ประกอบไปด้วย 15 สาเหตุ และ การหยุดนิ่ง (Idle time) 1 สาเหตุ การรวบรวมสาเหตุด้วยวิธีการสัมภาษณ์เป็นการเปิดโอกาสให้แก้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถแสดงความคิดเห็นของตนได้อย่างเต็มที่ แต่การรวบรวมข้อมูลในลักษณะอาจมีข้อเสียหากผู้ที่ถูกสัมภาษณ์ไม่สามารถระบุความสูญเสียได้เนื่องจากอาจเกิดอาการลืมหรือว่าไม่ทันคิดในขณะให้สัมภาษณ์ ดังนั้นการใช้แบบสอบถามในการรวบรวมสาเหตุจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ตัวอย่างของงานวิจัยลักษณะนี้ได้แก่งานวิจัยของ Alwi และคณะ (2002) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมเพื่อรวบรวมเหตุการณ์ความสูญเสีย (Waste variable) และ สาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย (Waste causes variable) และนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้จัดทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความถี่ (Frequency) และ ความรุนแรงของผลกระทบ (Effect) ของเหตุการณ์ความสูญเสีย รวมถึงประเมินระดับผลกระทบของแต่ละสาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย โดยเหตุการณ์ความสูญเสียจะแบ่งออกเป็นหมวดย่อยๆได้แก่ การแก้งาน การรอคอย ความสูญเสียเนื่องจากวัสดุ ความสูญเสียเนื่องจากคนงาน และ ความสูญเสียจากการดำเนินงาน และสาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสียจะแบ่งย่อยออกเป็นสาเหตุจากคน สาเหตุจากการบริหาร สาเหตุจากแบบก่อสร้าง สาเหตุจากวัสดุ และ สาเหตุภายนอก แบบสอบถามจำนวน 90 เล่มถูกส่งให้บริษัทรับเหมาก่อสร้าง 45 บริษัทในประเทศออสเตรเลีย และสามารถรวบรวมกลับมาได้จำนวน 50 เล่ม ผลที่ได้จากแบบสอบถามสามารถสรุปได้ว่า เหตุการณ์ความสูญเสียที่มีความสำคัญที่สุดคือ การรอคอยคำสั่ง (Waiting for instruction) ตามด้วย การซ่อมแซมงาน (Repair on finishing works) และ การสูญเสียวัสดุ (Waste of raw material)

ในขณะที่ สาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสียที่สำคัญที่สุดได้แก่ เอกสารในไซต์งานไม่ได้คุณภาพ (Poor quality site document) ตามด้วย สภาพอากาศ (Weather) และ แบบก่อสร้างไม่ชัดเจน (Unclear site drawing)

งานวิจัยที่ศึกษาถึงการปรับปรุงอัตราผลผลิตด้วยการลดความสูญเสียด้านเวลา: ในอดีตมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาการปรับปรุงอัตราผลผลิตด้วยการลดความสูญเสียด้านเวลาการทำงานของคนงานและเครื่องจักรลง ตัวอย่างเช่น Choi และคณะ (2008) ได้ศึกษาความสูญเสียด้านเวลาการทำงานภายในกระบวนการคนย้ายเศษดินหลังจากการขุดอุโมงค์ (Mucking process) ผู้วิจัยได้ใช้แผนภูมิคุณค่า (Value stream mapping) ร่วมกับ แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow process chart) ในการระบุช่วงเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าภายในกระบวนการหลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางในการลดช่วงเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าด้วยการจัดลำดับการทำงานของเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นด้วยการทำงานพร้อมกันของจักรหลายๆตัวผลลัพธ์ที่ได้ส่งผลให้ระยะเวลาต่อรอบในการทำงาน (Cycle time) ลดลง 15.5% ในเวลาต่อมา Abduh และ Pratama (2015) ได้ศึกษาถึงความสูญเสียในกระบวนการก่ออิฐ 3 ประเภทได้แก่ 1) อิฐมอญ (Clay brick) 2) อิฐบล็อก (Concrete brick) และ 3) อิฐมวลเบา (Lightweight brick) โดยศึกษาในไซต์งานก่อสร้างบ้านชั้นเดียวเนื้อที่รวม 36 ตารางเมตร ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์สัดส่วนของความสูญเสียผ่านการบันทึกวีดิโอผลลัพธ์ที่ได้ระบุว่าอิฐมอญมีสัดส่วนของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าอยู่ที่ 19% ในขณะที่ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบามีสัดส่วนอยู่ที่ 30% และ 25% ตามลำดับ ในส่วนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า อิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบามีสัดส่วนอยู่ที่ 41% 41% 38% ตามลำดับ ในท้ายที่สุดผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการลดความสูญเสียด้านเวลาด้วยการเพิ่มสถานที่จัดเก็บวัสดุชั่วคราว และการเพิ่มความเข้มงวดของผู้ควบคุมงาน

2.3.2 งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียด้านวัสดุ

การวัดปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุในงานก่อสร้างเป็นหัวข้อที่มีการวิจัยกันอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ Formoso และคณะ (2002) ได้ศึกษาปริมาณความสูญเสียในโครงการก่อสร้างภายในประเทศบราซิลโดยใช้วิธีการศึกษาปริมาณวัสดุที่อยู่ในคลังเก็บวัสดุหักลบกับปริมาณวัสดุที่จำเป็นต้องใช้จริงตามการออกแบบและได้นำเสนอสมการในการวัดปริมาณวัสดุดังนี้

$$\text{Waste}(\%) = \left[(\text{M}_{\text{purchase}} - \text{Inv}) - \text{M}_{\text{designed}}\right]/\text{M}_{\text{designed}} \qquad (4)$$

เมื่อ Waste(%) คือ ร้อยละของปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุคิดตามน้ำหนัก และ Mpurchase, Inv, Mdesigned คือ ปริมาณวัสดุที่ถูกซื้อเข้ามา ปริมาณวัสดุที่อยู่ในคลังเก็บ และ ปริมาณวัสดุตามการออกแบบ ตามลำดับ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาความสูญเสียด้านวัสดุใน 4 ช่วงเวลาคือ 1) ก่อนที่วัสดุจะถูกส่งมายังไซต์งานก่อสร้าง 2) ระหว่างการขนส่ง 3) ระหว่างการการก่อสร้าง และ 4) หลังจากการ

ก่อสร้างแล้วเสร็จ พร้อมกันนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสียด้านวัสดุของ 7 ชนิด ได้แก่ ท่อและลวด ปูนและทราย กระเบื้อง ก้อนอิฐ ซีเมนต์ คอนกรีตผสมเสร็จ และ เหล็กเสริม ในเวลาต่อมา Ramezdeen และ Kulatunka (2004) ได้ทำการศึกษาลักษณะเดียวกันนี้ในประเทศศรีลังกาโดยเพิ่มวัสดุหลักในการศึกษาเข้าไปได้แก่ ไม้แบบ สีทาผนัง หิน และ กระเบื้องมุงหลังคา ผู้วิจัยยังศึกษาถึงปริมาณความสูญเสียของวัสดุแต่ละชนิดตาม 7 ประเภทของความสูญเสียวัสดุทางตรงดังที่แสดงไว้ในตางรางที่ 2.4 ซึ่งจากผลวิจัยระบุว่าความสูญเสียเนื่องจากการตัด และความสูญเสียเนื่องจากการบริหารเป็นประเภทของความสูญเสียที่มีสัดส่วนที่สูงที่สุด นอกเหนือจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Ramaswamy และ Kalidindi (2009) ได้ศึกษาถึงมูลค่าของความสูญเสียวัสดุในโครงการก่อสร้างภายในประเทศอินเดีย โดยศึกษาวัสดุก่อสร้างหลัก 4 ชนิดได้แก่ ก้อนอิฐ ทราย หิน และเหล็กเสริมผลทีได้ระบุว่ามูลค่าความสูญเสียด้านวัสดุมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 2.58% - 7.87% ของต้นทุนรวมโครงการ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.36 % ของต้นทุนรวมโครงการ

2.3.3 งานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสีย

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียด้านเวลามีอยู่ค่อนข้างจำกัดโดยงานวิจัยเหล่านั้นส่วนใหญ่กล่าวถึงการศึกษาปริมาณความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างเป็นหลัก ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ ชูเกียรติ (2549) ซึ่งศึกษาสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) ด้วยการใช้วิธีการสุ่มงาน ในกิจกรรมการก่อสร้าง 8 กิจกรรมได้แก่ งานประกอบไม้แบบ งานติดตั้งเหล็กเสริม งานเทคอนกรีต งานก่ออิฐมอญ งานฉาบผนัง งานติดตั้งฝ้าเพดาน งานทาสี และงานปูกระเบื้อง ผลลัพธ์ของกิจกรรมการก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้อันได้แก่งานก่ออิฐมอญมีสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทอยู่ที่ 46.3% 26.2% และ 27.5% ตามลำดับ และงานฉาบผนังซึ่งมีสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทอยู่ที่ 43.1% 27.6% และ 29.3 ตามลำดับ โดยคนงานก่อสร้างทั้งหมดในงานวิจัยนี้ได้รับค่าแรงแบบรายวัน นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยซึ่งศึกษาปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างอื่น เช่นงานวิจัยของ เทอดธิดา (2553) ซึ่งศึกษาความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการติดตั้งโครงสร้างเหล็กซึ่งผลลัพธ์ที่ได้พบว่าคนงานติดตั้งเหล็กในงานวิจัยนี้มีถึงสัดส่วน กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) รวมกันอยู่ในช่วง 50%-60% ของเวลาการทำงานทั้งหมด ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียด้านวัสดุในประเทศไทย นคร (2545) ได้ศึกษาปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุซึ่งประกอบด้วย คอนกรีต อิฐมอญ คอนกรีตบล็อก และกระเบื้องปูพื้น จากโครงการก่อสร้างจำนวน 3 โครงการ อย่างไรก็ตามสัดส่วนความสูญเสียของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้อันได้แก่อิฐมอญนั้นพบว่ามีข้อมูลอยู่เพียง 2 โครงการ ซึ่งสัดส่วนความสูญเสียจากทั้งสองโครงการดังกล่าวอยู่ที่ราว 5.6% และ 6.2% ตามลำดับ

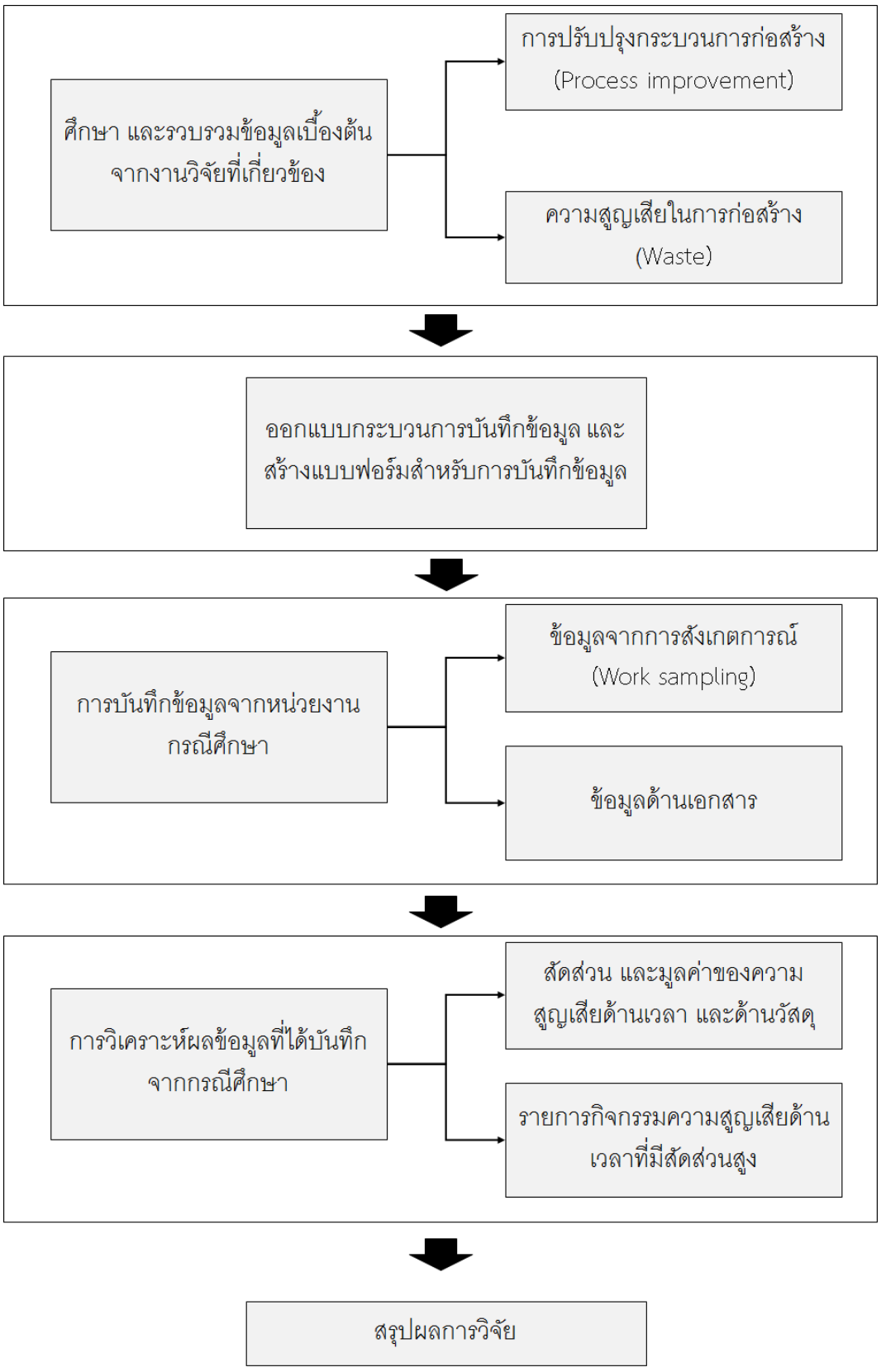
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

บทนี้กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยอย่างละเอียด สำหรับขั้นตอนในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย การศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การออกแบบกระบวนการบันทึกข้อมูลและพัฒนาแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล การบันทึกข้อมูลจากกรณีศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูล และ การสรุปการผลวิจัย ซึ่งจะอธิบายอย่างละเอียดในหัวข้อย่อยๆถัดไป รูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยทั้งหมด

3.1 การศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการดำเนินงานวิจัยอีกทั้งยังเป็นการทำให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันของงานวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการทำงานวิจัยที่ซ้ำซ้อนกัน สำหรับหัวข้อที่ได้ศึกษาประกอบด้วย 2 หัวข้อดังนี้

1) การปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง (Process Improvement) ศึกษาถึงแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการด้วยวิธีการต่างๆ รวมทั้ง การศึกษางาน (Work study method) ซึ่งเป็นชื่อเรียกโดยรวมของกระบวนการในการพิจารณาขั้นตอนการทำงานเพื่อหาแนวทางการปรับปรุง ในการศึกษางานจะเน้นเกี่ยวกับ วิธีการสุ่มงาน (Work sampling) เป็นพิเศษเนื่องจากเป็นวิธีที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้
2) ความสูญเสียในการก่อสร้าง (Waste) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียด้านเวลา และความสูญเสียด้านวัสดุ ทั้งในด้านของความสัมพันธ์ที่มีต่ออัตราผลผลิต วิธีการวัดปริมาณความสูญเสียแต่ละประเภท วิธีการระบุสาเหตุของความสูญเสียแต่ละประเภท และ วิธีการลดความสูญเสียแต่ละประเภท



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 การออกแบบกระบวนการบันทึกข้อมูล และการพัฒนาแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล

3.2.1 การศึกษากระบวนการก่อสร้างเบื้องต้น

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะศึกษาลำดับขั้นตอนการก่อสร้าง และระบุกิจกรรมที่ประกอบอยู่ในกระบวนการติดตั้งผนังคอนกรีตมวลเบา กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญหลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำกิจกรรมที่ประกอบอยู่ภายในกระบวนการทั้ง 3 มาจำแนกหมวดหมู่ ซึ่งหมวดหมู่ของกิจกรรมประกอบไปด้วย 1.กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Adding Activity) 2. กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Required) และ 3. กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Not Required) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดทำแบบฟอร์มสำหรับการบันทึกข้อมูลในขั้นถัดไป

3.2.2 การจัดทำแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล

หลังจากทราบถึงลำดับขั้นตอนของการก่อสร้างและกิจกรรมที่ประกอบอยู่ในกระบวนการก่อสร้างของทั้ง 3 กระบวนการรวมถึงหมวดหมู่ของกิจกรรมเหล่านั้นแล้ว ผู้วิจัยจะสร้างแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้สำหรับบันทึกข้อมูลจำนวนคนงานที่ทำกิจกรรมในเวลาต่างๆ สำหรับตัวอย่างของแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลด้วยวิธีสุ่มงานจะแสดงอยู่ในตารางที่ 3.1 และมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล (ดัดแปลงจาก Jenkins และ Orth, 2004)

จำนวนคนงานในแต่ละกิจกรรม													จำนวนคนงานรวม
ช่วงเวลา	Value Added				Necessary Non-Value Added				Unnecessary Non-Value Added				
1	กิจกรรม A	กิจกรรม B	กิจกรรม C	กิจกรรม D	กิจกรรม E	กิจกรรม F	กิจกรรม G	กิจกรรม H	กิจกรรม I	กิจกรรม J	กิจกรรม K	กิจกรรม L 2	4
8.00													
8.10													
8.20							3						
8.30													
8.40													
8.50													
9.00													
ปริมาณงานที่แล้วเสร็จ								ตรม.					
สัดส่วนของ Value Added								%	5				
สัดส่วนของ Necessary Non-Value Added								%					
สัดส่วนของ Unnecessary Non-Value Added								%					

ส่วนที่ 1 แสดงเวลาที่ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกข้อมูลจำนวนคนงานที่กำลังทำกิจกรรมต่างๆ ระยะห่างระหว่างเวลาในการจดบันทึกแต่ละครั้งเท่ากับ 10 นาที

ส่วนที่ 2 ระบุถึงรายการกิจกรรมที่ประกอบอยู่ในกระบวนการก่อสร้างโดยแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ 3 หมวดหมู่คือ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Adding Activity) กิจกรรมที่จำเป็นแต่

ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Required) และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Not Required) เพื่อความสะดวกในการจดบันทึก โดยรายการกิจกรรมที่จะทำการจดบันทึกจะได้มาจากขั้นตอนที่ 3.2.1 (การศึกษากระบวนการก่อสร้างเบื้องต้น)

ส่วนที่ 3 ใช้เพื่อจดบันทึกจำนวนคนงานที่กำลังทำกิจกรรมนั้นๆในช่วงเวลาที่ได้ทำการบันทึกข้อมูลเนื่องจากคนงานที่กำลังทำกิจกรรมนั้นๆในบางเวลาอาจมีจำนวนแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวิธีการทำงานของกลุ่มคนงานในขณะนั้น และบางช่วงเวลาของการบันทึกคนงานบางคนอาจย้ายไปทำงานในส่วนอื่นๆที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการวิจัยซึ่งเป็นไปได้ยากที่ผู้วิจัยจะทำการตามบันทึกข้อมูลของคนงานที่หายไปเหล่านั้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการจดบันทึกจำนวนคนงานในแต่ละกิจกรรมในเวลาต่างๆของการบันทึกข้อมูล

ส่วนที่ 4 ใช้เพื่อจดบันทึกจำนวนคนงานทั้งหมดที่กำลังดำเนินการก่อสร้าง ในช่วงเวลาที่ได้ทำการบันทึกข้อมูล ในส่วนนี้จะเป็นการนำจำนวนคนงานทั้งหมดในแต่ละกิจกรรมของช่วงเวลาหนึ่งมาบวกรวมกันเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 5 ใช้เพื่อจดบันทึกปริมาณงานที่แล้วเสร็จ และ สัดส่วนของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Adding Activity)) กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Required) กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Not Required) โดยในส่วนนี้จะทำการบันทึกค่าในช่วงท้ายของวันหลังเลิกงาน

3.3 การบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษา

การบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาจะเริ่มทำการบันทึกหลังจากการสร้างแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล และการบันทึกข้อมูลเบื้องต้นแล้วเสร็จ ในการบันทึกข้อมูลผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูลของกระบวนการก่อสร้างภายในไซต์งานจำนวน 3 ไซต์งานต่อ 1 กระบวนการก่อสร้าง ซึ่งกระบวนการทั้งหมดประกอบไปด้วย กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และกระบวนการผนังอิฐมอญ

3.3.1 ข้อมูลจากการสังเกตการณ์

ในส่วนข้อมูลจากการสังเกตการณ์ผู้วิจัยจะประยุกต์ใช้วิธีการสุ่มงาน (Work Sampling) ในการรวบรวมข้อมูล โดยในการสุ่มงานผู้วิจัยจะทำการบันทึกข้อมูลจำนวนคนงานที่ทำกิจกรรมต่างๆในทุกๆช่วงเวลา 10 ซึ่งจะเริ่มจดบันทึกตั้งแต่เวลาเริ่มงานจนถึงเวลาเลิกงานซึ่งใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยจะหยุดพักในช่วงเวลา 12.00 – 13.00 นาฬิกา เนื่องจากเป็นเวลาพักของคนงาน การรวบรวมข้อมูลในแต่ละกระบวนการก่อสร้างจะทำตั้งแต่เริ่มกระบวนการก่อสร้างผนังภายใน

อาคารจนกระทั่งจบกระบวนการก่อสร้างผนังภายในอาคารสำหรับชั้นนั้นๆ ปริมาณงานที่แล้วเสร็จจะทำการบันทึกในช่วงเย็นหลังเลิกงาน โดยผู้วิจัยจะใช้เครื่องมือวัดประเภทตลับเมตรในการวัดปริมาณงาน ในขณะเดียวกันผู้วิจัยจะทำการจดบันทึกปริมาณวัสดุที่ถูกนำขึ้นมายังชั้นที่มีการก่อสร้างเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณความสูญเสียด้านวัสดุในภายหลัง รวมถึงบันทึกภาพและวิดีโอของกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2 ข้อมูลด้านเอกสาร

ข้อมูลด้านเอกสารที่สำคัญเพื่อใช้ประกอบการสังเกตการณ์ ได้แก่ ตารางเวลางาน แผนการก่อสร้าง จำนวนคนงาน แปลนก่อสร้าง และ ข้อมูลด้านเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนความสูญเสียของกระบวนการก่อสร้างได้แก่ ค่าแรงคนงาน ค่าวัสดุอุปกรณ์ จะรวบรวมจากผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการงานก่อสร้าง

3.4 การวิเคราะห์ผลจากข้อมูล

การวิเคราะห์ผลจะทำหลังจากการรวบรวมข้อมูลในกรณีศึกษาแล้วเสร็จโดยการวิเคราะห์จะแบ่งเป็น 4 กลุ่มหลักตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

3.4.1 ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน

วิเคราะห์สัดส่วนของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Adding Activity) กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Required) และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Not Required) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\% \text{ ของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า} = \frac{S_{VA}}{S_{Total}} \times 100 \qquad (1)$$

$$\% \text{ ของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า} = \frac{S_{NVAR}}{S_{Total}} \times 100 \qquad (2)$$

$$\% \text{ ของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า} = \frac{S_{NVANR}}{S_{Total}} \times 100 \qquad (3)$$

เมื่อ

S_{VA} = จำนวนตัวอย่างที่ทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า

S_{NVAR} = จำนวนตัวอย่างที่ทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า

S_{NVANR} = จำนวนตัวอย่างที่ทำกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า

S_{Total} = จำนวนตัวอย่างทั้งหมดจากการบันทึกข้อมูล

3.4.2 ปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุ

ปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุในงานวิจัยนี้สามารถคำนวณได้จากส่วนต่างระหว่างวัสดุที่จำเป็นต้องใช้คำนวณจากแบบก่อสร้างกับปริมาณวัสดุทั้งหมดที่ใช้จริงหน้างาน โดยใช้สมการดังนี้

$$\text{Material Waste (Quantity)} = (M_A - M_D) \quad (4)$$

$$\text{Material Waste (\%)} = [(M_A - M_D)/M_D] \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ

$\text{Material Waste } (Quantity)$ = ปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุ

$\text{Material Waste (\%)}$ = เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียด้านวัสดุ

M_A = ปริมาณวัสดุทั้งหมดที่ใช้จริง

M_D = ปริมาณวัสดุที่จำเป็นต้องใช้จากการออกแบบ

3.4.3 มูลค่าของความสูญเสียในการก่อสร้าง

1) อ้างอิงจาก Adrian (1995) อัตราประสิทธิภาพการทำงานของคนงานนั้นสามารถคำนวณได้จากการนำสัดส่วนของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value Adding Activity) รวมกับ 25% ของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Required) โดยเวลาการทำงานนอกเหนือจากนี้ซึ่งได้แก่ สัดส่วนอีก 75% ของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า รวมกับสัดส่วนกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Adding Activity, Not Required) จะถือว่าเป็นเวลาที่ใช้ไปอย่างไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ ซึ่งการคำนวณมูลค่าความสูญเสียด้านเวลาการทำงานในงานวิจัยนี้ทำโดยใช้สัดส่วนดังกล่าวคูณกับต้นทุนค่าแรงดังแสดงในสมการดังต่อไปนี้

$$\text{มูลค่าความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน} = [(NVAR_{\%} + (NVANR_{\%} \times \tfrac{3}{4})] \times Cost_L \quad (6)$$

เมื่อ

$NVAR_{\%}$ = เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า

$NVANR_{\%}$ = เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า

$Cost_L$ = ต้นทุนด้านแรงงานตลอดการทำงาน

2) มูลค่าความสูญเสียด้านวัสดุที่เป็นส่วนต่างระหว่างวัสดุที่จำเป็นต้องใช้คำนวณจากแบบก่อสร้างกับปริมาณวัสดุทั้งหมดที่ใช้จริงหน้างาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{มูลค่าความสูญเสียด้านวัสดุ} = \text{Material Waste (\%)} \times \text{Cost}_{\text{M}} \qquad (7)$$

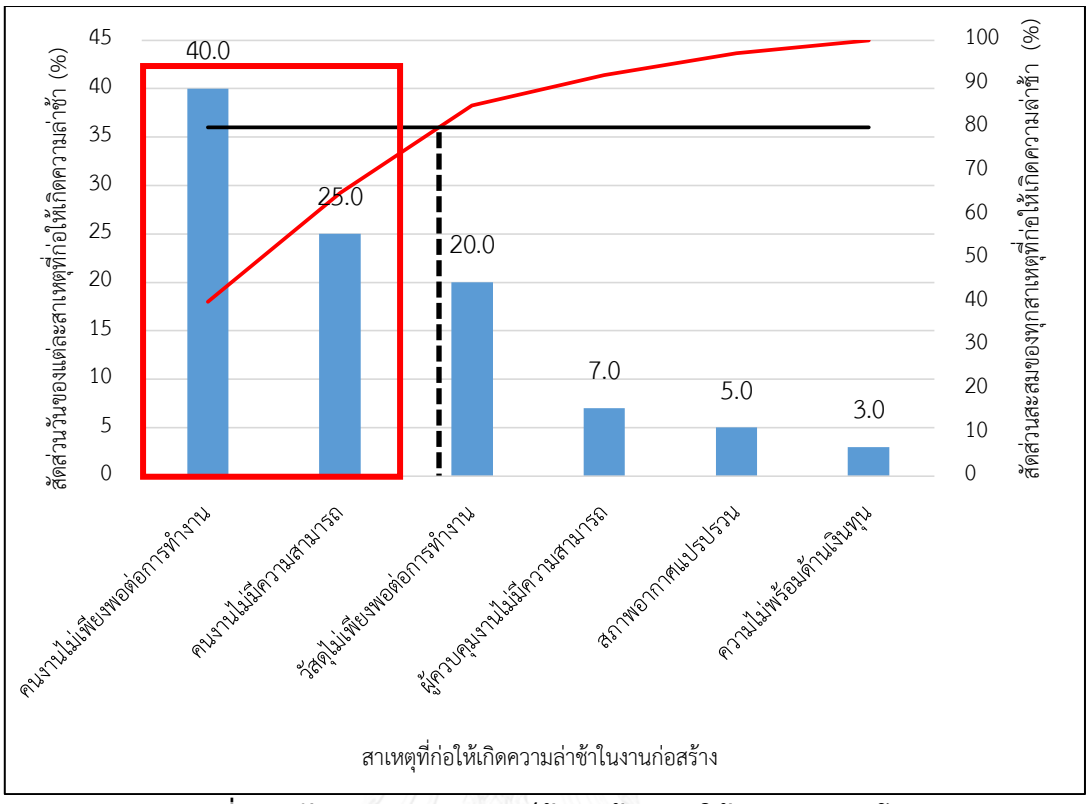
เมื่อ

$\text{Material Waste (\%)}$ = เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียด้านวัสดุ

Cost_{M} = ต้นทุนด้านวัสดุของวัสดุชนิดนั้นๆ

3.4.4 กิจกรรมความสูญเสียด้านเวลาที่มีสัดส่วนสูง

การระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงจะทำโดยการนำทฤษฎีของพาเรโต (Pareto principle) หรือที่รู้จักในชื่อของทฤษฎี 80/20 (Femia และ Marshall, 2011) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวระบุว่า 80% ของผลลัพธ์ เกิดขึ้นจากสาเหตุที่มีความสำคัญเพียง 20% ของสาเหตุทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น การก่อสร้างผนังในอาคาร 80% เกิดจากการทำงานของคนงานเพียง 20% จากจำนวนคนงานทั้งหมด หรืออย่างเช่นในกรณีของงานวิจัยนี้ที่ 80% ของเวลาการทำงานที่สูญเสียไปเกิดจากรายการกิจกรรมความสูญเสียเพียง 20% ของรายการกิจกรรมทั้งหมดเท่านั้น ซึ่งการระบุรายการกิจกรรมความสูญเสียจำนวน 20% ดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ชื่อว่าแผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งระบุถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องทั่วไปอย่างการล่าช้าในงานก่อสร้าง โดยจากรูปดังกล่าวระบุว่าความล่าช้าเกิดจากสาเหตุ 6 ประการด้วยกัน โดยแกนแนวนอนแสดงชื่อสาเหตุทั้ง 6 เหล่านั้น แกนแนวตั้งด้านซ้ายแสดงสัดส่วนวันที่สาเหตุเหล่านั้นส่งผลให้เกิดความล่าช้าในหน่วยเปอร์เซ็นต์ และแกนแนวตั้งด้านขวาแสดงถึงสัดส่วนวันสะสมที่สาเหตุเหล่านั้นก่อให้เกิดความล่าช้าในหน่วยเปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กราฟแท่งสีฟ้าแทนสัดส่วนวันที่แต่ละสาเหตุส่งผลให้เกิดความล่าช้าของงาน กราฟเส้นสีแดงแทนเปอร์เซ็นต์สะสมของทุกสาเหตุ และกราฟเส้นสีดำแสดงถึงเปอร์เซ็นต์สะสมของทุกสาเหตุที่ 80% ซึ่งการระบุสาเหตุที่ก่อให้เกิดความล่าช้า 80% ของจำนวนวันที่ล่าช้าทั้งหมดทำโดยการลากเส้นลงมาจากจุดตัดระหว่างกราฟทั้งสอง (เส้นประ) โดยสาเหตุทั้งหมดด้านซ้ายของจุดตัด (ในกรอบสีแดง) อันได้แก่ คนงานไม่เพียงพอต่อการทำงาน และคนงานไม่มีความสามารถ คือสาเหตุ 20% ที่ก่อให้เกิดความล่าช้า 80% ของจำนวนวันที่ล่าช้าทั้งหมด ในขณะที่สาเหตุที่เหลือทางด้านขวาก่อให้เกิดความล่าช้าเพียง 20% ของจำนวนวันที่ล่าช้าทั้งหมด



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้แผนภูมิพาเรโต

3.5 การสรุปและนำเสนอผลการวิจัย

ขั้นตอนนี้จะเป็นการสรุปสาระสำคัญในแต่ละขั้นตอนก่อนหน้าซึ่งได้แก่ การบันทึกข้อมูลจากกรณีศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการนำเสนอแนวทางการลดความสูญเสียที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พร้อมกันนี้ผู้วิจัยจะทำการเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยนี้รวมถึงข้อจำกัดต่างๆ ของงานวิจัย

บทที่ 4
รายละเอียดกระบวนการก่อสร้างผนังอาคาร และการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษา

บทนี้กล่าวถึงขั้นตอนการทำงาน ตารางเวลาการบันทึกข้อมูล รวมถึงลักษณะแรงงานและอัตราผลผลิตของแรงงานเหล่านั้นในโครงการก่อสร้างกรณีศึกษาของผนังแต่ละประเภท โดยโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ โครงการที่เป็นกรณีศึกษาหลักจำนวน 1 โครงการ และโครงการที่เป็นกรณีศึกษาเสริมอีก 2 โครงการ รวมทั้งสิ้น 3 โครงการต่อผนังแต่ละประเภท สำหรับข้อแตกต่างระหว่างโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาหลัก และโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเสริมคือปริมาณพื้นที่การก่อสร้างผนังที่ใช้ศึกษา โดยการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาหลักจะครอบคลุมพื้นที่การก่อสร้างทั้งหมดในชั้นใดชั้นหนึ่งของอาคารทั้งชั้น ในขณะที่การบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาเสริมจะกำหนดปริมาณการบันทึกข้อมูลอิงตามสัดส่วนตารางเมตรของห้องทั้งหมดในชั้นใดชั้นหนึ่งของอาคาร ตัวอย่างเช่นหากในชั้นที่ศึกษามีห้องที่มีพื้นที่ก่อสร้างผนังขนาด 100 ตรม. จำนวน 3 ห้อง ห้องขนาด 60 ตรม. จำนวน 6 ห้อง และ ห้องขนาด 40 ตรม. จำนวน 9 ห้อง การบันทึกข้อมูลจะถูกกำหนดเป็นสัดส่วน 1:2:3 กล่าวคือห้อง 100 ตรม. จำนวน 1 ห้อง ห้องขนาด 60 ตรม. จำนวน 2 ห้อง และ ห้องขนาด 40 ตรม. จำนวน 3 ห้อง นอกจากนี้การบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาเสริมจะทำจากการก่อสร้างผนังในหลายๆ ส่วนของอาคารแล้วนำปริมาณงานที่ได้มารวมกันโดยไม่จำเป็นต้องบันทึกจากการก่อสร้างผนังส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารเพียงส่วนเดียว อย่างไรก็ตามความสูงในการก่อ และชนิดของแผงผนัง (แผงเล็ก แผงใหญ่ แผงที่มีช่องเปิด แผงทับหลัง) อาจส่งผลถึงปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของคนงานดังนั้นเพื่อให้การบันทึกข้อมูลสมบูรณ์ที่สุดผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังแต่ละชนิดที่ต้องบันทึกข้อมูลให้สอดคล้องกับประเภทห้องที่กำหนดขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งการจดบันทึกข้อมูลในลักษณะนี้จะช่วยให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความใกล้เคียงกับการจดบันทึกในกรณีศึกษาหลักมากที่สุด

4.1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

4.1.1 ขั้นตอนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ในการติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบานั้นไม่จำเป็นต้องมีการติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปส่งผลให้การติดตั้งผนังสามารถเริ่มได้เลยหลังจากการส่งมอบชั้นให้แก่ชุดก่อสร้างผนัง การติดตั้งแผนผนังคอนกรีตมวลเบาเริ่มจากการเคลื่อนย้ายแผ่นจากบริเวณที่ใช้เก็บวัสดุมายังบริเวณที่ทำการก่อสร้างดังแสดงในรูปที่ 4.1 จากนั้นคนงานจะเริ่มกำหนดแนวในการติดตั้งดังแสดงในรูปที่ 4.2 การกำหนดแนวในการติดตั้งนี้จะต่างจากการกำหนดแนวในกระบวนการก่ออิฐตรงที่ไม่มีการขึงเอ็นเพื่อกำหนดระดับ

ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้การกำหนดแนวก่อสร้างของแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบานั้นใช้เวลาค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับการกำหนดแนวในกระบวนการก่ออิฐ

รูปที่ 4.1 การเคลื่อนย้ายแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา

รูปที่ 4.2 การกำหนดแนวติดตั้งผนัง

หลังจากการกำหนดแนวติดตั้งแล้วเสร็จ คนงานจะเริ่มวัดขนาดของแผ่นผนัง และตามด้วยการตัดแผ่นผนังให้มีขนาดที่เหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ ขั้นตอนสุดท้ายก่อนการยกติดตั้งคือการติดแท่งโฟม และเหล็กฉากไปยังช่องกรวงด้านบนของแผ่นผนังเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้มีสิ่งของตกลงไประหว่างช่องกรวง และเพื่อเสริมความแข็งแรงให้แก่ผนังดังรูปที่ 4.5 ในขณะเดียวกันคนงานในกลุ่มหนึ่งคนจะแยกไปผสมปูน และฉาบปูนกาวในบริเวณรอยต่อของแผ่นเพื่อใช้ยึดแผ่นใหม่ที่กำลังจะติดตั้ง ดังรูปที่ 4.6 จากนั้นคนงานจะเริ่มยกแผ่นผนังขึ้นติดตั้งตามแนวที่ได้กำหนดไว้แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 4.7 สำหรับขั้นตอนสุดท้ายหลังจากการติดตั้งแผ่นผนังแล้วเสร็จคือการตอกลิ่มเพื่อยึดไม่ให้แผ่นผนังล้มลงดังแสดงในรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.3 การวัดขนาดแผ่นผนัง

รูปที่ 4.4 การตัดแผ่นผนัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.5 การติดแท่งโฟม และเหล็กฉากด้านบนของแผ่นผนัง

รูปที่ 4.6 การฉาบปูนกาว

รูปที่ 4.7 การยกติดตั้งแผ่นผนัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.8 การตอกลิ่มยึดแผ่นผนัง

ในส่วนของกระบวนการเก็บรายละเอียดงานผนังจะเริ่มหลังจากการติดตั้งผ่านไปได้ประมาณหนึ่งวัน โดยการเก็บราบละเอียดจะประกอบไปด้วย 4 กิจกรรมหลักๆ ดังต่อไปนี้ ซึ่งทั้ง 4 กิจกรรมจะถูกปฏิบัติไปพร้อมๆ กันจนแล้วเสร็จ

1) การติดตาข่ายไฟเบอร์ระหว่างรอยต่อของแผ่นผนังเพื่อป้องกันการแตกร้าว ดังแสดงในรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 การติดตาข่ายไฟเบอร์ระหว่างรอยต่อของแผ่นผนัง

2) การเจาะผนัง และใส่เหล็ก shear key ระหว่างรอยต่อของผนังเพื่อป้องกันการแตกร้าว ดังแสดงในรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 การเจาะผนัง และใส่เหล็กเสริมระหว่างรอยต่อของผนัง

3) การอุดช่องว่างระหว่างผนังกับพื้นด้านล่างด้วยปูนมอร์ตาร์เพื่อเป็นการปิดช่องว่างที่เกิดจากการยึดแผ่นผนังด้วยลิ่มระหว่างการติดตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 การอุดช่องว่างระหว่างผนังกับพื้นด้านล่างด้วยปูนก่อ

4) การอุดช่องว่างระหว่างผนังกับพื้นด้านบนด้วยพียูโฟม (PU foam) เพื่อเป็นการปิดช่องว่างที่เกิดจากการยึดแผ่นผนังด้วยลิ่มระหว่างการติดตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.12

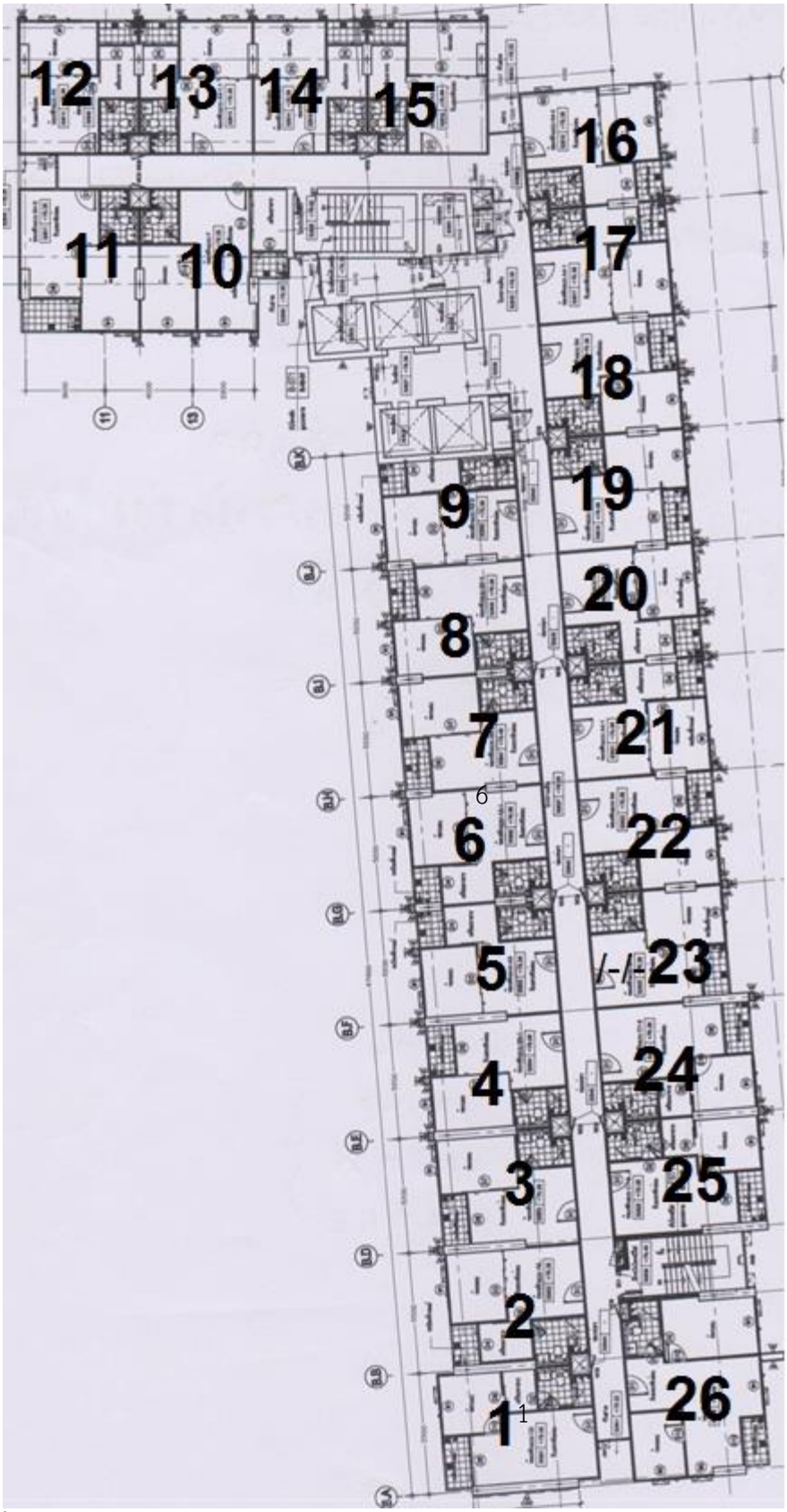
รูปที่ 4.12 การอุดช่องว่างระหว่างผนังกับพื้นด้านบนด้วยพียูโฟม

4.1.2 รายละเอียดกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

กรณีศึกษาหลักกระบวนการติดตั้งผนังคอนกรีตมวลเบาเป็นอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 32 ชั้น โดยผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลจากชั้นที่ 32 ในชั้นนี้ประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 26 ห้อง แบ่งเป็นห้องขนาดเล็กที่มีพื้นที่ติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาระหว่าง 43-54 ตรม. อยู่จำนวน 24 ห้อง (หมายเลข 1-25) และ ห้องขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ติดตั้ง 72 ตรม. อยู่จำนวน 1 ห้อง (หมายเลข 26) ในส่วนของงานเก็บรายละเอียด (ติดตาข่ายไฟเบอร์, ฉีด PU foam, ใส่เหล็กเสริม) ห้องที่มีขนาดเล็กจะมีพื้นที่เก็บรายละเอียดประมาณ 90 ตรม. ในขณะที่ห้องที่มีขนาดใหญ่จะมีพื้นที่

เก็บรายละเอียด 130 ตรม. รูปที่ 4.13 แสดงถึงแผนผัง และหมายเลขห้องของห้องพักทั้งหมดในชั้น 32 ในการบันทึกข้อมูลทั้งกระบวนการติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาและ กระบวนการเก็บรายละเอียด ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลตั้งแต่ห้องหมายเลข 1 ถึง ห้องหมายเลข 26 รวมทั้งสิ้น 26 ห้อง คิดเป็นพื้นที่ติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา ประมาณ 1,240 ตรม. และ พื้นที่กระบวนการเก็บรายละเอียดประมาณ 2,388 ตรม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.13 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

4.1.2.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ลักษณะของแรงงานในโครงการกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาจะแบ่งออกเป็น 3 ชุดหลักๆ ดังนี้

- ชุดติดตั้งแผ่นผนังหลัก: โดยปกติแล้วคนงานในชุดงานนี้จะทำงานกันเป็นกลุ่มย่อยๆ จำนวน 3 คนต่อกลุ่ม โดยคนงานชุดนี้มีหน้าที่ติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา มีกิจกรรมหลักเช่น การเคลื่อนย้ายแผ่นผนัง การตัดแผ่นผนังให้ได้ขนาดที่เหมาะสม และ การยกติดตั้งแผ่นผนัง คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงในการติดตั้งแผ่นผนังเป็นรายวันที่ 350 บาท/วัน โดยในหนึ่งวันจะต้องติดตั้งขั้นต่ำกลุ่มละ 18 แผ่นสำหรับผนังธรรมดา หรือ 12 แผ่นสำหรับส่วนที่เป็นทับ โดยหากมีการทำงานล่วงเวลาคนงานจะได้รับค่าแรงในอัตรา กลุ่มละ 131 บาท/6 แผ่น สำหรับผนังธรรมดา หรือ 131 บาท/4 แผ่น สำหรับส่วนที่เป็นทับหลัง โดยปกติแล้วคนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น.
- ชุดติดตั้งแผ่นผนังย่อย: โดยปกติแล้วคนงานในชุดงานนี้จะทำงานกันเป็นกลุ่มย่อยๆ จำนวน 2-3 คนต่อกลุ่ม โดยคนงานชุดนี้มีกิจกรรมการทำงานที่เหมือนกับชุดติดตั้งแผ่นผนังหลัก แต่จุดที่แตกต่างกันระหว่างทั้ง 2 กลุ่มคือชุดติดตั้งแผ่นผนังย่อยจะรับผิดชอบในส่วนงานที่มีขนาดเล็กซึ่งเป็นจุดที่เหลือจากการทำงานของชุดติดตั้งผนังหลัก คนงานในชุดนี้ได้รับค่าแรงในการติดตั้งแผ่นผนังเป็นรายวันที่ 350 บาท/วัน ไม่มีปริมาณงานขั้นต่ำ และไม่มีค่าทำงานล่วงเวลา หลัง โดยปกติแล้วคนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น
- ชุดเก็บรายละเอียดงานผนัง: คนงานชุดนี้มีหน้าที่เก็บรายละเอียดงานผนัง โดยปกติแล้วจะทำงานคนเดียว มีกิจกรรมหลักได้แก่ การติดตาข่ายไฟเบอร์ การเสียบเหล็กเสริม การอุดช่องด้านบนด้วยพียูโฟม และ การอุดช่องด้านล่างด้วยปูนก่อ คนงานในชุดงานนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 300 บาท/วัน และมีจะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. คนงานชุดนี้มักจะไม่มีการทำงานล่วงเวลาเนื่องจากว่างานในแต่ละวันคอนข้างน้อยส่งผลให้ไม่มีความจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา

การบันทึกข้อมูลผนังคอนกรีตมวลเบาในกรณีศึกษาหลักแบ่งช่วงเวลาออกเป็นสองช่วงได้แก่ 1) ช่วงติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา และ 2) ช่วงเก็บรายละเอียดงานผนัง ช่วงเวลาการทำงานทั้งสองใช้

เวลารวมกันประมาณ 12 วัน โดยตารางที่ 4.1 แสดงช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมการทำงานแต่ละประเภทในกรณีศึกษานี้

ตารางที่ 4.1 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ติดตั้งแผ่นผนัง										
2	ติดตั้งแผ่นทับหลัง										
3	เก็บรายละเอียดงาน										

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่		ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		11	12		
1	ติดตั้งแผ่นผนัง			8	1,122 ตรม.
2	ติดตั้งแผ่นทับหลัง			5	118 ตรม.
3	เก็บรายละเอียดงาน			11	2,388 ตรม.

4.1.2.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ด้วยลักษณะงานที่แตกต่างกันระหว่างชุดติดตั้งผนังคอนกรีตมวลเบากับชุดเก็บรายละเอียดส่งผลให้อัตราผลผลิตของทั้งสองชุดการทำงานแตกต่างกัน ยิ่งไปกว่านั้นในชุดติดตั้งแผ่นผนังยังประกอบไปด้วยชุดติดตั้งหลักที่มีหน้าที่ติดตั้งผนังแผงใหญ่ และชุดติดตั้งผนังย่อยที่มีหน้าที่ติดตั้งส่วนของผนังที่มีขนาดเล็กซึ่งเหลือมาจากการติดตั้งของชุดติดตั้งหลัก ด้วยเหตุนี้อัตราผลผลิตของชุดติดตั้งทั้งสองชุดจึงมีความแตกต่างเช่นกัน โดยชุดทีมีอัตราผลผลิตตลอดการทำงานสูงที่สุดคือชุดเก็บรายละเอียดงานผนังที่มีอัตราผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 4.66 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน รองลงมาคือชุดติดตั้งแผ่นผนังหลัก 2.33 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน และ ชุดติดตั้งแผ่นผนังย่อย 0.5 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน ตารางที่ 4.2 4.3 และ 4.4 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดงานนั้นๆ

ตารางที่ 4.2 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังหลักในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
	ติดตั้งผนัง	ติดตั้งทับหลัง			
1	■		191	70	2.74
2	■		164	59	2.82
3	■	■	170	90	1.98
4	■	■	92	52	1.71
5	■		162	55	2.98
6	■	■	139	75	2.17
7	■	■	131	53	2.47
8	■	■	140	57	2.45

ตารางที่ 4.3 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังย่อยในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
	ติดตั้งผนัง	ติดตั้งทับหลัง			
1	■		7.1	11	0.65
2		■	3.2	10	0.32
3		■	4.3	12	0.36
4	■		3.2	8	0.39
5	■	■	33.2	62	0.54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.4 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดเก็บรายละเอียดผนังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ตาข่าย	ใส่เหล็ก	อุดล่าง	อุดบน			
1	■		■	■	2,388	513	4.66
2	■		■	■			
3	■	■	■	■			
4		■	■	■			
5	■	■	■	■			
6		■	■	■			
7	■	■	■	■			
8		■	■	■			
9	■	■	■	■			
10	■	■	■	■			
11		■	■	■			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

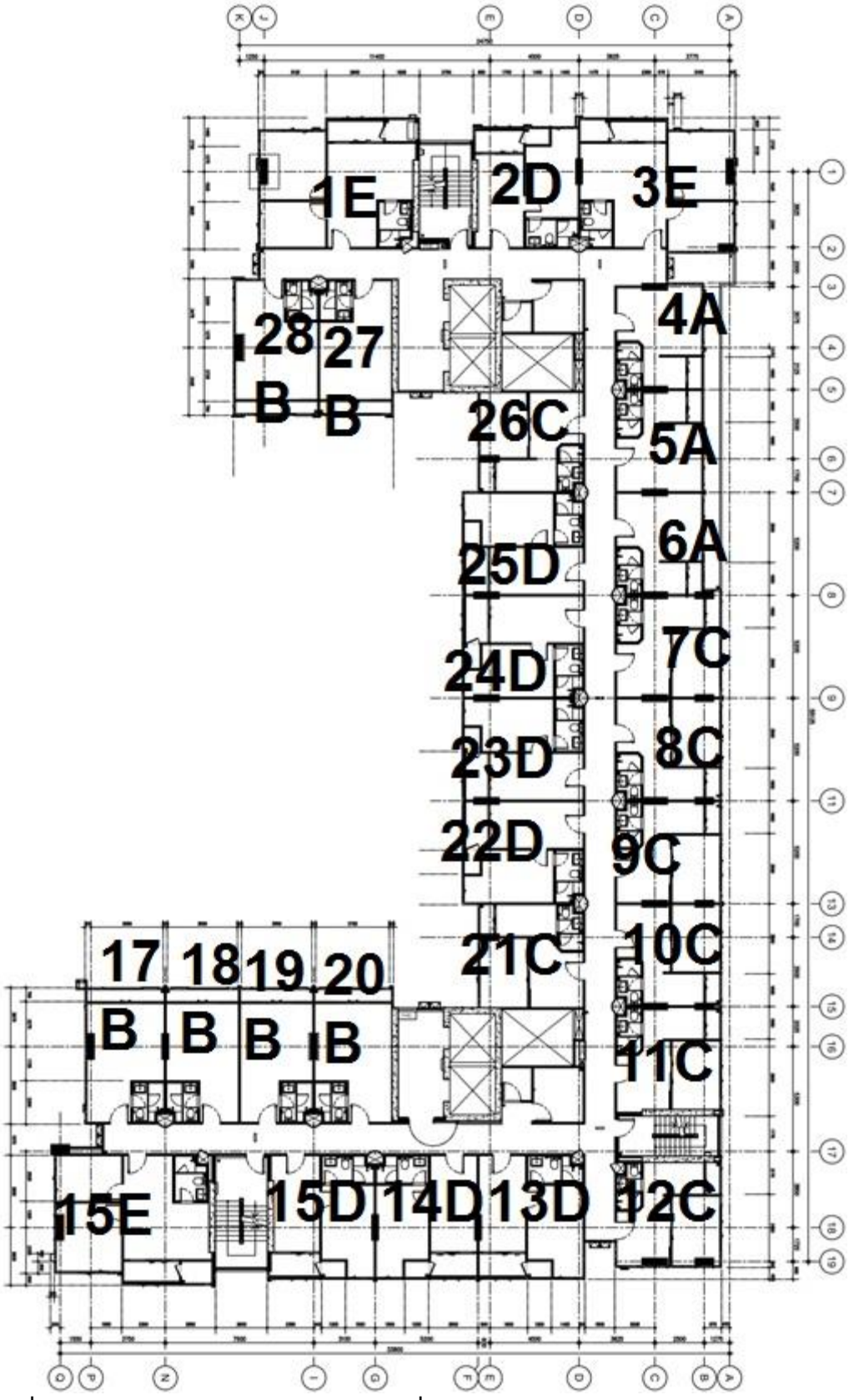
4.1.3 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาเป็นอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 29 ชั้น โดยผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลจากชั้นที่ 12 ในชั้นนี้ประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 28 ห้อง แบ่งเป็นห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 36 ตรม. อยู่จำนวน 3 ห้อง (ห้องประเภท A) ห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 41 ตรม. อยู่จำนวน 6 ห้อง (ห้องประเภท B) ห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 48 ตรม. อยู่จำนวน 8 ห้อง (ห้องประเภท C) ห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 54 ตรม. อยู่จำนวน 8 ห้อง (ห้องประเภท D) และ ห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 68 ตรม. อยู่จำนวน 3 ห้อง (ห้องประเภท E) ในส่วนของงานเก็บรายละเอียดผนัง ห้องประเภท A มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 64 ตรม. ห้องประเภท A มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 59 ตรม. ห้องประเภท B มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 76 ตรม. ห้องประเภท C มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 90 ตรม. ห้องประเภท D มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ ตรม. และ ห้องประเภท E มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 102 ตรม. รูปที่ 4.14 แสดงถึงแผนผัง หมายเลขห้อง และประเภทของ

ห้องพักทั้งหมดในชั้น 12 สำรับการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา: เพื่อย่นระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณพื้นที่ที่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลให้เป็นสัดส่วนที่สอดคล้องกับปริมาณพื้นที่การก่อสร้างทั้งหมดในชั้นที่ทำการศึกษา โดยปริมาณพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมดประกอบไปด้วย ห้องประเภท A 3 ห้อง ห้องประเภท B 6 ห้อง ห้องประเภท C 8 ห้อง ห้องประเภท D 8 ห้อง และ ห้องประเภท E 3 ห้อง รวมแล้วเท่ากับ 1374 ตรม. ซึ่งสัดส่วนของห้อง A B C D และ E คือ 3:6:8:8:3 ดังนั้นเพื่อลดปริมาณการบันทึกข้อมูลแต่ยังคงไว้ซึ่งสัดส่วนดั้งเดิมผู้วิจัยจึงบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาโดยอ้างอิงจากสัดส่วนของห้อง A B C D และ E ที่กำหนดใหม่ซึ่งเท่ากับ 1:2:3:3:1 รวมแล้วเท่ากับ 492 ตรม. อย่างไรก็ตามชนิดของผนังที่ใช้ก่อสร้างห้องแต่ละประเภทนั้นมีความแตกต่างกันออกไปซึ่งชนิดของผนังที่แตกต่างกันนี้อาจส่งผลถึงปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของคนงานดังนั้นเพื่อให้การบันทึกข้อมูลสมบูรณ์ที่สุดผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณขั้นต่ำของผนังแต่ละชนิดที่ต้องมีการติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูลด้วยเช่นกัน ตางรางที่ 4.5 และ 4.6 แสดงปริมาณขั้นต่ำของแผ่นผนังและแผ่นทับหลังแต่ละชนิดที่ต้องติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูล
- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านวัสดุ สำหรับวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาผู้วิจัยได้บันทึกวัสดุที่ใช้ก่อสร้างห้องหมายเลข 1-28 และบริเวณส่วนกลางอื่นๆ รวมเป็นพื้นที่ติดตั้งแผ่นผนังเท่ากับ 1,384 ตรม.

Chulalongkorn University



รูปที่ 4.14 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ตารางที่ 4.5 ปริมาณขั้นต่ำของแผ่นผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา)

ประเภทห้อง	จำนวนห้อง	ปริมาณของแผ่นผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลแยกตามขนาดและความสูง									
		0.6x2.73 ม.	0.4x2.73 ม.	0.2x2.73 ม.	0.6x2.68 ม.	0.4x2.68 ม.	0.2x2.68 ม.	ตัว L สูง 2.68 ม.	ตัว L สูง 2.73 ม.	ตัว T สูง 2.68 ม.	ตัว T สูง 2.73 ม.
A	1	7	3	1	7	3	4	1	1	1	1
B	2	12	4	2	16	6	6	2	2	2	2
C	3	30	6	3	15	18	9	3	3	3	6
D	3	36	9	3	21	18	3	6	3	3	3
E	1	17	3	1	11	4	3	1	1	1	2
รวม	10	102	25	10	70	49	25	13	10	10	14

ตารางที่ 4.6 ปริมาณขั้นต่ำของแผ่นทับหลังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา)

ประเภทห้อง	จำนวนห้อง	ปริมาณของแผ่นทับหลังที่ต้องบันทึกข้อมูลแยกตามขนาดและความสูง									
		0.97x0.7 ม.	0.77x0.7 ม.	2.40x0.6 ม.	2.00x0.6 ม.	1.80x0.6 ม.	1.40x0.6 ม.	0.7x0.6 ม.	0.7x0.4 ม.	0.55x0.7 ม.	0.55x0.4 ม.
A	1	1	1			1				1	1
B	2	2	2		2					2	2
C	3	3	3				3			3	3
D	3	3	3		3			3	3	3	3
E	1	1	3	1				1	1	1	1
รวม	10	10	12	1	5	1	3	4	4	10	10

4.1.3.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ลักษณะของแรงงานในโครงการกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาจะแบ่งออกเป็น 2 ชุดหลักๆ ดังนี้

- ชุดติดตั้งแผ่นผนัง: คนงานชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษานี้ทำงานกันเป็นกลุ่ม 3 คน เช่นเดียวกันกับในกรณีศึกษาอื่นๆ คนงานแต่ละคนจะได้รับค่าแรง 350/วัน โดยไม่มีการกำหนดปริมาณงานขั้นต่ำแต่อย่างใด คนงานชุดนี้มีหน้าที่ติดตั้งแผ่นทุกประเภททั้งแผ่นขนาดปกติ แผ่นขนาดเล็ก และ แผ่นทับหลัง โดยปกติแล้วคนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. แต่หากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชั่วโมง
- ชุดเก็บรายละเอียดงานผนัง: คนงานในชุดนี้ทำงานคนเดียว ซึ่งแต่ละคนจะได้รับมอบหมายห้องที่ตนต้องรับผิดชอบ คนงานในชุดงานนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 300 บาท/วัน มีเวลาเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และคนงานชุดนี้จะไม่มีการทำงานล่วงเวลา

การบันทึกข้อมูลกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาในกรณีศึกษานี้ใช้เวลารวมทั้งหมด 5 วัน โดยแบ่งออกเป็นวันที่ทำกิจกรรมติดตั้งแผ่นผนัง 3 วัน วันที่ทำกิจกรรมติดตั้งแผ่นทับหลัง 2 วัน และวันที่ทำกิจกรรมเก็บรายละเอียดงาน 4 วัน โดยตารางที่ 4.7 แสดงช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมแต่ละประเภทในกรณีศึกษานี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่					ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		1	2	3	4	5		
1	ติดตั้งแผ่นผนัง						3	507 ตรม.
2	ติดตั้งแผ่นทับหลัง						2	60 ตรม.
3	เก็บรายละเอียดงาน						3	780 ตรม.

4.1.3.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

อัตราผลผลิตเฉลี่ยตลอดการทำงานของชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษานี้เท่ากับ 1.1 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน ซึ่งถือว่าน้อยหากเทียบกับกรณีศึกษาหลักที่มีอัตราผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 2.0 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน ในขณะเดียวกันชุดเก็บรายละเอียดงานของกรณีศึกษาเสริมนี้ก็มีอัตราผลผลิตที่ต่ำกว่าชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาหลัก โดยในกรณีศึกษานี้ชุดเก็บรายละเอียดงานมีอัตราผลผลิตเฉลี่ยตลอดการทำงานอยู่ที่ 3.99 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน ในขณะที่กรณีศึกษาหลักมีอัตราผลผลิตอยู่ที่ 4.66 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน ตารางที่ 4.8 และ 4.9 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดคนงานนั้นๆ

ตารางที่ 4.8 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
	ติดตั้งผนัง	ติดตั้งทับหลัง			
1	■		162	142	1.14
2		■	13	27	0.48
3	■		229	200	1.15
4	■		116	83	1.40
5		■	47	90	0.52

ตารางที่ 4.9 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ติดตาข่าย	ใส่เหล็กเสริม	อุดช่องด้านล่าง	อุดช่องด้านบน			
1	■	■	■		780	196	3.99
2	■	■	■	■			
3	■	■	■	■			

4.1.4 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาเป็นอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 8 ชั้น โดยผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลจากชั้นที่ 8 ในชั้นนี้ประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 12 ห้อง แบ่งเป็นห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 59 ตรม. อยู่จำนวน 2 ห้อง (ห้องประเภท A) ห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 38 ตรม. อยู่จำนวน 5 ห้อง (ห้องประเภท B) ห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 41 ตรม. อยู่จำนวน 2 ห้อง (ห้องประเภท C) และ ห้องที่มีพื้นที่ติดตั้งประมาณ 41 ตรม. อยู่จำนวน 3 ห้อง (ห้องประเภท D) ในส่วนของงานเก็บรายละเอียดผนัง ห้องประเภท A มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 107 ตรม. ห้องประเภท A มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 61 ตรม. ห้องประเภท B มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 74 ตรม. ห้องประเภท C มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 67 ตรม. ห้องประเภท D มีพื้นที่เก็บรายละเอียดงานประมาณ 67 ตรม. รูปที่ 4.15 แสดงถึงแผนผังหมายเลขห้อง และประเภทของห้องพักทั้งหมดในชั้นที่ 8 สำหรับการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

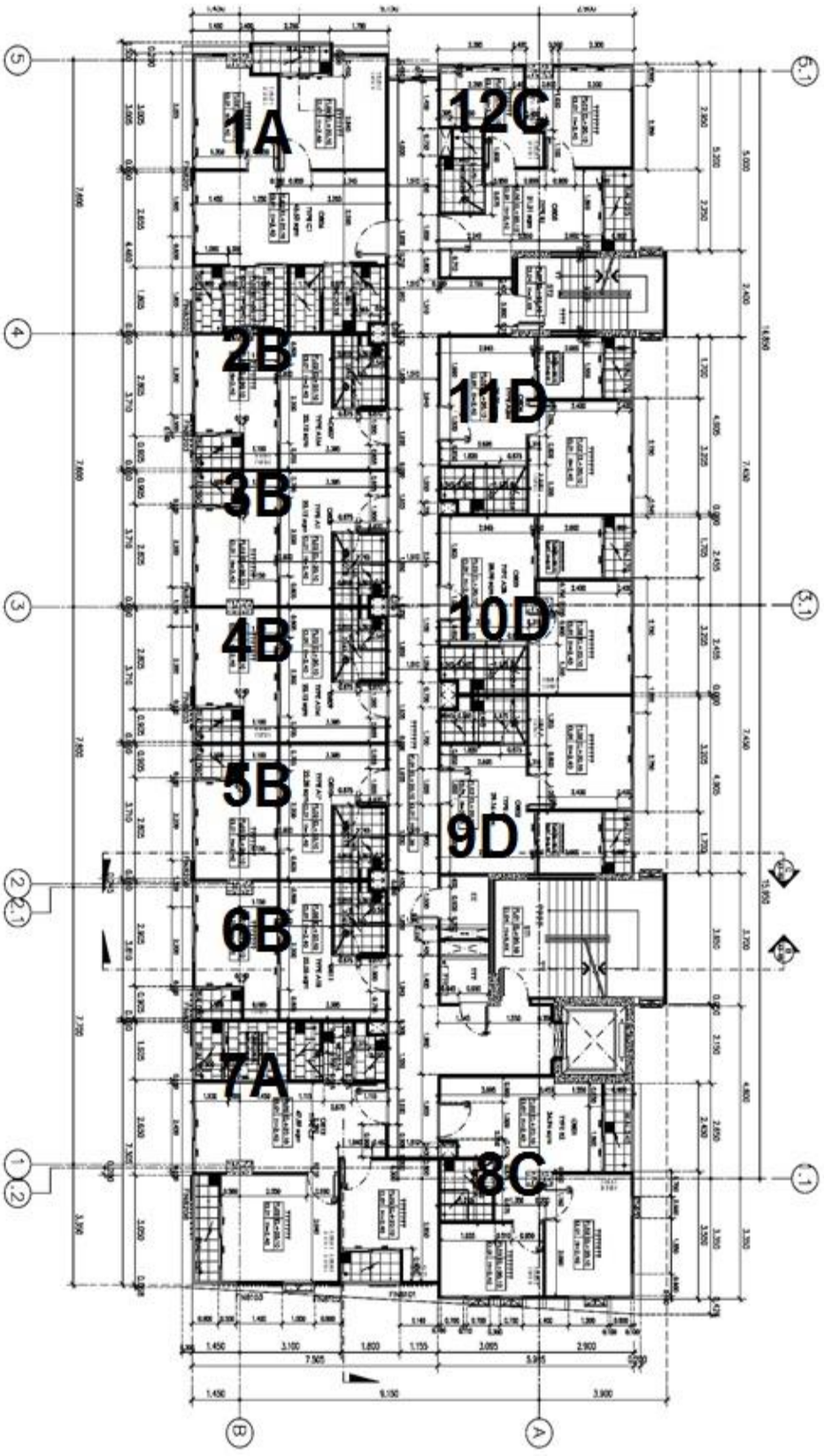
- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา: เพื่อย่นระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณพื้นที่ที่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลให้เป็นสัดส่วนที่สอดคล้องกับปริมาณพื้นที่การก่อสร้างทั้งหมด โดยปริมาณพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมดประกอบไปด้วย ห้องประเภท A 2 ห้อง ห้องประเภท B 5 ห้อง ห้องประเภท C 2 ห้อง และ ห้องประเภท D 3 ห้อง รวมแล้วเท่ากับ 514 ตรม. ซึ่งสัดส่วนของห้อง A B C และ D คือ 2:5:2:3 ดังนั้นเพื่อลดปริมาณการบันทึกข้อมูลแต่ยังคงไว้ซึ่งสัดส่วนดั้งเดิมผู้วิจัยจึงบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาโดยอ้างอิงจากสัดส่วนของห้อง A B C และ D ที่กำหนดใหม่ซึ่งเท่ากับ 1:3:1:2 รวมแล้วเท่ากับ 296 ตรม. โดยปริมาณขั้นต่ำของผนังแต่ละชนิดที่ต้องมีการติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูลแสดงอยู่ในตารางที่ 4.10 และ 4.11
- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านวัสดุ สำหรับวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาผู้วิจัยได้บันทึกวัสดุที่ใช้ก่อสร้างห้องหมายเลข 1-12 และบริเวณส่วนกลางอื่นๆ รวมเป็นพื้นที่ติดตั้งแผ่นผนังเท่ากับ 570 ตรม.

ตารางที่ 4.10 ปริมาณขั้นต่ำของแผ่นผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา)

ประเภทห้อง	จำนวนห้อง	ปริมาณของแผ่นผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลแยกตามขนาดและความสูง			
		0.09x0.6x2.58 ม.	0.09x0.4x2.58 ม.	0.75x0.6x2.58 ม.	0.75x0.4x2.58 ม.
A	1	26	6	7	2
B	3	48	15	12	6
C	1	15	7	5	3
D	2	32	10	10	6
รวม	7	121	38	34	17

ตารางที่ 4.11 ปริมาณขั้นต่ำของแผ่นทับหลังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา)

ประเภทห้อง	จำนวนห้อง	ปริมาณของแผ่นทับหลังที่ต้องบันทึกข้อมูลแยกตามขนาดและความสูง							
		0.94x0.48 ม.	0.78x0.48 ม.	0.63x0.48 ม.	1.60x0.6 ม.	2.20x0.4 ม.	1.70x0.4 ม.	0.15x0.50 ม.	0.15x0.40 ม.
A	1	1	2	2	2			1	1
B	3	3	3			3		3	3
C	1	1	3				1	1	1
D	2	2	4				2	2	2
รวม	7	7	12	2	2	3	3	7	7



รูปที่ 4.15 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

4.1.4.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ลักษณะของแรงงานในโครงการกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาจะแบ่งออกเป็น 2 ชุดหลักๆ ดังนี้

- ชุดติดตั้งแผ่นผนัง: คนงานชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษานี้ทำงานกันเป็นกลุ่ม 3 คน เช่นเดียวกันกับในกรณีศึกษาอื่นๆ คนงานแต่ละคนจะได้รับค่าแรง 350/วัน โดยไม่มีการ
- กำหนดปริมาณงานขั้นต่ำแต่อย่างใด คนงานชุดนี้มีหน้าที่ติดตั้งแผ่นทุกประเภททั้งแผ่นขนาดปกติ แผ่นขนาดเล็ก และ แผ่นทับหลัง โดยปกติแล้วคนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. แต่หากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชั่วโมง
- ชุดเก็บรายละเอียดงานผนัง: คนงานในชุดนี้ทำงานคนเดียว ซึ่งแต่ละคนจะได้รับมอบหมายห้องที่ตนต้องรับผิดชอบ คนงานในชุดงานนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 300 บาท/วัน มีเวลาเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และคนงานชุดนี้จะไม่มีการทำงานล่วงเวลา

การบันทึกข้อมูลกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาในกรณีศึกษานี้ใช้เวลารวมทั้งหมด 3 วัน โดยแบ่งออกเป็นวันที่ทำกิจกรรมติดตั้งแผ่นผนัง 2 วัน วันที่ทำกิจกรรมติดตั้งแผ่นทับหลัง 3 วัน และ วันที่ทำกิจกรรมเก็บรายละเอียดงาน 2 วัน โดยตารางที่ 4.12 แสดงช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมแต่ละประเภทในกรณีศึกษานี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.12 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่			ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		1	2	3		
1	ติดตั้งแผ่นผนัง				2	325 ตรม.
2	ติดตั้งแผ่นทับหลัง				3	17 ตรม.
3	เก็บรายละเอียดงาน				2	498 ตรม.

4.1.4.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

อัตราผลผลิตเฉลี่ยตลอดการทำงานของชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษานี้เท่ากับ 1.5 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน ซึ่งมากกว่าอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษาที่ 1 (1.1 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน) แต่ยังน้อยกว่าชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษาหลัก (2.0 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน) สำหรับอัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษานี้เท่ากับ 4.26 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน ซึ่งมากกว่าอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษาที่ 1 (3.99 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน) แต่ยังน้อยกว่าชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษาหลัก (4.66 ตรม./ชั่วโมงแรงงาน) เช่นเดียวกันกับอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนัง ตารางที่ 4.13 และ 4.14 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดคนงานนั้นๆ

ตารางที่ 4.13 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
	ติดตั้งผนัง	ติดตั้งทับหลัง			
1			153	104	1.47
2			186	111	1.68
3			3	12	0.25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.14 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ติดตาข่าย	ใส่เหล็กเสริม	อุดช่องด้านล่าง	อุดช่องด้านบน			
1					498	117	4.26
2							

4.2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

4.2.1 ขั้นตอนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาเริ่มต้นด้วยการติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป และการเชื่อมเหล็กหนวดกุ้งไปยังเสาเอ็นเหล่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.16 และ 4.17 กระบวนการทั้งสองดำเนินควบคู่ไปกับการวางเหล็กเสริมสำหรับการก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลังชนิดหล่อในที่ดังแสดงในรูปที่ 4.18 โดยเมื่องานทั้งสองส่วนที่ได้กล่าวมาใกล้ที่จะแล้วเสร็จคนงานบางส่วนจะเริ่มขึงเอ็นเพื่อกำหนดแนวก่ออิฐดังแสดงในรูปที่ 4.18 หลังจากกระบวนการกำหนดแนวก่ออิฐดำเนินไปสักระยะหนึ่งคนงานจะเริ่มก่ออิฐดังแสดงในรูปที่ 4.20 ซึ่งการก่ออิฐจะดำเนินควบคู่ไปกับการก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลังชนิดหล่อในที่ ดังแสดงในรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.16 การติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป (อิฐมวลเบา)

รูปที่ 4.17 การเชื่อมเหล็กหนวดกุ้ง (อิฐมวลเบา)

รูปที่ 4.18 การวางเหล็กเสริมสำหรับการก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ (อิฐมวลเบา)

รูปที่ 4.19 การขึงเอ็นเพื่อกำหนดแนวก่อ (อิฐมวลเบา)

Chulalongkorn University

รูปที่ 4.20 การก่ออิฐ (อิฐมวลเบา)

รูปที่ 4.21 การก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ (อิฐมวลเบา)

สำหรับงานฉาบจะเริ่มด้วยการติดตาข่ายเหล็กไปยังเหลี่ยมมุมของห้อง และตามรอยต่อระหว่างคอนกรีตและผนังอิฐมวลเบา ดังแสดงในรูปที่ 4.22 ตามด้วยการจับเซี้ยม และจับปุ่มตามส่วนต่างๆ ของห้อง ดังแสดงในรูปที่ 4.23 หลังจากที่งานติดตาข่าย งานจับเซี้ยม และจับปุ่มแล้วเสร็จ คนงานจึงเริ่มกระบวนการการฉาบผนัง โดยการทำงานของคนงานในชุดฉาบผนังจะเริ่มโดยการใช้เครื่องพ่นปูนให้ทั่วผนัง ดังแสดงในรูปที่ 4.24 ก่อนที่คนงานจะเริ่มฉาบปูนให้เรียบ ดังแสดงในรูปที่ 4.25 ความหนาของการฉาบอิฐมวลเบานั้นทั่วไปแล้วจะบางกว่าอิฐมอญ โดยจากกรณีศึกษาทั้งสามที่ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาพบว่าความหนาของการฉาบอยู่ที่ราว 1-1.5 เซนติเมตร

รูปที่ 4.22 การติดตาข่ายเหล็ก (อิฐมวลเบา)

รูปที่ 4.23 การจับเซี้ยม (อิฐมวลเบา)

รูปที่ 4.24 การพ่นปูนฉาบ (อิฐมวลเบา)

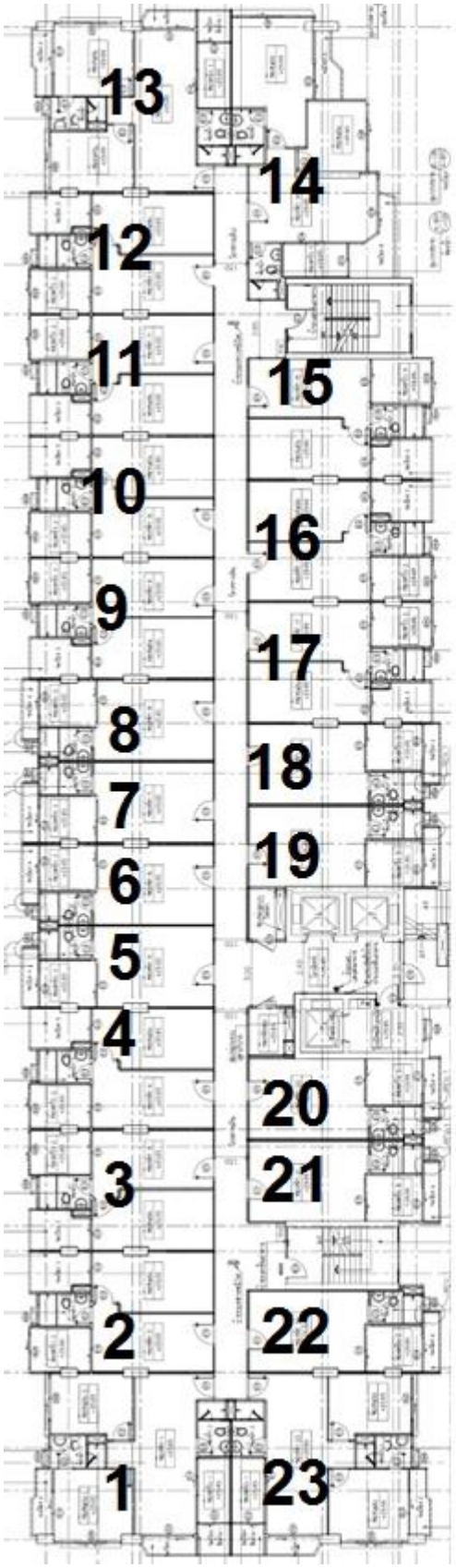
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.25 การฉาบผนัง (อิฐมวลเบา)

4.2.2 รายละเอียดกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

กรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาเป็นอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 27 ชั้น โดยผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลงานก่ออิฐจากชั้นที่ 24 ในขณะที่กระบวนการฉาบและกระบวนการจับเซี้ยม และจับปุ่มผู้วิจัยได้บันทึกจากชั้น 20 และ 21 ตามลำดับ โดยที่ชั้นทั้งสามของอาคารมีแผนผังห้องที่เหมือนกัน ในชั้นที่ 20 21 และ 24 นี้จะประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 23 ห้อง แบ่งเป็นห้องขนาดเล็กที่มีพื้นที่ก่อระหว่าง 29-45 ตรม. อยู่จำนวน 19 ห้อง (หมายเลข 2-12 และ 15-122) ห้องขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ก่อระหว่าง 47-50 ตรม อยู่จำนวน 4 ห้อง (หมายเลข 1 24 และ 13-14) ในส่วนของงานฉาบนั้นห้องที่มีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ฉาบอยู่ระหว่าง 38-72 ตรม. ในขณะที่ห้องที่มีขนาดใหญ่จะมีพื้นที่ฉาบอยู่ระหว่าง 82-90 ตรม. รูปที่ 4.26 แสดงถึงแผนผัง และหมายเลขห้องของห้องพักทั้งหมดในชั้น 20 21 และ 24 ในการบันทึกข้อมูลกระบวนการก่ออิฐผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลตั้งแต่ห้องหมายเลข 1 ถึง ห้องหมายเลข 23 รวมทั้งสิ้น 23 ห้อง คิดเป็นพื้นที่ก่อประมาณ 976 ตรม. ในส่วนของการบันทึกข้อมูลกระบวนการฉาบผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลตั้งแต่ห้องหมายเลข 6 ถึง ห้องหมายเลข 10 และห้องหมายเลข 14 ถึง ห้องหมายเลข 19 รวมทั้งสิ้น 11 ห้อง คิดเป็นพื้นที่ฉาบประมาณ 755 ตรม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.26 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

4.2.2.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ลักษณะแรงงานในโครงการกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาจะแบ่งเป็น 4 ชุดดังนี้

- ชุดก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลัง: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ในการก่อสร้างเสาเอ็นทั้งชนิดหล่อในที่และชนิดสำเร็จรูป รวมถึงทับหลังทั้งหมด คนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงในอัตรา 30 บาท/ต้น สำหรับเสาเอ็นสำเร็จรูป และ 30 บาท/เมตร สำหรับเสาเอ็น และทับหลังชนิดหล่อในที่ เนื่องจากคนงานชุดนี้รับค่าแรงจากปริมาณงานที่ทำดังนั้นจึงมีเวลาเริ่มและเลิกงานที่ไม่แน่นอนแต่โดยปกติแล้วจะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น.
- ชุดก่ออิฐ: คนงานชุดนี้มีหน้าหลักเพียงอย่างเดียวคือการก่ออิฐ โดยไม่ยุ่งเกี่ยวกับกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างผนัง เช่น การสร้างเสาเอ็นทับหลัง ตัวอย่างกิจกรรมของคนงานชุดนี้ได้แก่ การก่ออิฐ การผสมปูน และ การเครื่องย้ายอิฐ เป็นต้น คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงในการก่อตามปริมาณงานที่แล้วเสร็จในอัตรา 50 บาท/ตรม. เนื่องจากลักษณะการจ้างงานที่เป็นแบบเหมาจ่ายส่งผลให้คนงานชุดนี้มีเวลาในการเริ่ม และเลิกงานที่ไม่แน่นอนแต่โดยปกติแล้วจะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น.
- ชุดจับเซี้ยม: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ในการจับเซี้ยมตามเหลี่ยมมุมต่างๆ ของผนังโดยมีกิจกรรมหลัก เช่น การกำหนดแนวจับเซี้ยม การผสมปูน และ การจับเซี้ยม คนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงตามปริมาณงานที่แล้วเสร็จในอัตรา 20 บาท/เมตร
- ชุดฉาบผนัง: มีหน้าที่รับผิดชอบกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการฉาบผนัง เช่น การติดตาข่ายเหล็ก และ การฉาบปูน เป็นต้น ชุดงานนี้เป็นชุดเดียวที่ได้รับค่าแรงรายวันในกรณีศึกษานี้ โดยคนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันที่ 350 บาท/วัน คนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.

การบันทึกข้อมูลกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาในกรณีศึกษานี้แบ่งออกเป็นสี่ช่วงหลักๆ คือ 1) ช่วงติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป 2) ช่วงก่อสร้างผนัง และสร้างเสาเอ็นชนิดหล่อในที่ 3) ช่วงจับเซี้ยมและติดตาข่าย และ 4) ช่วงฉาบผนัง รวมทั้งสิ้น 23 วัน โดยแบ่งเป็นช่วงการติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป 3 วัน ช่วงก่อสร้างผนัง และสร้างเสาเอ็นชนิดหล่อในที่ 14 วัน ช่วงจับเซี้ยมและติดตาข่าย 9 วัน และช่วงฉาบผนัง 7 วัน โดยช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมแต่ละประเภทในกรณีศึกษานี้แสดงอยู่ในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4. 15 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	ตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป														
2	ก่ออิฐ														
3	สร้างเสาเอ็น ทับหลัง														
4	ติดตาข่าย														
5	จับเซี้ยม/จับปุ่ม														
6	ฉาบ														

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่									ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	ตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป										3	250 ต้น
2	ก่ออิฐ										12	976 ตรม.
3	สร้างเสาเอ็น ทับหลัง										12	718 ม.
4	ติดตาข่าย										5	737 ตรม.
5	จับเซี้ยม/จับปุ่ม										9	1,270 ม./879 ตรม.
6	ฉาบ										7	755 ตรม.

*หมายเหตุ ช่องสีดำในตารางแสดงถึงวันที่มีการบันทึกข้อมูลเฉพาะความสูญเสียด้านวัสดุ แต่ไม่มีการบันทึกความสูญเสียด้านเวลา

4.2.2.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาประกอบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ดังนั้นในการวัดอัตราผลผลิตของงานก่อสร้างผนังจึงจำเป็นต้องแยกชุดคนงานออกเป็นชุดย่อยๆ โดยตารางที่ 4.16 4.17 4.18 4.19 4.20 และ 4.21 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานแต่ละชุดทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดคนงานนั้นๆ ซึ่งหากพิจารณาเฉพาะชุดงานที่ทำน้าที่ก่ออิฐและฉาบผนังอัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดงานทั้ง 2 จะเท่ากับ 1.88 (ตรม./man-hour) และ 1.23 (ตรม./man-hour) ตามลำดับ แต่หากพิจารณาเวลาการทำงานของชุดงานย่อยอื่นๆ ได้แก่ ชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลัง ชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป ชุดจับเซี้ยม และชุดติดตาข่าย รวมเข้าไปด้วย อัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดงานทั้ง 2 ที่ได้กล่าวมาจะลดลงเหลือเพียง 1.31 (ตรม./man-hour) และ 0.90 (ตรม./man-hour) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.16 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ					ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ก่อแผงใหญ่	ก่อแผงย่อย	ก่อทับหลัง	ทำความสะอาด	กำหนดแนวก่อ			
1	■				■	186.4	63.0	2.96
2	■				■	278.7	93.5	2.98
3		■			■	144.4	81.0	1.78
4		■			■	88.1	51.0	1.73
5		■			■	79.4	44.0	1.81
6	■					19.8	8.5	2.33
7	■				■	33.9	21.7	2.57
8			■	■	■	29.1	60.0	1.34
9			■	■	■	37.0	24.8	1.49
10			■	■	■	40.5	33.5	1.21
11			■	■	■	29.8	29.3	1.02
12			■	■	■	8.5	8.8	1.28

ตารางที่ 4.17 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ม./man-hour)
	วางเหล็กเสริม	ประกอบไม้แบบ	เทคอนกรีต	แกะไม้แบบออก			
1	■				718 ม.	16.0	4.05
2	■					16.0	
3	■					19.0	
4		■				24.0	
5		■	■			8.3	
6		■	■	■		6.0	
7		■	■	■		16.0	
8		■	■	■		20.0	
9		■	■	■		20.0	
10		■	■	■		18.0	
11		■	■	■		13.0	
12				■		1.0	

ตารางที่ 4.18 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ต้น)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ต้น/man-hour)
	ติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป	เชื่อมเหล็กนวดกุ้ง			
1	■		250	18.0	4.63
2		■		18.0	
3		■		18.0	

ตารางที่ 4.19 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ฉาบผนัง	ทำความสะอาด			
1	■		154	89.5	1.7
2	■		157	98.5	1.6
3	■		110	112	1.0
4	■	■	112	104	1.1
5	■	■	98	120	0.8
6	■		124	90	1.4

ตารางที่ 4.20 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ			ปริมาณงาน(ม./ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ม.-ตรม./man-hour)
	กำหนดแนว	จับเซี้ยม	จับปุ่ม			
1	■			-	8.0	-
2	■	■		237	25.0	9.48
3	■	■		264	25.5	10.35
4	■	■		246	24.0	10.25
5	■	■		244	24.0	10.16
6	■		■	335	27.0	12.41
7	■		■	277	24.0	11.54
8	■		■	267	24.0	11.13

ตารางที่ 4.21 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ ติดตาข่าย	ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
1		287	16.0	17.91
2		157	8.0	19.56
3		238	16.0	14.88
4		55	4.0	13.75

4.2.3 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

กรณีศึกษาเสริมที่ 1 ที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาเป็นอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 24 ชั้น โดยผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลงานก่ออิฐจากชั้นที่ 14 (โซน 1) ซึ่งประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 19 ห้อง แบ่งเป็นห้องที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 33 ตรม. อยู่จำนวน 6 ห้อง (ห้องประเภท A) ห้องที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 51 ตรม. อยู่จำนวน 5 ห้อง (ห้องประเภท B) ห้องที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 61 ตรม. อยู่จำนวน 5 ห้อง (ห้องประเภท C) และ ห้องที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 62 ตรม. อยู่จำนวน 3 ห้อง (ห้องประเภท D) ในส่วนของงานจับเซี้ยม และฉาบผนังผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลจากชั้นที่ 11 12 และ 13 ตามลำดับ โดยห้องประเภท A มีพื้นที่ฉาบประมาณ 49 ตรม. ห้องประเภท B มีพื้นที่ฉาบประมาณ 89 ตรม. ห้องประเภท C มีพื้นที่ฉาบ ประมาณ 103 ตรม. และ ห้องประเภท D มีพื้นที่ฉาบประมาณ 99 ตรม. รูปที่ 4.27 แสดงถึงแผนผัง หมายเลขห้อง และประเภทของห้องพักทั้งหมดในอาคาร โซน 1 สำหรับการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

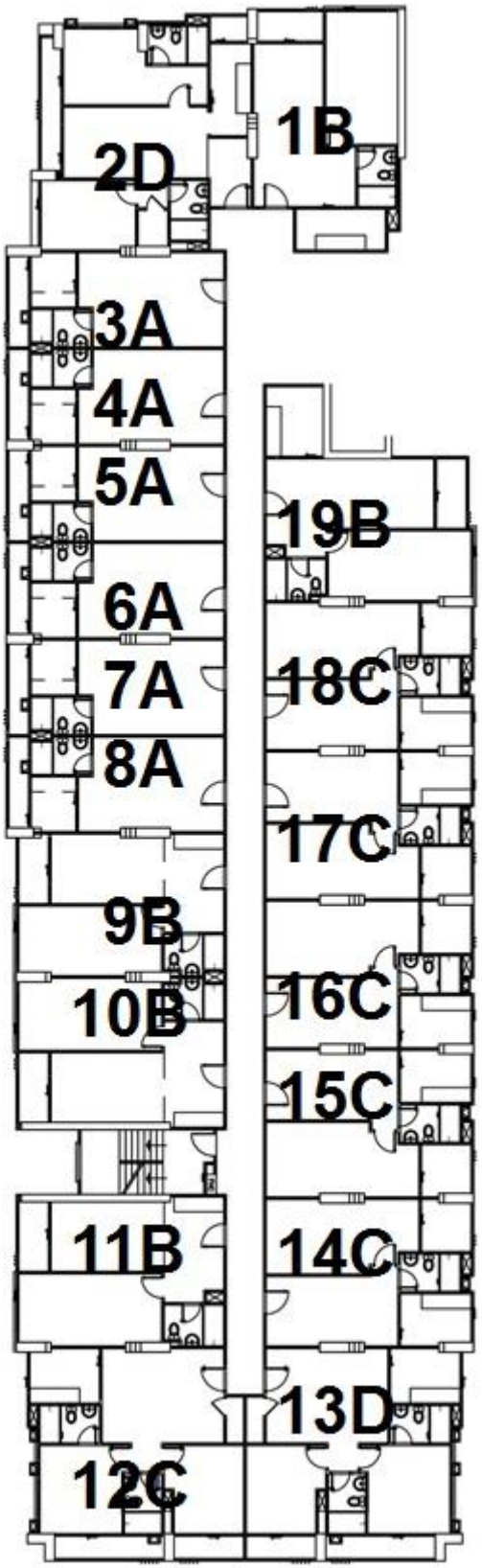
- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา: เพื่อย่นระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณพื้นที่ที่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลให้เป็นสัดส่วนที่สอดคล้องกับปริมาณพื้นที่การก่อสร้างทั้งหมด โดยปริมาณพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมดประกอบไปด้วย ห้องประเภท A 6 ห้อง ห้องประเภท B 5 ห้อง ห้องประเภท C 5 ห้อง และ ห้องประเภท D 3 ห้อง รวมแล้วเท่ากับ 948 ตรม. ซึ่งสัดส่วนของห้อง A B C D และ E คือ 6:5:5:3 ดังนั้นเพื่อลดปริมาณการบันทึกข้อมูลแต่ยังคงไว้ซึ่งสัดส่วนดั้งเดิมผู้วิจัยจึงบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาโดยอ้างอิงจากสัดส่วนของห้อง A B C และ D ที่กำหนดใหม่ซึ่งเท่ากับ 2:2:2:1 รวมแล้วเท่ากับ 353 ตรม. อย่างไรก็ตามความสูงในการก่อ และชนิดของแผงผนัง (แผงเล็ก แผง

ใหญ่ แผงที่มีช่องเปิด แผงทับหลัง) อาจส่งผลถึงปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของคนงาน ดังนั้นเพื่อให้การบันทึกข้อมูลสมบูรณ์ที่สุดผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังแต่ละชนิดที่ต้องมีการติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูลด้วยเช่นกัน ตารางที่ 4.22 แสดงปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังแต่ละชนิดที่ต้องติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูล

- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านวัสดุ: สำหรับวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาผู้วิจัยได้บันทึกวัสดุที่ใช้ก่อสร้างห้องหมายเลข 1-19 และบริเวณส่วนกลางอื่นๆ รวมเป็นพื้นที่ก่อผนังเท่ากับ 772 ตรม.

ตารางที่ 4.22 ปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ประเภทห้องพัก	จำนวนห้อง	ปริมาณของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลแยกตามขนาดและความสูง						
		แผงใหญ่ (กว้าง>2 ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงใหญ่ (กว้าง>2 ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงเล็ก (กว้าง <2ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงเล็ก (กว้าง <2ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงที่มีช่องเปิด (กว้าง <2ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงที่มีช่องเปิด (กว้าง <2ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงทับหลัง
A	2	13.1	10.9	8.5	7.1	12.2	10.2	4.9
B	2	31.2	26.0	13.0	10.9	8.7	7.3	5.6
C	2	50.8	42.4	4.4	3.6	7.0	5.8	7.4
D	1	20.8	17.4	5.8	4.9	5.4	4.6	3.5
รวม	7	115.9	96.7	31.7	26.5	33.3	27.9	21.4



รูปที่ 4.27 แผนผังอาคาร (โซนที่ 1) ในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

4.2.3.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ลักษณะของแรงงานในกรณีศึกษานี้จะแบ่งออกเป็น 4 ชุดดังนี้

- ชุดก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลัง: คนงานชุดนี้มีหน้าทีในการก่อสร้างเสาเอ็นทั้งชนิดหล่อในที่และชนิดสำเร็จรูป รวมถึงทับหลังทั้งหมด คนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 350 บาท/วัน คนงานชุดนี้เริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.
- ชุดก่ออิฐ: คนงานชุดนี้มีหน้าหลักเพียงอย่างเดียวคือการก่ออิฐ โดยไม่ยุ่งเกี่ยวกับกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างผนัง เช่น การสร้างเสาเอ็นทับหลัง โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมย่อยของคนงานชุดนี้ได้แก่ การก่ออิฐ การผสมปูน และ การเครื่องย้ายอิฐ เป็นคนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 350 บาท/วัน คนงานชุดนี้เริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.
- ชุดจับเซี้ยม: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ในการจับเซี้ยมและจุบปุ่มตามส่วนต่างๆ ของผนังโดยมีกิจกรรมหลักๆ เช่น การกำหนดแนวจับเซี้ยม การผสมปูน และ การจับเซี้ยม คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงตามปริมาณงานที่แล้วเสร็จในอัตรา 20 บาท/เมตร
- ชุดฉาบผนัง: มีหน้าที่รับผิดชอบกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการฉาบผนัง เช่น การติดตาข่ายเหล็ก และ การฉาบปูน เป็นต้น คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 350 บาท/วัน โดยคนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.

การบันทึกข้อมูลผนังอิฐมวลเบาในกรณีศึกษานี้สามารถแบ่งออกเป็นสองช่วงหลักๆ คือ 1) ช่วงก่อผนัง และ 2) ช่วงฉาบผนัง ซึ่งใช้เวลารวมกันทั้งหมด 8 วัน โดยแบ่งเป็นช่วงก่อผนัง 4 วัน และ ช่วงฉาบผนังอีก 4 วัน สำหรับช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมแต่ละประเภทในกรณีศึกษานี้แสดงอยู่ในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่								ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	ตั้งเสาเอ็น/ทับหลังสำเร็จรูป									4	194 ต้น
2	ก่ออิฐ									4	374 ตรม.
3	สร้างเสาเอ็นทับหลัง									2	25 ม.
4	ติดตาข่าย									4	783 ตรม.
5	จับเซี้ยม									3	956 ม.
6	จับปุ่ม									1	595 ตรม.
7	ฉาบ									3	675 ตรม.

4.2.3.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ตารางที่ 4.24 4.25 4.26 4.27 4.28 และ 4.29 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานแต่ละชุดทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดคนงานนั้นๆ ซึ่งหากพิจารณาเฉพาะชุดงานที่ทำน้าที่ก่ออิฐและฉาบผนังอัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดงานทั้ง 2 จะเท่ากับ 1.61 (ตรม./man-hour) และ 1.57 (ตรม./man-hour) ตามลำดับ แต่หากพิจารณาเวลาการทำงานของชุดงานย่อยอื่นๆ ได้แก่ ชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลัง ชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป ชุดจับเซี้ยม และชุดติดตาข่าย รวมเข้าไปด้วย อัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดงานทั้ง 2 ที่ได้กล่าวมาจะลดลงเหลือเพียง 1.21 (ตรม./man-hour) และ 1.08 (ตรม./man-hour) ตามลำดับ อัตราผลผลิตของคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษานี้ต่ำกว่าในกรณีศึกษาหลักซึ่งอยู่ที่ 1.31 (ตรม./man-hour) แต่อัตราผลผลิตของชุดฉาบผนังในกรณีศึกษานี้กลับสูงกว่าในกรณีศึกษาหลักซึ่งอยู่ที่ 0.90 (ตรม./man-hour)

ตารางที่ 4.24 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ					ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ก่อแผงใหญ่	ก่อแผงย่อย	ก่อทับหลัง	ทำความสะอาด	กำหนดแนวก่อ			
1						125.2	72	1.74
2						113.3	71	1.60
3						54.2	27	1.64
4						81.5	63	1.46

ตารางที่ 4.25 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ม./man-hour)
	วางเหล็กเสริม	ประกอบไม้แบบ	เทคอนกรีต	แกะไม้แบบออก			
1					25 ม.	10	2.27
2						1	

ตารางที่ 4.26 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ต้น)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ต้น/man-hour)
	ติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป	เชื่อมเหล็กนวดกุ้ง			
1			194	16	2.98
2				20	
3				17	
4				12	

ตารางที่ 4.27 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ฉาบผนัง	ทำความสะอาด			
1			226.8	148	1.53
2			356.3	201	1.77
3			91.6	80	1.15

ตารางที่ 4.28 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ			ปริมาณงาน(ม./ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ม.-ตรม./man-hour)
	กำหนดแนว	จับเซี้ยม	จับปุ่ม			
1				279.6	24	11.65
1				595	56	10.63
2				544.5	48	11.34
3				131.4	16	8.21

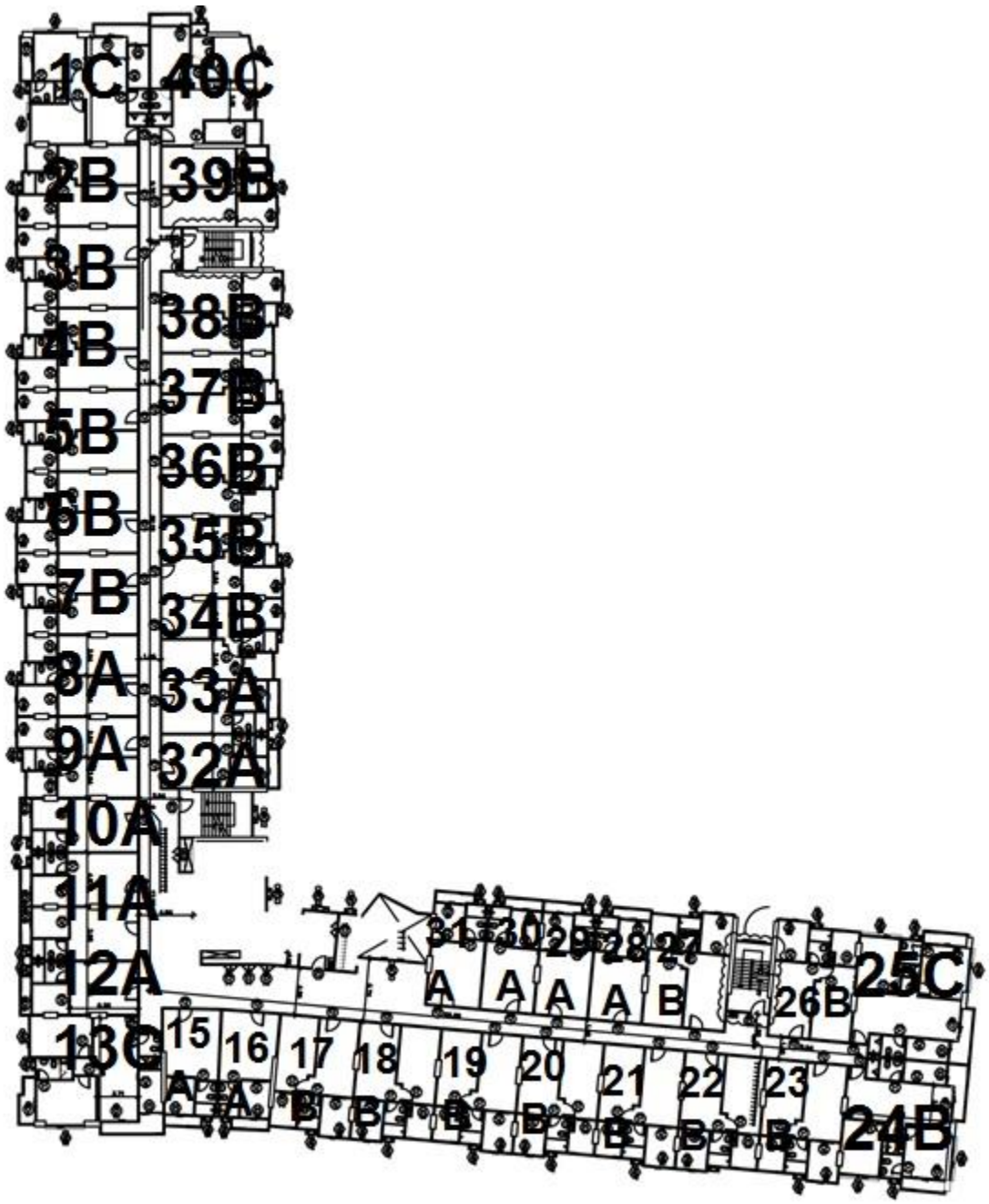
ตารางที่ 4.29 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ	ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
	ติดตาข่าย			
1		188	14.0	13.43
2		98	6.0	16.33
3		291	16.0	18.19
4		206	14.0	14.71

4.2.4 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาเป็นอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 32 ชั้น โดยผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลงานก่ออิฐจากชั้นที่ 14 ซึ่งประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 40 ห้อง แบ่งเป็นห้องที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 42 ตรม. อยู่จำนวน 12 ห้อง (ห้องประเภท A) ห้องที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 67 ตรม. อยู่จำนวน 23 ห้อง (ห้องประเภท B) ห้องที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 70 ตรม. อยู่จำนวน 5 ห้อง (ห้องประเภท C) และ ในส่วนของงานฉาบผนัง และจับเซี้ยม ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลจากชั้นที่ 11 และ 12 ตามลำดับ โดยห้องประเภท A มีพื้นที่ฉาบประมาณ 50 ตรม. ห้องประเภท B มีพื้นที่ฉาบประมาณ 96 ตรม. และ ห้องประเภท C มีพื้นที่ฉาบ ประมาณ 88 ตรม. รูปที่ 4.28 แสดงถึงแผนผัง หมายเลขห้อง และประเภทของห้องพักทั้งหมดในอาคาร สำหรับการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ที่ใช้ศึกษากระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา: เพื่อย่นระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณพื้นที่ที่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลให้เป็นสัดส่วนที่สอดคล้องกับปริมาณพื้นที่การก่อสร้างทั้งหมด โดยปริมาณพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมดประกอบไปด้วย ห้องประเภท A 12 ห้อง ห้องประเภท B 23 ห้อง และ ห้องประเภท C 5 ห้อง รวมแล้วเท่ากับ 2395 ตรม. ซึ่งสัดส่วนของห้อง A B C D และ E คือ 12:23:5 ดังนั้นเพื่อลดปริมาณการบันทึกข้อมูลแต่ยังคงไว้ซึ่งสัดส่วนดั้งเดิมผู้วิจัยจึงบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาโดยอ้างอิงจากสัดส่วนของห้อง A B และ C ที่กำหนดใหม่ซึ่งเท่ากับ 3:5:1 รวมแล้วเท่ากับ 533 ตรม. อย่างไรก็ตามความสูงในการก่อ และชนิดของแผงผนัง (แผงเล็ก แผงใหญ่ แผงที่มีช่องเปิด แผงทับหลัง) อาจส่งผลถึงปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของคนงานดังนั้นเพื่อให้การบันทึกข้อมูลสมบูรณ์ที่สุดผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังแต่ละชนิดที่ต้องมีการติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูลด้วยเช่นกัน ตางรางที่ 4.30 แสดงปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังแต่ละชนิดที่ต้องติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูล
- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านวัสดุ สำหรับวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาผู้วิจัยได้บันทึกวัสดุที่ใช้ก่อสร้างห้องหมายเลข 1-40 และบริเวณส่วนกลางอื่นๆ รวมเป็นพื้นที่ก่อผนังเท่ากับ 2814 ตรม.



รูปที่ 4.28 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ตารางที่ 4.30 ปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา)

ประเภทห้องพัก	จำนวนห้อง	ปริมาณของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลแยกตามขนาดและความสูง						
		แผงใหญ่ (กว้าง>2 ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงใหญ่ (กว้าง>2 ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงเล็ก (กว้าง <2ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงเล็ก (กว้าง <2ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงที่มีช่องเปิด (กว้าง <2ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงที่มีช่องเปิด (กว้าง <2ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงทับหลัง
A	3	33.4	27.8	13.8	11.5	16.1	13.4	9.9
B	5	86.4	72.0	47.0	39.2	37.4	31.2	23.1
C	1	15.4	12.8	9.8	8.2	9.8	8.2	6.1
รวม	9	135.2	112.6	70.7	58.9	63.4	52.8	39.2

4.2.4.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ลักษณะของแรงงานในกรณีศึกษานี้จะแบ่งออกเป็น 4 ชุดหลักๆ ดังนี้

- ชุดก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลัง: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ในการก่อสร้างเสาเอ็นทั้งชนิดหล่อในที่และชนิดสำเร็จรูป รวมถึงทับหลังทั้งหมด คนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 350 บาท/วัน คนงานชุดนี้เริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.
- ชุดก่ออิฐ: คนงานชุดนี้มีหน้าหลักเพียงอย่างเดียวคือการก่ออิฐ โดยไม่ยุ่งเกี่ยวกับกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างผนัง เช่น การสร้างเสาเอ็นทับหลัง โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมย่อยของคนงานชุดนี้ได้แก่ การก่ออิฐ การผสมปูน และ การเครื่องย้ายอิฐ เป็นคนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงแบบเหมาจ่ายในอัตรา 350 บาท/ตรม. คนงานชุดนี้เริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.

- ชุดจับเซี้ยม: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ในการจับเซี้ยมและจุบปุ่มตามส่วนต่างๆ ของผนังโดยมีกิจกรรมหลักๆ เช่น การกำหนดแนวจับเซี้ยม การผสมปูน และ การจับเซี้ยม คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงตามปริมาณงานที่แล้วเสร็จในอัตรา 20 บาท/เมตร
- ชุดฉาบผนัง: มีหน้าที่รับผิดชอบกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการฉาบผนัง เช่น การติดตาข่ายเหล็ก และ การฉาบปูน เป็นต้น คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 350 บาท/วัน โดยคนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.

การบันทึกข้อมูลผนังอิฐมวลเบาในกรณีศึกษานี้สามารถแบ่งออกเป็นสองช่วงหลักๆ คือ 1) ช่วงก่อผนัง และ 2) ช่วงฉาบผนัง ซึ่งใช้เวลารวมกันทั้งหมด 8 วัน โดยแบ่งเป็นช่วงก่อผนัง 4 วัน และ ช่วงฉาบผนังอีก 4 วัน สำหรับช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมแต่ละประเภทในกรณีศึกษานี้แสดงอยู่ในตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่								ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	ตั้งเสาเอ็น/ทับหลังสำเร็จรูป	■	■		■					4	151 ต้น
2	ก่ออิฐ	■	■	■	■					4	647 ตรม.
3	สร้างเสาเอ็นทับหลัง	■	■	■	■					4	185 ม.
4	ติดตาข่าย							■	■	2	768 ตรม.
5	จับเซี้ยม					■	■	■	■	4	844 ม.
6	จับปุ่ม					■	■	■		3	822 ตรม.
7	ฉาบ					■	■			2	914 ตรม.

4.2.4.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษากรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ตารางที่ 4.32 4.33 4.34 4.35 4.36 และ 4.37 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานแต่ละชุดทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดคนงานนั้นๆ ซึ่งหากพิจารณาเฉพาะชุดงานที่ทำน้าที่ก่ออิฐและฉาบผนัง อัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดงานทั้ง 2 จะเท่ากับ 2.05 (ตรม./man-hour) และ 1.81 (ตรม./man-hour) ตามลำดับ แต่หากพิจารณาเวลาการทำงานของชุดงานย่อยอื่นๆ ได้แก่ ชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลัง ชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป ชุดจับเซี้ยม และชุดติดตาข่าย รวมเข้าไปด้วย อัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดงานทั้ง 2 ที่ได้กล่าวมาจะลดลงเหลือเพียง 1.45 (ตรม./man-hour) และ 1.32 (ตรม./man-hour) ตามลำดับ จากตัวเลขดังกล่าวจะเห็นได้ว่าแรงงานในกรณีศึกษานี้มีอัตราผลผลิตที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองกรณีศึกษาก่อนหน้า โดยอัตราผลผลิตเฉลี่ยของทุกชุดงานในกระบวนการก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักและกรณีศึกษาเสริมที่ 1 อยู่ที่เพียง 1.31 (ตรม./man-hour) และ 1.21 (ตรม./man-hour) ตามลำดับ ในขณะที่อัตราผลผลิตเฉลี่ยของทุกชุดงานในกระบวนการฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองอยู่ที่เพียง 0.90 (ตรม./man-hour) และ 1.08 (ตรม./man-hour) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.32 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ					ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ก่อแผงใหญ่	ก่อแผงย่อย	ก่อทับหลัง	ทำความสะอาด	กำหนดแนวก่อ			
1	■	■	■	■	■	274.5	129.2	2.1
2	■	■	■		■	178.3	82	2.2
3			■			71.9	46	1.6
4	■	■	■	■	■	122.5	59	2.1

ตารางที่ 4.33 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ม./man-hour)
	วางเหล็กเสริม	ประกอบไม้แบบ	เทคอนกรีต	แกะไม้แบบออก			
1					185 ม.	30	2.80
2						10	
3						16	
4						10	

ตารางที่ 4.34 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ต้น)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ต้น/man-hour)
	ติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป	เชื่อมเหล็กนวดกุ้ง			
1			151	37	2.3
2				16	
3				12	

ตารางที่ 4.35 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ฉาบผนัง	ทำความสะอาด			
1			480	247.5	1.94
2			434	258.7	1.68

ตารางที่ 4.36 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ			ปริมาณงาน (ตรม./ม.)		ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)		อัตราผลผลิต (ตรม.-ม./man-hour)	
	กำหนดแนว	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม
1				143	384	21	13	6.8	30
2				200	246	20	4	10	62
3				257	192	52	4	5	48
4				246	-	38.3	-	6.4	-

ตารางที่ 4.37 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ	ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
	ติดตาข่าย			
1		342	16	21.4
2		426	20	21.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

4.3.1 ขั้นตอนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ขั้นตอนหลายๆ ส่วนของกระบวนก่อสร้างผนังอิฐมอญนั้นคล้ายคลึงกันกับการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา โดยเริ่มต้นก่อสร้างด้วยการติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป ดังแสดงในรูปที่ 4.29 โดยเสาเอ็นสำเร็จรูปที่ใช้ในกรณีศึกษาทั้งสามกรณีเป็นเสาเอ็นสำเร็จรูปประเภทคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 4.30 หลังจากการตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปแล้วเสร็จ คนงานบางส่วนจะการหาดึงเอ็นกำหนดแนวก่อ รวมถึงขึงเอ็นเพื่อระบุแนวก่อดังแสดงในรูปที่ 4.31 นอกจากนั้นยังมีคนงานอีกส่วนทำหน้าที่เจาะเสาเอ็นสำเร็จรูป และเสียบเหล็กนวดกุ้งลงไปในช่องที่เจาะดังแสดงในรูปที่ 4.32 กระบวนการก่ออิฐจะเริ่มหลังจากที่การกำหนดแนวก่อ และการเสียบเหล็กหนวดกุ้งดำเนินไปสักระยะหนึ่ง

รูปที่ 4.29 การติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป (อิฐมอญ)

รูปที่ 4.30 เสาเอ็นสำเร็จรูปประเภทคอนกรีต (อิฐมอญ)

Chulalongkorn University

รูปที่ 4.31 การขึงเอ็นเพื่อกำหนดแนวก่อ (อิฐมอญ)

รูปที่ 4.32 การเสียบเหล็กหนวดกุ้ง (อิฐมอญ)

โดยกระบวนการก่ออิฐจะเริ่มต้นด้วยการเคลื่อนย้ายอิฐจากจุดที่ใช้เก็บวัสดุมายังจุดที่จะทำการก่อดังแสดงในรูปที่ 4.33 หลังจากนั้นคนงานจะเริ่มการผสมปูนก่อโดยใช้เครื่องช่วยผสม และเคลื่อนย้ายปูนก่อมายังจุดที่จะทำการก่อดังแสดงในรูปที่ 4.34 เมื่อวัสดุต่างๆ ครบแล้วคนงานจะเริ่มการก่ออิฐดังแสดงในรูปที่ 4.35 ซึ่งในระหว่างการก่อหากอิฐหรือว่าปูนก่อหมดคนงานก็จำเป็นที่จะต้องเคลื่อนย้ายวัสดุดังกล่าวตามขั้นตอนข้างต้นซ้ำจนกว่าเวลาทำงานในวันนั้นๆ จะสิ้นสุดลง ในส่วนของการก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลังชนิดหล่อในที่นั้นจะทำควบคู่ไปกับการก่ออิฐ ดังแสดงในรูปที่ 4.36

รูปที่ 4.33 การขนย้ายอิฐ (อิฐมอญ)

รูปที่ 4.34 การผสมปูน (อิฐมอญ)

รูปที่ 4.35 การก่ออิฐ (อิฐมอญ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.36 การก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลัง (อิฐมอญ)

กระบวนการฉาบผนังจะเริ่มหลังจากกระบวนการก่ออิฐแล้วเสร็จ โดยกระบวนการฉาบผนังจะเริ่มจากกิจกรรมการจับเซี้ยมตามเหลี่ยมมุมต่างๆ ของผนังดังแสดงในรูปที่ 4.37 การจับเซี้ยมจะดำเนินควบคู่ไปกับการติดตาข่าย โดยการติดตาข่ายจะติดในส่วนที่เป็นรอยต่อระหว่างคอนกรีตและผนังอิฐมอญเพื่อป้องกันการแตกร้าวของผนังใน กิจกรรมการติดตาข่ายแสดงอยู่ในรูปที่ 4.38

รูปที่ 4.37 การจับเซี้ยม (อิฐมอญ)

รูปที่ 4.38 การติดตาข่าย (อิฐมอญ)

เช่นเดียวกันกับกระบวนการก่ออิฐที่ต้องรอให้การกำหนดแนวก่อ และการเสียบเหล็กเสริมดำเนินไปสักระยะหนึ่งก่อนที่จะ กระบวนการฉาบผนังก็จำเป็นที่จะต้องรอให้การจับเซี้ยม และการติดตาข่ายดำเนินไประยะหนึ่งก่อนคนงานชุดฉาบจึงจะสามารถเริ่มงานฉาบได้ โดยการฉาบจะเริ่มจากการพ่นปูนดังแสดงในรูปที่ 4.39 โดยใช้เครื่องผสมและพ่นปูนดังรูปที่ 4.40 หลังจากพ่นปูนโดยทั่วทั้งผนังแล้วคนงานจะเริ่มฉาบปูนให้เรียบดังรูปที่ 4.41 ซึ่งความหนาโดยทั่วไปของการฉาบผนังอิฐมอญจะอยู่ที่ 2-2.5 เซนติเมตร

รูปที่ 4.39 การพ่นปูน (อิฐมอญ)

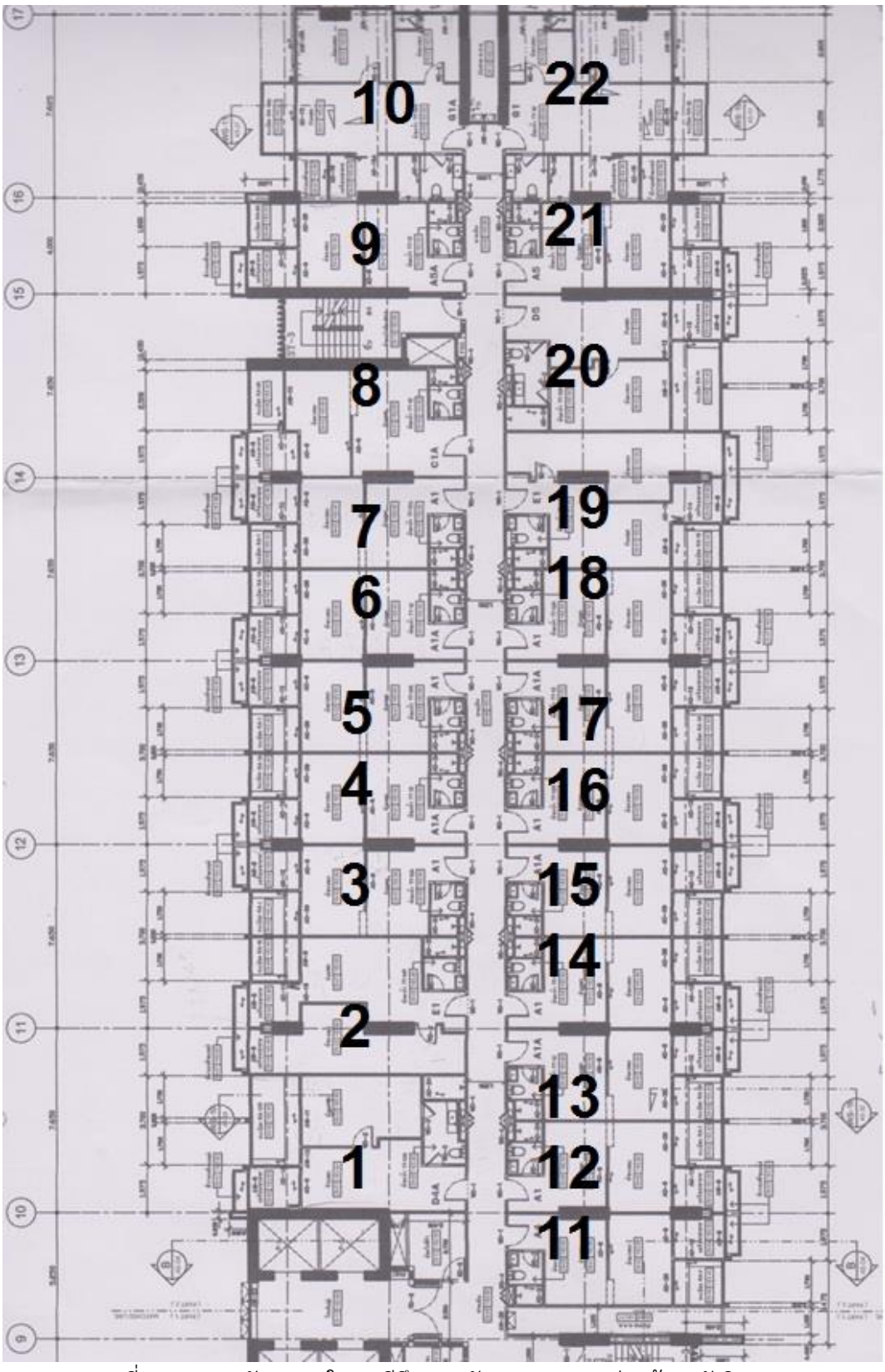
รูปที่ 4.40 เครื่องผสม และพ่นปูน (อิฐมอญ)

รูปที่ 4.41 การฉาบปูน (อิฐมอญ)

4.3.2 รายละเอียดกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

กรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญเป็นอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 30 ชั้น โดยชั้นที่ผู้วิจัยได้เข้าไปบันทึกข้อมูลคือชั้นที่ 29 ในชั้นนี้จะประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 22 ห้อง แบ่งเป็นห้องขนาดเล็กที่มีพื้นที่ก่อระหว่าง 24-35 ตรม. อยู่จำนวน 16 ห้อง (หมายเลข 3-9, 11-18 และ 21) ห้องขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ก่อระหว่าง 38-80 ตรม อยู่จำนวน 6 ห้อง (หมายเลข 1-2, 10, 19-20, และ 22) ในส่วนของงานฉาบนั้นห้องที่มีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ฉาบอยู่ระหว่าง 55-61 ตรม. ในขณะที่ห้องที่มีขนาดใหญ่จะมีพื้นที่ฉาบอยู่ระหว่าง 90-130 ตรม. รูปที่ 4.42 แสดงถึงแผนผัง และหมายเลขห้องของห้องพักทั้งหมดในชั้น 29 ในการบันทึกข้อมูลกระบวนการก่ออิฐผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลตั้งแต่ห้องหมายเลข 1 ถึง ห้องหมายเลข 22 รวมทั้งสิ้น 22 ห้อง คิดเป็นพื้นที่ก่อที่ประมาณ 772 ตรม. ในส่วนของการบันทึกข้อมูลกระบวนการฉาบผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลตั้งแต่ห้องหมายเลข 1 ถึง ห้องหมายเลข 10 รวมทั้งสิ้น 10 ห้อง คิดเป็นพื้นที่ฉาบประมาณ 770 ตรม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ **4.42** แผนผังอาคารในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

4.3.2.1 ลักษณะของชุดแรงงานและตารางการทำงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ลักษณะของแรงงานในกรณีศึกษานี้จะแบ่งออกเป็น 5 ชุดหลักๆ ดังนี้

- ชุดติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปโดยมีกิจกรรมหลักได้แก่ การยกติดตั้งเสาเอ็น และ การเชื่อมเหล็กยึดเสากับพื้น คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงในการติดตั้งสาเอ็นตามปริมาณงานที่แล้วเสร็จในอัตรา 20 บาท/ต้น โดยเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น.
- ชุดก่ออิฐหลัก: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ก่อผนังเป็นหลัก โดยไม่ยุ่งเกี่ยวกับกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างผนัง เช่น การสร้างเสาเอ็นทับหลัง และ การเสียบเหล็กหนวดกุ้ง โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมย่อยของคนงานชุดนี้ได้แก่ การก่ออิฐ การผสมปูน และ การเครื่องย้ายอิฐ เป็นต้น คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงในการก่อตามปริมาณงานที่แล้วเสร็จในอัตรา 60 บาท/ตรม. เนื่องจากลักษณะการจ้างงานที่เป็นแบบเหมาจ่ายส่งผลให้คนงานชุดนี้มีเวลาในการเริ่มและเลิกงานที่ไม่แน่นอน แต่โดยปกติแล้วจะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 18.00 น.
- ชุดก่ออิฐรายวัน: หน้าที่หลักของคนงานก่อผนังชุดนี้คือการก่ออิฐในส่วนย่อยที่มีขนาดแผงการก่อที่เล็กกว่าแผงที่คนงานชุดก่ออิฐหลักทำซึ่งโดยส่วนมากจะเป็นส่วนการก่อที่เหลือจากที่คนงานชุดก่ออิฐหลักทำเหลือทิ้งไว้ คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันที่ 300 บาท/วัน โดยเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 38 บาท/ชม.
- ชุดก่องานสนับสนุนอื่นๆ: คนงานในชุดนี้รับหน้าที่ทำกิจกรรมสนับสนุนอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการก่ออิฐอันได้แก่ การกำหนดแนวก่อสร้าง การเสียบเหล็กเสริมระหว่างเสาเอ็นและผนัง และการก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันที่ 300 บาท/วัน โดยเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลา (Over Time) จะได้รับค่าแรงในอัตรา 38 บาท/ชม.
- ชุดฉาบผนัง: มีหน้าที่รับผิดชอบกิจกรรมที่เกี่ยวกับการฉาบผนัง เช่น การจับเซี้ยม การติดตาข่ายเหล็ก และ การฉาบปูน เป็นต้น เช่นเดียวกันกับคนงานชุดก่อผนังประเภทที่ได้รับค่าแรงรายวัน คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันที่ 350 บาท/วัน โดยเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การก่อสร้างผนังอิฐมอญในโครงการก่อสร้างนี้สามารถแบ่งช่วงของการก่อสร้างในแต่ละชั้นออกเป็นสามช่วงหลักๆ คือ 1) ช่วงติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป 2) ช่วงก่อสร้างผนัง และสร้างเสาเอ็นแบบหล่อในที่ และ 3) ช่วงจับเซี้ยม และฉาบผนัง โดยช่วงเวลาทั้งหมดจะใช้เวลา ประมาณ 34 วัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการบันทึกข้อมูลผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลเป็นเวลาเพียง 21 วัน โดยแบ่งเป็นช่วงการติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป 1 วัน ช่วงก่อสร้างผนังและสร้างเสาเอ็นแบบหล่อในที่ 16 วัน และ ช่วงจับเซี้ยมและฉาบผนัง 7 วัน โดยตารางเวลาในการทำงานทั้งหมดของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญแสดงอยู่ในตารางที่ 4.38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4. 38 ตารางการเวลาของงานก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	ตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป																	
2	ก่ออิฐ																	
3	สร้างเสาเอ็นชนิดหล่อในที่																	

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่								ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		18	19	20	21	22	23	24	25		
1	ตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป									11	350 ต้น
2	ก่ออิฐ									18	772 ตรม.
3	สร้างเสาเอ็น ทับหลัง									12	405 ม.
4	ติดตาข่าย									4	770 ตรม.
5	จับเซี้ยม/จับปุ่ม									6	599 ม./770 ตรม.
6	ฉาบ									5	770 ตรม.

*หมายเหตุ ช่องสีดำในตารางแสดงถึงวันที่มีการบันทึกข้อมูลเฉพาะความสูญเสียด้านวัสดุ แต่ไม่มีการบันทึกความสูญเสียด้านเวลา

4.3.2.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ตารางที่ 4.39 4.40 4.41 4.42 และ 4.43 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดคนงานนั้นๆ โดยชุดก่ออิฐหลักที่ได้รับค่าแรงแบบเหมาจ่ายมีอัตราผลผลิตตลอดการทำงานอยู่ที่ 1.06 ตรม./man-hour ในขณะที่ชุดก่ออิฐที่ได้รับค่าแรงรายวันมีอัตราผลผลิตตลอดการทำงานอยู่ที่ 0.46 ตรม./man-hour และหากนำปริมาณงานและชั่วโมงแรงงานของชุดงานทั้งสองมาคำนวณรวมกันจะพบว่าอัตราผลผลิตเฉลี่ยตลอดการทำงานของชุดก่ออิฐมอญในกรณีศึกษานี้มีค่าอยู่เพียง 0.65 ตรม./man-hour เท่านั้น ซึ่งต่ำกว่าในกระบวนการก่อสร้างผนังอื่นๆ ที่นำเสนอไปในกรณีศึกษาก่อนหน้านี้ค่อนข้างมาก ยิ่งไปกว่านั้นหากพิจารณาเวลาการทำงานของชุดงานย่อยอื่นๆ ได้แก่ ชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลัง ชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป รวมเข้าไปด้วยอัตราผลผลิตของชุดงานก่ออิฐจะลดเหลือเพียง 0.59 ตรม./man-hour ในส่วนของชุดฉาบผนังนั้นจะมีอัตราผลผลิตที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาก่อนหน้าโดยอัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดฉาบผนังอยู่ที่ 1.25 ตรม./man-hour และหากรวมชุดจับเซี้ยม และชุดติดตาข่าย รวมเข้าไปด้วย อัตราผลผลิตเฉลี่ยของชุดฉาบผนังจะลดลงเหลือ 1.00 ตรม./man-hour

ตารางที่ 4.39 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐหลักในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ					ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ก่อแผงใหญ่	ก่อแผงย่อย	ก่อทับหลัง	ทำความสะอาด	กำหนดแนวก่อ			
1						104.5	81	1.3
2						60.5	57	1.1
3						62.0	47	1.3
4						50.9	44	1.2
5						44.2	40	1.1
6						39.0	40	1.0
7						15.4	16	1.0

ตารางที่ 4.40 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐรายวันในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ					ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ก่อแผงใหญ่	ก่อแผงย่อย	ก่อทับหลัง	ทำความสะอาด	กำหนดแนวก่อ			
1		■			■	32.9	74	0.44
2		■				52.3	100	0.52
3		■				61.1	76	0.80
4		■				1.2	4	0.30
5		■			■	12.8	18	0.71
6				■		-	-	-
7		■			■	22.9	47	0.49
8		■			■	17.5	50	0.35
9		■	■		■	26.7	56	0.48
10		■		■		34.5	70	0.49
11		■	■			60.3	130	0.46
12		■	■			28.0	80	0.35
13		■	■			27.5	84	0.33
14			■	■		9.3	40	0.23
15			■			4.9	24	0.20
16			■			4.0	16	0.25

ตารางที่ 4.41 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน(ต้น)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ต้น/man-hour)
	ติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป	เชื่อมเหล็กนวดกุ้ง			
1			420	4	3.89
2				16	
3				16	
4				12	
5				2	
6				6	
7				4	
8				16	
9				8	
10				12	
11				12	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.42 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ			ปริมาณงาน (ตรม./ม.)		ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)		อัตราผลผลิต (ตรม.-ม./man-hour)	
	กำหนดแนว	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม
1				226	336	32	8	7.1	42
2				214	-	32	-	6.7	-
3				-	220	-	4	-	55
4				91	214	13	3	7	54
5				68	-	12	-	5.7	-

ตารางที่ 4.43 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ม./man-hour)
	วางเหล็กเสริม	ประกอบไม้แบบ	เทคอนกรีต	แกะไม้แบบออก			
1					405	16	2.45
2						29	
3						28.6	
4						8	
5						5.5	
6						16	
7						16	
8						16	
9						30	
10						16	

ตารางที่ 4.44 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่หลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./ man-hour)
	ฉาบปูน	ทำความสะอาด			
1			154	117	1.34
2			186	142	1.31
3			184	147	1.25
4			245	210	1.17

ตารางที่ 4.45 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ	ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./ man-hour)
	ติดตาข่าย			
1		495	36	13.8
2		240	16	15
3		20	2	10
4		15	2	7.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.3 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างอิฐมอญเป็นอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 8 ชั้น โดยชั้นที่ผู้วิจัยได้เข้าไปบันทึกข้อมูลคือชั้นที่ 2 ในชั้นนี้จะประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 30 ห้อง แบ่งเป็นห้องประเภท A ที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 39 ตรม. อยู่จำนวน 16 ห้อง (หมายเลข 1-16) และ ห้องประเภท B ที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 50 ตรม อยู่จำนวน 14 ห้อง (หมายเลข 17-30) ในส่วนของงานฉาบนั้นห้องประเภท A มีพื้นที่ฉาบผนังอยู่ประมาณ 58 ตรม. ในขณะที่ห้องที่ห้องประเภท B มีพื้นที่ฉาบผนังอยู่ประมาณ 66 ตรม. รูปที่ 4.43 แสดงถึงแผนผัง และหมายเลขห้องของห้องพักทั้งหมดในชั้น 2 สำหรับการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ที่ใช้ศึกษากระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

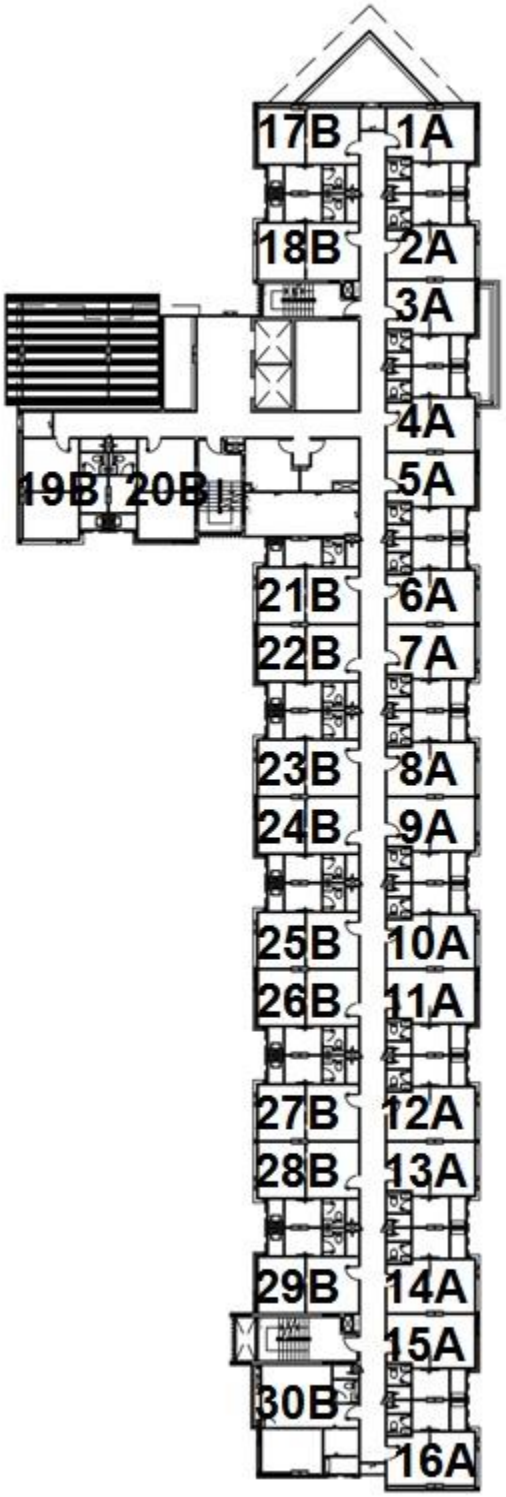
- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา: เพื่อย่นระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณพื้นที่ที่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลให้เป็นสัดส่วนที่สอดคล้องกับ

ปริมาณพื้นที่การก่อสร้างทั้งหมด โดยปริมาณพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมดประกอบไปด้วย ห้องประเภท A 14 ห้อง และ ห้องประเภท B 16 ห้อง ซึ่งสัดส่วนคร่าวๆ ของห้องประเภท A และประเภท B คือ 1:1.2 ดังนั้นเพื่อลดปริมาณการบันทึกข้อมูลแต่ยังคงไว้ซึ่งสัดส่วนดั้งเดิมผู้วิจัยจึงบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาโดยอ้างอิงจากสัดส่วนของห้อง A และ B ที่กำหนดใหม่ซึ่งเท่ากับ 2:2 รวมแล้วเท่ากับ 179 ตรม. อย่างไรก็ตามความสูงในการก่อ และชนิดของแผงผนัง (แผงเล็ก แผงใหญ่ แผงที่มีช่องเปิด แผงทับหลัง) อาจส่งผลถึงปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของคนงานดังนั้นเพื่อให้การบันทึกข้อมูลสมบูรณ์ที่สุดผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังแต่ละชนิดที่ต้องมีการติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูลด้วยเช่นกัน ตารางที่ 4.46

- แสดงปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังแต่ละชนิดที่ต้องติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูล
- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านวัสดุ สำหรับวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ ผู้วิจัยได้บันทึกวัสดุที่ใช้ก่อสร้างห้องหมายเลข 1-30 และบริเวณส่วนกลางอื่นๆ รวมเป็นพื้นที่ 1054 ตรม.

ตารางที่ 4.46 ปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ)

ประเภทห้องพัก	จำนวนห้อง	ปริมาณของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลแยกตามขนาดและความสูง						
		แผงใหญ่ (กว้าง>1.5 ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงใหญ่ (กว้าง>1.5 ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงเล็ก (กว้าง <1.5ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงเล็ก (กว้าง <1.5ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงที่มีช่องเปิด (กว้าง <1.5ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงที่มีช่องเปิด (กว้าง <1.5ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงทับหลัง
A	2	13.4	9.8	20.6	15.1	8.7	6.4	5.0
B	2	15.2	11.1	25.3	18.5	14.5	10.6	5.0
รวม	4	28.5	20.9	45.8	33.6	23.2	17.0	10.0



รูปที่ 4.43 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

4.3.3.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ลักษณะของแรงงานในกรณีศึกษานี้จะแบ่งออกเป็น 5 ชุดหลักๆ ดังนี้

- ชุดก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลัง: คนงานชุดนี้มีหน้าทีในการก่อสร้างเสาเอ็นทั้งชนิดหล่อในที่และชนิดสำเร็จรูป รวมถึงทับหลังทั้งหมด คนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 350 บาท/วัน คนงานชุดนี้เริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.
- ชุดก่ออิฐ: คนงานชุดนี้มีหน้าหลักเพียงอย่างเดียวคือการก่ออิฐ โดยไม่ยุ่งเกี่ยวกับกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างผนัง เช่น การสร้างเสาเอ็นทับหลัง โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมย่อยของคนงานชุดนี้ได้แก่ การก่ออิฐ การผสมปูน และ การเครื่องย้ายอิฐเป็นต้น คนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 350 บาท/วัน โดยคนงานชุดนี้เริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.
- ชุดจับเซี้ยม: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ในการจับเซี้ยมและจับปุ่มตามส่วนต่างๆ ของผนังโดยมีกิจกรรมหลักๆ เช่น การกำหนดแนวจับเซี้ยม การผสมปูน และ การจับเซี้ยม คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงตามปริมาณงานที่แล้วเสร็จในอัตรา 20 บาท/เมตร
- ชุดติดตาข่ายเหล็ก: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ติดตาข่ายเหล็กตามส่วนต่างๆ ของผนังคนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 300 บาท/วัน โดยคนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.
- ชุดฉาบผนัง: มีหน้าที่รับผิดชอบกิจกรรมต่างๆ คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา เหมาจ่าย 50 บาท/ตรม. และหากเสร็จ 1 ห้องจะได้รับค่าแรงเพิ่มอีก 100 บาท/ห้อง โดยคนงานชุดนี้จะมีเวลาทำงานที่ไม่แน่นอนแต่โดยปกติจะเริ่มงานช่วง 6.00 น. และเลิกงานช่วง 18.00 น.

การบันทึกข้อมูลผนังอิฐมวลเบาในกรณีศึกษานี้สามารถแบ่งออกเป็นสองช่วงหลักๆ คือ 1) ช่วงก่อผนัง และ 2) ช่วงฉาบผนัง ซึ่งใช้เวลารวมกันทั้งหมด 8 วัน โดยแบ่งเป็นช่วงก่อผนัง 4 วัน และ ช่วงฉาบผนังอีก 4 วัน สำหรับช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมแต่ละประเภทในกรณีศึกษานี้แสดงอยู่ในตารางที่4.47

ตารางที่ 4.47 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ลำดับ	กิจกรรม	วันที่								ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	ตั้งเสาเอ็น/ทับหลังสำเร็จรูป									2	67 ต้น
2	ก่ออิฐ									4	284 ตรม.
3	สร้างเสาเอ็นทับหลัง									2	27 ม.
4	ติดตาข่าย									1	248 ตรม.
5	จับเซี้ยม									2	247 ม.
6	จับปุ่ม									1	255 ตรม.
7	ฉาบ									2	303 ตรม.

4.3.3.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ตารางที่ 4.48 4.49 4.50 4.51 4.52 และ 4.53 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานแต่ละชุดทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดคนงานนั้นๆ ในกรณีศึกษานี้คนงานก่ออิฐได้รับค่าแรงรายวันเท่านั้นซึ่งต่างจากในกรณีศึกษาหลักที่คนงานจะแบ่งออกเป็นชุดที่ได้รับค่าแรงรายวันและค่าแรงแบบเหมาจ่าย โดยชุดงานก่ออิฐในกรณีศึกษานี้มีอัตราผลผลิตเฉลี่ยตลอดการทำงานอยู่ที่ 0.86 ตรม./man-hour และหากพิจารณาเวลาการทำงานของชุดงานย่อยอื่นๆ รวมเข้าไปอัตราผลผลิตจะอยู่ที่ 0.78 ตรม./man-hour ซึ่งสูงกว่าอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักซึ่งอยู่ที่ 0.65 ตรม./man-hour และ 0.59 ตรม./man-hour ตามลำดับ ในส่วนของชุดฉาบผนังในกรณีศึกษานี้ที่ได้รับค่าแรงแบบเหมาจ่ายอัตราผลผลิตเฉลี่ยตลอดการทำงานอยู่ที่ 2.6 ตรม./man-hour ซึ่งถือว่าสูงมากโดยสูงกว่าชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักซึ่งอยู่ที่เพียง 1.25 ตรม./man-hour และหากพิจารณาเวลาการทำงานของชุดงานย่อยอื่นๆ รวมเข้าไปอัตราผลผลิตจะอยู่ที่ 2.0 ตรม./man-hour ซึ่งสูงกว่าอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักซึ่งอยู่ที่เพียง 1.00 ตรม./man-hour

ตารางที่ 4.48 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมอญในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ					ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ก่อแผงใหญ่	ก่อแผงย่อย	ก่อทับหลัง	ทำความสะอาด	กำหนดแนวก่อ			
1	■	■	■			64.8	64	1.00
2	■	■	■	■		61.4	78.5	0.78
3	■	■	■	■		57.3	72	0.80
4	■	■	■	■	■	100.6	116	0.87

ตารางที่ 4.49 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ม./man-hour)
	วางเหล็กเสริม	ประกอบไม้แบบ	เทคอนกรีต	แกะไม้แบบออก			
1	■	■	■		27	10	2.3
2				■		2	

ตารางที่ 4.50 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ต้น)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ต้น/man-hour)
	ติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป	เชื่อมเหล็กนวดกุ้ง			
1	■		86	8	3.58
2	■	■		16	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.51 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ฉาบผนัง	ทำความสะอาด			
1			94	36	2.6
2			209	80	2.6

ตารางที่ 4.52 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ			ปริมาณงาน(ม/ตรม.)		ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)		อัตราผลผลิต(ม-ตรม./man-hour)	
	กำหนดแนว	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม
1				0	-	7	-	16.5	-
2				247	255	8	4		63.5

ตารางที่ 4.53 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ	ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
	ติดตาข่าย			
1		248	16	15.5

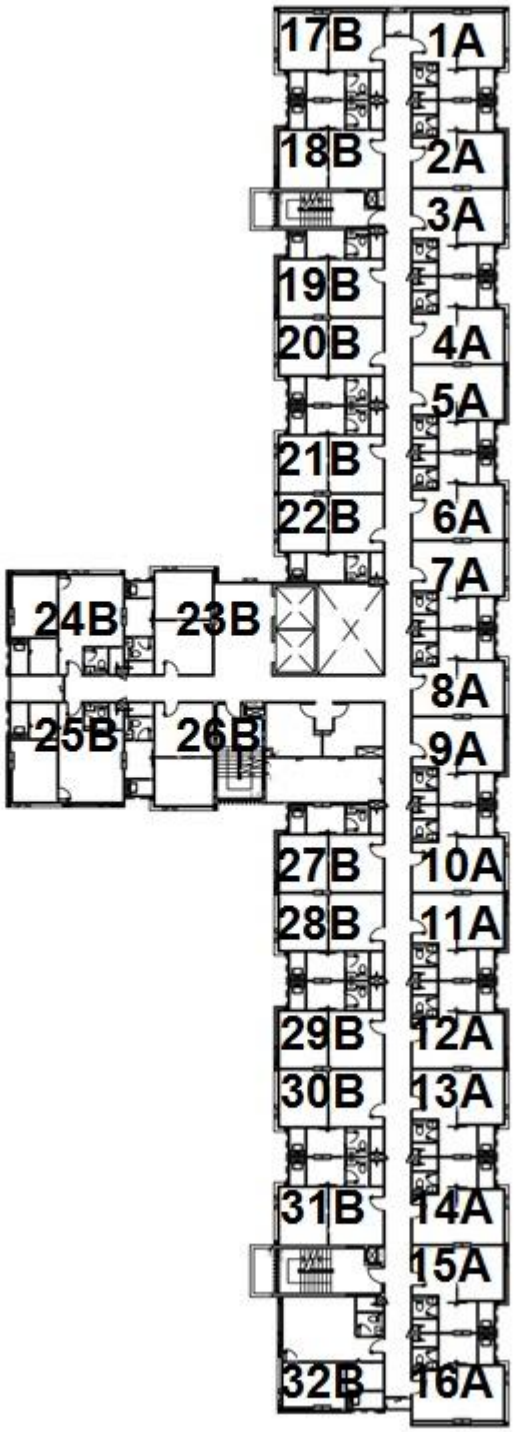
4.3.4 รายละเอียดกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

เนื่องจากข้อจำกัดด้านจำนวนโครงการก่อสร้างอาคารประเภทคอนโดมิเนียมที่ใช้อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างผนังหลักส่งผลให้ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องใช้อาคารอีกหลังหนึ่งซึ่งอยู่ในโครงการก่อสร้างเดียวกันกับในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 มาเป็นกรณีศึกษาเสริมที่ 2 โดยรูปแบบแปลนห้องรวมถึงชุดแรงงานนั้นจะมีความแตกต่างจากในกรณีศึกเสริมที่ 1 สำหรับอาคารที่ใช้ศึกษาในกรณีนี้มีจำนวนชั้นทั้งสิ้น 8 ชั้น โดยชั้นที่ผู้วิจัยได้เข้าไปบันทึกข้อมูลคือชั้นที่ 3 ในชั้นนี้จะประกอบไปด้วยห้องพักจำนวนทั้งสิ้น 32 ห้อง แบ่งเป็นห้องประเภท A ที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 39 ตรม. อยู่จำนวน 16 ห้อง (หมายเลข 1-16)

และ ห้องประเภท B ที่มีพื้นที่ก่ออิฐประมาณ 50 ตรม อยู่จำนวน 16 ห้อง (หมายเลข 17-32) ในส่วนของงานฉาบนั้นห้องประเภท A มีพื้นที่ฉาบผนังอยู่ประมาณ 58 ตรม. ในขณะที่ห้องที่ห้องประเภท B มีพื้นที่ฉาบผนังอยู่ประมาณ 66 ตรม. รูปที่ 4.44 แสดงถึงแผนผัง และหมายเลขห้องของห้องพักทั้งหมดในชั้น 2 สำหรับการบันทึกข้อมูลในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญเบ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา: ปริมาณพื้นที่การบันทึกข้อมูลของกรณีศึกษานี้จะคล้ายครึ่งกับในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 โดยจะบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลาโดยอ้างอิงจากปริมาณพื้นที่ก่อสร้างผนังห้องประเภท A และ B ในอัตราส่วน 2:2 รวมแล้วเท่ากับ 179 ตรม. และกำหนดปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังแต่ละชนิดที่ต้องมีการติดตั้งระหว่างการบันทึกข้อมูลดังแสดงใน ตารางที่ 4.54
- การบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านวัสดุ สำหรับวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญผู้วิจัยได้บันทึกวัสดุที่ใช้ก่อสร้างห้องหมายเลข 1-32 และบริเวณส่วนกลางอื่นๆ รวมเป็นพื้นที่ 1130 ตรม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.44 แผนผังอาคารในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญตารางที่

ตารางที่ 4.54 ปริมาณขั้นต่ำของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลความสูญเสียด้านเวลา (กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ)

ประเภทห้องพัก	จำนวนห้อง	ปริมาณของแผงผนังที่ต้องบันทึกข้อมูลแยกตามขนาดและความสูง						
		แผงใหญ่ (กว้าง>1.5 ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงใหญ่ (กว้าง>1.5 ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงเล็ก (กว้าง <1.5ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงเล็ก (กว้าง <1.5ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงที่มีช่องเปิด (กว้าง <1.5ม.) (สูง <1.5ม.)	แผงที่มีช่องเปิด (กว้าง <1.5ม.) (สูง>1.5 ม.)	แผงทับหลัง
A	2	13.4	9.8	20.6	15.1	8.7	6.4	5.0
B	2	15.2	11.1	25.3	18.5	14.5	10.6	5.0
รวม	4	28.5	20.9	45.8	33.6	23.2	17.0	10.0

4.3.4.1 ลักษณะของชุดแรงงาน และตารางการทำงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ลักษณะของแรงงานในกรณีศึกษานี้จะแบ่งออกเป็น 5 ชุดหลักๆ ดังนี้

- ชุดก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลัง: คนงานชุดนี้มีหน้าทีในการก่อสร้างเสาเอ็นทั้งชนิดหล่อในที่และชนิดสำเร็จรูป รวมถึงทับหลังทั้งหมด คนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 350 บาท/วัน คนงานชุดนี้เริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.
- ชุดก่ออิฐ: คนงานชุดนี้มีหน้าหลักเพียงอย่างเดียวคือการก่ออิฐ โดยไม่ยุ่งเกี่ยวกับกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างผนัง เช่น การสร้างเสาเอ็นทับหลัง โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมย่อยของคนงานชุดนี้ได้แก่ การก่ออิฐ การผสมปูน และ การเครื่องย้ายอิฐเป็นต้น คนงานชุดนี้จะได้รับค่าแรงแบบเหมาจ่ายในอัตรา 60 บาท/ตรม. โดยคนงานชุดนี้เริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น.
- ชุดจับเซี้ยม: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ในการจับเซี้ยมและจับปุ่มตามส่วนต่างๆ ของผนังโดยมีกิจกรรมหลักๆ เช่น การกำหนดแนวจับเซี้ยม การผสมปูน และ การจับเซี้ยม คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงตามปริมาณงานที่แล้วเสร็จในอัตรา 20 บาท/เมตร

- ชุดติดตาข่ายเหล็ก: คนงานชุดนี้มีหน้าที่ติดตาข่ายเหล็กตามส่วนต่างๆ ของผนังคนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา 300 บาท/วัน โดยคนงานชุดนี้จะเริ่มงานช่วง 8.00 น. และเลิกงานช่วง 17.00 น. และหากมีการทำงานล่วงเวลาจะได้รับค่าแรงในอัตรา 44 บาท/ชม.
- ชุดฉาบผนัง: มีหน้าที่รับผิดชอบกิจกรรมต่างๆ คนงานชุดนี้ได้รับค่าแรงรายวันในอัตรา เหมาจ่าย 50 บาท/ตรม. และหากเสร็จ 1 ห้องจะได้รับค่าแรงเพิ่มอีก 100 บาท/ห้อง โดยคนงานชุดนี้จะมีเวลาทำงานที่ไม่แน่นอนแต่โดยปกติจะเริ่มงานช่วง 6.00 น. และเลิกงานช่วง 18.00 น.

การบันทึกข้อมูลผนังอิฐมวลเบาในกรณีศึกษานี้สามารถแบ่งออกเป็นสองช่วงหลักๆ คือ 1) ช่วงก่อผนัง และ 2) ช่วงฉาบผนัง ซึ่งใช้เวลารวมกันทั้งหมด 6 วัน โดยแบ่งเป็นช่วงก่อผนัง 3 วัน และ ช่วงฉาบผนังอีก 3 วัน สำหรับช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมแต่ละประเภทในกรณีศึกษานี้แสดงอยู่ในตารางที่ 4.55

ตารางที่ 4.55 ตารางเวลาการบันทึกข้อมูลของกิจกรรมต่างๆ ในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ลำดับ	กิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)						ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณงาน
		1	2	3	4	5	6		
1	ตั้งเสาเอ็น/ทับหลังสำเร็จรูป							2	86 ต้น
2	ก่ออิฐ							2	184 ตรม.
3	สร้างเสาเอ็นทับหลัง							2	30 ม.
4	ติดตาข่าย							1	212 ตรม.
5	จับเซี้ยม							1	297 ม.
6	จับปุ่ม							1	380 ตรม.
7	ฉาบ							2	364 ตรม.

4.3.4.2 อัตราผลผลิตของกลุ่มแรงงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ตารางที่ 4.56 4.57 4.58 4.59 4.60 และ 4.61 แสดงลักษณะงานที่ชุดคนงานแต่ละชุดทำในแต่ละวัน รวมถึงอัตราผลผลิตของชุดคนงานนั้นๆ ในกรณีศึกษานี้คนงานก่ออิฐได้รับค่าแรงรายวัน โดยมีอัตราผลผลิตเฉลี่ยตลอดการทำงานอยู่ที่ 0.91 ตรม./man-hour ซึ่งอัตราผลผลิตดังกล่าวสูงกว่าทั้งใน

กรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งอยู่ที่ 0.65 ตรม./man-hour และ 0.86 ตรม./man-hour ตามลำดับ และหากพิจารณาเวลาการทำงานของชุดงานย่อยอื่นๆ รวมเข้าไปอัตราผลผลิตจะอยู่ที่ 0.80 ตรม./man-hour ซึ่งสูงกว่าอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งอยู่ที่ 0.59 ตรม./man-hour และ 0.78 ตรม./man-hour ตามลำดับ ในส่วนของชุดฉาบผนังในกรณีศึกษานี้ซึ่งได้รับค่าแรงแบบเหมาจ่ายมีอัตราผลผลิตเฉลี่ยตลอดการทำงานอยู่ที่ 2.65 ตรม./man-hour โดยหากเปรียบเทียบกันอัตราผลผลิตของชุดฉาบผนังในกรณีศึกษานี้จะพบว่าสูงกว่าชุดฉาบผนังทั้งในกรณีศึกษาหลักและกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งอยู่ที่ 1.25 ตรม./man-hour และ 2.60 ตรม./man-hour ตามลำดับ และหากพิจารณาเวลาการทำงานของชุดงานย่อยอื่นๆ รวมเข้าไปอัตราผลผลิตจะอยู่ที่ 1.85 ตรม./man-hour ซึ่งต่ำกว่าอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งอยู่ที่ 2.0 ตรม./man-hour แต่ยังสูงกว่าอัตราผลผลิตในกรณีศึกษาซึ่งอยู่ที่เพียง 1.0 ตรม./man-hour

ตารางที่ 4.56 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ					ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ก่อแผงใหญ่	ก่อแผงย่อย	ก่อทับหลัง	ทำความสะอาด	กำหนดแนวก่อ			
1						92.0	85	1.08
2						87.9	113	0.78

ตารางที่ 4.57 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ				ปริมาณงาน(ม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ม./man-hour)
	วางเหล็กเสริม	ประกอบไม้แบบ	เทคอนกรีต	แกะไม้แบบออก			
1					30	24	1.2
2						2	

ตารางที่ 4.58 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูปในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ต้น)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ต้น/man-hour)
	ติดตั้งเสาเอ็นสำเร็จรูป	เชื่อมเหล็กนวดกุ้ง			
1			86	8	3.58
2				16	

ตารางที่ 4.59 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดฉาบในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ		ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)
	ฉาบผนัง	ทำความสะอาด			
1			248	94	2.64
2			116	43	2.70

ตารางที่ 4.60 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดจับเซี้ยมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ			ปริมาณงาน(ม/ตรม.)		ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)		อัตราผลผลิต(ม-ตรม./ man-hour)	
	กำหนดแนว	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม	จับเซี้ยม	จับปุ่ม
1				297	380	34.7	8.7	8.6	43.7

ตารางที่ 4.61 ลักษณะงาน และอัตราผลผลิตของชุดติดตาข่ายในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

วันที่	ลักษณะงานที่ทำ	ปริมาณงาน (ตรม.)	ชั่วโมงแรงงาน (man-hour)	อัตราผลผลิต(ตรม./man-hour)
	ติดตาข่าย			
1		212	16	13.3

4.4 สรุป

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ ในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารแต่ละประเภท เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจถึงขั้นตอนการการก่อสร้าง วิธีการที่ใช้ในการก่อสร้าง รวมถึงกิจกรรมของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท โดยจากการศึกษาพบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีขั้นตอนการทำงาน และกิจกรรมการทำงานที่แตกต่างจากกระบวนการก่อสร้างผนังดังเดิมในหลายๆ ส่วนได้แก่ การติดตั้งแผ่นผนังที่จำเป็นต้องทำงานกันเป็นกลุ่มอย่างน้อย 3 คน กิจกรรมการเก็บรายละเอียดงานผนังที่ไม่พบในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐ รวมถึงกระบวนการฉาบและจับเซี้ยมที่ไม่พบในกระบวนการก่อสร้างผนังชนิดนี้ สำหรับอัตราผลผลิตในกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภทในแต่ละกรณีศึกษาก็มีความแตกต่างเช่นกันซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.62 4.63 และ 4.64

จากตารางทั้งหมดดังกล่าวพบว่าชุดติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตมวลเบามีอัตราผลผลิตอยู่ในช่วง 1.1-2.0 ตรม./man-hour ในขณะที่ชุดก่ออิฐมวลเบา และชุดก่ออิฐมอญมีอัตราผลผลิตอยู่ในช่วง 1.61-2.05 ตรม./man-hour และ 0.65-0.91 ตรม./man-hour ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเวลาการก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลังในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญแล้วนั้นจะพบว่าอัตราผลผลิตโดยรวมลดต่ำลงมาอย่างเห็นได้ชัด โดยอัตราผลผลิตในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาจะลดลงเหลือ 1.21-1.45 ตรม./man-hour ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญจะเหลือเพียง 0.59-0.80 ตรม./man-hour ซึ่งปริมาณของเสาเอ็น และทับหลังทั้งชนิดหล่อในที่ และชนิดสำเร็จรูปรวมกันต่อพื้นที่การก่ออิฐในแต่ละกรณีศึกษานั้นค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน โดยอยู่ที่ราว 1.1-1.5 เมตรต่อพื้นที่ก่ออิฐหนึ่งตารางเมตร ด้วยเหตุนี้เองกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาจึงค่อนข้างได้เปรียบในแง่ของเวลาการก่อสร้างโดยรวมเนื่องจากไม่มีความจำเป็นต้องก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลังเหมือนในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญ ในส่วนอัตราผลผลิตของคนงานชุดฉาบผนังในแต่ละกรณีศึกษามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยจากผลการศึกษาพบว่าชุดงานฉาบที่ได้รับค่าแรงแบบรายวันมีอัตราผลผลิตอยู่ในช่วง 1.23-1.81 ตรม./man-hour ในขณะที่ชุดงานฉาบที่ได้รับค่าแรงแบบเหมาจ่ายมีอัตราผลผลิตอยู่ในช่วง 2.60-2.65 ตรม./man-hour และหากรวมเวลาการทำงานของชุดติดตาข่าย และจับเซี้ยมแล้วอัตราผลผลิตของคนงานฉาบผนังทั้งสองกลุ่มจะอยู่ในช่วง 0.90-1.32 ตรม./man-hour และ 1.85-2.00 ตรม./man-hour ตามลำดับ สำหรับอัตราผลผลิตของแรงงานในแต่ละกรณีศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับสัดส่วนกิจกรรมความสูญเสียเพื่อชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองส่วน ซึ่งการเปรียบเทียบนี้จะนำเสนอในบทถัดไป

นอกเหนือจากการวิเคราะห์อัตราผลผลิตในหน่วย ตรม./man-hour แล้วข้อมูลที่บันทึกจากกรณีศึกษาสามารถนำมาวิเคราะห์อัตราผลผลิตในหน่วย ตรม./man-day ได้อีกด้วย ซึ่งอัตราผลผลิตในหน่วยนี้มีประโยชน์ในแง่ของการประเมินแรงงานที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท ตารางที่ 4.65 แสดงอัตราผลผลิตในหน่วย ตรม./man-day ของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภทโดยคิดจากเวลาการทำงานรวมของทุกชุดงานในกระบวนการก่อสร้างนั้นๆ หารด้วยปริมาณพื้นที่ผนังที่คนงานเหล่านั้นก่อสร้างขึ้นมาแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้คูณด้วย 8 ชม. ซึ่งเป็นเวลาการทำงานโดยทั่วไปของคนงานก่อสร้าง จากตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีอัตราผลผลิตสูงที่สุดซึ่งอยู่ในช่วง 6.15 – 8.8 ตรม./man-day ในขณะที่อัตราผลผลิตของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญนั้นต่ำกว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาค่อนข้างมากโดยอัตราผลผลิตของกระบวนการก่อสร้างทั้งสองอยู่ในช่วง 3.21 – 4.07 และ 3.02 – 3.63 ตรม./man-day ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเนื่องจากปัจจัยที่แตกต่างกันในแต่ละกรณีศึกษาการนำข้อมูลส่วนนี้ไปใช้อ้างอิงต่อควรพิจารณาปัจจัยในกรณีศึกษาที่กล่าวไว้ในบทนี้อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน

ตารางที่ 4.62 อัตราผลผลิตของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

กรณีศึกษา	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)	
	ชุดติดตั้งแผ่นผนัง	ชุดเก็บรายละเอียดงานผนัง
กรณีศึกษาหลัก	2.0	4.7
กรณีศึกษาเสริมที่ 1	1.1	4.0
กรณีศึกษาเสริมที่ 2	1.5	4.3

ตารางที่ 4.63 อัตราผลผลิตของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

กรณีศึกษา	อัตราผลผลิต (ตรม./man-hour)			
	ชุดก่ออิฐ	ชุดก่ออิฐ และชุดสร้างเสาเอ็นทับหลัง	ชุดฉาบผนัง	ชุดฉาบผนัง ชุดติดตาข่าย และชุดจับเซี้ยม
กรณีศึกษาหลัก	1.88	1.31 (*1.4 ม./ตรม.)	1.23	0.90
กรณีศึกษาเสริมที่ 1	1.61	1.21 (*1.4 ม./ตรม.)	1.57	1.08
กรณีศึกษาเสริมที่ 2	2.05	1.45 (*1.1 ม./ตรม.)	1.81	1.32

ตารางที่ 4.64 อัตราผลผลิตของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

กรณีศึกษา	**อัตราผลผลิต (ตรม./**man-hour)			
	ชุดก่ออิฐ	ชุดก่ออิฐ และชุดสร้างเสาเอ็นทับหลัง	ชุดฉาบผนัง	ชุดฉาบผนัง ชุดติดตาข่าย และชุดจับเซี้ยม
กรณีศึกษาหลัก	0.65	0.59 (*1.5 ม./ตรม.)	1.25	1.00
กรณีศึกษาเสริมที่ 1	0.86	0.78 (*1.4 ม./ตรม.)	2.60	2.00
กรณีศึกษาเสริมที่ 2	0.91	0.80 (*1.4 ม./ตรม.)	2.65	1.85

*ปริมาณรวมของเสาเอ็น และทับลังชนิดหล่อในที่ และชนิดสำเร็จรูปต่อพื้นที่การก่อสร้างผนัง

ตารางที่ 4.65 อัตราผลผลิตต่อวันรวมทุกชุดงานในแต่ละกระบวนการก่อสร้าง

กรณีศึกษา/กระบวนการก่อสร้าง	อัตราผลผลิต (ตรม./man-day)		
	คอนกรีตมวลเบา	อิฐมวลเบา	อิฐมอญ
กรณีศึกษาหลัก	8.80	3.53	3.02
กรณีศึกษาเสริมที่ 1	6.15	3.21	3.63
กรณีศึกษาเสริมที่ 2	7.95	4.07	3.39

นอกเหนือจากเนื้อหาที่กล่าวมาข้างต้นในบทนี้ยังกล่าวถึงรายละเอียดของโครงการก่อสร้างกรณีศึกษาแต่ละโครงการ ทั้งในด้านของปริมาณการก่อสร้างในแต่ละชั้น รวมถึงลักษณะแรงงาน และรูปแบบการจ้างงานที่แตกต่างกันไปในแต่ละกรณีศึกษา ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลถึงปริมาณความสูญเสีย และรายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงซึ่งมีแนวโน้มที่จะแตกต่างกันออกไปตามกระบวนการก่อสร้างผนัง และโครงการกรณีศึกษาที่ได้เข้าไปศึกษา โดยทั้งปริมาณความสูญเสีย และรายการกิจกรรมความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภทจะถูกวิเคราะห์อย่างละเอียดในบทที่ 5 ต่อไป

บทที่ 5
ความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างผนัง

บทนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาการทำงานของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญ เพื่อระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในแต่ละกระบวนการ และในบทนี้ยังกล่าวถึงปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุจากกระบวนการก่อสร้างผนังทั้งสามประเภท นอกจากการวิเคราะห์ความสูญเสียทั้งสองประเภทในบทนี้ยังกล่าวถึงการวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนต่อตารางเมตรที่ใช้ในการก่อสร้างผนังทั้งสามประเภท โดยนำต้นทุนด้านวัสดุ ต้นทุนด้านแรงงาน และต้นทุนที่เป็นความสูญเสียมาใช้ในการคำนวณ

5.1 ความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน

ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาสามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลที่จดบันทึกด้วยวิธีการสุ่มงาน โดยปริมาณความสูญเสียที่วิเคราะห์จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิตที่ได้คำนวณไว้ในบทที่ 4 เพื่อแสดงให้เห็นถึงความถูกต้อง และความสอดคล้องของข้อมูล เนื่องจากตามทฤษฎีแล้วหากปริมาณความสูญเสียเพิ่มขึ้นอัตราผลผลิตย่อมลดลงตาม ดังนั้นการเปรียบเทียบปริมาณความสูญเสียด้านเวลากับอัตราผลผลิตจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถยืนยันความถูกต้องของข้อมูลได้

5.1.1 ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ข้อมูลปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของชุดติดตั้งแผ่นผนัง และปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของชุดเก็บรายละเอียดงานผนัง ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างด้านรูปแบบการจ้างงานรวมถึงลักษณะงานที่ทั้งสองชุดงานได้รับมอบหมายส่งผลให้ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของคนงานทั้งสองชุดมีความแตกต่างกันดังนั้นการวิเคราะห์ความสูญเสียของคนงานแต่ละชุดที่กล่าวมาจึงต้องทำแยกกัน เพื่อข้อมูลที่ได้จะสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณความสูญเสียที่เกิดในชุดคนงานนั้นๆ โดยตารางที่ 5.1 และ 5.2 แสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ชุดติดตั้งผนัง และ ชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาหลักปฏิบัติจำแนกตามวัน ในขณะที่ตารางที่ 5.3 5.4 และ 5.5 5.6 แสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ชุดติดตั้งผนัง และ ชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ปฏิบัติจำแนกตามวัน ตามลำดับ

ตารางที่ 5.1 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดติดตั้งแผ่นในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)									NVA (%)				
	ยกติดตั้ง,ติดเหล็กฉาก	ฉาบปูนกาว	อุดช่องว่าง,ใส่เหล็กหนวดกุ้ง	ติดตาข่ายไฟเบอร์	ตัดแผ่นผนัง	เคลื่อนย้ายแผ่นผนัง	กำหนดแนวติดตั้ง	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บเศษ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	รอคอย	รื้อย่นต้าว เกาหยุด	ทายต้าว	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	40.1	4.5	-	-	8.3	5.0	5.6	3.8	1.6	5.0	3.2	1.6	0.9	8.3	5.2	3.4	3.4	0.2
2	33.7	7.1	-	-	8.3	9.2	6.5	6.2	1.2	3.6	4.4	0.9	0.6	6.8	4.1	1.2	6.2	0.0
3	28.8	5.3	-	-	10.0	5.1	4.1	9.0	1.0	4.9	4.1	2.5	1.6	8.2	5.3	0.8	8.8	0.4
4	29.0	4.7	-	-	10.6	9.8	7.1	4.7	1.2	1.2	3.1	0.8	3.1	7.8	6.7	3.1	7.1	0.0
5	13.4	4.5	-	-	7.5	7.5	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	3.0	16.4	9.0	16.4	10.4	0.0
6	31.8	4.4	-	-	6.1	1.7	7.6	6.7	0.6	3.5	4.1	2.9	0.9	8.2	8.2	5.2	7.6	0.6
7	37.5	3.6	0.2	-	6.7	3.8	6.0	5.0	1.2	3.8	2.1	1.0	0.7	8.8	4.8	3.6	9.8	0.0
8	39.9	2.6	-	-	13.4	4.7	3.5	6.1	1.2	7.3	6.4	2.6	0.6	8.5	7.3	7.0	13.4	0.0
9	37.2	4.5	-	-	10.9	7.1	3.4	4.1	0.8	1.9	3.4	3.0	2.3	8.3	1.5	4.5	7.1	0.0
10	28.2	5.8	-	-	8.7	3.9	5.8	8.7	0.0	1.9	1.0	0.0	0.0	10.7	4.9	7.8	9.7	2.9
11	17.0	1.3	-	-	13.2	6.3	5.0	13.2	0.6	1.9	5.0	0.6	0.9	5.7	2.8	12.9	13.2	0.0

ตารางที่ 5.2 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)									NVA (%)				
	ยกติดตั้ง,ติดเหล็กฉาก	ฉาบปูนกาว	อุดช่องว่าง,ใส่เหล็กหนวดกุ้ง	ติดตาข่ายไฟเบอร์	ตัดแผ่นผนัง	เคลื่อนย้ายแผ่นผนัง	กำหนดแนวติดตั้ง	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บเศษ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผน, ฟังคำสั่ง	รอคอย	รื้อระส่ำนต้ว การหยุดนิ่ง	หายเข้า	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	-	-	6.1	36.1	-	-	-	12.8	8.9	5.0	8.3	0.6	0.0	0.0	2.2	5.6	2.2	0.0
2	6.9	-	9.7	11.1	-	-	-	11.8	7.6	9.0	9.7	1.4	0.0	2.8	9.0	13.9	6.9	0.0
3	0.5	-	24.0	26.0	-	-	-	8.0	5.0	6.5	6.0	0.0	0.0	1.0	5.5	12.5	5.0	0.0
4	1.2	-	38.7	0.0	-	-	-	18.4	3.7	6.1	0.6	3.1	0.6	0.0	4.3	13.5	9.8	0.0
5	-	-	14.1	25.9	-	-	-	8.6	7.2	6.0	7.9	0.5	0.0	6.2	3.8	13.7	6.0	0.0
6	4.2	-	12.2	26.7	-	-	-	12.4	7.8	3.6	5.1	0.0	0.4	5.7	5.9	11.6	4.4	0.0
7	2.6	-	16.7	20.6	-	-	-	15.4	4.6	6.9	7.2	0.0	0.0	0.7	4.2	13.4	7.8	0.0
8	2.1	-	8.3	24.1	-	-	-	8.7	3.7	4.6	11.6	0.0	0.4	1.7	5.8	24.9	4.1	1.7
9	3.4	-	20.4	16.3	-	-	-	12.9	7.5	4.4	5.8	0.0	0.7	1.7	6.8	15.0	5.1	0.0
10	1.2	-	16.5	25.8	-	-	-	12.8	6.1	3.1	3.8	0.2	0.0	4.3	4.5	15.6	6.1	0.0
11	-	-	11.2	25.0	-	-	-	12.1	5.2	4.3	6.0	0.0	2.6	0.9	11.2	12.9	8.6	0.0

ตารางที่ 5.3 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดติดตั้งแผ่นในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)									NVA (%)				
	ยกติดตั้ง,ติดเหล็กฉาก	ฉากปูนเกาะ	อุดช่องว่าง,ใส่เหล็กเส้นยึดแผ่น	ติดตั้งท่อไฟเบอร์	ตัดแผ่นผนัง	เคลื่อนย้ายแผ่นผนัง	กำหนดแนวติดตั้งผนัง	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเครื่องมือ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผน, ฟังคำสั่ง	รอคอย	ธุระส่วนตัว เกี่ยวกับหมดเวลา	ไปห้องน้ำ	เดินเปล่า	แข็งงาน
1	25.2	3.9	-	-	10.7	5.8	4.1	8.5	0.9	3.0	2.5	1.8	1.0	8.5	11.4	6.8	5.9	0.0
2	8.9	6.0	-	-	12.5	1.8	7.1	9.5	3.0	6.5	0.6	1.8	1.2	11.9	13.1	7.7	8.3	0.0
3	27.7	3.1	-	-	11.3	5.9	4.2	9.9	1.4	2.5	1.6	1.7	1.2	9.7	10.5	4.0	5.5	0.0
4	28.5	3.1	-	0.2	14.8	4.9	2.5	9.9	2.0	2.2	0.9	1.1	0.4	10.1	8.8	3.8	6.5	0.0
5	20.6	2.1	-	-	8.5	4.4	8.2	8.2	2.8	3.1	1.5	1.3	1.3	10.9	14.3	3.4	9.3	0.0

ตารางที่ 5.4 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)									NVA (%)				
	ยกติดตั้ง,ติดเหล็กฉาก	ฉากปูนเกาะ	อุดช่องว่าง,ใส่เหล็กเส้นยึดแผ่น	ติดตั้งท่อไฟเบอร์	ตัดแผ่นผนัง	เคลื่อนย้ายแผ่นผนัง	กำหนดแนวติดตั้งผนัง	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเครื่องมือ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผน, ฟังคำสั่ง	รอคอย	ธุระส่วนตัว เกี่ยวกับหมดเวลา	ไปห้องน้ำ	เดินเปล่า	แข็งงาน
1	-	-	15.3	37.9	-	-	-	7.2	8.9	2.6	10.6	0.0	0.0	1.3	6.8	3.4	6.0	0.0
2	-	-	19.9	20.4	-	-	-	7.7	7.5	3.0	19.0	0.5	0.0	3.0	14.3	2.8	1.9	0.0
3	-	-	9.5	41.0	-	-	-	8.7	6.2	3.3	12.8	0.0	0.0	5.1	5.4	4.4	3.6	0.0

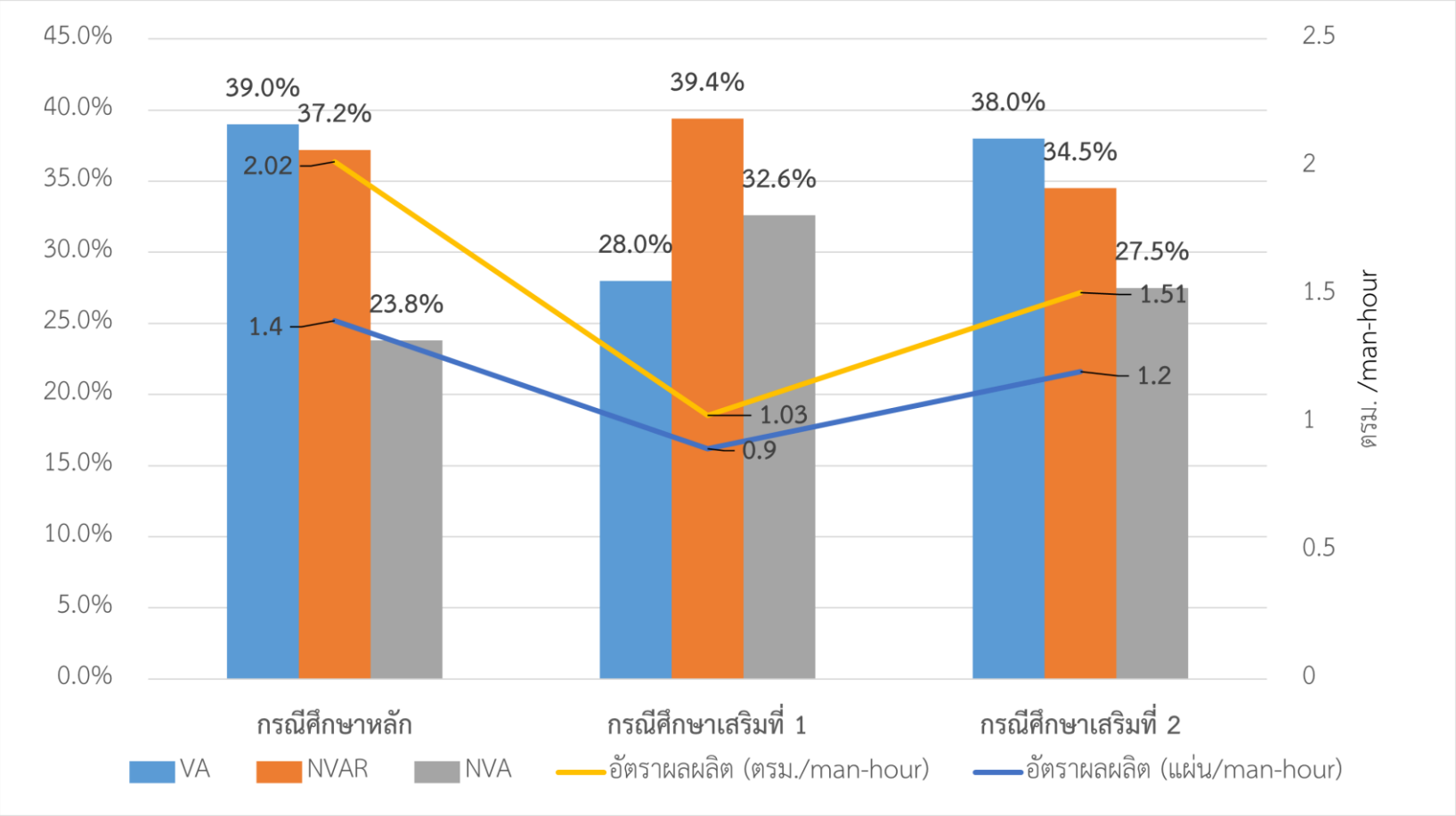
ตารางที่ 5.5 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดติดตั้งแผ่นในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)									NVA (%)				
	ยกติดตั้ง,ติดเหล็กฉาก	ฉาบปูนกาว	อุดช่องว่าง,ใส่เหล็กหนวดกุ้ง	ติดตาข่ายไฟเบอร์	ตัดแผ่นผนัง	เคลื่อนย้ายแผ่น	ทำหมุดเกาะติดตั้ง	เคลื่อนย้ายด้วยคาไกรน์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเครื่องมือ	ประกอบหรือซ่อมคาไกรน์	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	รอคอย	รับส่งงาน การแก้ไขงาน	หายตัว	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	27.1	8.8	-	-	10.7	4.7	3.2	6.4	0.9	3.0	2.1	0.2	0.0	11.1	12.6	4.5	4.1	0.0
2	36.1	4.8	-	0.2	9.9	5.4	5.8	7.9	1.3	2.2	1.0	1.6	0.6	8.0	11.1	1.1	3.0	0.0
3	14.7	8.0	-	-	9.3	8.0	5.3	12.0	5.3	1.3	1.3	2.7	0.0	18.7	1.3	9.3	2.7	0.0

ตารางที่ 5.6 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดเก็บรายละเอียดงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)									NVA (%)				
	ยกติดตั้ง,ติดเหล็กฉาก	ฉาบปูนกาว	อุดช่องว่าง,ใส่เหล็กหนวดกุ้ง	ติดตาข่ายไฟเบอร์	ตัดแผ่นผนัง	เคลื่อนย้ายแผ่น	ทำหมุดเกาะติดตั้ง	เคลื่อนย้ายด้วยคาไกรน์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเครื่องมือ	ประกอบหรือซ่อมคาไกรน์	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	รอคอย	รับส่งงาน การแก้ไขงาน	หายตัว	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	-	-	12.3	20.2	-	-	-	12.3	2.5	3.9	18.7	0.5	2.5	1.0	14.8	3.9	7.4	0.0
2	-	-	14.1	34.7	-	-	-	7.1	5.0	6.5	6.8	0.0	0.0	0.9	12.4	7.6	5.0	0.0

จากตารางที่ 5.1 5.3 และ 5.5 พบว่าชุดคนงานติดตั้งผนังในกรณีศึกษาหลักมีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 18.3% - 44.6% ในขณะที่ชุดคนงานที่ทำหน้าที่ติดตั้งผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 14.9% - 31.8% และ 22.7% - 41.1% ตามลำดับ สำหรับกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) ของชุดคนงานติดตั้งผนังในกรณีศึกษาหลักนั้นมีสัดส่วนในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 30% - 46.7% ในขณะที่ชุดติดตั้งผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 38.3% - 44.0% และ 31.2% - 45.2% ตามลำดับ และในส่วนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) ชุดติดตั้งผนังในกรณีศึกษาหลัก ชุดติดตั้งผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ ชุดติดตั้งผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 18.3% - 52.2% 29.2% - 41.0% และ 23.2% - 32.3% ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทเฉลี่ยในแต่ละกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิตของชุดติดตั้งผนังได้ดังแสดงในรูปที่ 5.1 จากรูปพบว่าชุดคนงานติดตั้งผนังในกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า และสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าทั้งสองประเภทค่อนข้างใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามจากการสังเกตการณ์ของผู้วิจัยพบว่าระยะจากพื้นด้านล่างสู่พื้นด้านบนของอาคารกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีระยะเพียง 2.7 เมตร แผ่นผนังที่ใช้สำหรับการติดตั้งผนังในกรณีศึกษาดังกล่าวจึงมีขนาดหน้าตัดเพียง 1.52 ตรม. ต่างจากในกรณีศึกษาหลักที่มีระยะจากพื้นด้านล่างสู่พื้นด้านบน 3 เมตร แผ่นผนังที่ใช้ในกรณีศึกษาดังกล่าวจึงมีขนาดหน้าตัดถึง 1.80 ตรม. ด้วยสาเหตุนี้เองส่งผลให้อัตราผลผลิตในหน่วย ตรม./man-hour ของกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ต่ำกว่าในกรณีศึกษาหลักถึงแม้สัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าจะใกล้เคียงกันก็ตาม โดยหากพิจารณาอัตราผลผลิตในหน่วย แผ่น/man-hour จะพบว่าทั้งสองกรณีศึกษามีจำนวนแผ่นที่ติดตั้งได้ต่อ man-hour ที่ใกล้เคียงกัน สำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 นั้นมีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าต่ำสวนทางกับสัดส่วนกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าทั้งสองประเภทที่สูงกว่ากรณีศึกษาที่เหลือ ด้วยเหตุนี้อัตราผลผลิตในกรณีศึกษาดังกล่าวจึงต่ำกว่าในกรณีศึกษาอื่นๆ สาเหตุอีกประการหนึ่งคือในกรณีศึกษานี้มีการใช้แผ่นลักษณะพิเศษเช่นแผ่นรูปตัว T แผ่นรูปตัว L และแผ่นที่มีความกว้าง 20 ซม. ดังที่ระบุไว้ในตารางที่ 4.5 และแสดงไว้ในรูปที่ 5.2 และ 5.3 ส่งผลให้อัตราผลผลิตในหน่วย ตรม./Man-hour ของกรณีศึกษานี้ต่ำกว่าในกรณีศึกษาอื่นๆ ค่อนข้างมาก เนื่องจากแผ่นลักษณะพิเศษดังกล่าวใช้เวลาในการติดตั้งใกล้เคียงกับแผ่นปกติ แต่กลับก่อให้เกิดปริมาณงานในหน่วยตารางเมตรที่ต่ำกว่า



รูปที่ 5.1 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของชุดติดตั้งแผ่นผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังคอนกรีตมวลเบา)

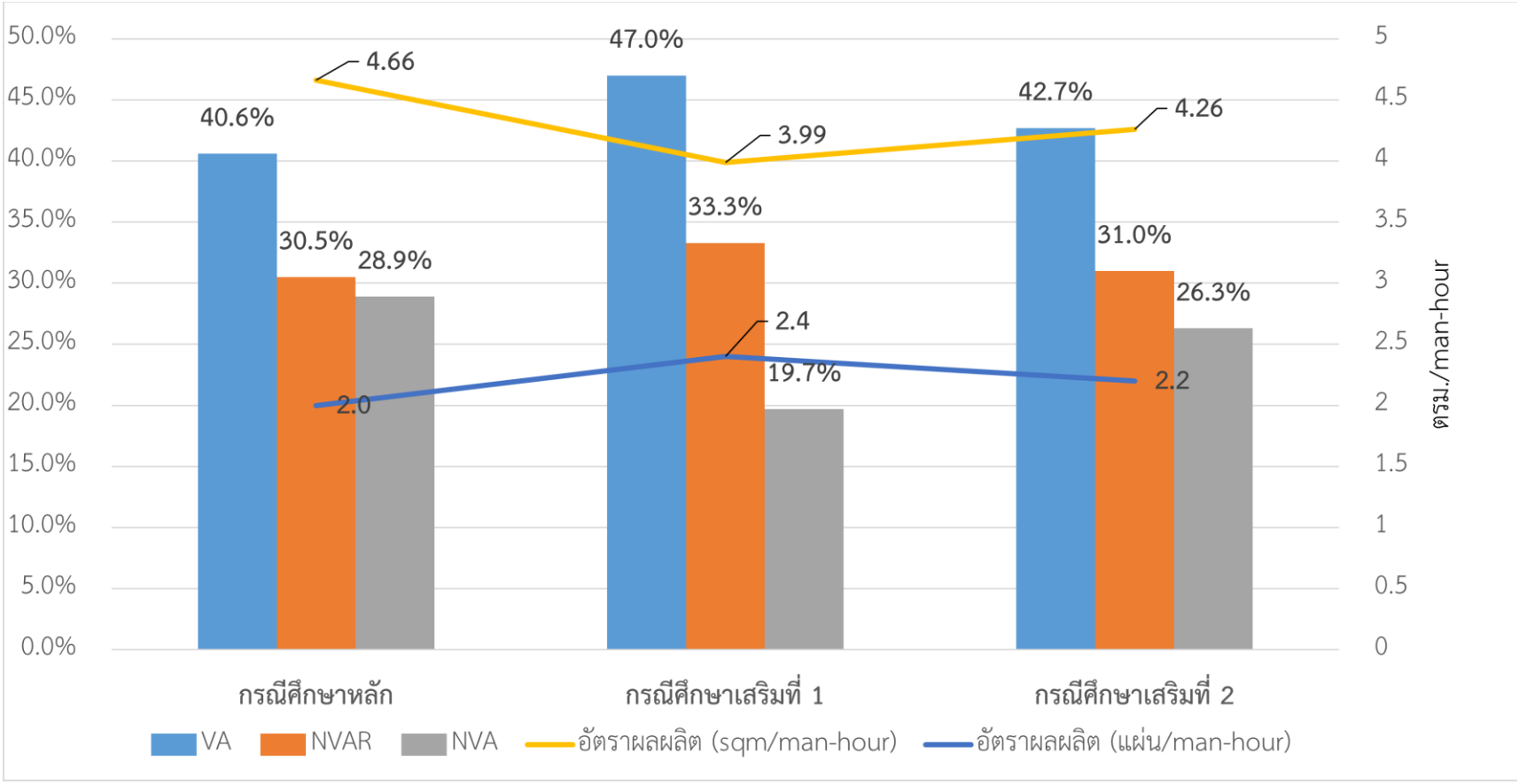
รูปที่ 5.2 (ก) แผ่นผนังรูปตัว T

รูปที่ 5.2 (ข) แผ่นผนังรูปตัว L

รูปที่ 5.3 แผ่นผนังที่มีความกว้าง 20 ซม.

สัดส่วนการทำกิจกรรมประเภทต่างๆ ของชุดเก็บรายละเอียดงานใน กรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา นั้นได้แสดงไว้ในตารางที่

5.2 5.4 และ 5.6 ตามลำดับ จากตารางทั้งสามดังกล่าวจะเห็นได้ว่า สัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าของชุดเก็บงานในกรณีศึกษาหลักอยู่ระหว่าง 27.7% -50.5% ในขณะที่สัดส่วนดังกล่าวของชุดเก็บงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 อยู่ระหว่าง 40.3% -53.2% และ 32.5% - 48.8% ตามลำดับ สัดส่วนการทำกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของชุดเก็บงานในกรณีศึกษาหลักอยู่ระหว่าง 7.1% -20.1% ในขณะที่สัดส่วนดังกล่าวของชุดเก็บงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 อยู่ระหว่าง 13.2% -22.5% และ 13.3% - 25.6% ตามลำดับ และสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของชุดเก็บงานในกรณีศึกษาหลักอยู่ระหว่าง 10.0% -36.5% ในขณะที่สัดส่วนดังกล่าวของชุดเก็บงานในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 อยู่ระหว่าง 13.4% -19.0% และ 25.0% - 26.1% ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทเฉลี่ยในแต่ละกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิตของชุดเก็บรายละเอียดงานได้ดังแสดงในรูปที่ 5.4 ซึ่งจากรูปดังกล่าวพบว่าสัดส่วนของกิจกรรมทั้งสามประเภทในกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 นั้นไม่สอดคล้องกันกับอัตราผลผลิตในหน่วยตรม./man-hour ที่ได้คำนวณไว้ โดยในกรณีศึกษาหลักที่มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าต่ำที่สุดนั้นมีอัตราผลผลิตในหน่วยตรม./man-hour สูงที่สุด ในขณะที่กรณีศึกษาเสริมที่ 2 ที่มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าสูงที่ที่สุดกลับมีอัตราผลผลิตในหน่วยตรม./man-hour ต่ำที่สุด สาเหตุของความไม่สอดคล้องนี้เกิดจากความแตกต่างของแผ่นผนังที่ใช้ติดตั้งในแต่ละกรณีศึกษาอย่างที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น เนื่องจากการทำงานในกรณีศึกษาหลักใช้แผ่นที่มีความกว้าง 60 ซม.เพียงชนิดเดียว ในขณะที่กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีการนำแผ่นลักษณะพิเศษ และแผ่นที่มีความกว้าง 40 ซม. และ 20 ซม. มาใช้ร่วมด้วย ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้กิจกรรมการเก็บรายละเอียดงานซึ่งส่วนใหญ่เป็นการติดตาข่ายไฟเบอร์ และการใส่เหล็ก shear key ระหว่างรอยต่อของผนังใช้เวลาการทำงานต่อตารางเมตรนานขึ้น เนื่องจากในผนัง 1 ตารางเมตรจะมีรอยต่อระหว่างผนังที่จำเป็นต้องเก็บรายละเอียดงานเพิ่มขึ้น โดยหากพิจารณาอัตราผลผลิตในหน่วยแผ่น/man-hour จะพบว่ามีความสอดคล้องกับสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทมากกว่าอัตราผลผลิตในหน่วยตรม./man-hour โดยกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งมีสัดส่วนกิจกกรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าสูงสุดมีอัตราผลผลิตในหน่วย แผ่น/man-hour สูงที่สุด ตามมาด้วยกรณีศึกษาเสริมที่ 2 และกรณีศึกษาหลัก



รูปที่ 5.4 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดเก็บรายละเอียดงานเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังคอนกรีตมวลเบา)

5.1.2 ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ซึ่งได้แก่ 1) ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของชุดก่อสร้างผนังซึ่งประกอบด้วยความสูญเสียด้านเวลาของคนงานชุดก่อผนัง คนงานชุดติดตั้งเสาเอ็นและทับหลังสำเร็จรูป และ คนงานชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ 2) ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของชุดฉาบผนังซึ่งประกอบไปด้วยความสูญเสียด้านเวลาของคนงานชุด ฉาบผนัง ชุดจับเซี้ยม และ ชุดติดตะแกรง โดยตารางที่ 5.7 และ 5.8 แสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่อผนัง และ ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักปฏิบัติจำแนกตามวัน ตารางที่ 5.9 และ 5.10 แสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่อผนัง และ ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ปฏิบัติจำแนกตามวัน และ ตารางที่ 5.11 และ 5.12 แสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่อผนัง และ ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ปฏิบัติจำแนกตามวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.7 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)										NVA (%)				
	ก่ออิฐ	ติ้งเสาเอ็นเสียบเหล็กหมวดถัง	ผูกเหล็กเสริมเสาเอ็นก้บหลัง	เทคอนกรีตเสาเอ็น ทับ	ตั้งต้นอิฐ	เคลื่อนย้ายอิฐ	กำหนดแนวก่อ	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเกี่ยวกับ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	ประกอบแบบหล่อเสา เอ็น ทับหลัง	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุดนิ่ง	หาของ	เคลื่อนไปที่อื่น	แก้งาน
1	0.0	20.4	21.1	0.0	0.0	0.0	13.4	6.3	0.0	13.4	0.0	5.6	0.0	0.0	2.1	7.0	5.6	4.9	0.0
2	0.0	19.6	23.2	0.0	0.0	0.0	6.3	8.8	0.0	15.5	0.0	4.6	0.0	0.0	4.8	7.1	6.4	3.7	0.0
3	35.4	0.0	9.7	0.0	10.0	3.7	10.0	4.3	2.0	3.7	0.6	1.1	1.1	0.0	0.9	11.7	1.7	4.0	0.0
4	33.2	2.4	5.3	0.0	10.2	4.0	9.6	6.9	1.8	4.2	2.9	3.6	1.6	0.0	0.9	8.5	1.1	3.8	0.0
5	28.0	1.0	4.5	0.0	11.8	3.0	8.1	6.0	2.3	6.0	7.8	0.5	1.5	0.0	0.5	12.8	0.3	5.8	0.0
6	26.6	1.1	0.0	0.0	13.1	5.2	12.7	6.4	2.2	5.6	5.2	2.6	1.5	1.9	0.7	11.2	1.1	2.6	0.0
7	34.2	0.0	0.0	0.0	14.1	5.6	14.1	12.0	1.3	3.4	1.7	1.7	0.0	0.0	0.4	7.3	0.4	3.8	0.0
8	31.9	0.0	0.0	0.0	19.1	4.3	2.1	6.4	0.0	8.5	4.3	4.3	0.0	0.0	4.3	6.4	2.1	6.4	0.0
9	18.3	0.0	0.0	7.6	6.1	3.8	4.6	4.6	6.1	13.7	0.0	1.5	3.8	15.3	5.3	2.3	0.0	6.9	0.0
10	16.2	0.0	0.0	3.0	3.6	1.5	7.6	9.1	5.1	10.7	12.7	1.0	1.0	16.2	1.5	4.6	0.5	5.6	0.0
11	16.5	0.0	0.0	3.4	7.8	3.4	4.9	7.8	5.3	9.7	3.9	0.5	0.0	15.5	6.8	3.9	3.4	7.3	0.0
12	20.0	0.0	0.7	2.2	4.7	3.3	5.5	4.4	4.0	8.4	9.8	1.5	0.0	13.1	3.3	12.7	0.4	6.2	0.0
13	22.4	0.0	0.0	3.1	5.2	3.6	6.8	7.8	4.2	9.9	13.0	1.0	0.0	0.0	4.2	15.1	0.5	3.1	0.0
14	26.7	0.0	0.0	0.0	3.3	6.7	11.7	6.7	5.0	11.7	16.7	0.0	0.0	8.3	1.7	0.0	1.7	0.0	0.0

ตารางที่ 5.8 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)			NVAR (%)									NVA (%)				
	จับเลื่อย	ติดตั้งท่อ	ฉาบ, บุในบุ	ก่ำหนดแนวจับเลื่อย	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บขยะ	ประกอบหรือต่อชุดอุปกรณ์	ถางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ติดตั้งท่อ	ติดตั้งเลื่อย	รอคอย	อุธระส่วนตัว การหยุดนิ่ง	หายเข้า	ดูแลเปลี่ยน	หยุดงาน
1	0.0	33.0	0.0	13.8	5.5	0.0	7.3	0.0	1.8	0.0	14.7	-	1.8	9.2	9.2	3.7	0.0
2	25.6	15.5	0.0	30.2	7.8	0.0	0.0	0.8	3.9	1.6	3.1	-	0.0	0.0	10.9	0.8	0.0
3	10.1	5.1	28.7	3.4	7.3	0.0	9.1	2.3	2.3	0.7	1.7	-	0.3	16.4	9.3	3.3	0.0
4	9.0	0.9	34.4	0.0	5.7	0.3	7.7	2.9	3.1	0.2	0.3	-	0.5	19.8	11.5	3.7	0.0
5	8.1	0.0	31.0	3.6	6.3	0.4	8.1	2.9	2.8	1.1	0.0	-	0.5	17.6	13.4	4.1	0.0
6	0.0	0.0	37.9	0.0	6.9	0.0	7.4	5.7	3.6	1.5	0.0	-	0.3	21.3	11.0	4.3	0.0
7	0.0	0.0	34.7	0.0	7.1	0.0	10.3	9.6	1.4	0.3	0.0	-	0.2	19.3	12.7	4.4	0.0
8	0.0	0.0	32.6	0.0	6.4	0.0	7.1	2.4	2.4	0.0	0.0	-	0.0	34.7	11.6	2.6	0.0

ตารางที่ 5.9 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)										NVA (%)				
	ก่ออิฐ	ตั้งเสาเอ็นเสียบเหล็กหนวดกุ้ง	ผูกเหล็กเสริมเสาเอ็นด้านหลัง	เทคอนกรีตเสาเอ็นด้านหลัง	ตัดบล็อกอิฐ	เคลื่อนย้ายอิฐ	ก้าหนดแนวก่อ	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ประกอบแบบหล่อเสาเอ็นด้านหลัง	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุดไปดื่ม	หายตัว	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	25.7	10.5	0.0	0.0	8.5	3.2	3.3	9.0	1.9	4.9	6.5	2.2	0.0	0.0	1.0	10.5	5.9	6.9	0.0
2	27.2	8.3	3.9	0.0	11.8	5.1	9.5	4.3	2.0	3.2	3.6	0.4	0.0	0.0	0.2	9.1	7.7	3.7	0.0
3	19.6	13.8	3.9	1.9	9.0	3.5	3.9	7.1	3.5	5.8	4.8	0.9	0.2	1.8	1.2	8.8	6.0	4.1	0.0
4	18.0	8.2	12.9	0.0	9.8	5.1	13.7	4.3	1.2	2.4	1.2	0.4	0.0	1.6	0.0	10.2	8.2	2.7	0.0

ตารางที่ 5.10 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)			NVAR (%)									NVA (%)				
	จับเกี้ยม	ติดตาปะ	ฉาบ, ปาดปูน	ก้าหนดแนวจับเกี้ยม	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ตัดตาปะ	ตัดเกี้ยม	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุดไปดื่ม	หายตัว	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	8.7	4.5	0.0	14.0	10.3	3.9	7.5	3.6	1.1	0.0	2.8	-	0.3	4.7	6.7	3.9	0.0
2	14.8	3.0	28.8	5.0	5.8	0.6	7.3	6.6	1.8	1.5	0.5	-	2.9	13.3	4.9	3.4	0.0
3	5.9	2.6	39.4	0.2	6.6	0.6	8.6	5.7	2.2	0.7	0.2	-	2.1	16.0	4.6	4.4	0.0
4	0.0	6.2	33.5	0.0	7.2	1.3	4.3	12.3	4.0	1.3	1.1	-	2.4	15.8	6.4	4.0	0.0

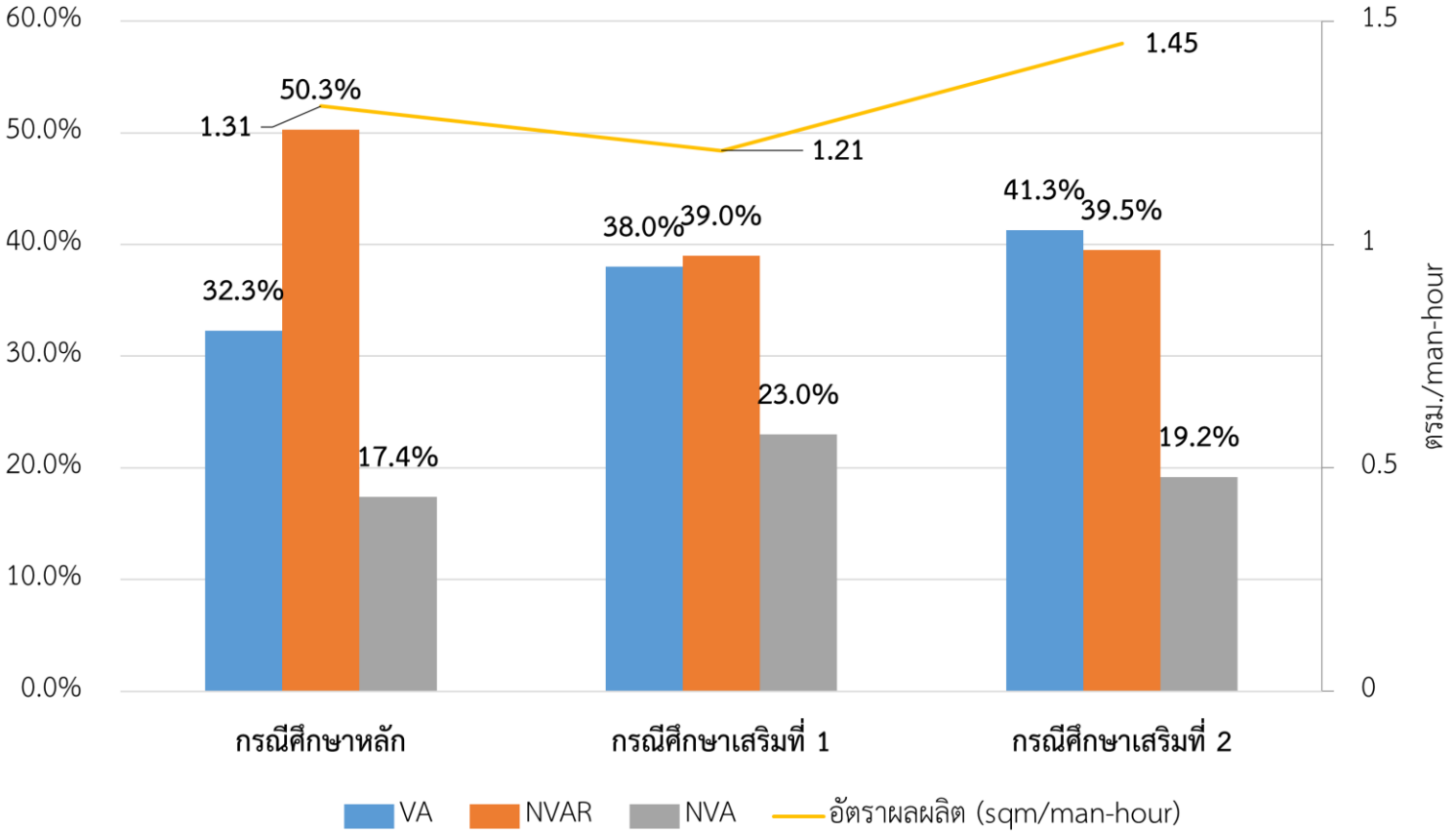
ตารางที่ 5.11 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)										NVA (%)				
	ก่ออิฐ	ตั้งเสาเอ็นเสียงเหล็กหนวดกุ้ง	ผูกเหล็กเสริมเสาเอ็นทั่วไป	เทคอนกรีตเสาเอ็นทั่วไป	ตัดก้อนอิฐ	เคลื่อนย้ายอิฐ	กำหนดแนวก่อ	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ประกอบแบบหล่อเสาเอ็นทั่วไป	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุดนิ่ง	หายตัว	เดินหมอเปล่า	แก้งาน
1	25.7	10.5	0.0	0.0	8.5	3.2	3.3	9.0	1.9	4.9	6.5	2.2	0.0	0.0	1.0	10.5	5.9	6.9	0.0
2	27.2	8.3	3.9	0.0	11.8	5.1	9.5	4.3	2.0	3.2	3.6	0.4	0.0	0.0	0.2	9.1	7.7	3.7	0.0
3	19.6	13.8	3.9	1.9	9.0	3.5	3.9	7.1	3.5	5.8	4.8	0.9	0.2	1.8	1.2	8.8	6.0	4.1	0.0
4	18.0	8.2	12.9	0.0	9.8	5.1	13.7	4.3	1.2	2.4	1.2	0.4	0.0	1.6	0.0	10.2	8.2	2.7	0.0

ตารางที่ 5.12 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาปฏิบัติจำแนกตามวัน

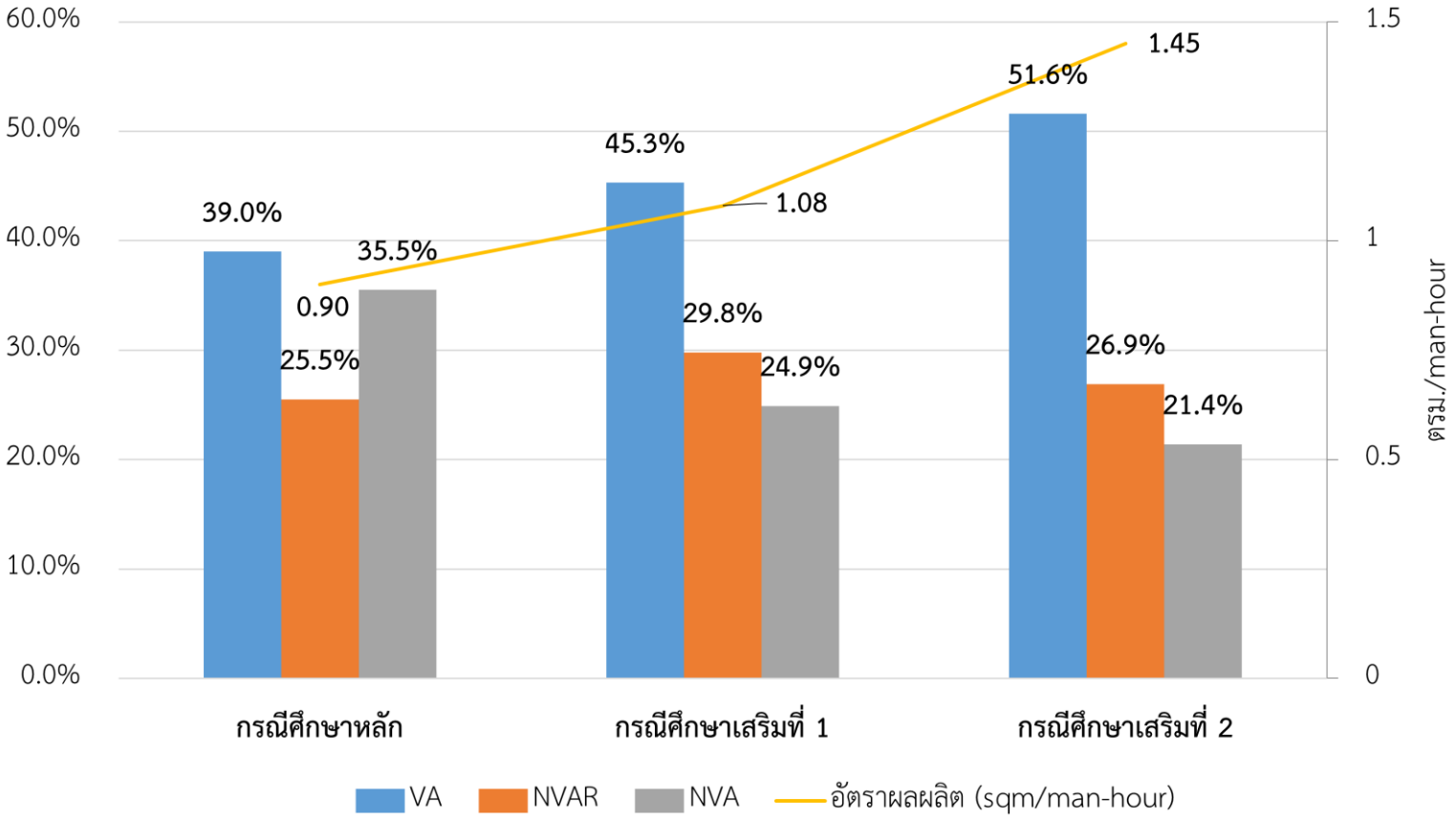
วันที่	VA (%)			NVAR (%)									NVA (%)				
	จับเสี้ยม	ติดตาข่าย	ฉาบ, ปั้นปูน	กำหนดแนวจับเสี้ยม	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บ	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ตัดตาข่าย	ตัดเสี้ยม	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุดนิ่ง	หายตัว	เดินหมอเปล่า	แก้งาน
1	8.7	4.5	0.0	14.0	10.3	3.9	7.5	3.6	1.1	0.0	2.8	-	0.3	4.7	6.7	3.9	0.0
2	14.8	3.0	28.8	5.0	5.8	0.6	7.3	6.6	1.8	1.5	0.5	-	2.9	13.3	4.9	3.4	0.0
3	5.9	2.6	39.4	0.2	6.6	0.6	8.6	5.7	2.2	0.7	0.2	-	2.1	16.0	4.6	4.4	0.0
4	0.0	6.2	33.5	0.0	7.2	1.3	4.3	12.3	4.0	1.3	1.1	-	2.4	15.8	6.4	4.0	0.0

จากตารางที่ 5.7 5.9 และ 5.11 พบว่าชุดคนงานก่อผนังในกรณีศึกษาหลักมีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 19.2% - 45.1% ในขณะที่ชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 36.2% - 39.4% และ 36.4% - 46.5% ตามลำดับ สำหรับกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) ของชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาหลักนั้นมีสัดส่วนในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 15.1% - 45.8% ในขณะที่ชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 23.5% - 32.9% และ 20.3% - 26.8% ตามลำดับ และในส่วนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) ชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 3.4% - 22.9% 20.1% - 24.3% และ 15.8% - 23.1% ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทเฉลี่ยในแต่ละกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างผนังได้ดังแสดงในรูปที่ 5.5 จากรูปดังกล่าวพบว่าชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า และสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าทั้งสองประเภทค่อนข้างใกล้เคียงกัน ในขณะที่สัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทดังกล่าวของชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาหลักกลับมีความแตกต่างกับกรณีศึกษาเสริมทั้งสอง โดยในสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในกรณีศึกษาหลักนั้นน้อยกว่าในกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 อย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งสัดส่วนของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในกรณีศึกษาหลักกลับสูงกว่าในกรณีศึกษาเสริมทั้งสอง ซึ่งขัดแย่งกับอัตราผลผลิตของชุดก่อผนังในกรณีศึกษาหลักที่ค่อนข้างสูง สำหรับสาเหตุของสัดส่วนกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าที่สูงเกิดจากการที่ในกรณีศึกษาหลักมีจำนวนเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่มากกว่าในกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 ส่งผลให้เวลาการทำกิจกรรมของชุดสร้างเสาเอ็น และทับหลังชนิดหล่อในที่ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเช่น การประกอบแบบหล่อและการเคลื่อนย้ายวัสดุ อุปกรณ์ ส่งผลไปยังสัดส่วนเฉลี่ยของชุดก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาหลัก อย่างไรก็ตามเนื่องจากสัดส่วนกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าที่ต่ำของคนงานในกรณีศึกษาดังกล่าวส่งผลให้อัตราผลผลิตเฉลี่ยรวมในกรณีศึกษานี้ไม่ต่ำมากนักเมื่อเทียบกับอัตราผลผลิตในกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2



รูปที่ 5.5 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดก่อสร้างผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังอิฐมวลเบา)

จากตารางที่ 5.8 5.10 และ 5.12 พบว่าชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักมีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ฉาบให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 32.6% - 44.3% ในขณะที่ชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 13.2% - 47.9% และ 45.9% - 55.1% ตามลำดับ สำหรับกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) ของชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักนั้นมีสัดส่วนในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 6.0% - 38.0% ในขณะที่ชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 7.4% - 28.2% และ 11.5% - 28.3% ตามลำดับ และในส่วนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) ชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 10.9% - 46.3% 11.7% - 24.6% และ 13.7% - 19.3% ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทเฉลี่ยในแต่ละกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิตของชุดฉาบผนังได้ดังแสดงในรูปที่ 5.6 จากรูปดังกล่าวเห็นได้ว่าทั้งชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาเสริมทั้งสองมีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันในช่วงระหว่าง 26-30% แต่สำหรับกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของทั้งสามกรณีศึกษานั้นกลับมีสัดส่วนที่แตกต่างกันค่อนข้างมากโดยสัดส่วนของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าที่ลดลงเกือบจะทั้งหมดได้กลายเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของชุดฉาบผนังที่อยู่ระหว่าง 26-30% เป็นสัดส่วนมาตรฐานของคนงานชุดฉาบผนังทั่วไป แต่สำหรับสัดส่วนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าที่สูงแตกต่างกันออกไปในแต่ละกรณีศึกษาเกิดจากความแตกต่างกันของจำนวนคนงานในแต่ละชุดงาน โดยจากการสังเกตการของผู้วิจัยพบว่าชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักที่มีสัดส่วนกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าสูงที่สุดนั้นมีการจ้างแรงงานในสัดส่วนที่ไม่สมดุลกับงาน กล่าวคือในกรณีศึกษาหลักคนงานฉาบผนังจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยๆ คือ กลุ่มพ่นปูนและฉาบผนัง และ กลุ่มปั้นปูนให้แห้ง โดยทั้งสองกลุ่มจะไม่ก้าวก่ายหน้าที่ซึ่งกันและกันส่งผลให้ในบางช่วงเวลาที่ไม่มีการพ่นและฉาบปูนคนงานในกลุ่มที่สองจะหยุดพักและทำธุระส่วนตัว และในทางกลับกันหากในช่วงเวลาที่ไม่มีการปั้นปูนคนงานในกลุ่มแรกก็จะพักและทำธุระส่วนตัวเช่นกัน ซึ่งแตกต่างจากในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองที่กลุ่มพ่นฉาบผนัง และ กลุ่มปั้นปูนเป็นกลุ่มเดียวกันซึ่งสามารถทำงานทดแทนกันได้ตลอดเวลา โดยรูปที่ 5.7 แสดงถึงการหยุดพักของคนงานเนื่องจากสาเหตุดังกล่าว



รูปที่ 5.6 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดฉาบผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังอิฐมวลเบา)

รูปที่ 5.7 (ก) การหยุดพักของคนงานเนื่องจากการจ้างแรงงานในสัดส่วนที่ไม่สมดุลกับงาน

รูปที่ 5.7 (ข) การหยุดพักของคนงานเนื่องจากการจ้างแรงงานในสัดส่วนที่ไม่สมดุลกับงาน

5.1.3 ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุดเช่นเดียวกันกับในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาทั้งสองชุดดังกล่าวได้แก่ 1) ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของชุดก่อสร้างผนังซึ่งประกอบด้วยความสูญเสียด้านเวลาของคนงาน

ชุดก่อผนัง คนงานชุดติดตั้งเสาเอ็นและทับหลังสำเร็จรูป และ คนงานชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ 2) ปริมาณความสูญเสียด้านเวลาของชุดฉาบผนังซึ่งประกอบไปด้วยความสูญเสียด้านเวลาของคนงานชุด ฉาบผนัง ชุดจับเซี้ยม และ ชุดติดตะแกรง โดยตารางที่ 5.13 และ 5.14 แสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่อผนัง และ ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักปฏิบัติจำแนกตามวัน ตารางที่ 5.15 และ 5.16 แสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่อผนัง และ ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ปฏิบัติจำแนกตามวัน และ ตารางที่ 5.17 และ 5.18 แสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่อผนัง และ ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ปฏิบัติจำแนกตามวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.13 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)										NVA (%)				
	ก่ออิฐ	ติ้งเสาเอ็นเสียบเหล็กหมวดถัง	ผูกเหล็กเสริมเสาเอ็นหน้าหลัง	เทคอนกรีตเสาเอ็นหน้าหลัง	ตัดก้อนอิฐ	เคลื่อนย้ายอิฐ	กวนผสมมอก่อ	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บ	ประกอบหรือซ่อมนั่งร้าน	วางแผน, สั่งคำสั่ง	ประกอบแบบหล่อเสาเอ็นหน้าหลัง	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุด	หยุดพัก	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	0.0	25.8	0.0	3.3	1.4	0.0	4.4	16.8	5.0	9.9	0.0
2	0.0	34.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	19.8	0.0	3.1	2.2	0.0	6.3	17.7	3.6	4.7	0.0
3	0.0	35.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	20.2	0.0	3.8	1.2	0.0	5.8	15.5	3.2	7.1	0.0
4	0.0	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	0.0	18.6	0.0	2.9	2.9	0.0	2.9	18.6	5.7	7.1	0.0
5	46.1	0.4	0.0	0.0	1.5	3.2	4.9	5.6	4.1	3.0	2.1	1.5	0.7	0.0	1.1	16.0	7.8	2.1	0.0
6	44.1	4.3	0.0	0.0	3.1	0.3	4.8	4.1	1.5	5.3	4.0	1.7	0.9	0.0	0.3	10.2	12.9	2.4	0.0
7	43.4	4.3	0.4	1.4	2.3	0.4	0.6	6.2	2.3	4.7	5.4	0.4	0.6	3.9	1.9	12.6	5.4	3.7	0.0
8	47.0	1.7	0.0	0.0	3.3	3.0	3.6	3.3	2.3	12.2	2.6	1.1	0.3	0.0	0.9	9.9	5.3	3.3	0.2
9	53.9	3.0	0.0	0.0	3.6	2.4	1.4	1.0	2.4	8.0	1.4	0.0	0.2	0.0	0.8	12.2	5.0	4.6	0.0
10	50.4	5.8	0.0	0.0	1.1	0.5	4.7	2.2	7.7	7.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.3	10.7	6.3	1.1	0.0
11	38.0	3.1	0.4	1.3	2.6	2.5	4.0	3.9	1.9	7.9	3.6	2.1	1.2	2.3	0.5	12.2	9.4	3.2	0.0
12	42.1	0.3	0.5	0.5	1.5	1.5	4.4	3.2	1.8	6.7	1.4	0.0	1.1	1.8	0.6	16.3	11.6	4.3	0.0
13	38.1	0.5	0.6	0.0	1.0	3.7	0.5	4.8	1.3	8.3	3.4	0.3	0.3	1.6	0.3	15.5	17.0	2.6	0.0
14	46.8	0.3	0.1	1.6	1.5	2.9	0.9	1.5	0.5	8.4	1.3	0.3	0.1	1.6	0.8	18.7	8.8	2.9	0.9

ตารางที่ 5.14 (ต่อ) สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน

วัน	VA (%)				NVAR (%)										NVA (%)				
	ก่ออิฐ	ตั้งเสาเอ็นเสียบเหล็กรอ	ผูกเหล็กเสริมเสาเอ็นทับ	เทคอนกรีตเสาเอ็น ทับ	ตัดก้อนอิฐ	เคลื่อนย้ายอิฐ	กำหนดแนวก่อ	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บเศษ	ประกอบหรือต่อมอุปกรณ์	ว่างแผ่น, ฟังค้ำยัง	ประกอบแบบท่อเข้าแบบ หรือถอด	รอคอย	ธุระส่วนตัว, การหยุดพัก	หายไป	เครื่องมือไม่	แก้งาน
15	38.9	0.8	0.2	0.0	1.0	1.8	1.4	6.1	1.0	6.4	12.1	0.0	0.4	2.7	1.6	10.0	7.4	7.0	1.0
16	32.7	1.9	0.2	1.5	1.7	1.5	0.6	3.9	0.6	10.7	3.4	0.0	1.5	3.6	2.1	15.4	9.6	8.5	0.8
17	12.8	1.7	0.7	2.6	2.0	0.9	0.6	5.2	1.1	11.1	11.1	0.0	0.2	6.1	2.6	20.3	15.9	4.4	0.7
18	15.1	4.5	0.9	0.6	1.2	1.5	0.9	4.2	4.5	13.0	7.6	0.3	0.0	4.5	1.2	23.0	12.1	3.9	0.0
19	36.5	0.0	0.0	0.0	1.0	6.7	0.0	10.6	3.8	3.8	1.9	0.0	1.9	0.0	0.0	11.5	12.5	3.8	5.8
20	28.6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	2.6	3.9	3.9	6.5	3.9	0.0	0.0	0.0	1.3	23.4	14.3	6.5	0.0

ตารางที่ 5.15 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)			NVAR (%)									NVA (%)				
	จับเสียม	ติดตะปู	ฉาบ, ปั้นปูน	ก่ออิฐมอญ	เคลื่อนย้าย	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ตวงผสมคอนกรีต	ประกอบเครื่องต่อ	วางแผ่น, ฟิล์มPVC	ตัดไม้	ขนอิฐ	รอคอย	รับส่งข้อมูล	พักผ่อน	เคลื่อนย้าย	แก้งาน
1	9.5	39.8	0.0	10.9	5.5	0.0	2.5	0.0	1.5	0.5	3.0	0.5	0.0	10.9	11.9	3.5	0.0
2	26.0	12.4	0.0	16.0	2.8	0.4	2.4	0.4	2.4	0.0	0.0	1.5	0.0	9.2	20.4	6.4	0.0
3	51.9	0.0	0.0	10.5	2.5	0.6	4.3	1.2	0.0	0.6	3.0	0.7	0.6	6.2	12.3	5.6	0.0
4	0.0	2.1	36.9	0.6	6.3	4.2	11.8	4.4	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	14.3	11.8	6.3	0.0
5	3.1	0.0	35.3	1.5	5.1	4.1	8.1	8.3	0.8	0.2	0.0	0.2	0.5	22.5	5.8	4.5	0.0
6	9.9	0.0	30.2	3.6	4.9	1.9	5.6	4.9	1.3	0.0	0.0	0.1	0.0	19.3	12.1	6.2	0.0
7	4.0	1.1	29.3	0.6	3.7	3.7	9.7	6.5	0.7	1.0	0.1	0.0	0.7	21.3	10.5	7.1	0.0

ตารางที่ 5.16 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน

วัน	VA (%)				NVAR (%)										NVA (%)				
	ก่ออิฐ	เสียบเหล็กหนวดปูน	ผูกเหล็กเสริมเสาเอ็นหน้าหลัง	เทคอนกรีตเสาเอ็นหน้าหลัง	ตัดก่ออิฐ	เคลื่อนย้ายอิฐ	ก้าหนดแนวก่อ	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บ	ประกอบหรือต่อม	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ประกอบแบบหล่อเสาเอ็นหน้าหลัง	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุด	ทาสีผ้า	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	47.6	0.0	0.5	2.2	0.8	1.9	0.0	4.3	1.1	9.1	8.6	0.0	0.5	2.2	1.3	10.5	5.9	3.5	0.0
2	56.1	0.0	0.0	0.0	1.7	6.3	0.0	4.4	1.0	8.7	7.3	0.0	0.0	0.0	0.2	11.4	1.2	1.7	0.0
3	46.3	3.1	0.0	0.0	1.2	3.3	0.7	4.5	0.2	8.3	9.7	0.0	0.5	0.0	1.0	13.3	6.2	1.7	0.0
4	46.5	1.8	0.0	0.0	2.1	6.0	10.2	4.5	0.0	6.0	4.2	1.1	0.5	0.0	0.6	9.7	6.1	0.8	0.0

ตารางที่ 5.17 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)			NVAR (%)								NVA (%)				
	จับเกี้ยม	ติดตาข่าย	ฉาบ, ปั่นปูน	ก้าหนดแนวเกี้ยม	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเก็บ	ประกอบหรือต่อม	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ติดตาข่าย	จับเกี้ยม	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุด	ทาสีผ้า	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	0.0	35.4	0.0	31.3	14.1	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	4.0	-	0.0	4.1	8.1	0.0	0.0
2	74.4	0.0	0.0	0.0	7.0	9.3	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	75.9	0.0	9.0	0.0	2.3	3.0	1.5	0.0	0.0	-	0.8	7.5	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	58.9	0.0	4.7	0.0	5.3	10.2	3.4	0.2	0.0	-	0.9	13.4	0.2	2.8	0.0

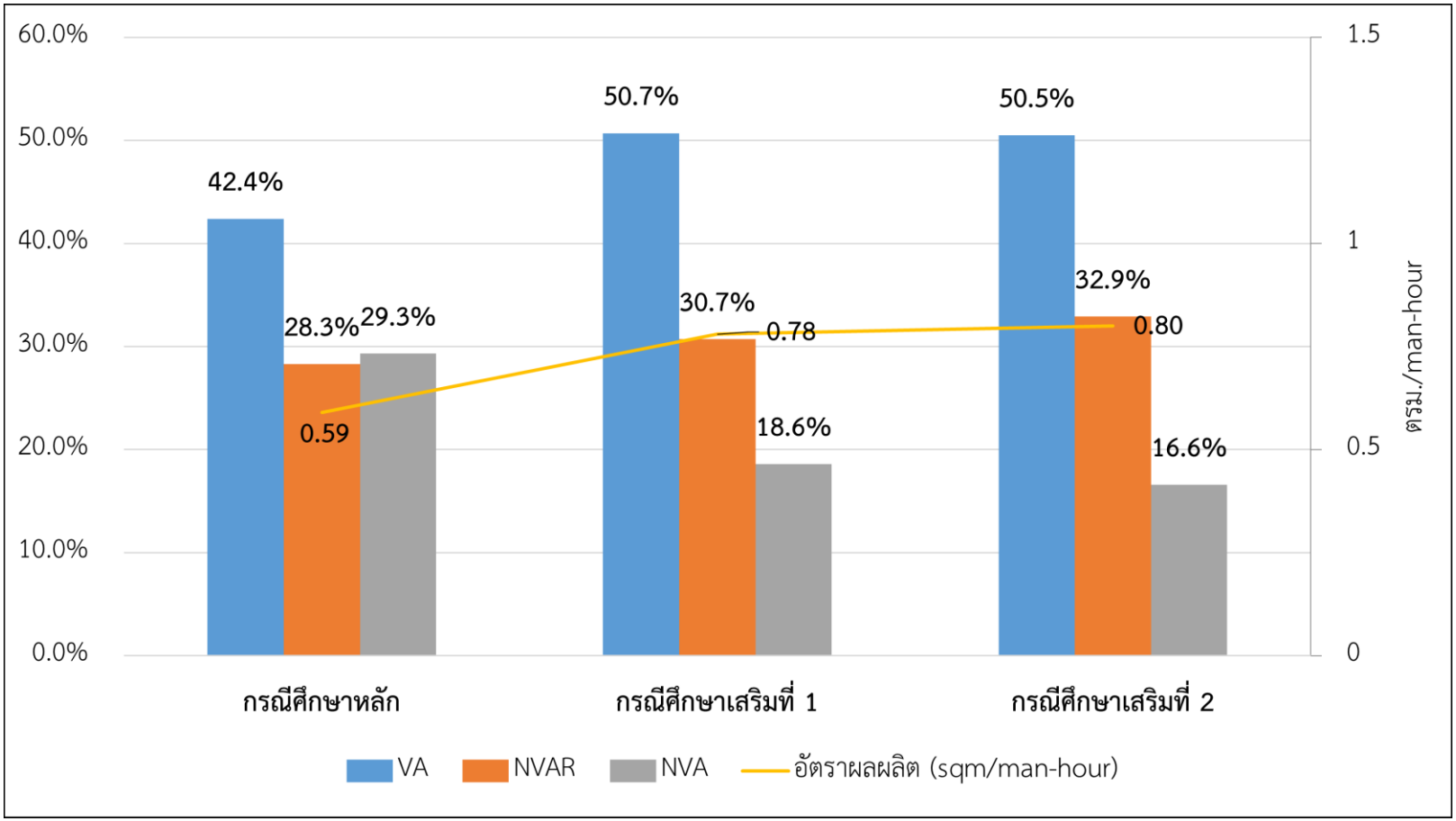
ตารางที่ 5.18 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน

วันที่	VA (%)				NVAR (%)										NVA (%)				
	ก่ออิฐ	เสียบเหล็กหนวดปูน	ผูกเหล็กเสริมเสาเอ็นหน้าหลัง	เทคอนกรีตเสาเอ็นหน้าหลัง	ตัดก่ออิฐ	เคลื่อนย้ายอิฐ	กำหนดแนวก่อ	เคลื่อนย้ายอุปกรณ์	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดเกลี	ประกอบหรือซ่อมอุปกรณ์	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ประกอบแบบหล่อเสาเอ็นหน้าหลัง	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุด	หายตัว	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	43.8	4.5	0.0	0.0	2.4	3.7	4.3	6.9	0.0	8.4	8.8	0.6	0.0	0.0	0.4	9.5	4.3	2.4	0.0
2	31.9	3.3	2.8	4.4	2.4	5.0	1.6	6.6	0.8	12.0	8.8	0.0	0.6	3.2	2.8	8.6	3.4	1.8	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	48.8	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0

ตารางที่ 5.19 สัดส่วนกิจกรรมที่ชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญปฏิบัติจำแนกตามวัน

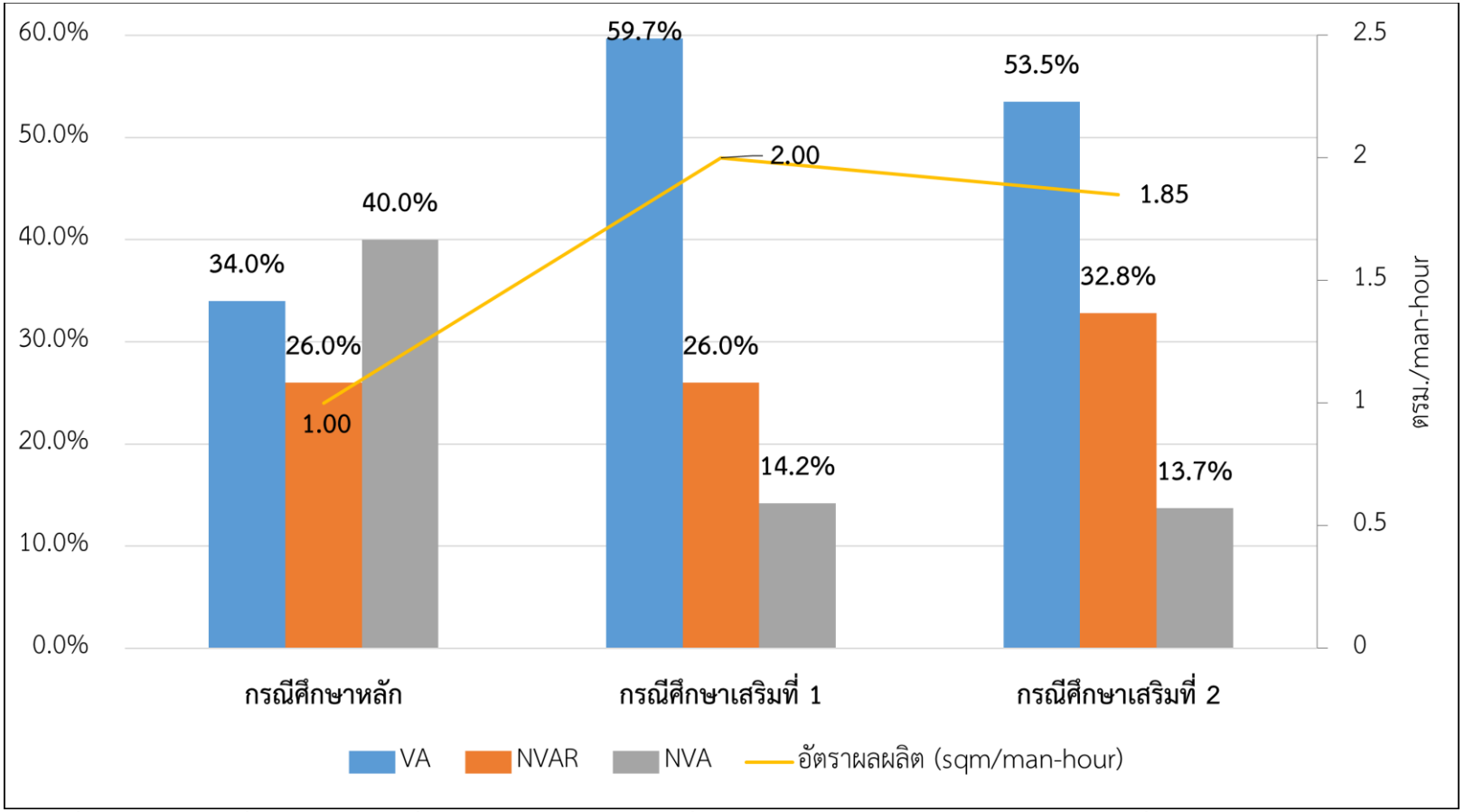
วันที่	VA (%)			NVAR (%)									NVA (%)				
	จับเชื้อมม	ติดตาข่าย	ฉาบ, ปั่นปูน	กำหนดแนวและจับเชื้อมม	เคลื่อนย้ายเ	ผสมปูน	เคลื่อนย้ายวัสดุ	ทำความสะอาดส	ประกอบหรือซ่อมเ	วางแผ่น, ฟังคำสั่ง	ตัดตาข่าย	ตัดเชื้อมม	รอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุดนิ่ง	หายตัว	เดินมือเปล่า	แก้งาน
1	0.0	0.0	54.4	0.0	7.5	0.0	7.5	10.1	1.3	0.0	0.0	-	3.5	11.0	2.8	1.9	0.0
2	0.0	13.9	42.8	0.0	3.7	0.0	7.6	15.5	3.2	0.0	3.2	-	1.1	5.3	2.1	1.6	0.0
3	49.6	0.0	0.0	19.9	11.1	1.8	7.9	0.0	0.9	0.0	0.0	-	0.4	5.3	0.9	2.2	0.0

จากตารางที่ 5.13 5.15 และ 5.17 พบว่าชุดคนงานก่อผนังในกรณีศึกษาหลักมีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 17.8%-56.9% ในขณะที่ชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 48.3%-56.1% และ 42.4%-48.3% ตามลำดับ กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) ของชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาหลักนั้นมีสัดส่วนในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 19.0%-38.3% ในขณะที่ชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 28.4%-34.6% และ 35.1%-85.6% ตามลำดับ และในส่วนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) ชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 18.4%-43.9% 14.5%-22.2% และ 14.4%-16.6% ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทเฉลี่ยในแต่ละกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างผนังได้ดังแสดงในรูปที่ 5.8 จากรูปดังกล่าวพบว่าชุดคนงานก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาทั้ง 3 มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าที่ค่อนข้างแตกต่างกันโดยกรณีศึกษาเสริมที่ 1 มีสัดส่วนกิจกรรมดังกล่าวสูงที่สุดตามมาด้วยกรณีศึกษาเสริมที่ 2 และกรณีศึกษาหลัก ซึ่งหากพิจารณาสัดส่วนของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าควบคู่กันไปด้วยจะพบว่าในกรณีศึกษาหลักที่มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าต่ำกว่ากรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 เนื่องมาจากคนงานใช้เวลาไปในกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าสูงกว่ากรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 ค่อนข้างมาก สาเหตุเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของตัวคนงานเองที่มักหยุดพัก และเลิกงานก่อนเวลาถึงแม้คนงานบางส่วนในกรณีศึกษาหลักถูกจูงใจด้วยการให้ค่าแรงแบบเหมาจ่ายแต่คนงานเหล่านั้นกลับได้รับในช่วงเริ่มงานเจ็ดวันแรกเท่านั้น ซึ่งหากสังเกตสัดส่วนกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในช่วงเวลาดังกล่าวจะพบว่าต่ำกว่าในช่วงเวลาทำงานที่เหลือ สัดส่วนที่สูงของกิจกรรมดังกล่าวส่งผลให้อัตราผลผลิตในกรณีศึกษาหลักต่ำกว่าในกรณีศึกษาที่เหลืออย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 ซึ่งมีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าสูง และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่ำมีอัตราผลผลิตที่สูงใกล้เคียงกัน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องระหว่างอัตราผลผลิตและสัดส่วนความสูญเสียได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 5.8 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชุดก่อสร้างผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังอิฐมอญ)

จากตารางที่ 5.14 5.16 และ 5.18 พบว่าชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักมีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 34.4% - 51.9% ในขณะที่ชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA) ในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 35.4% - 75.9% และ 49.6% - 56.7% ตามลำดับ สำหรับกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) ของชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักนั้นมีสัดส่วนในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 22.3% - 28.6% ในขณะที่ชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 15.8% - 52.4% และ 26.4% - 41.6% ตามลำดับ และในส่วนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) ชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีสัดส่วนการทำกิจกรรมดังกล่าวในแต่ละวันอยู่ระหว่าง 24.7% - 39.6% 4.6% - 17.3% และ 8.8% - 19.2% ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทเฉลี่ยในแต่ละกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิตของชุดฉาบผนังได้ดังแสดงในรูปที่ 5.9 จากรูปเห็นได้ว่าทั้งสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของชุดคนงานในกรณีศึกษาทั้ง 3 นั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับสัดส่วนกิจกรรมของชุดคนงานก่อผนัง โดยกรณีศึกษาเสริมที่ 1 มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าสูงที่สุด ตามมาด้วยกรณีศึกษาเสริมที่ 2 และกรณีศึกษาหลัก โดยสัดส่วนที่ต่ำของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าในกรณีศึกษาหลักนั้นมีแนวโน้มที่จะเกี่ยวข้องกับแรงจูงใจในการทำงาน รวมถึงการปัญหาด้านความสมดุลระหว่างคนงานและปริมาณงานที่ทำ คนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักได้รับค่าแรงรายวันซึ่งส่งผลให้เกิดแรงจูงใจในการทำงานที่ต่ำกว่าคนงานในกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 ที่ได้รับค่าแรงในลักษณะเหมาจ่าย สำหรับปัญหาด้านความสมดุลระหว่างคนงานและปริมาณงานนั้นเหมือนกับปัญหาที่เกิดในชุดคนงานฉาบผนังในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาอย่างที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น ในส่วนของอัตราผลผลิตของชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาทั้งสามนั้นค่อนข้างสอดคล้องกับสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภท โดยกรณีศึกษาหลักซึ่งมีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าต่ำที่สุดมีอัตราผลผลิตต่ำที่สุดเช่นกัน ในขณะที่กรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งมีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าสูงที่สุดก็มีอัตราผลผลิตสูงที่สุดเช่นเดียวกัน



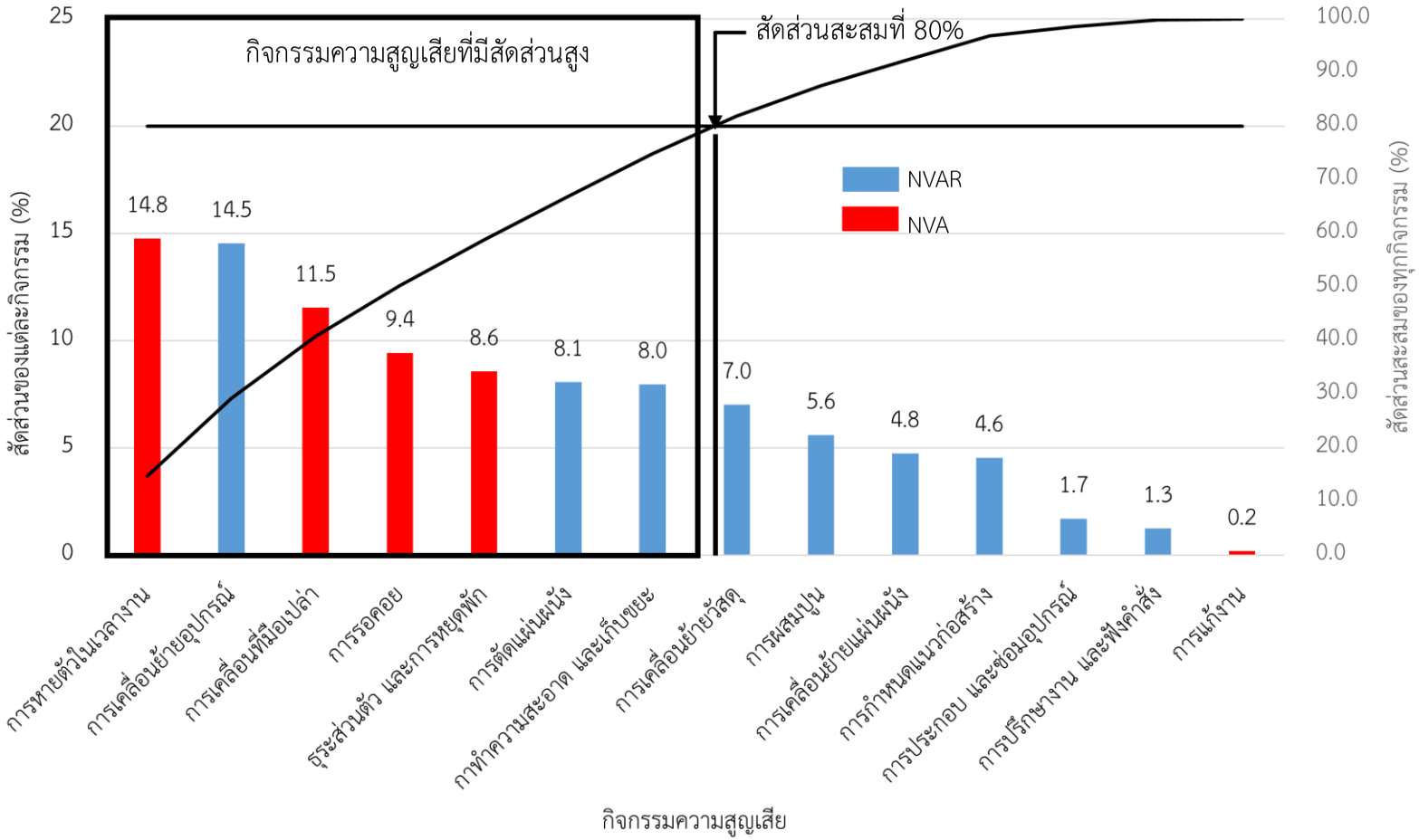
รูปที่ 5.9 สัดส่วนเฉลี่ยของ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ของชดฉาบผนังเปรียบเทียบกับอัตราผลผลิต (กรณีศึกษาผนังอิฐมอญ)

5.2 **การระบุกิจกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูง**

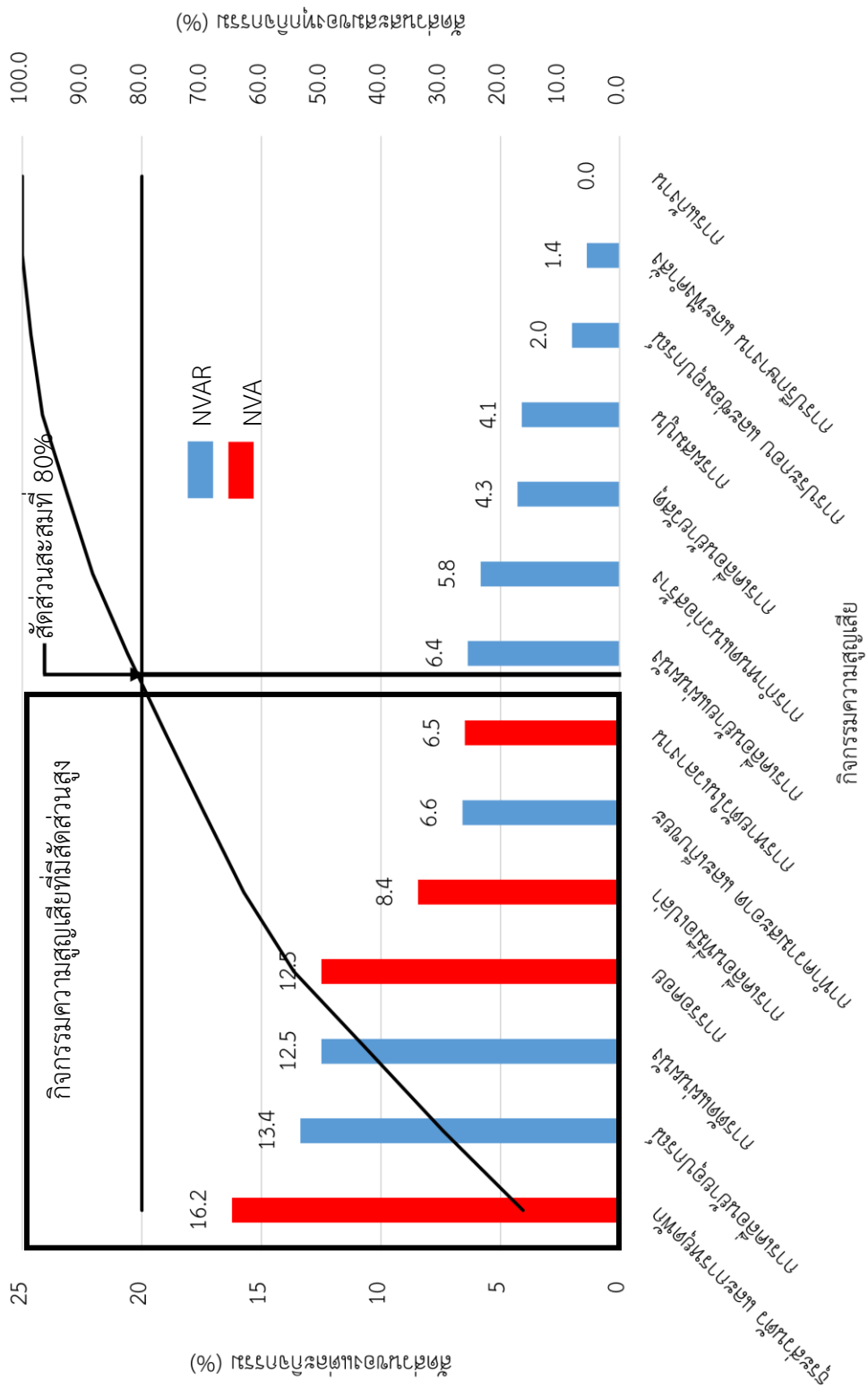
บทนี้กล่าวถึงการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญ โดยงานวิจัยนี้ได้นำทฤษฎีของพาเรโต (Pareto principle) มาประยุกต์ใช้ ทฤษฎีพาเรโตระบุว่าสิ่งที่สำคัญจะมีเพียง 20% ของสิ่งที่ไม่สำคัญอีก 80% ตัวอย่างเช่น 80% ของปัญหาในกระบวนการก่อสร้างสามารถแก้ไขได้ด้วยการกำจัดสาเหตุหลักเพียงแค่ 20% ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่องมือที่มีชื่อว่าแผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) ดังนั้นในบทนี้ทฤษฎีพาเรโตและแผนภูมิพาเรโตจึงถูกนำมาใช้เพื่อระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญ ในส่วนของกระบวนการฉาบผนังในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ และอิฐมวลเบาถูกแยกวิเคราะห์จากกระบวนการก่อผนังเนื่องจากรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มที่แตกต่างจากกระบวนการก่ออิฐทั้งสอง

5.2.1 **การระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา**

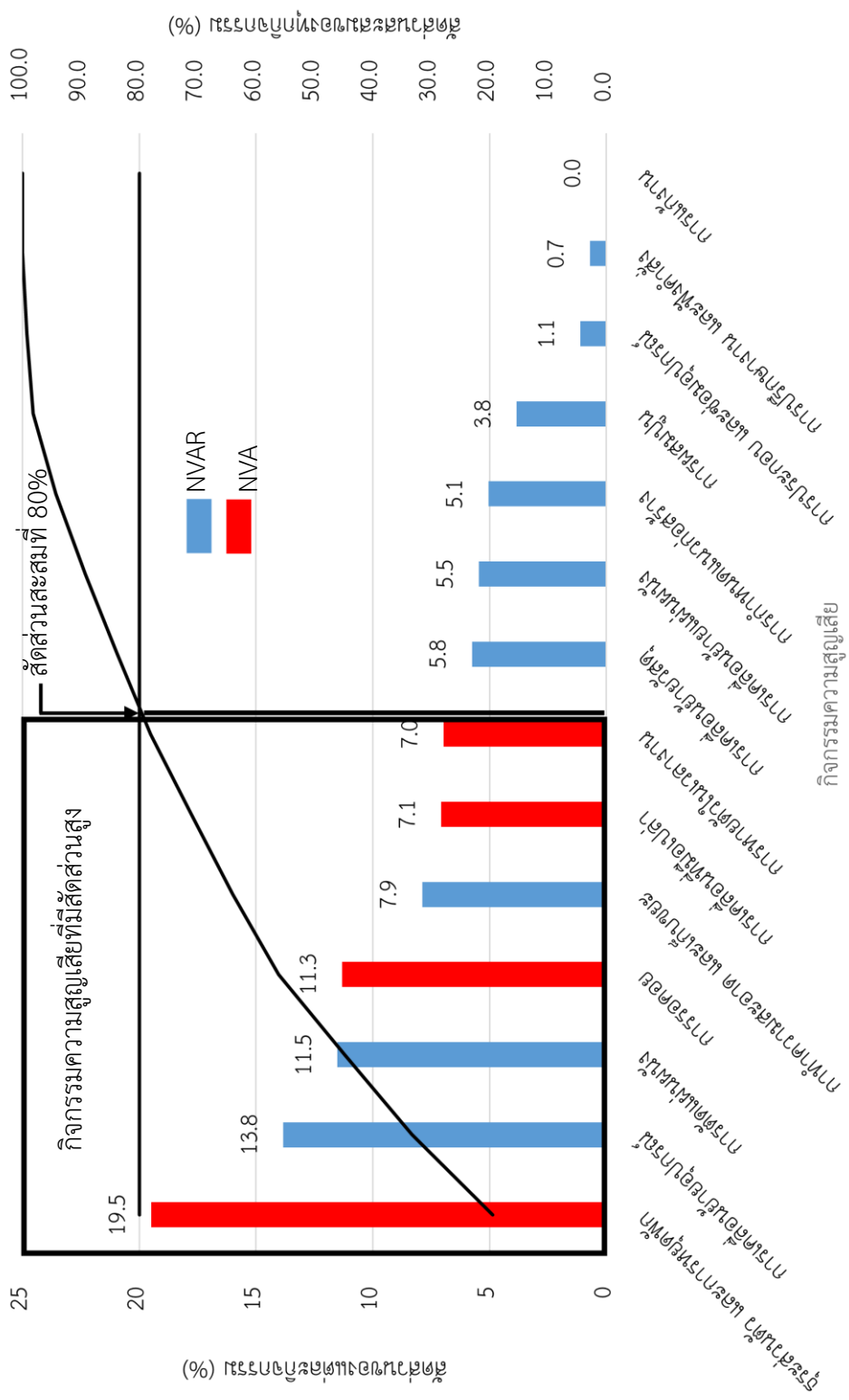
แผนภูมิพาเรโตสำหรับการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างคอนกรีตมวลเบาถูกสร้างขึ้นจากสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาของทั้ง 3 ชุดงานหลักในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาซึ่งประกอบด้วย ชุดงานติดตั้งแผนผนัง ชุดงานติดตั้งทับหลัง และ ชุดเก็บรายละเอียดงานผนัง สาเหตุที่นำสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาของชุดงานดังกล่าวมาวิเคราะห์รวมกันเนื่องจากว่าผลลัพธ์ของงานที่ได้จากการทำงานของทั้ง 3 ชุดงานในท้ายที่สุดคือผนังคอนกรีตมวลเบาเหมือนกันทั้ง 3 ชุดงาน ดังนั้นเวลาการทำงานจากแต่ละชุดงานสามารถนำมาวิเคราะห์รวมกันเพื่อหากิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาได้ โดยรูปที่ 5.10 5.11 และ 5.12 แสดงถึงแผนภูมิพาเรโตที่ใช้ระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงใน กรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ตามลำดับ



รูปที่ 5.10 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา



รูปที่ 5.11 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเบา

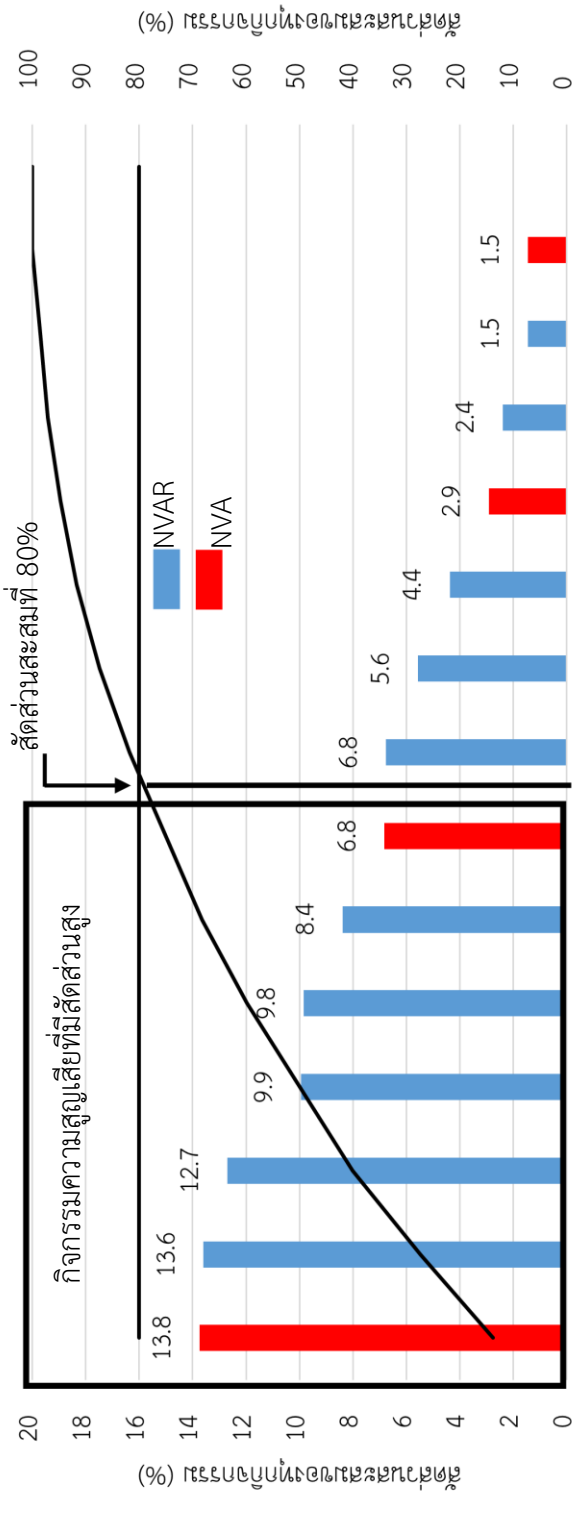


รูปที่ 5.12 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

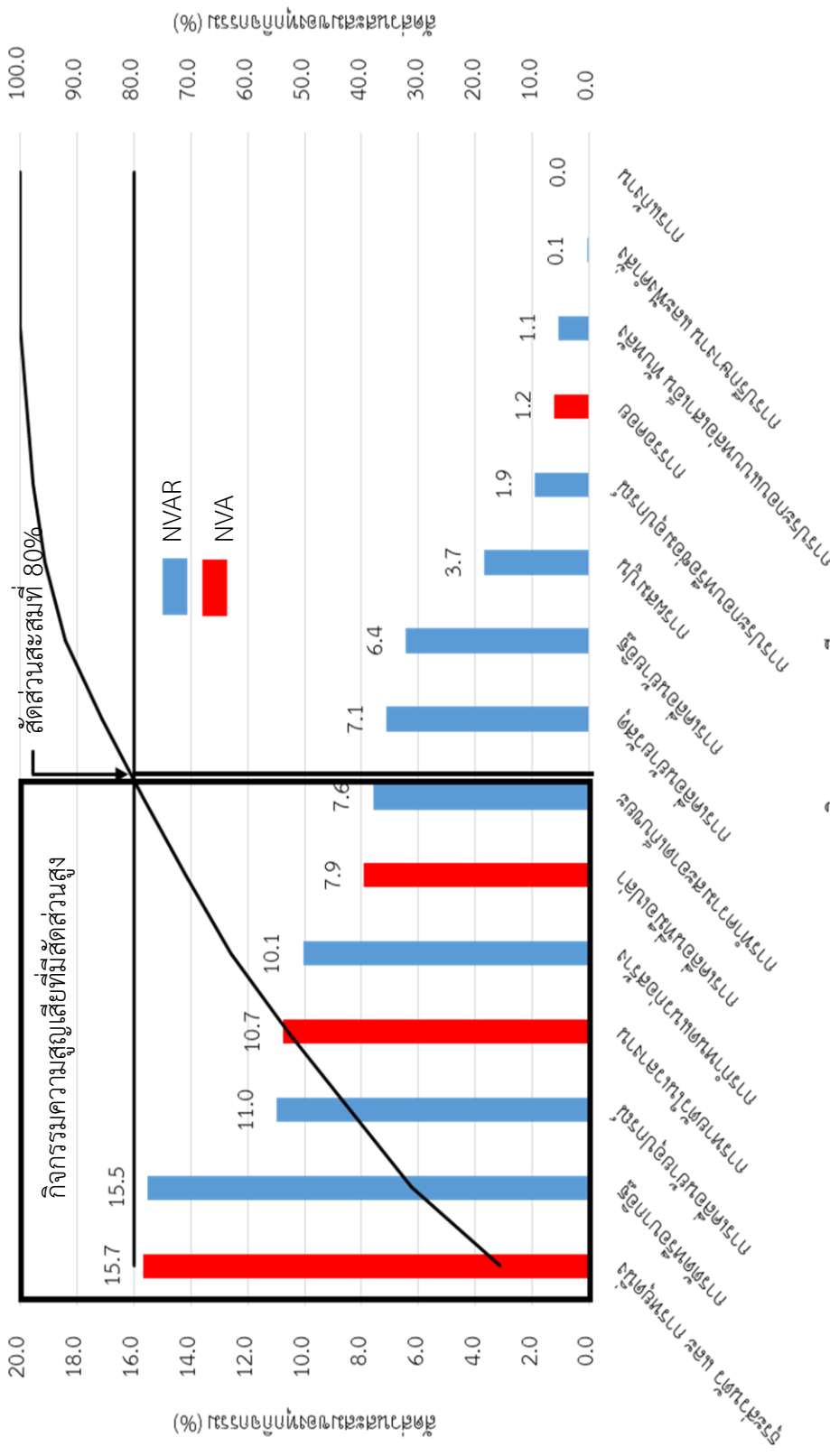
จากการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาด้วยการใช้แผนภูมิพาเรโตผลปรากฏว่าทั้งกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีรายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงที่คล้ายคลึงกันแบ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) 3 กิจกรรมได้แก่ 1. การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ 2. การตัดแผ่นผนัง 3. การทำความสะอาด และเก็บขยะ และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) 4 กิจกรรมได้แก่ 1. ธุระส่วนตัว และ การหยุดพัก 2. การรอคอย 3. การเคลื่อนที่มือเปล่า 4. การหายตัวในเวลางาน

5.2.2 การระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

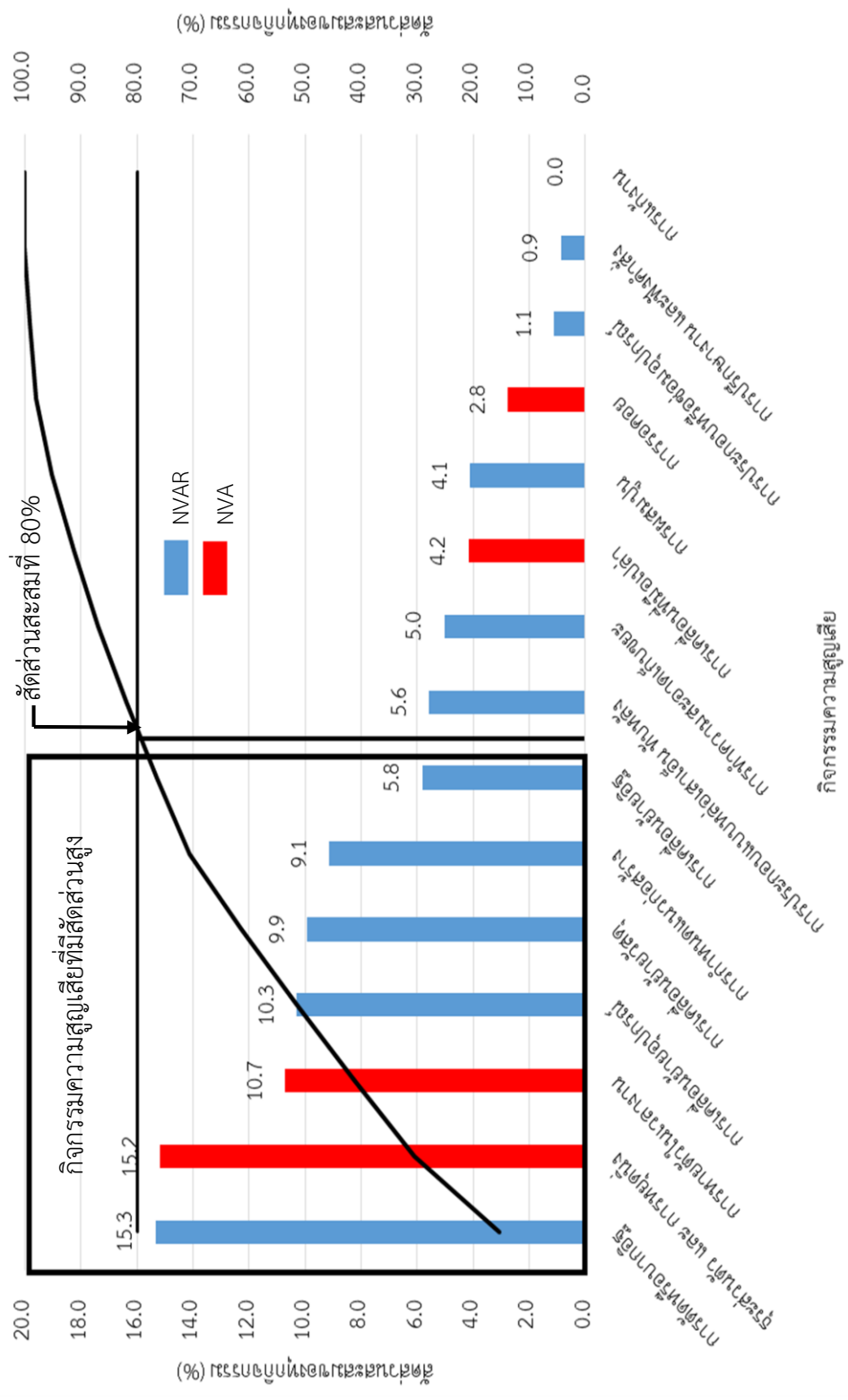
แผนภูมิพาเรโตสำหรับกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาถูกสร้างขึ้นโดยการนำสัดส่วนกิจกรรมความสูญเสียจากของคนงานชุดก่อผนัง คนงานชุดติดตั้งเสาเอ็นและทับหลังสำเร็จรูป และ คนงานชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ มาวิเคราะห์ร่วมกัน โดยรูปที่ 5.13 5.14 และ 5.15 แสดงถึงแผนภูมิพาเรโตที่ใช้ระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงใน กรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา ตามลำดับ จากการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาด้วยการใช้แผนภูมิพาเรโตผลปรากฏว่าทั้งสามกรณีศึกษามีกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงแตกต่างกันออกไป สำหรับกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่ออิฐมวลเบาประกอบไปด้วย กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) 2 กิจกรรมได้แก่ 1.ธุระส่วนตัว และ การหยุดพัก 2. การเคลื่อนที่ด้วยมือเปล่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) 5 กิจกรรมได้แก่ 1.การตัดหรือบากอิฐ 2.การกำหนดแนวก่อ 3.การเคลื่อนย้ายวัสดุ 4.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ 5.การทำความสะอาด และเก็บขยะ สัดส่วนกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 มีความแตกต่างจากในกรณีศึกษาหลักเล็กน้อย โดยในกรณีศึกษานี้กิจกรรม การเคลื่อนย้ายวัสดุซึ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่ามีสัดส่วนไม่ถึงเกณฑ์ที่จะเป็นกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงแต่กลายเป็นกิจกรรมการหายตัวในเวลางานซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าที่ถึงเกณฑ์แทน สำหรับกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีความคล้ายคลึงกับในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ยกเว้นการทำความสะอาดและเก็บขยะซึ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และการเคลื่อนที่มือเปล่าซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าที่ไม่ถึงเกณฑ์ที่จะเป็นกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูง ซึ่งกิจกรรมทั้งสองนี้ถูกแทนที่ด้วยการเคลื่อนย้ายวัสดุ และการเคลื่อนย้ายอิฐซึ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าทั้งคู่



รูปที่ 5.13 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานก่ออิฐ)



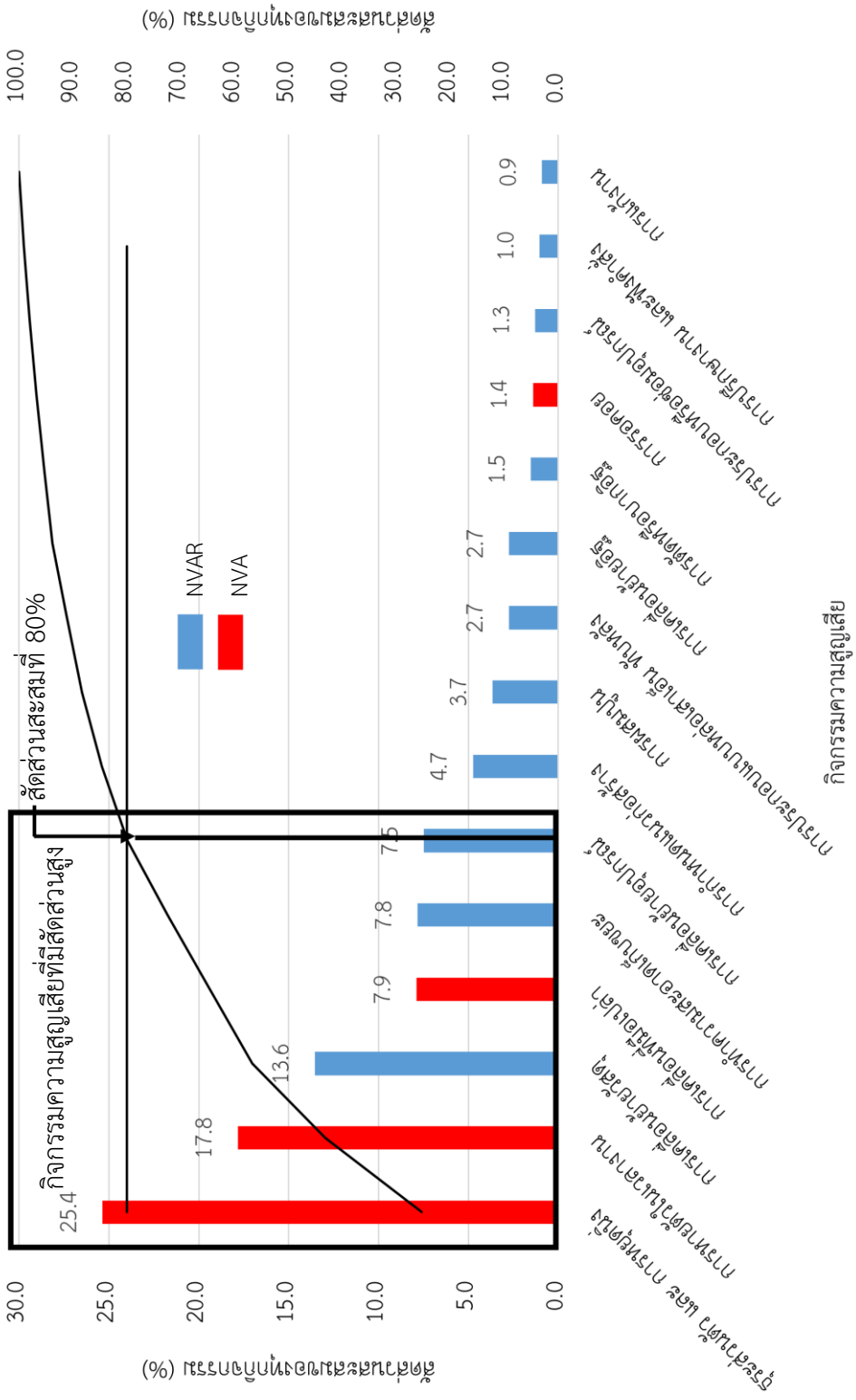
รูปที่ 5.14 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานก่ออิฐ)



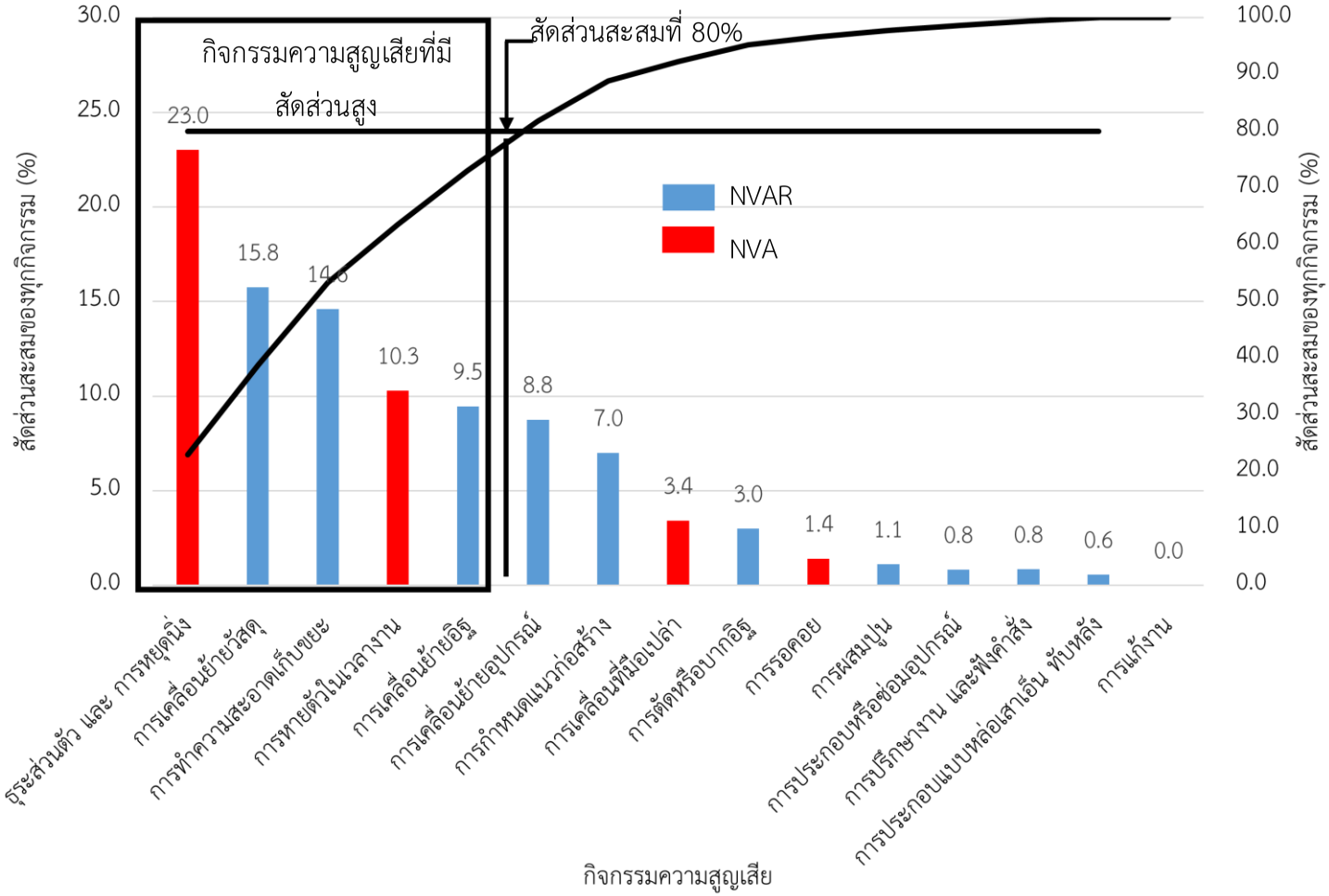
รูปที่ 5.15 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างฝนังอิฐมวลเบา (งานก่ออิฐ)

5.2.3 การระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

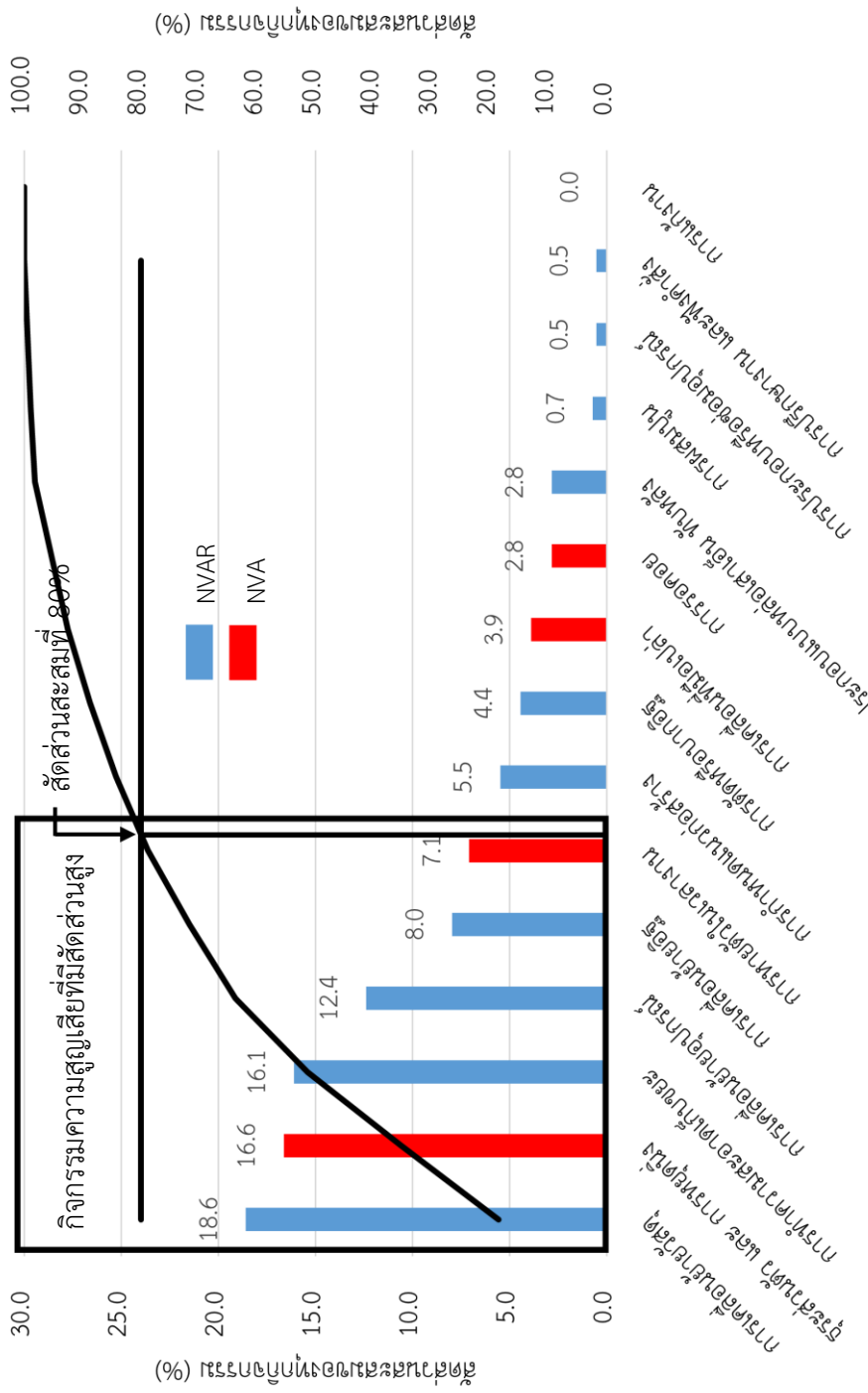
การระบุความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงโดยใช้แผนภูมิพาเรโตสำหรับกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญทำโดยการนำสัดส่วนกิจกรรมความสูญเสียของคนงานชุดก่อผนัง คนงานชุดติดตั้งเสาเอ็นและทับหลังสำเร็จรูป และ คนงานชุดก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่ มาวิเคราะห์ร่วมกัน โดยรูปที่ 5.16 5.17 และ 5.18 แสดงถึงแผนภูมิพาเรโตที่ใช้ระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 ตามลำดับ จากการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมอญด้วยการใช้แผนภูมิพาเรโตผลปรากฏว่าทั้งสามกรณีศึกษามีกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงแตกต่างกันออกไป สำหรับกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่ออิฐมวลเบาแบ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR) 3 กิจกรรมประกอบด้วย 1. การเคลื่อนย้ายวัสดุ 2. การทำความสะอาดและเก็บขยะ 3. การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ และ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) 3 กิจกรรมประกอบด้วย 1.ธุระส่วนตัว และ การหยุดพัก 2.การหายตัวในเวลางาน 3.การเคลื่อนที่มือเปล่า สัดส่วนกิจกรรวมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 มีความแตกต่างจากในกรณีศึกษาหลักเล็กน้อยโดยในกรณีศึกษานี้กิจกรรม การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า มีสัดส่วนไม่ถึงเกณฑ์ที่จะเป็นกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงดังนั้นในกรณีศึกษานี้จึงมีกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงเพียง 5 รายการ สำหรับกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีความคล้ายครึ่งกับในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ยกเว้นกิจกรรมการเคลื่อนที่มือเปล่าซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าที่ไม่ถึงเกณฑ์ที่จะเป็นกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูง และถูกแทนที่ด้วยการเคลื่อนย้ายอิฐซึ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าที่มีสัดส่วนถึงเกณฑ์แทน



รูปที่ 5.16 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานก่ออิฐ)



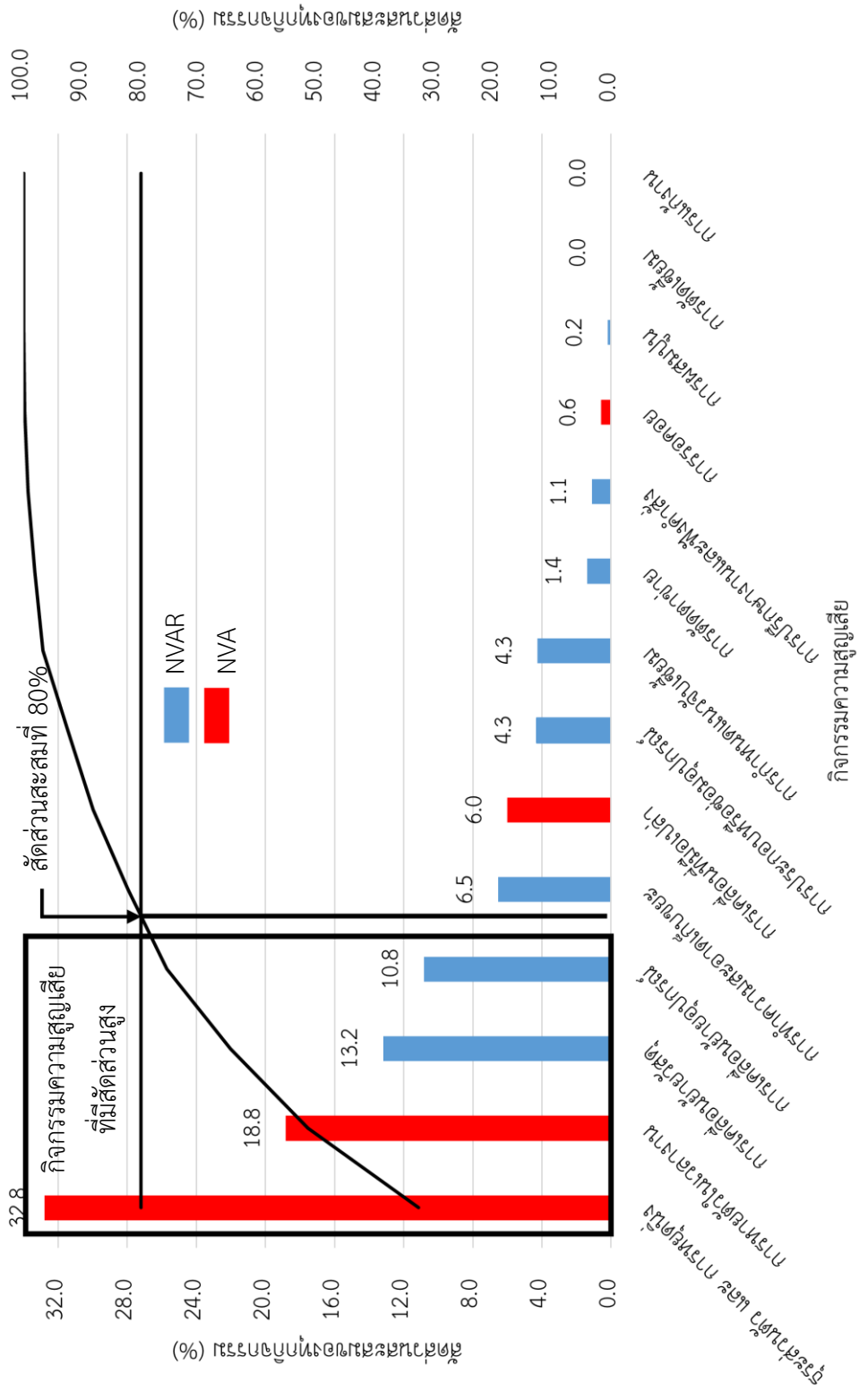
รูปที่ 5.17 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานก่ออิฐ)



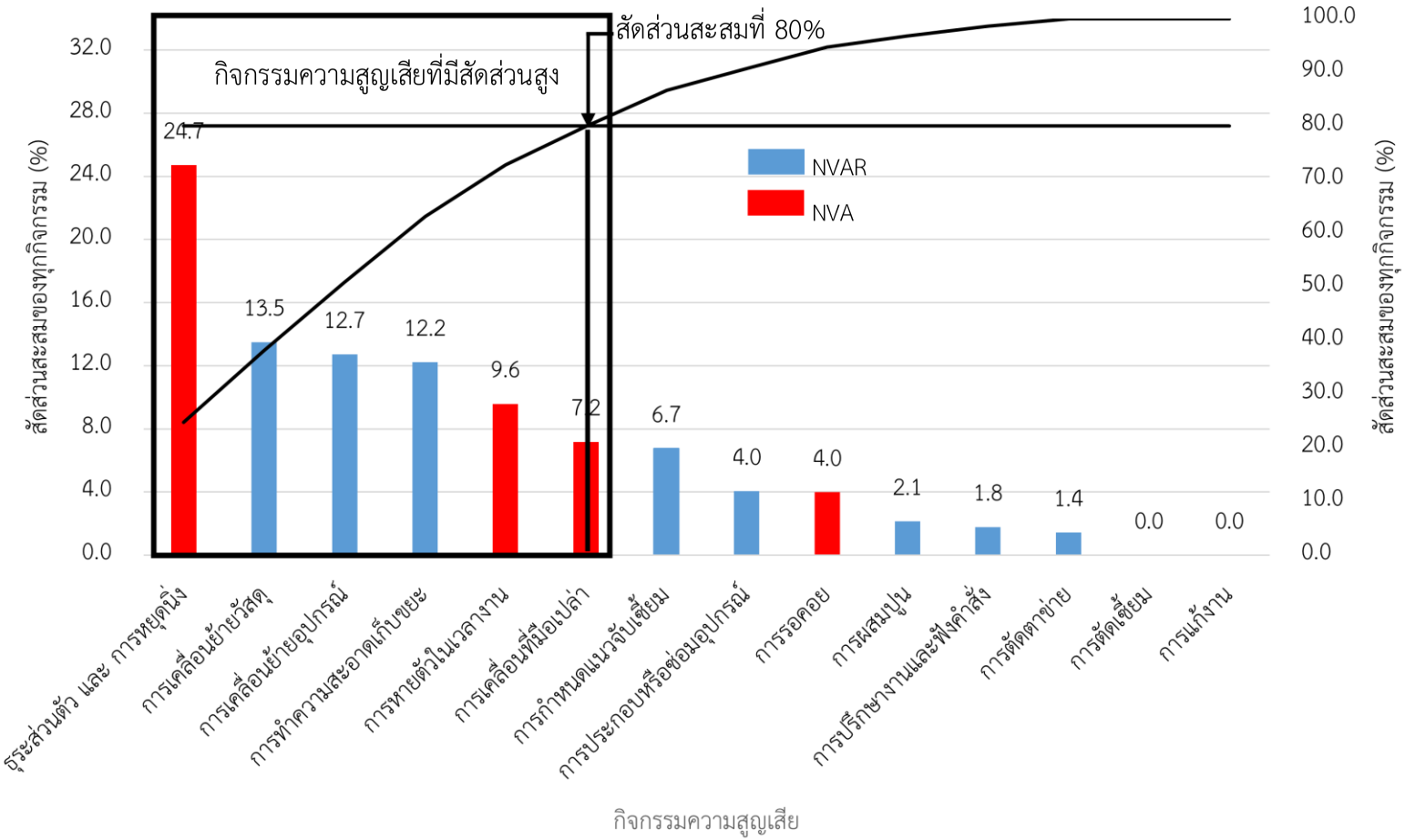
รูปที่ 5.18 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานก่ออิฐ)

5.2.4 การระบุกิจกรรมกรรมความสูญเสียด้านเวลาการทำงานที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการฉาบผนัง

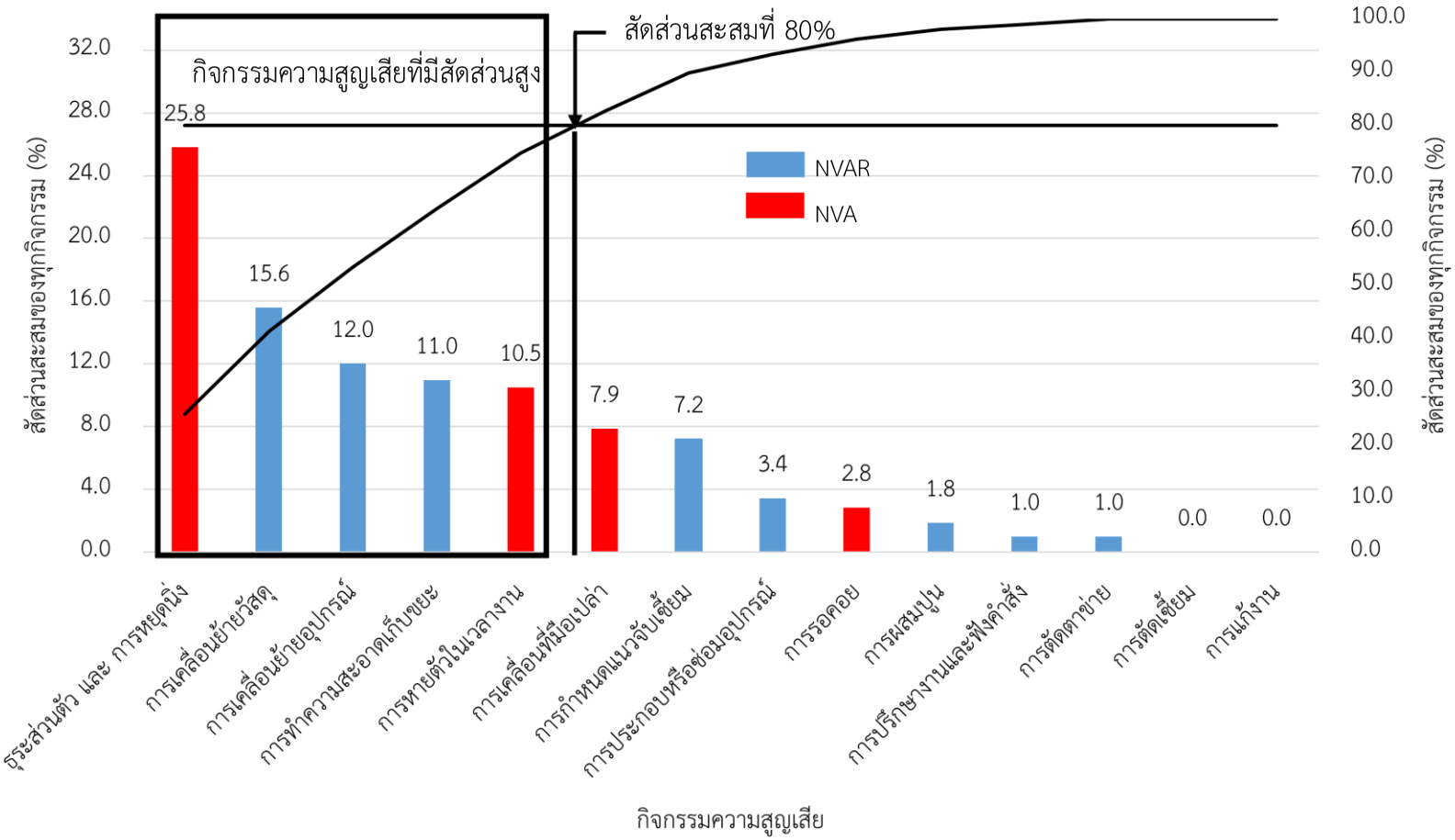
แผนภูมิพาเรโตสำหรับการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการฉาบผนังถูกสร้างขึ้นจากสัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาของชุดงานหลักในกระบวนการฉาบผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญซึ่งประกอบด้วย ชุดงานฉาบผนัง ชุดงานติดตะแกรงกรงไก่ และ ชุดจับเซี้ยม โดยรูปที่ 5.19 5.20 และ 5.21 แสดงถึงแผนภูมิพาเรโตที่ใช้ระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงใน กรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา ตามลำดับ รูปที่ 5.22 5.23 และ 5.24 แสดงถึงแผนภูมิพาเรโตที่ใช้ระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ ตามลำดับ จากภาพทั้งหมดดังกล่าวพบว่ากระบวนการฉาบผนังในสามจากหกกรณีศึกษามีกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงอยู่ด้วยกัน 4 กิจกรรม โดยกรณีศึกษาเหล่านั้นได้แก่ กรณีศึกษาหลัก กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ โดย กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ นั้นมีรายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงเหมือนกันได้แก่ 1.ธุระส่วนตัว และการหยุดนิ่ง 2.การทำความสะอาดเก็บขยะ 3.การเคลื่อนย้ายวัสดุ และ 4.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ ขณะที่กิจกรรมการทำความสะอาดในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาไม่ถึงเกณฑ์ที่จะเป็นกิจกรรมที่มีสัดส่วนสูง แต่กลายเป็นกิจกรรมการหายตัวในเวลางานที่ถึงเกณฑ์แทน สำหรับกรณีศึกษาที่เหลือ สองในสามกรณีศึกษาเหล่านั้นมีกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงอยู่ด้วยกัน 5 กิจกรรม ได้แก่ กรณีศึกษาหลัก กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา โดยกรณีศึกษาแรกมีกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงประกอบด้วย 1.ธุระส่วนตัว และการหยุดนิ่ง 2.การทำความสะอาดเก็บขยะ 3.การเคลื่อนย้ายวัสดุ 4.การเคลื่อนที่มือเปล่า และ 5.การหายตัวในเวลางาน ในขณะที่กรณีศึกษาที่สองกิจกรรม การเคลื่อนที่มือเปล่า จะไม่ถึงเกณฑ์และถูกแทนที่ด้วยกิจกรรม การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ ในส่วนของกรณีศึกษาสุดท้ายซึ่งได้แก่ กรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา มีรายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงดังนี้ 1.ธุระส่วนตัว และการหยุดนิ่ง 2.การทำความสะอาดเก็บขยะ 3.การเคลื่อนย้ายวัสดุ 4.การเคลื่อนที่มือเปล่า 5.การหายตัวในเวลางาน และ 6.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์



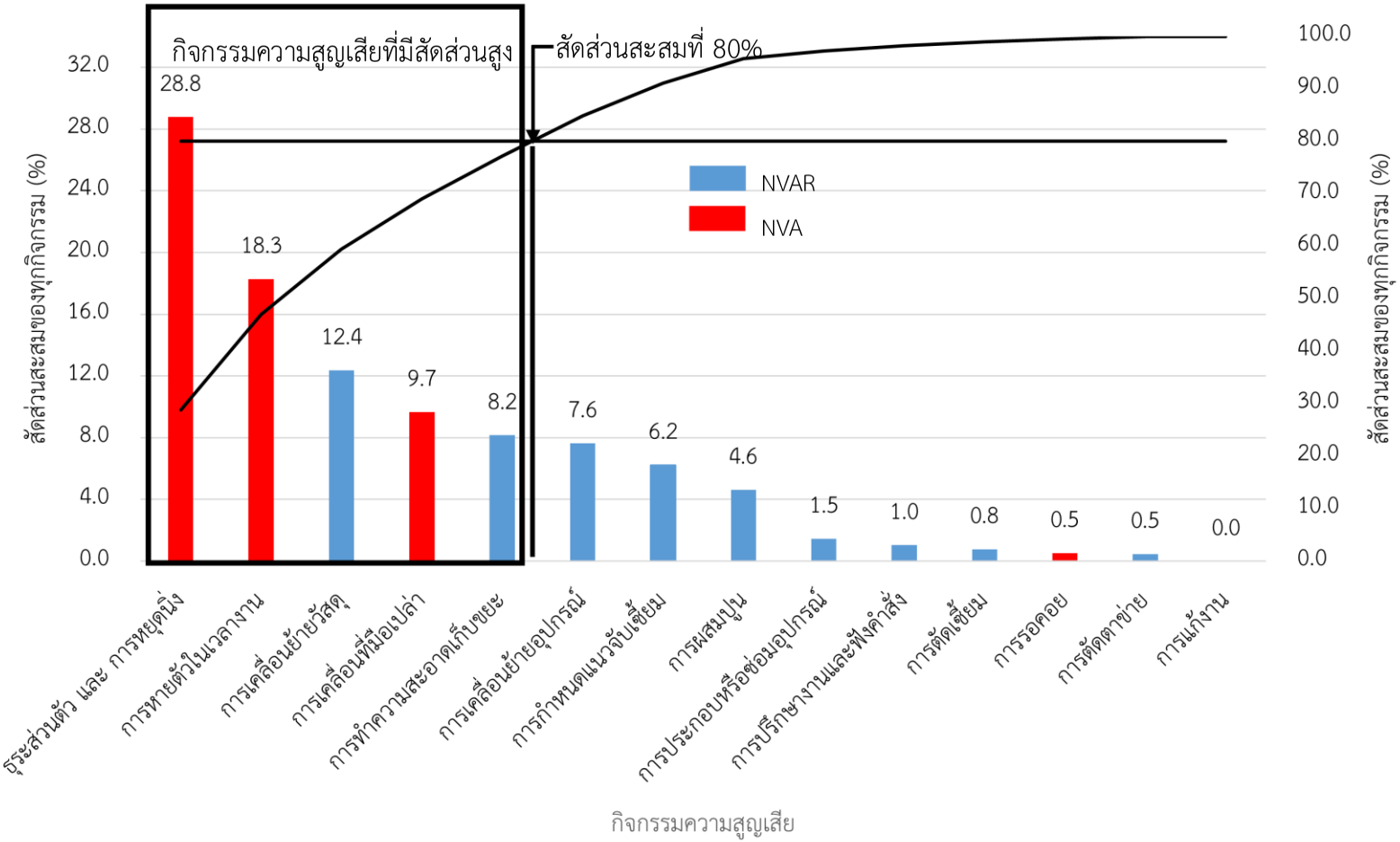
รูปที่ 5.19 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างหน่วยอิฐมวลเบา (งานฉาบหน้า)



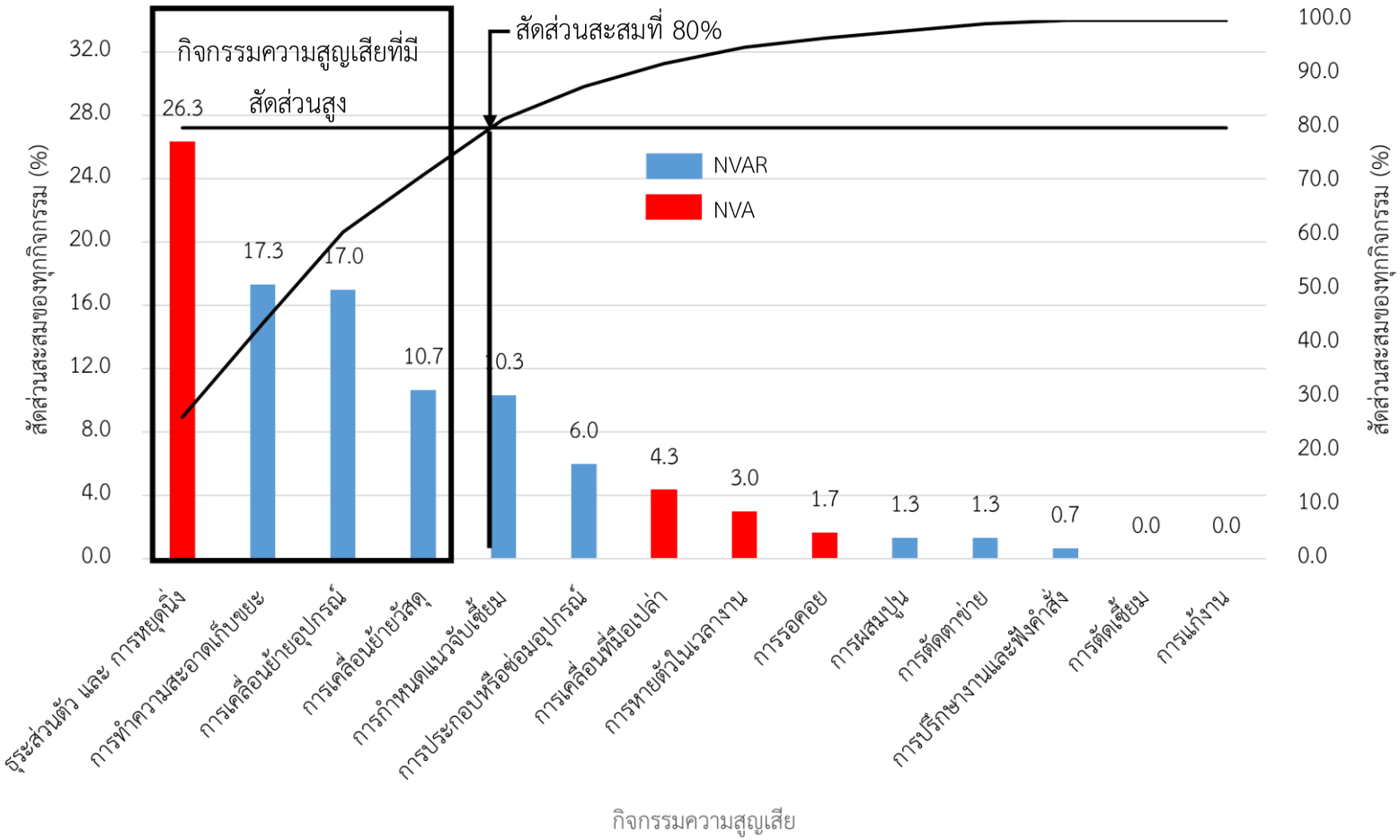
รูปที่ 5.20 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานฉาบผนัง)



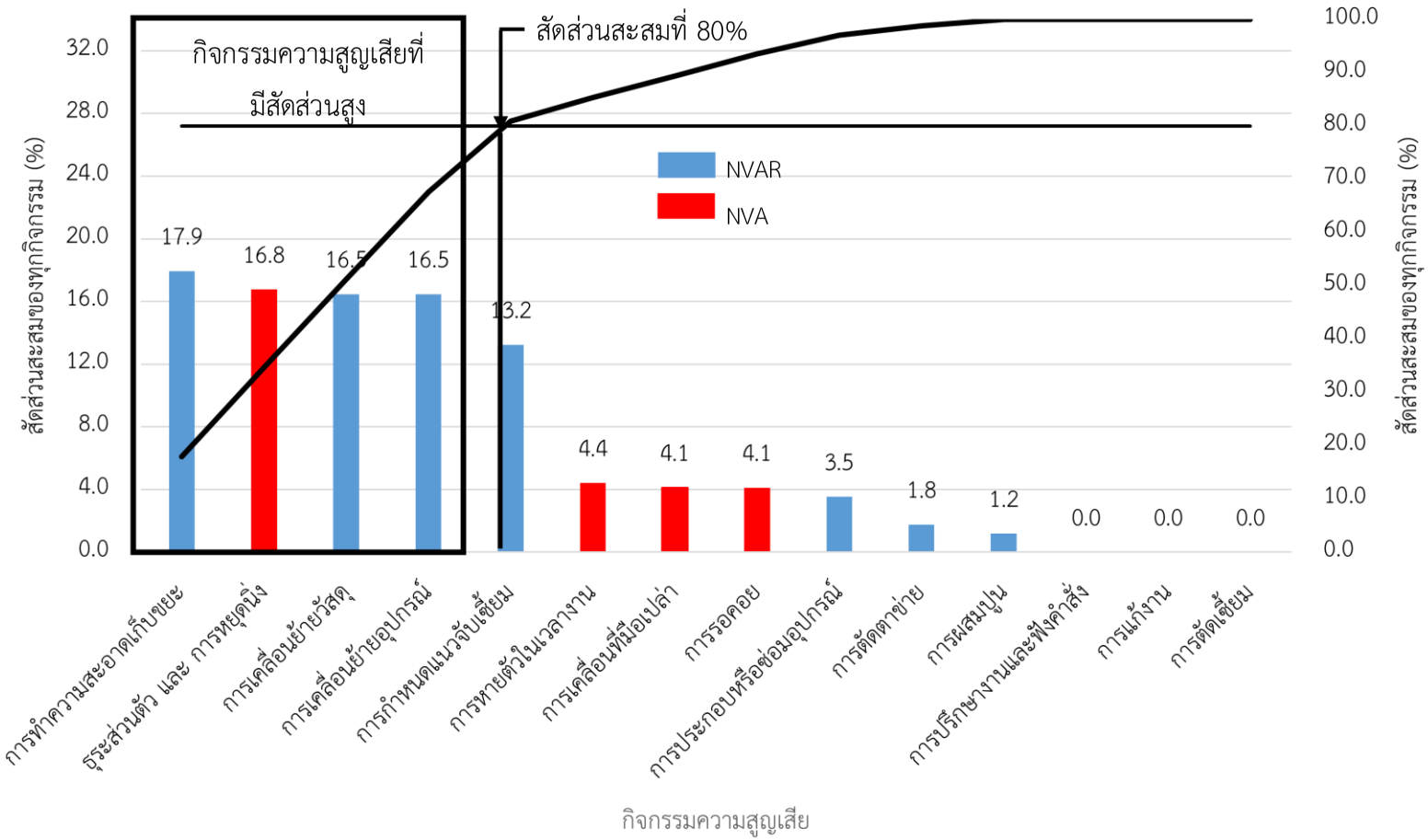
รูปที่ 5.21 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (งานฉาบผนัง)



รูปที่ 5.22 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานฉาบผนัง)



รูปที่ 5.23 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานฉาบผนัง)



รูปที่ 5.24 แผนภูมิพาเรโตสำหรับกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (งานฉาบผนัง)

5.3 ความสูญเสียด้านวัสดุ

ปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุสามารถวิเคราะห์ได้โดยการนำปริมาณวัสดุที่ใช้จริงที่ได้จากการจดบันทึกในโครงการก่อสร้างมาหักลบกับปริมาณวัสดุที่จำเป็นต้องใช้โดยการวิเคราะห์จากแบบแปลนก่อสร้าง และอ้างอิงอัตราการใช้วัสดุจากบริษัทผู้จำหน่าย ปริมาณส่วนต่างนี้คือปริมาณวัสดุที่เกินกว่าความจำเป็นในการก่อสร้างซึ่งถือเป็นความสูญเสียด้านวัสดุ ปริมาณวัสดุที่กล่าวในบทนี้อ้างอิงจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังอาคารทั้งชั้นในกรณีศึกษานั้นๆ (ยกเว้นกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา) ดังนั้นปริมาณวัสดุในบางกรณีศึกษาจะแตกต่างจากปริมาณการทำงานของคนงานที่ระบุไว้ในบทที่ 4 โดยงานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับความสูญเสียด้านวัสดุหลักในการก่อสร้างผนังเท่านั้น เนื่องจากความสูญเสียของวัสดุหลักเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการก่อสร้าง อีกประการคือปริมาณการใช้วัสดุเสริมต่างๆ ไม่สามารถพิจารณาได้จากแปลนก่อสร้าง โดยปริมาณการใช้วัสดุเสริมจะขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของช่างเป็นหลักดังนั้นจึงยากที่จะทราบปริมาณที่จำเป็นต้องใช้อย่างแน่ชัด ซึ่งต่างจากวัสดุหลักที่สามารถวิเคราะห์จากแปลนก่อสร้างได้ ดังนั้นในการเปรียบเทียบปริมาณวัสดุเสริมที่ใช้ในแต่ละโครงการก่อสร้างผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าอัตราการใช้งานซึ่งอยู่ในหน่วย ปริมาณวัสดุ/100ตารางเมตรของผนังแทนเพื่อแสดงให้เห็นว่าในแต่ละโครงการมีการใช้วัสดุเสริมต่างกันเพียงไร อย่างไรก็ตามปริมาณวัสดุในส่วนนี้อ้างอิงจากการใช้งานในอาคารกรณีศึกษาเท่านั้น ดังนั้นจึงอาจไม่สามารถเป็นตัวแทนปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังอาคารในโครงการก่อสร้างอื่นๆได้

5.3.1 ปริมาณความสูญเสียวัสดุหลัก และอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาประกอบไปด้วยวัสดุหลัก 2 รายการคือ 1.ผนังคอนกรีตมวลเบา 2.ปูนกาว และมีวัสดุเสริมทั้งหมด 9 รายการ ประกอบไปด้วย 1.ปูนซีเมนต์ 2.พียูโฟร์ม 3.ตาข่ายไฟเบอร์ 4.เหล็กฉาก 5. Stopper 6.พุกเหล็ก 7.โฟมแท่ง 8.เหล็กเชียคีย์ (เหล็ก DB 12 มม.) 9.กาว Epoxy ตารางที่ 5.19 5.21 และ 5.23 แสดงปริมาณวัสดุที่ใช้จริง ปริมาณวัสดุที่ได้จากการวิเคราะห์แบบก่อสร้าง และปริมาณความสูญเสียของวัสดุหลัก ในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาตามลำดับ และสำหรับตารางที่ 5.20 5.22 และ 5.24 แสดงถึงปริมาณการใช้งานวัสดุเสริมต่อการก่อสร้างผนัง 100 ตารางเมตรในกรณีศึกษาทั้งหมดดังกล่าว อย่างไรก็ตามวัสดุเสริมบางรายการไม่มีการใช้งานในบางกรณีศึกษาส่งผลให้ในแต่ละกรณีศึกษามีรายการวัสดุเสริมที่แตกต่างกันเล็กน้อย

ตารางที่ 5.20 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย (%)
แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา	1327 ตรม.	1240 ตรม.	87 ตรม.	6.6%
ปูนกาว (20 กก./ถุง)	180 ถุง	124 ถุง	56 ถุง	31.1%

ตารางที่ 5.21 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง (ต่อ 1 ชั้น)	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนก่อทั่วไป (50 กก./ถุง)	50 ถุง	4.0 ถุง
พียูโฟม	84 กระป๋อง	6.8 กระป๋อง
ตาข่ายไฟเบอร์ขนาด 2 นิ้ว	72 ม้วน	5.8 ม้วน
ตาข่ายไฟเบอร์ขนาด 4 นิ้ว	12 ม้วน	1.0 ม้วน
เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว ยาว 5 ซม.	750 ชิ้น	60.5 ชิ้น
พุกเหล็กขนาด 3/16 นิ้ว	1600 ชิ้น	129.1 ชิ้น
โฟมแท่งเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม	80 แท่ง	6.5 แท่ง
เหล็กเชียคีย์ (DB 12 มม.)	3700 เส้น	298.5 เส้น

ตารางที่ 5.22 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย (%)
แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา	1487 ตรม.	1384 ตรม.	103 ตรม.	6.9%
ปูนกาว (25 กก./ถุง)	200 ถุง	139	61 ถุง	30.5%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.23 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง (ต่อ 1 ชั้น)	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนก่อทั่วไป (50 กก./ถุง)	60 ถุง	4.3 ถุง
พียูโฟม	95 กระป๋อง	6.9 กระป๋อง
ตาข่ายไฟเบอร์ขนาด 2 นิ้ว	82 ม้วน	5.9 ม้วน
ตาข่ายไฟเบอร์ขนาด 4 นิ้ว	16 ม้วน	1.2 ม้วน
เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว ยาว 5 ซม.	800 ชิ้น	57.8 ชิ้น
Stopper	1260 ชิ้น	91 ชิ้น
พุกเหล็กขนาด 3/16 นิ้ว	2000 ชิ้น	144.5 ชิ้น
โฟมแท่งเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม	100 แท่ง	7.2 แท่ง
เหล็กเชียคีย์ (DB 12 มม.)	3600 เส้น	260 เส้น
กาว Epoxy (2ถัง/ชุด)	9 ชุด	0.7 ชุด

ตารางที่ 5.24 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย (%)
แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา	644 ตรม.	570 ตรม.	74 ตรม.	11.5%
ปูนกาว (25 กก./ถุง)	86 ถุง	57 ถุง	29 ถุง	33.7%

ตารางที่ 5.25 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง (ต่อ 1 ชั้น)	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนก่อทั่วไป (50 กก./ถุง)	30 ถุง	5.3 ถุง
พียูโฟม	60 กระป๋อง	10.5 กระป๋อง
ตาข่ายไฟเบอร์ขนาด 2 นิ้ว	24 ม้วน	4.2 ม้วน
ตาข่ายไฟเบอร์ขนาด 4 นิ้ว	6 ม้วน	1.1 ม้วน

ตารางที่ 5.26 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง (ต่อ 1 ชั้น)	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว ยาว 5 ซม.	400 ชิ้น	70.2 ชิ้น
เหล็กฉากขนาด 1.5 นิ้ว ยาว 5 ซม.	140 ชิ้น	24.6 ชิ้น
Stopper	700 ชิ้น	122.8 ชิ้น
พุกเหล็กขนาด 3/16 นิ้ว	600 ชิ้น	105.3 ชิ้น
โฟมแท่งเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม	40 แท่ง	7.0 แท่ง
โฟมแท่งเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 มม	20 แท่ง	3.5 แท่ง
เหล็กเชียคีย์ (DB 12 มม.)	1000 ชิ้น	175.5 เส้น
กาว Epoxy (2ถัง/ชุด)	4 ชุด	0.7 ชุด

เมื่อพิจารณาปริมาณความสูญเสียของวัสดุหลักที่ใช้ก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาในสามกรณีศึกษาทั้งสามพบว่ามีความแตกต่างกันพอสมควร ปริมาณความสูญเสียวัสดุแผ่นผนังในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเริมที่ 2 นั้นอยู่ที่ประมาณ 6.6% 6.9% และ 11.5% ตามลำดับ จากตัวเลขดังกล่าวพบว่ากรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีสัดส่วนความสูญเสียของแผ่นผนังสูงกว่ากรณีศึกษาอื่นๆ ซึ่งคาดว่าสาเหตุเป็นเพราะแผ่นที่ส่งมายังกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีแค่สี่ชนิดอย่างที่ได้ระบุไว้ในตารางที่ 4.10 ซึ่งแผ่นเหล่านี้ไม่สามารถครอบคลุมการติดตั้งได้ทุกจุด แตกต่างจากในกรณีศึกษาหลักที่มีการนำแผ่นทับหลังชนิดสำเร็จรูปมาใช้เพื่อลดปริมาณแผ่นที่ต้องตัดลง รวมถึงกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ที่มีการใช้แผ่นลักษณะพิเศษเช่น แผ่นรูปตัว L แผ่นรูปตัว T และ แผ่นขนาด 20 ซม. ด้วยเหตุนี้ส่งผลให้กรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีปริมาณความสูญเสียวัสดุแผ่นผนังเนื่องจากการตัดค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับอีก 2 โครงการ สำหรับความสูญเสียวัสดุปูนกาวของทั้งสามกรณีศึกษานั้นมีสัดส่วนที่สูงเกิน 30% ด้วยกันทุกกรณีศึกษา โดยกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 นั้นมีสัดส่วนความสูญเสียวัสดุปูนกาวอยู่ที่ประมาณ 30.1% 31.5% และ 33.7% ตามลำดับ อัตราการใช้ปูนกาวโดยทั่วไปอ้างอิงจากผู้ผลิตแผ่นผนังจะอยู่ที่ประมาณ 10 ตรม./ปูนกาว 25 กก. สำหรับการติดตั้งผนังขนาดปกติ (กว้าง 0.6 ม. สูง 2.7-3.0 ม.) อย่างไรก็ตามตัวเลขนี้เป็นเพียงตัวเลขที่ได้จากการทดลองซึ่งในหน้างานจริงมักเกิดความสูญเสียของวัสดุส่งผลให้มีการใช้ปูนในปริมาณที่มากขึ้น สาเหตุหลักของความสูญเสียเนื่องมาจากในหน้างานจริงผนังมักถูกตัดออกจากกันเพื่อให้ได้ขนาดและรูปทรงที่พอเหมาะแก่การติดตั้ง ซึ่งการตัดแผ่นผนังออกจากกันส่งผลให้เกิดรอยต่อระหว่างผนังที่มากขึ้นจึงเป็นผลให้จำเป็นต้องใช้ปูนกาวในการประสานแผ่นผนังในปริมาณที่มากขึ้นตามไปด้วย สาเหตุอีกประการ

หนึ่งของความสูญเสียเกิดจากวิธีการผสมปูนที่ไม่ถูกต้องตามหลัก ความแตกต่างของปริมาณปูนผงที่ใช้ในการผสมแต่ละครั้ง รวมไปถึงพฤติกรรมการนำเศษปูนกลับไปใช้ใหม่ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้มักแตกต่างกันออกไปในแต่ละชุดคนงาน สำหรับวัสดุเสริมที่มีอัตราการใช้งานแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดระหว่างกรณีศึกษาทั้งสามคือ เหล็กเชียคีย์ (DB 12 มม.) อัตราการใช้เหล็กเชียคีย์ ในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเริมที่ 2 อยู่ที่ 298.5เส้น/100 ตรม. 260 เส้น/100 ตรม. และ 175.5เส้น/100 ตรม. ตามลำดับ อัตราการใช้งานของเหล็กเชียคีย์ที่แตกต่างกันนี้เกิดจากรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันของคนงานในกรณีศึกษาทั้งสาม โดยในกรณีศึกษาหลักคนงานจะใส่เหล็กเชียคีย์ 4 เส้นต่อหนึ่งรอยต่อผนังดังแสดงในรูปที่ 5.25 ในขณะที่กรณีศึกษาเสริมที่ 1 คนงานจะใส่เหล็กเชียคีย์ 2 เส้นทางด้านหน้าของผนัง และใส่อีก 1 เส้นทางด้านหลังของผนังรวมทั้งหมด 3 เส้น ดังแสดงในรูปที่ 5.26 และในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 คนงานจะใส่เหล็กเชียคีย์เพียง 2 และใส่เพียงด้านเดียวของผนัง ด้วยเหตุนี้เองส่งผลให้ปริมาณการใช้วัสดุประเภทนี้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

รูปที่ 5.25 การใส่เหล็กเชียคีย์ในในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รูปที่ 5.26 การใส่เหล็กเชียคีย์ในในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

5.3.2 ปริมาณความสูญเสียวัสดุหลัก และอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

ในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาประกอบไปด้วยวัสดุหลัก 3 รายการคือ 1.อิฐมวลเบา 2.ปูนก่ออิฐมวลเบา 3.ปูนฉาบอิฐมวลเบา และมีวัสดุเสริมทั้งหมด 13 รายการ ประกอบไปด้วย 1.ปูนซีเมนต์ 2. เหล็กเส้น 9 มม. 3.เสาเอ็นสำเร็จรูปชนิดคอนกรีต 4.เสาเอ็นสำเร็จรูปชนิดเหล็ก 5.โฟมชนิดแผ่น 6.ปูนกาว 7.ไม้แบบ 8.ตะแกรงกรงไก่ 9. ปูนก่อทั่วไป 10. ร่องชนิด PVC 11. ตะปูตอกไม้แบบ 12. ปูนฉาบทั่วไป และ 13. กาว Epoxy ตารางที่ 5.25 5.27 และ 5.29 แสดงปริมาณวัสดุที่ใช้จริง ปริมาณวัสดุที่ได้จากการวิเคราะห์แบบก่อสร้าง และปริมาณความสูญเสียของวัสดุ ในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาตามลำดับ และสำหรับตารางที่ 5.26 5.28 และ 5.30 แสดงถึงปริมาณการใช้งานวัสดุเสริมต่อการก่อสร้างผนัง 100 ตารางเมตรในกรณีศึกษาทั้งหมดดังกล่าว โดยปริมาณวัสดุที่ระบุในตารางของกรณีศึกษาเสริมที่ 1 เป็นเพียงปริมาณที่ใช้ในการก่อสร้างผนังอาคารเพียงโซนเดียวเท่านั้นแตกต่างจากปริมาณวัสดุในตารางของกรณีอื่นๆ ที่เป็นวัสดุในการก่อสร้างผนังทั้งชั้น และจากที่กล่าวไว้ข้างต้น รายการวัสดุเสริมที่ใช้ในแต่ละกรณีศึกษามีความแตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากการเลือกใช้งานวัสดุที่ไม่เหมือนกัน

ตารางที่ 5.27 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย(%)
อิฐมวลเบา	9110 ก้อน (1,093 ตรม.)	8600 ก้อน (1,032 ตรม.)	510 ก้อน (61 ตรม.)	5.5%
ปูนก่ออิฐมวลเบา (50กก/ถุง)	35 ถุง	33 ถุง	2 ถุง	5.7%
ปูนฉาบอิฐมวลเบา	22 ตัน	16 ตัน	6 ตัน	27.3%

ตารางที่ 5.28 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนซีเมนต์ (50 กก./ถุง)	189 ถุง	18.3 ถุง
เหล็กเส้น 9 มม.	144 เส้น	14 เส้น
เสาเอ็นเหล็ก 2x2 นิ้ว ยาว 6ม.	115 เส้น	11.1 เส้น
โฟมแผ่นหนา 2 ซม.	312 แผ่น	30.2 แผ่น
ปูนก่อทั่วไป (50 กก./ถุง)	145 ถุง	14.1 ถุง
ปูนกาว (20 กก./ถุง)	25 ถุง	1.7 ถุง
ตะแกรงกรงไก่ (ยาว 30 ม.)	10 ม้วน	2.0 ม้วน
ไม้แบบ (กรณีที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง)	36.7 ลบ.ฟ.	3.6 ลบ.ฟ.
ร่องชนิด PVC (ยาว 2 ม./เส้น)	40 เส้น	3.9 เส้น
ตะปูตอกไม้แบบ	5 กก.	0.5 กก.
ปูนฉาบทั่วไป (50 กก./ถุง)	30 ถุง	2.4 ถุง
กาว Epoxy (2ถัง/ชุด)	3 ชุด	0.3 ชุด

ตารางที่ 5.29 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย (%)
อิฐมวลเบา	6800 ก้อน (816 ตรม.)	6428 ก้อน (772 ตรม.)	372 ก้อน (45 ตรม.)	5.2%
ปูนก่ออิฐมวลเบา (50กก/ถุง)	30 ถุง	26 ถุง	4 ถุง	13.3%
ปูนฉาบอิฐมวลเบา	36 ตัน	24 ตัน	12 ตัน	33.0%

ตารางที่ 5.30 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนซีเมนต์ (50 กก./ถุง)	10 ถุง	1.3 ถุง
เสาเอ็นคอนกรีตขนาด 6x9 ซม.	57 ต้น	7.4 ต้น
เหล็กเส้น 9 มม.	78 เส้น	18.7 เส้น
เสาเอ็นเหล็ก 2x2 นิ้ว ยาว 6 ม.	93 เส้น	12.1 เส้น
เสาเอ็นเหล็ก 1.5 นิ้ว ยาว 6 ม.	59 เส้น	7.7 เส้น
โฟมแผ่นหนา 2 ซม.	238 แผ่น	30.9 แผ่น
ปูนก่อทั่วไป (50 กก./ถุง)	102 ถุง	13.2 ถุง
ปูนกาว (20 กก./ถุง)	30 ถุง	3.9 ถุง
ตะแกรงกรงไก่ (ยาว 30 ม.)	12 ม้วน	1.6 ม้วน
ไม้แบบ (กรณีที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง)	4.1 ลบ.ฟ.	0.5 ลบ.ฟ.
ร่องชนิด PVC (ยาว 2 ม./เส้น)	30 เส้น	3.9 เส้น
ตะปูตอกไม้แบบ	1 กก.	0.1 กก.
ปูนฉาบทั่วไป (50 กก./ถุง)	38 ถุง	4.9 ถุง
กาว Epoxy (2ถัง/ชุด)	2 ชุด	0.3 ชุด

ตารางที่ 5.31 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย (%)
อิฐมวลเบา	24570 ก้อน (2948 ตรม.)	23450 ก้อน (2814 ตรม.)	1120 ก้อน (134 ตรม.)	4.6%
ปูนก่ออิฐมวลเบา (50กก/ถุง)	102 ถุง	94 ถุง	8 ถุง	7.8%
ปูนฉาบอิฐมวลเบา	135 ตัน	87 ตัน	48 ตัน	36.0%

ตารางที่ 5.32 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนซีเมนต์ (50 กก./ถุง)	350 ถุง	12.4 ถุง
เหล็กเส้น 9 มม.	350 เส้น	12.4 เส้น
เสาเอ็นเหล็กขนาด 2x2 ซม.	480 เส้น	17.1 เส้น
โฟมแผ่นหนา 2 ซม.	850 แผ่น	30.2 แผ่น
ปูนก่อทั่วไป (50 กก./ถุง)	350 ถุง	12.4 แผ่น
ปูนกาว (20 กก./ถุง)	90 ถุง	3.2 ถุง
ตะแกรงกรงไก่ (ยาว 30 ม.)	50 ม้วน	1.8 ม้วน
ไม้แบบ (กรณีที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง)	114.3 ลบ.ฟ.	4.1 ลบ.ฟ.
ร่องชนิด PVC (ยาว 2 ม./เส้น)	90 เส้น	3.2 เส้น
ตะปูตอกไม้แบบ	10 กก.	0.4 กก.
ปูนฉาบทั่วไป (50 กก./ถุง)	120 ถุง	4.3 ถุง
กาว Epoxy (2ถัง/ชุด)	8 ชุด	0.3 ชุด

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางทั้งหมดพบว่าสัดส่วนความสูญเสียในวัสดุอิฐมวลเบาของกรณีศึกษาทั้งสามอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน โดยสัดส่วนความสูญเสียอิฐมวลเบาในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 นั้นอยู่ที่ 5.5% 5.2% และ 4.6% ตามลำดับ ความสูญเสียของวัสดุอิฐมวลเบาส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการตัดก้อนอิฐให้ได้ขนาดที่พอเหมาะแก่การก่อสร้าง เศษอิฐที่เหลือจากการตัดหากมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ก็จะถูกนำไปทิ้งซึ่งเศษอิฐเหล่านี้เองที่เป็นความสูญเสียด้านวัสดุ ในส่วนความสูญเสียด้านปูนก่ออิฐมวลเบาของกรณีศึกษาทั้งสามก็ยังอยู่

ในช่วงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันเช่นเดิม โดยสัดส่วนความสูญเสียปูนก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 นั้นอยู่ที่ 5.7% 13.3% และ 7.8% ตามลำดับ สาเหตุหลักของความสูญเสียวัสดุประเภทนี้คล้ายคลึงกับสาเหตุความสูญเสียวัสดุปูนกาวในกรณีศึกษาผนังคอนกรีตมวลเบาซึ่งประกอบด้วย การผสมปูนที่ไม่ถูกต้องตามหลัก การใช้ปูนผงในปริมาณที่มากกว่าปกติ และ ความแตกต่างในพฤติกรรมการนำเศษปูนกลับไปใช้ใหม่ของคนงาน อย่างไรก็ตามในการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบามีสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการใช้ปูนก่ออิฐมวลเบาสูงขึ้นซึ่งก็คือ การเลือกใช้อุปกรณ์ในการผ่าอิฐให้เกิดร่องเพื่อเว้นที่ไว้สำหรับเสียบเหล็กหนวดกุ้ง จากการสังเกตการณ์ และการสอบถามผู้รับจ้างก่อสร้างทำให้ผู้วิจัยทราบว่าการใช้อุปกรณ์ประเภทขวานจะก่อให้เกิดร่องสำหรับใส่เหล็กหนวดกุ้งที่มีขนาดกว้างกว่าปกติเนื่องจากคนงานไม่สามารถประเมินความกว้างของร่องที่จะผ่าได้อย่างแม่นยำ ซึ่งแตกต่างจากการใช้เลื่อยที่คนงานสามารถกำหนดขนาดความกว้างของร่องได้ ซึ่งร่องที่มีขนาดกว้างกว่าปกติส่งผลถึงปริมาณปูนก่อที่จำเป็นต้องใส่ลงไประหว่างร่องและเหล็กหนวดกุ้งที่สูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งหมดนี้สามารถสังเกตได้จากปริมาณความสูญเสียปูนก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาหลักที่ใช้เลื่อยเป็นเครื่องมือในการผ่าดังแสดงในรูปที่ 5.27 ซึ่งมีสัดส่วนน้อยกว่าความสูญเสียของปูนก่ออิฐมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 ที่ใช้ขวานเป็นเครื่องมือในการผ่าอิฐดังแสดงในรูปที่ 5.28 สำหรับวัสดุหลักลำดับที่สามซึ่งได้แก่ปูนฉาบอิฐมวลเบานั้นมีสัดส่วนความสูญเสียในแต่ละกรณีศึกษาที่สูงและค่อนข้างที่จะแตกต่างกันออกไปในแต่ละกรณีศึกษา โดยในกรณีศึกษาหลัก มีสัดส่วนความสูญเสียของวัสดุดังกล่าวอยู่ที่ 27.3% และในกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 มีสัดส่วนความสูญเสียของวัสดุดังกล่าวอยู่ที่ 33.0% และ 36.0% ตามลำดับ โดยปกติแล้วความหนาในการฉาบอิฐมวลเบานั้นอยู่ที่ประมาณ 1.5 เซนติเมตรซึ่งตามทฤษฎีแล้วต้องใช้ปูนฉาบอิฐมวลเบาราว 18.5 กิโลกรัมต่อการฉาบ 1 ตารางเมตร อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติคนงานไม่สามารถฉาบที่ความหนาดังกล่าวได้ตลอดทั้งชั้นเนื่องจากผนังบางช่วงมีการก่อสร้างที่ผิดไปจากแนวเดิมส่งผลให้การฉาบในบางครั้งต้องมีความหนามากกว่าปกติ ด้วยสาเหตุนี้เองที่ก่อให้เกิดความสูญเสียด้านวัสดุปูนฉาบผนัง โดยหากการก่อผนังหลุดไปจากแนวก่อสร้างเดิมมากเท่าไรคนงานก็จำเป็นที่จะต้องฉาบให้หนาเพื่อชดเชยกับส่วนที่หลุดจาดแนวไปมากเท่านั้น สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ส่งผลให้สัดส่วนความสูญเสียปูนฉาบสูงเนื่องจากการฉาบผนังในอาคารประเภทคอนโดมมิเนียมส่วนใหญ่จะใช้วิธีการพ่นปูนซึ่งทำให้การทำงานเป็นไปได้อย่างรวดเร็วแต่มีข้อเสียในเรื่องของปริมาณปูนเหลวที่เหลือจากการพ่นปูนซึ่งหากคนงานนำปูนเหลวเหล่านั้นมาใช้งานต่อก็มีแนวโน้มที่สัดส่วนความสูญเสียปูนฉาบจะลดลงบ้าง พฤติกรรมการนำปูนเหลวที่เหลือจากกานพ่นมาใช้ใหม่ของคนงานมีส่วนสำคัญที่ทำให้ปริมาณการใช้งานปูนฉาบมีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละกรณีศึกษา จากการที่ผู้วิจัยเข้าไปสำรวจในหลายๆ โครงการก่อสร้างงานพบว่าคนงานส่วนใหญ่จะนำปูนเหลวที่ร่วงเหล่านี้มาใช้ต่อจริงแต่ไม่ได้นำมาใช้ทั้งหมด ปูนเหลวบางส่วนที่ร่วงมาจะถูกทิ้งให้แห้งและถูกรวบรวมและนำไปทิ้งภายหลัง ในส่วนของ

วัสดุเสริมต่างๆ ทั้ง 3 กรณีศึกษามีอัตราการใช้งานวัสดุที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน มีเพียงวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังเทานั้นที่มีความแตกต่างกัน ในกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีการก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลังชนิดหล่อในที่ในปริมาณมากส่งผลให้อัตราการใช้ปูนซีเมนต์ และ ไม้แบบสูงกว่าในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ในทางกลับกันกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ที่ใช้เสาเอ็นและทับหลังชนิดสำเร็จรูปเป็นหลักมีรายการวัสดุเสาเอ็นที่หลากหลาย และใช้ในอัตราที่สูงกว่าในกรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาเสริมที่ 1

รูปที่ 5.27 การใช้เลื่อยในการผ่าอิฐ

รูปที่ 5.28 การใช้ขวานในการผ่าอิฐ

5.3.3 ปริมาณความสูญเสียวัสดุหลัก และอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

ในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญประกอบไปด้วยวัสดุหลัก 3 รายการคือ 1.อิฐมอญ 2.ปูนก่อทั่วไป 3.ปูนฉาบทั่วไป และมีวัสดุเสริมทั้งหมด 10 รายการ ประกอบไปด้วย 1.ปูนซีเมนต์ 2.เหล็กเส้น 9 มม. 3.เสาเอ็นสำเร็จรูปชนิดคอนกรีต 4.โฟมชนิดแผ่น 5.ปูนกาว 6.ไม้แบบ 7.ตะแกรงกรงไก่ 8.ร่องชนิด PVC 9.ตะปูตอกไม้แบบ และ 10.กาว Epoxy ตารางที่ 5.31 5.33 และ 5.35 แสดงปริมาณวัสดุที่ใช้จริง ปริมาณวัสดุที่ได้จากการวิเคราะห์แบบก่อสร้าง และปริมาณความสูญเสียของวัสดุหลัก ในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญตามลำดับ และสำหรับตารางที่ 5.32 5.34 และ 5.36 แสดงถึงปริมาณการใช้งานวัสดุเสริมต่อการก่อสร้างผนัง 100 ตารางเมตรในกรณีศึกษาทั้งหมดดังกล่าว

ตารางที่ 5.33 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย(%)
อิฐมอญ	103440 ก้อน (1110 ตรม.)	96215 ก้อน (1032 ตรม.)	7225 ก้อน (78 ตรม.)	7.0%
ปูนก่ออิฐมอญ (50กก/ถุง)	54 ตัน	40 ตัน	14 ตัน	26.0 %
ปูนฉาบอิฐมอญ	29 ตัน	23 ตัน	6 ตัน	21.0 %

ตารางที่ 5.34 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาหลักกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนซีเมนต์ (50 กก./ถุง)	98 ถุง	9.5 ถุง
เหล็กเส้น 9 มม.	123 เส้น	11.9 เส้น
เสาเอ็นคอนกรีตขนาด 6x9 ซม.	420 ต้น	40.7 ต้น
โฟมแผ่นหนา 2 ซม.	280 แผ่น	27.1 แผ่น
ปูนกาว (20 กก./ถุง)	15 ถุง	1.5 ถุง
ตะแกรงกรงไก่ (ยาว 30 ม.)	8 ม้วน	2.0 ม้วน
ไม้แบบ (กรณีที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง)	36 ลบ.ฟ.	3.5 ลบ.ฟ.

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ร่องชนิด PVC (ยาว 2 ม./เส้น)	40 เส้น	3.9 เส้น
เซี้ยมชนิด PVC (ยาว 2 ม./เส้น)	138 เส้น	35.3 เส้น
ตะปูตอกไม้แบบ	5 กก.	0.5 กก.
Epoxy (2ถัง/ชุด)	3 ชุด	0.3 ชุด

ตารางที่ 5.35 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย(%)
อิฐมอญ	104000 ก้อน (1115 ตรม.)	98276 ก้อน (1054 ตรม.)	5725 ก้อน (61 ตรม.)	5.5%
ปูนก่ออิฐมอญ (50กก/ถุง)	56 ตัน	41 ตัน	15 ตัน	26.7%
ปูนฉาบอิฐมอญ	80 ตัน	56 ตัน	24 ตัน	30.0%

ตารางที่ 5.36 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนซีเมนต์ (50 กก./ถุง)	80 ถุง	7.6 ถุง
เหล็กเส้น 9 มม.	140 เส้น	13.3 เส้น
เสาเอ็นคอนกรีตขนาด 6x9 ซม.	440 ต้น	41.7 ต้น
โฟมแผ่นหนา 2 ซม.	300 แผ่น	28.5 แผ่น
ปูนกาว (20 กก./ถุง)	40 ถุง	3.8 ถุง
ตะแกรงกรงไก่ (ยาว 30 ม.)	20 ม้วน	1.9 ม้วน
ไม้แบบ (กรณีที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง)	39 ลบ.ฟ.	3.7 ลบ.ฟ.
ร่องชนิด PVC (ยาว 2 ม./เส้น)	40 เส้น	3.8 เส้น
ตะปูตอกไม้แบบ	5 กก.	0.5 กก.
Epoxy (2ถัง/ชุด)	3 ชุด	0.3 ชุด

ตารางที่ 5.37 ความสูญเสียด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

รายการวัสดุหลัก	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณจากแบบ	ความสูญเสีย (หน่วยวัสดุ)	ความสูญเสีย (%)
อิฐมอญ	112000 ก้อน (1202 ตรม.)	105361 ก้อน (1130 ตรม.)	6639 ก้อน (72 ตรม.)	5.9 %
ปูนก่ออิฐมอญ (50กก/ถุง)	60 ตัน	44 ตัน	16 ตัน	26.6%
ปูนฉาบอิฐมอญ	92 ตัน	62 ตัน	30 ตัน	32.6 %

ตารางที่ 5.38 ปริมาณและอัตราการใช้งานวัสดุเสริมในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

รายการวัสดุเสริม	ปริมาณที่ใช้จริง	ปริมาณวัสดุ/100 ตารางเมตร
ปูนซีเมนต์ (50 กก./ถุง)	88 ถุง	7.8 ถุง
เหล็กเส้น 9 มม.	156 เส้น	13.8 เส้น
เสาเอ็นคอนกรีตขนาด 6x9 ซม.	480 ต้น	42.5 ต้น
โฟมแผ่นหนา 2 ซม.	300 แผ่น	26.5 แผ่น
ปูนกาว (20 กก./ถุง)	45 ถุง	4.0 ถุง
ตะแกรงกรงไก่ (ยาว 30 ม.)	23 ม้วน	2.0 ม้วน
ไม้แบบ (กรณีที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง)	40 ลบ.ฟ.	3.5 ลบ.ฟ.
ร่องชนิด PVC (ยาว 2 ม./เส้น)	45 เส้น	4.0 เส้น
ตะปูตอกไม้แบบ	5 กก.	0.4 กก.
Epoxy (2ถัง/ชุด)	3 ชุด	0.3 ชุด

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางทั้งหมดที่แสดงไว้พบว่าสัดส่วนความสูญเสียในวัสดุอิฐมอญของกรณีศึกษาทั้งสามมีความแตกต่างกันเล็กน้อย กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญในกรณีศึกษาหลักนั้นมีสัดส่วนความสูญเสียวัสดุอิฐมอญสูงที่สุดอยู่ที่ 7.0% ตามมาด้วย กรณีศึกษาเสริมที่ 2 ซึ่งมีสัดส่วนความสูญเสียอยู่ที่ 5.9% และ กรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งมีสัดส่วนความสูญเสียอยู่ที่ 5.5% เนื่องจากอิฐมอญเป็นวัสดุก่อผนังที่มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับวัสดุก่อผนังอื่นๆส่งผลให้ในการก่อสร้างผนังอิฐมอญไม่มีความจำเป็นต้องตัดหรือบากอิฐมากนักเมื่อเทียบกับวัสดุอย่าง ผนังคอนกรีตมวลเบา หรือ อิฐมวลเบาดังนั้นการตัดอิฐสำหรับวัสดุอิฐมอญอาจไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียมากนัก จากการสังเกตการณ์ของผู้วิจัยพบว่าการเคลื่อนย้ายวัสดุอาจเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดความสูญเสียในวัสดุประเภทอิฐมอญ การเคลื่อนย้ายอิฐมอญในกรณีศึกษาทั้งสามทำโดยการนำอิฐใส่ในตะกร้าและลำเลียงขึ้นมายังชั้นที่มีการ

ก่อสร้างด้วยเครนหรือลิฟต์ขนของดังแสดงในรูปที่ 5.29 จากนั้นคนงานจะทำการเคลื่อนย้ายตะกร้าอิฐเหล่านั้นไปยังตำแหน่งที่มีการก่ออิฐ หลังจากนั้นหากมีความจำเป็นต้องขนอิฐจากด้านล่างขึ้นมาเพิ่มคนงานจะเทอิฐที่อยู่ในตะกร้าออกมากองรวมกัน และนำตะกร้าเหล่านั้นลงไปขนอิฐอีกรอบซึ่งการแตกหักของอิฐเกิดระหว่างการเทอิฐ และกองรวมกันดังแสดงในรูปที่ 5.30 อีกหนึ่งสาเหตุเกี่ยวเนื่องมาจากการต้องการประหยัดปูนก่อของผู้รับจ้างก่อสร้าง โดยมาตรฐานแล้วระยะของปูนก่อระหว่างอิฐแต่ละก้อนต้องอยู่ที่ประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร แต่ในบางครั้งอาจมีการสั่งการจากผู้รับเหมาให้ลดระยะของปูนก่อลงเนื่องจากต้องการประหยัดปูนก่อ ด้วยสาเหตุนี้เองจำนวนการใช้งานอิฐมอญจึงมากกว่ามาตรฐาน

รูปที่ 5.29 การเคลื่อนย้ายอิฐมอญ

รูปที่ 5.30 เศษอิฐมอญที่แตกหักระหว่างการเคลื่อนย้าย

ในส่วนความสูญเสียด้านปูนก่ออิฐมอญของทั้งสามกรณีศึกษานั้นมีสัดส่วนที่สูง และอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยสัดส่วนความสูญเสียปูนก่ออิฐมอญในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 นั้นอยู่ที่ 26.0% 26.7% และ 26.6% ตามลำดับ ความสูญของเสียวัสดุปูนก่อนั้นยังคงมีสาเหตุที่เหมือนกันกับการสูญเสียวัสดุประสานในกรณีศึกษากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา และผนังอิฐมวลเบาอย่างที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น สำหรับความสูญเสียด้านวัสดุปูนฉาบอิฐมอญนั้นมีสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกันกับในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา โดยในกรณีศึกษาหลัก มีสัดส่วนความสูญเสียของวัสดุดังกล่าวอยู่ที่ 21.0% และในกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 มีสัดส่วนความสูญเสียของวัสดุดังกล่าวอยู่ที่ 30.0% และ 32.6% โดยสาเหตุหลักที่ส่งผลให้สัดส่วนความสูญเสียปูนฉาบในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญสูงนั้นก็ยังคงคล้ายคลึงกันกับในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา ซึ่งได้แก่ การฉาบผนังในส่วนที่ต้องใช้ความหนาเกินกว่าปก (โดยปกติแล้วอิฐมอญจะฉาบที่ความหนา 2 เซนติเมตรซึ่งตามทฤษฎีแล้วต้องใช้ปูนฉาบทั่วไปราว 38 กิโลกรัมต่อการฉาบ 1 ตารางเมตร) และความสูญเสียที่เกิดจากการใช้เครื่องพ่นปูน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่ากรณีศึกษาทั้งสามจะใช้วิธีการพ่นปูนเหมือนในการฉาบผนังเหมือนกัน แต่ทว่าการลำเลียงปูนผงมายังชั้นที่มีการก่อสร้างนั้นแตกต่างกันออกไป โดยในกรณีศึกษาหลักนั้นใช้วิธีการลำเลียงปูนผงเป็นถุงขึ้นมาจากด้านล่าง และนำเข้าเครื่องผสมปูนก่อนที่จะพ่นและฉาบดังแสดงในรูปที่ 5.31 แต่ในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองกลับใช้วิธีการปั้มปูนจากไซโลขึ้นมายังชั้นที่มีการก่อสร้างแทน ด้วยสาเหตุนี้ส่งผลให้กรณีศึกษาหลักมีสัดส่วนความสูญเสียปูนฉาบที่ต่ำกว่าในกรณีศึกษาเสริมทั้งสอง เนื่องจากการใช้วิธีปั้มปูนผงขึ้นมาจากไซโลในบางครั้งอาจมีปูนเหลวเหลือทิ้งมากกว่าเนื่องจากคนงานไม่สามารถประเมินปริมาณที่แน่นอนในการปั้มปูนขึ้นมาได้เมื่อเทียบกับการใช้ปูนผงในลักษณะถุง ในส่วนของวัสดุเสริมต่างๆ ทั้ง 3 กรณีศึกษามีอัตราการใช้งานวัสดุที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากรณีศึกษาทั้งสามใช้รูปแบบการตั้งเสาเอ็นคอนกรีต และทับหลังชนิดหล่อในที่เหมือนกัน

รูปที่ 5.31 การผสมปูนฉาบจากปูนสำเร็จรูปประเภทบรรจุถุง

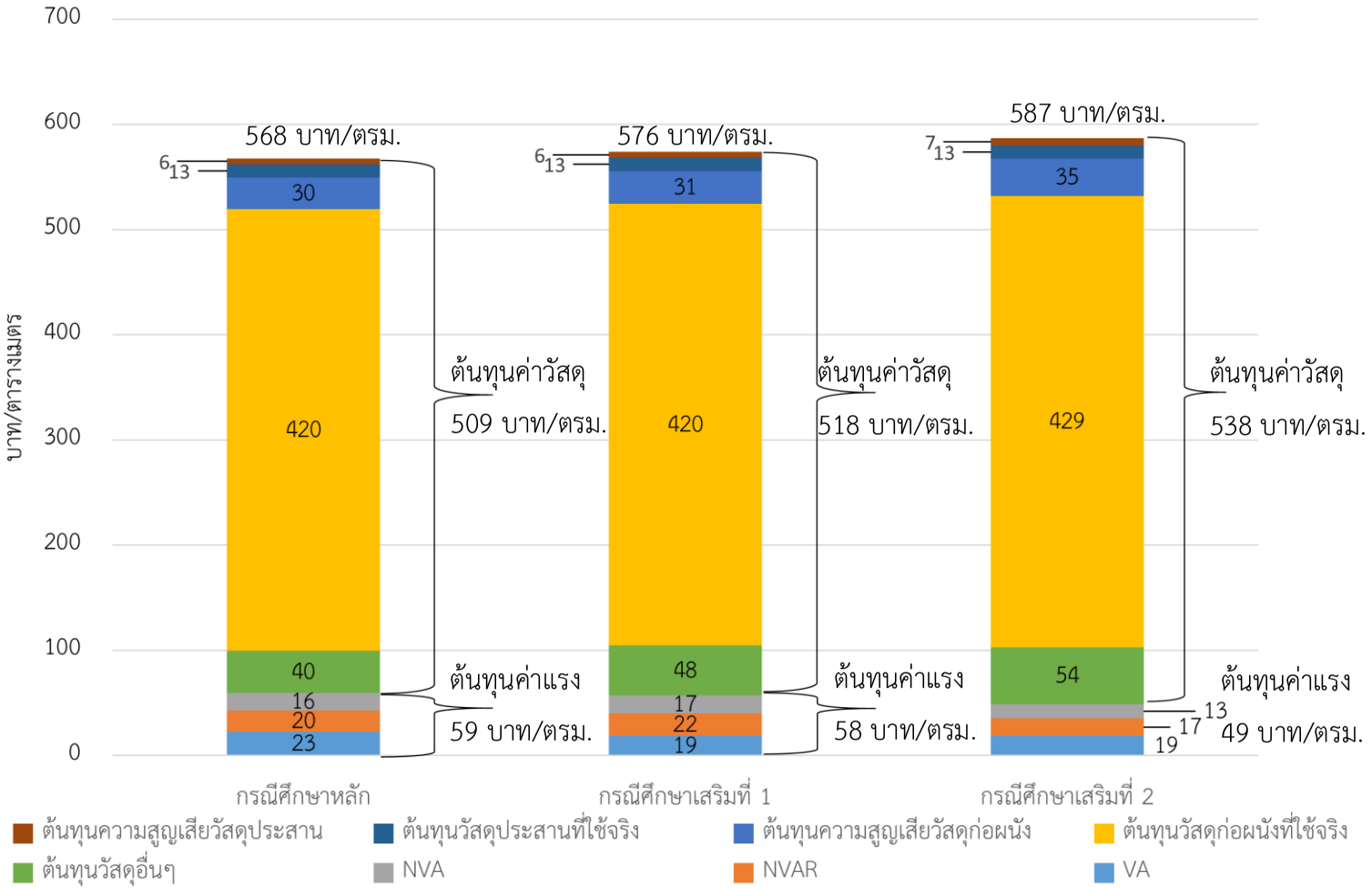
5.4 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อตารางเมตร

บทนี้กล่าวถึงต้นทุนต่อตารางเมตรเฉลี่ยที่ใช้ในการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญในอาคารกรณีศึกษา ต้นทุนต่อตารางเมตรถูกวิเคราะห์ขึ้นจากต้นทุนหลายๆ ส่วนรวมกันซึ่งประกอบไปด้วย ต้นทุนด้านแรงงาน ต้นทุนด้านวัสดุ ต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียด้านแรงงาน และต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียด้านวัสดุ (วัสดุหลัก) โดยเป็นต้นทุนที่รวมงานก่อสร้างผนังและฉาบผนังทั้งสองด้านเข้าไว้ด้วยกัน สำหรับต้นทุนด้านแรงงานอ้างอิงจากค่าแรงที่คนงานได้รับในแต่ละกรณีศึกษาซึ่งระบุไว้ในบทที่ 4 และในส่วนของต้นทุนด้านวัสดุได้อ้างอิงจากราคาวัสดุเฉลี่ยจากการสำรวจตามร้านค้าวัสดุขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบานั้นเป็นวัสดุเฉพาะซึ่งมีราคาขายแตกต่างจากในท้องตลาดดังนั้นผู้วิจัยจึงอ้างอิงจากราคาวัสดุที่ทางผู้ผลิตเป็นผู้ขายแทน ซึ่งข้อมูลราคาวัสดุทั้งหมดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. ต้นทุนที่วิเคราะห์ในส่วนนี้อ้างอิงจากปริมาณวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารในกรณีศึกษาเท่านั้น ดังนั้นอาจไม่สามารถนำข้อมูลในส่วนนี้ไปใช้เป็นตัวแทนราคาของผนังอาคารทั้งหมดได้

5.4.1 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ได้ถูกวิเคราะห์และแสดงในรูปที่ 5.32 ผลการวิเคราะห์ระบุว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 นั้นมีต้นทุนการก่อสร้างรวมต่อตารางเมตรสูงที่สุดอยู่ที่ประมาณ 587 บาท/ตรม. รองลงมาคือ กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาหลัก ซึ่งมีต้นทุนต่อตารางเมตรอยู่ประมาณ 576 บาท/ตรม. และ 568 บาท/ตรม.

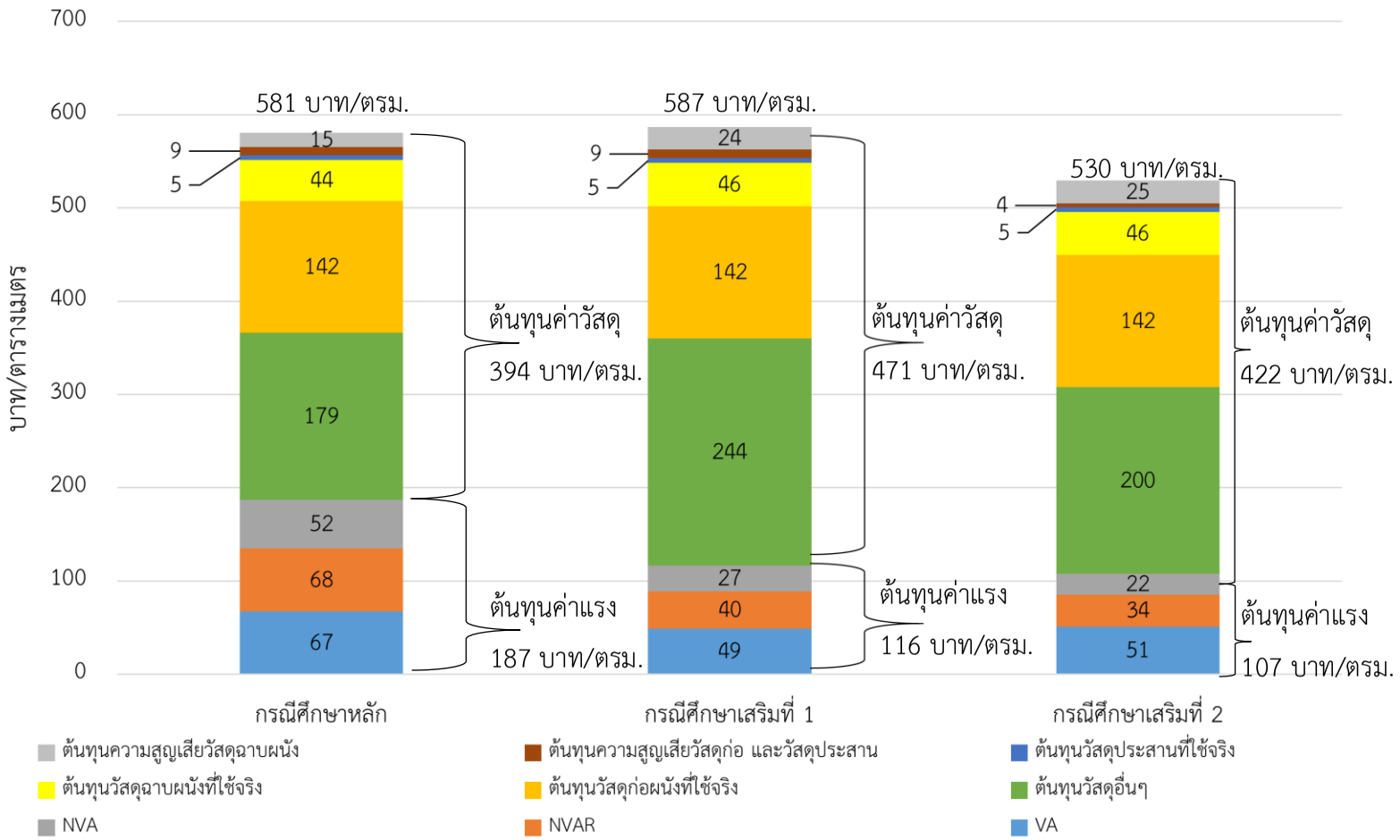
ตามลำดับ ในส่วนของต้นทุนด้านค่าแรงในกรณีศึกษาหลักมีต้นทุนค่าแรงต่อตารางเมตรสูงที่สุดอยู่ที่ 59 บาท/ตรม. ตามมาด้วย กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 ซึ่งมีต้นทุนต่อตารางเมตรอยู่ที่ 57 บาท/ตรม. และ 49 บาท/ตรม. สาเหตุที่ส่งผลให้ต้นทุนค่าแรงต่อตารางเมตรในกรณีศึกษาหลักสูงกว่าในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองเนื่องจากว่าในกรณีศึกษาหลักมีรูปแบบการจ้างงานแบบเหมาจ่าย ซึ่งการจ้างรูปแบบนี้จะทำให้การทำงานเป็นไปได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากคนงานจะมีแรงจูงใจในการทำงานซึ่งสามารถสังเกตได้จากอัตราผลผลิตที่สูง และปริมาณสัดส่วนของกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าที่ต่ำกว่าในกรณีศึกษาเสริมทั้งสอง อย่างไรก็ตามการจ้างในลักษณะนี้ส่งผลให้เกิดต้นทุนค่าแรงที่สูงเช่นกันเนื่องจากผู้ว่าจ้างจำเป็นต้องให้ค่าแรงงานในการเหมาที่สูงพอที่จะจูงใจคนงานให้รับค่าแรงงานแบบเหมาจ่ายได้มิเช่นนั้นคนงานส่วนใหญ่จะพอใจในการรับค่าแรงแบบรายวันมากกว่า โดยปกติหากคิดเฉลี่ยตลอดการทำงานแล้วค่าแรงงานในลักษณะเหมาจ่ายนั้นมักจะสูงกว่าการจ้างแบบรายวัน อย่างไรก็ตามต้นทุนด้านวัสดุกลับมีทิศทางตรงกันข้าม โดยกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีต้นทุนด้านวัสดุต่อตารางเมตรสูงที่สุดประมาณ 538 บาท/ตรม. ตามมาด้วย กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาหลักที่มีต้นทุนด้านวัสดุต่อตารางเมตรประมาณ 518 บาท/ตรม. และ 509 บาท/ตรม. ตามลำดับ สาเหตุที่ส่งผลให้ต้นทุนด้านวัสดุต่อตารางเมตรในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองสูงกว่าในกรณีศึกษาหลักเนื่องจากในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองนั้นมีการใช้วัสดุเสริมเพิ่มเติมจากกรณีศึกษาหลัก วัสดุเสริมเพิ่มเติมดังกล่าวได้แก่ กาว Epoxy (2ถัง/ชุด) และ Stopper อีกทั้งในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองยังมีปริมาณการใช้วัสดุเสริมอื่นๆ ในอัตราที่สูงกว่าในกรณีศึกษาหลัก ตัวอย่างของวัสดุเสริมดังกล่าวเช่น พียูโฟม และปูนก่อเป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้สามารถสังเกตได้จาก ตารางที่ 5.20 5.22 และ 5.24 สาเหตุอีกประการหนึ่งคือในกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีการใช้แผ่นที่มีความหนาพิเศษ กว่าในกรณีศึกษาหลักส่งผลให้ต้นทุนต่อตารางเมตรของแผ่นผนังที่ใช้จริงโดยเฉลี่ยจะสูงกว่าในกรณีศึกษาหลัก สำหรับสาเหตุประการสุดท้ายคือในการติดตั้งแผ่นผนังประเภททับหลังในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้แผ่นผนังปกติมาตัดให้ได้ขนาดก่อนนำไปใช้เป็นแผ่นทับหลัง ด้วยสาเหตุนี้เองส่งผลให้เกิดปริมาณความสูญเสียด้านวัสดุของแผ่นผนังในปริมาณที่สูงซึ่งสามารถสังเกตปริมาณความสูญเสียของแผ่นผนังได้จาก ตารางที่ 5.19 5.21 และ 5.23 และด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้สัดส่วนเวลาที่ชุดงานในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองใช้ในการตัดแผ่นผนังสูงกว่าในกรณีศึกษาหลักอีกด้วย สังเกตได้จากรูปที่ 5.10 5.11 และ 5.12 อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาต้นทุนของงานฉาบบาง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะทำหลังจากการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาแล้วเสร็จ ดังนั้นต้นทุนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาที่ระบุในส่วนนี้อาจต่ำกว่าความเป็นจริง จากการสอบถามผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ในโครงการก่อสร้างกรณีศึกษาพบว่างานฉาบบางโดยปกติแล้วมีต้นทุนด้านวัสดุ และค่าแรงรวมกันอยู่ราว 40-45 บาท/ตรม. ดังนั้นหากมีการนำข้อมูลต้นทุนที่ระบุไว้ข้างต้นไปใช้งานต่อควรรวมต้นทุนของกระบวนการฉาบบางเข้าไว้ด้วย



รูปที่ 5.32 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

5.4.2 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

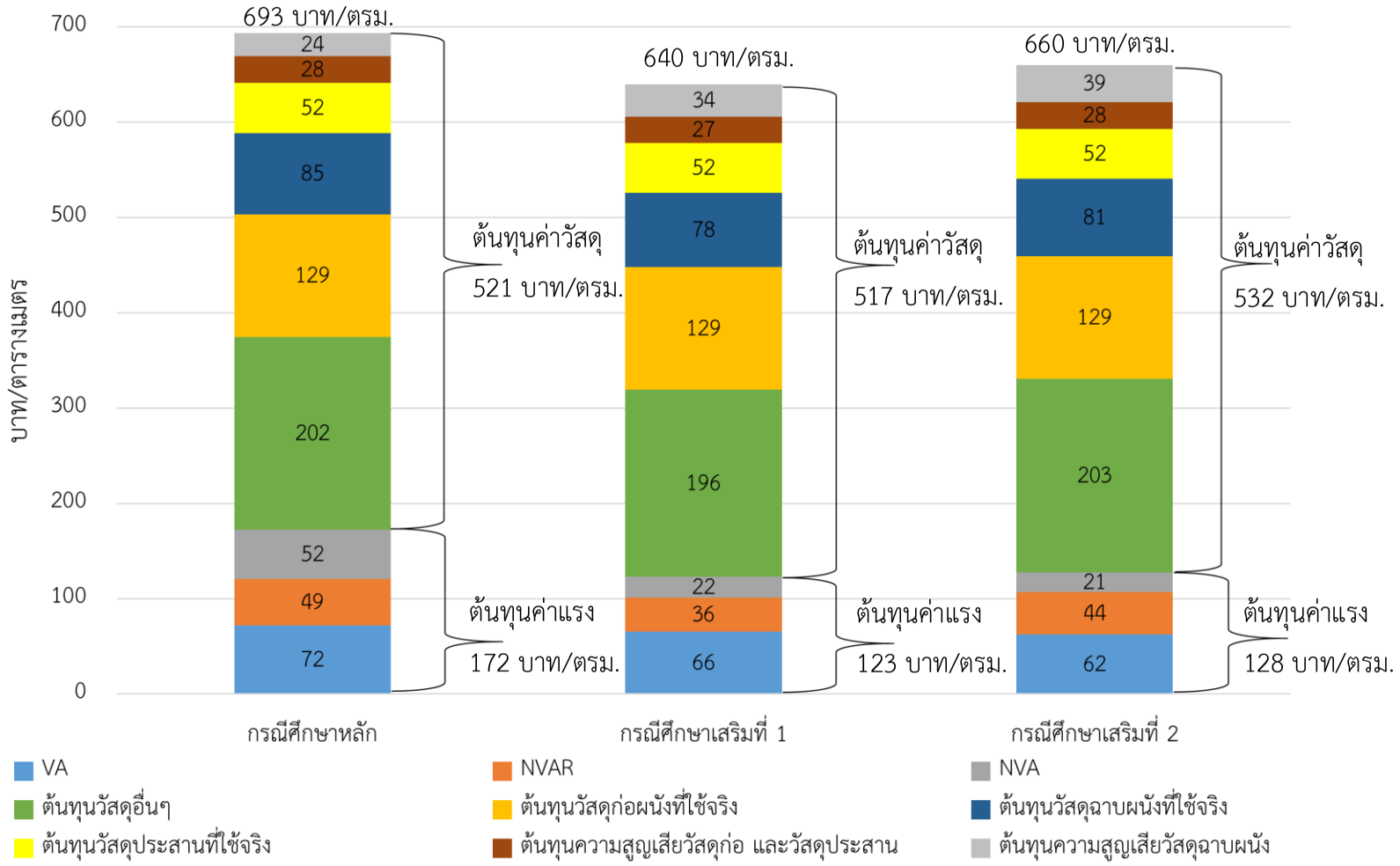
รูปที่ 5.33 แสดงต้นทุนรวมต่อตารางเมตรในการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 จากรูปดังกล่าวจะเห็นได้ว่ากระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 มีต้นทุนการก่อสร้างรวมสูงที่สุดอยู่ที่ 587 บาท/ตรม. ตามมาด้วยกรณีศึกษาหลักซึ่งมีต้นทุนรวมอยู่ที่ 581 บาท/ตรม. และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 ซึ่งมีต้นทุนรวมอยู่ที่ 530 บาท/ตรม. หากพิจารณาเฉพาะส่วนของต้นทุนด้านค่าแรงจะพบว่ากรณีศึกษาหลักมีปริมาณค่าแรงสูงที่สุดอยู่ที่ 187 บาท/ตรม. ตามมาด้วยกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 ที่มีต้นทุนค่าแรงอยู่ที่ 116 บาท/ตรม. และ 107 บาท/ตรม. ตามลำดับ สาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้กรณีศึกษาหลักมีต้นทุนด้านแรงงานที่สูงเนื่องจากการจ้างงานในกรณีศึกษาดังกล่าวเป็นในลักษณะเหมาจ่ายโดยซึ่งปกติแล้วมักมีค่าแรงสำหรับคนงานที่สูงกว่าการจ้างแบบรายวัน รวมถึงในกรณีศึกษาหลักการก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลังยังใช้วิธีการแบบหล่อในที่เป็นส่วนใหญ่ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้เวลาแรงงานจำนวนมากหากเทียบกับเสาเอ็นและทับหลังสำเร็จรูป กรณีศึกษาหลักยังมีต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียด้านเวลาการทำงานสูงสุดอีกเช่นกันอยู่ที่ 103 บาท/ตรม. ในขณะที่กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียด้านเวลาอยู่เพียง 57 บาท/ตรม. และ 48 บาท/ตรม. ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเฉพาะต้นทุนด้านวัสดุ กรณีศึกษาหลักกลับมีต้นทุนด้านวัสดุต่ำที่สุดอยู่เพียง 394 บาท/ตรม. ตามมาด้วย กรณีศึกษาเสริมที่ 2 และกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งมีต้นทุนด้านวัสดุอยู่ที่ 422 บาท/ตรม. และ 471 บาท/ตรม. ตามลำดับ สาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความแตกต่างด้านต้นทุนวัสดุในแต่ละกรณีศึกษาคือการเลือกใช้รูปแบบการก่อสร้างเสาเอ็นและทับหลัง อย่างที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นกรณีศึกษาหลักมีการติดตั้งเสาเอ็นและทับหลังสำเร็จรูปในปริมาณที่น้อยกว่าทั้งกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 แต่กลับเลือกใช้เสาเอ็นและทับหลังชนิดหล่อในที่เป็นส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนด้านวัสดุของเหล็กกล่องที่นำมาใช้เป็นเสาเอ็นสำเร็จรูป และปูนซีเมนต์ และเหล็กเส้นที่นำมาใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างเสาเอ็นชนิดหล่อในที่พบว่าต้นทุนของปูนซีเมนต์ และเหล็กเส้นนั้นต่ำกว่าเหล็กกล่องเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้เองส่งผลให้ต้นทุนด้านวัสดุในกรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ 2 สูงกว่าในกรณีศึกษาหลัก ในส่วนของความสูญเสียด้านวัสดุหลักกรณีศึกษาเสริมหลัก และกรณีศึกษาเสริมทั้ง 2 มีต้นทุนอยู่ที่ 24 บาท/ตรม. 33 บาท/ตรม. และ 29 บาท/ตรม. ตามลำดับ ต้นทุนความสูญเสียด้านวัสดุหลักเกือบจะทั้งหมดเกิดจากวัสดุปูนฉาบอิฐมวลเบาที่มีสัดส่วนความสูญเสียที่สูงมากอย่างที่ได้ระบุไว้ในส่วนที่แล้ว



รูปที่ 5.33 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา

5.4.3 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

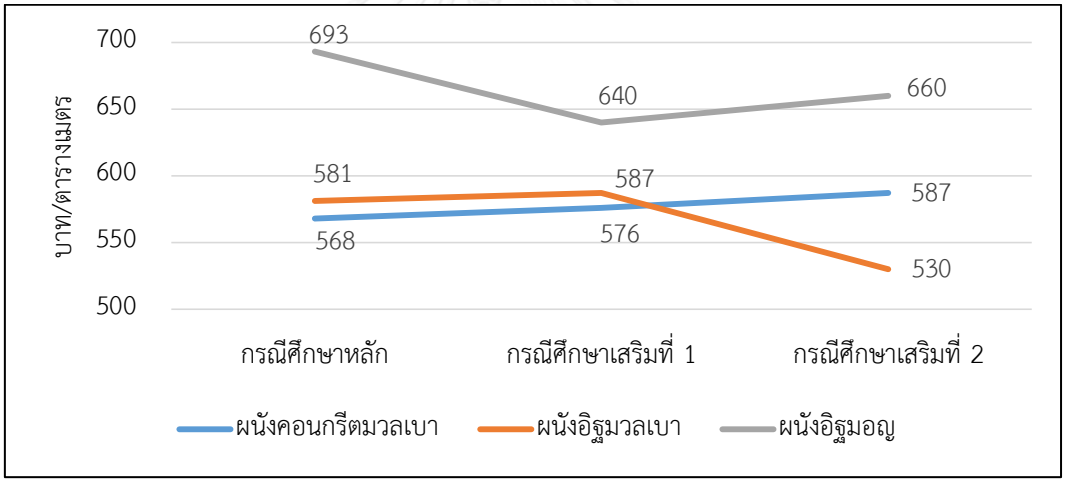
รูปที่ 5.34 แสดงต้นทุนรวมต่อตารางเมตรในการก่อสร้างผนังอิฐมอญในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และกรณีศึกษาเสริมที่ 2 จากรูปดังกล่าวจะเห็นได้ว่ากระบวนการก่อสร้างมอญในกรณีศึกษาหลักมีต้นทุนการก่อสร้างรวมสูงที่สุดอยู่ที่ 693 บาท/ตรม. ตามมาด้วยกรณีศึกษาเสริมที่ 2 ซึ่งมีต้นทุนรวมอยู่ที่ 660 บาท/ตรม. และ กรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งมีต้นทุนรวมอยู่ที่ 640 บาท/ตรม. หากพิจารณาเฉพาะส่วนของต้นทุนด้านค่าแรงกรณีศึกษาหลักก็ยังมีปริมาณค่าแรงสูงที่สุดอยู่ที่ 172 บาท/ตรม. ตามมาด้วยกรณีศึกษาเสริมที่ 2 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 1 ที่มีต้นทุนค่าแรงอยู่ที่ 128 บาท/ตรม. และ 123 บาท/ตรม. ตามลำดับ เนื่องจากแรงงานก่ออิฐส่วนใหญ่ในกรณีศึกษาหลักนั้นได้รับค่าแรงในลักษณะรายวันมีเพียงแรงงานบางกลุ่มเท่านั้นที่ได้รับค่าแรงในลักษณะเหมาจ่าย ดังนั้นสาเหตุที่ส่งผลให้ต้นทุนด้านแรงงานในกรณีศึกษาหลักสูงกว่าในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองจึงอาจไม่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจ้างงาน แต่อาจเกี่ยวข้องกับความเชื่องช้าในการทำงานของคนงานมากกว่าจากการสังเกตการณ์ ของผู้วิจัยพบว่า ชุดงานก่ออิฐในกรณีศึกหลักมีหน้าที่ในการขนอิฐจากชั้นล่างขึ้นมายังชั้นที่ทำการก่อสร้างด้วยซึ่งแตกต่างจากในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองที่ผู้รับเหมาจะมีชุดคนงานขนวัสดุแยกต่างหาก ซึ่งจุดนี้เองที่ส่งผลให้คนงานก่ออิฐเหนื่อยล้า และลงท้ายด้วยการใช้เวลาหยุดพักนานกว่าในกรณีศึกษาเสริมทั้งสอง โดยสังเกตได้จากสัดส่วนการทำธุระส่วนตัว และการหยุดนิ่งของคนงานก่ออิฐในกรณีศึกษาหลักที่สูงกว่าคนงานในกรณีศึกษาเสริมทั้งสองซึ่งแสดงในตารางที่ 5.16 5.17 และ 5.18 รวมถึงต้นทุนด้านแรงงานในกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ที่สูงกว่าในกรณีศึกษาเริมทั้งสองดังแสดงในรูปที่ 5.32 เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนด้านวัสดุ กรณีศึกษาทั้งสามมีต้นทุนต่อตารางเมตรที่ใกล้เคียงกัน โดยกรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีต้นทุนด้านวัสดุสูงที่สุดอยู่ที่ 532 บาท/ตรม. ตามมาด้วย กรณีศึกษาหลัก และกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ซึ่งมีต้นทุนด้านวัสดุอยู่ที่ 521 บาท/ตรม. และ 517 บาท/ตรม. ตามลำดับ เนื่องจากผนังอิฐมอญทั้งสามกรณีศึกษามีรูปแบบการก่อสร้างที่คล้ายคลึงกันส่งผลให้ต้นทุนด้านวัสดุของทั้งสามกรณีศึกษาใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามหากพิจารณาความสูญเสียของวัสดุหลักพบว่า กรณีศึกษาเสริมที่ 2 มีต้นทุนความสูญเสียวัสดุหลักสูงที่สุดอยู่ที่ประมาณ 67 บาท/ตรม. ตามมาด้วยกรณีศึกษาเสริมที่ 1 ที่มีต้นทุนอยู่ที่ 61 บาท/ตรม. และ กรณีศึกษาหลักที่มีต้นทุนอยู่ที่ 52 บาท/ตรม. โดยความสูญเสียส่วนใหญ่เกิดจากวัสดุปูนฉาบ และวัสดุปูนก่ออิฐ



รูปที่ 5.34 ต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ

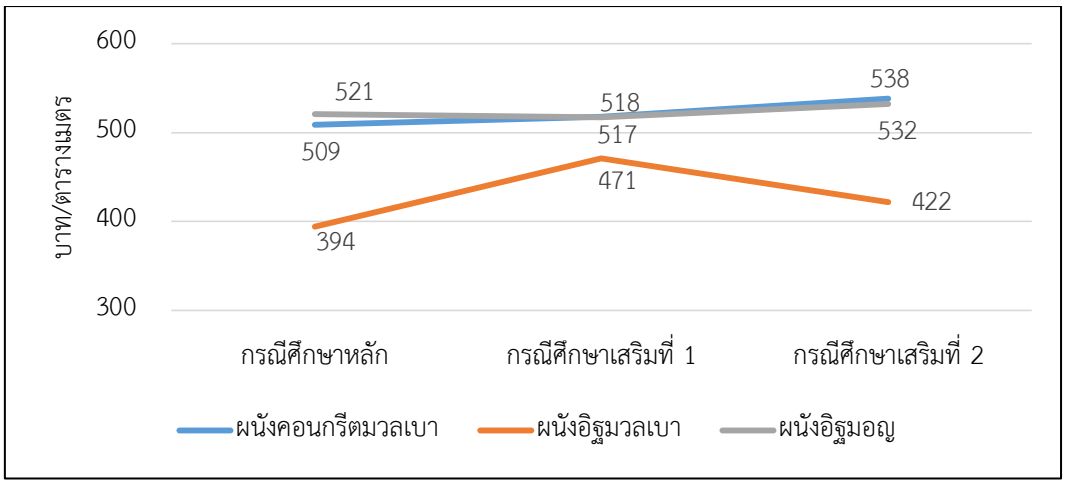
5.4.4 การเปรียบเทียบต้นทุนต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท

เนื่องจากความแตกต่างในหลายๆ ด้านของกระบวนการก่อสร้างผนังในแต่ละกรณีศึกษาเช่น วิธีการก่อสร้าง แบบแปลนก่อสร้าง รวมถึงลักษณะการจ้างงานในแต่ละกรณีศึกษา ส่งผลให้ไม่สามารถนำต้นทุนของกระบวนการก่อสร้างในแต่ละกรณีศึกษามาเฉลี่ยรวมกันเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบได้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้อาจมีความคาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภทด้วยการชี้ให้เห็นถึงช่วงต้นทุนของกระบวนการก่อสร้างผนังเหล่านั้นในแต่ละกรณีศึกษาแทน โดยรูปที่ 5.35 แสดงถึงช่วงของต้นทุนรวมต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภทในกรณีศึกษาหลัก กรณีศึกษาเสริมที่ 1 และ กรณีศึกษาเสริมที่ 2 ซึ่งจากรูปดังกล่าวพบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญมีต้นทุนรวมต่อตารางเมตรอยู่ในช่วง 640 – 693 บาท สูงกว่าทั้งกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาที่มีต้นทุนรวมต่อตารางเมตรอยู่ในช่วง 568 – 587 บาท และกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาที่มีต้นทุนรวมต่อตารางเมตรอยู่ในช่วง 530 – 587 บาท

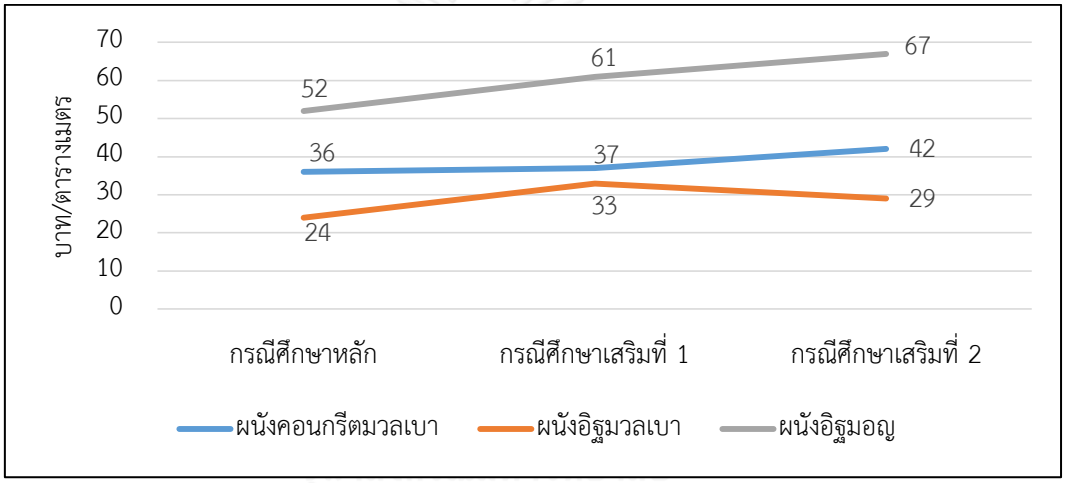


รูปที่ 5.35 ช่วงต้นทุนรวมต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท

และเมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนค่าวัสดุดังที่แสดงในรูปที่ 5.36 พบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีต้นทุนค่าวัสดุต่อตารางเมตรอยู่ในช่วง 509 – 538 บาท ซึ่งใกล้เคียงกับกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญซึ่งมีต้นทุนดังกล่าวอยู่ในช่วง 517 – 532 บาท ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาต้นทุนดังกล่าวอยู่เพียง 394 – 471 บาท ถึงแม้ว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาจะมีต้นทุนค่าวัสดุต่อตารางเมตรสูงที่สุดใกล้เคียงกับอิฐมอญ แต่เมื่อพิจารณาลึกลงไปจะพบว่าต้นทุนค่าวัสดุต่อตารางเมตรเหล่านั้นมีเพียง 36 – 42 บาท ที่เป็นต้นความสูญเสียของวัสดุหลัก ในขณะที่ต้นทุนความสูญเสียของวัสดุหลักในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญนั้นสูงถึง 52 – 67 บาท และสำหรับกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบามีต้นทุนดังกล่าวอยู่ในช่วง 24 – 33 บาท ซึ่งทั้งหมดนี้แสดงอยู่ในรูปที่ 5.37

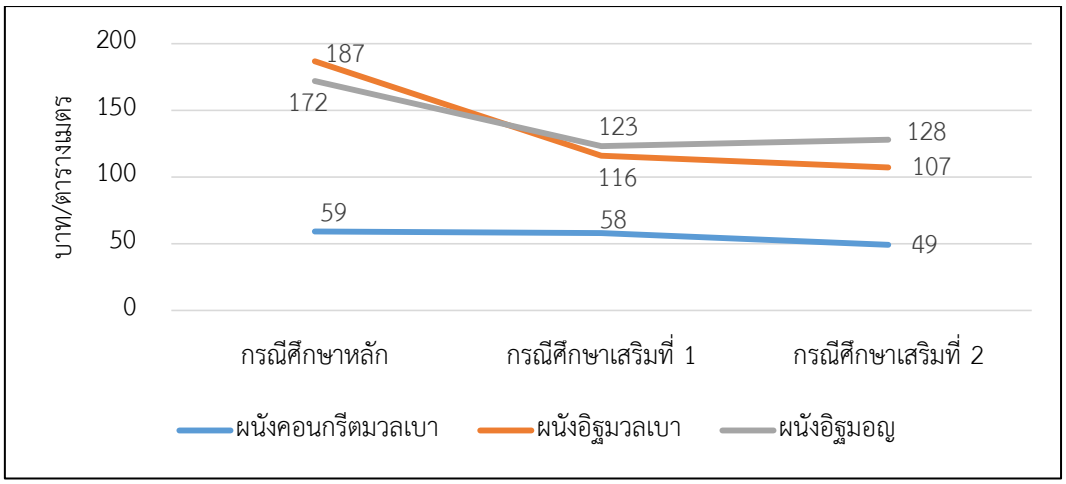


รูปที่ 5.36 ช่วงต้นทุนค่าวัสดุต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท

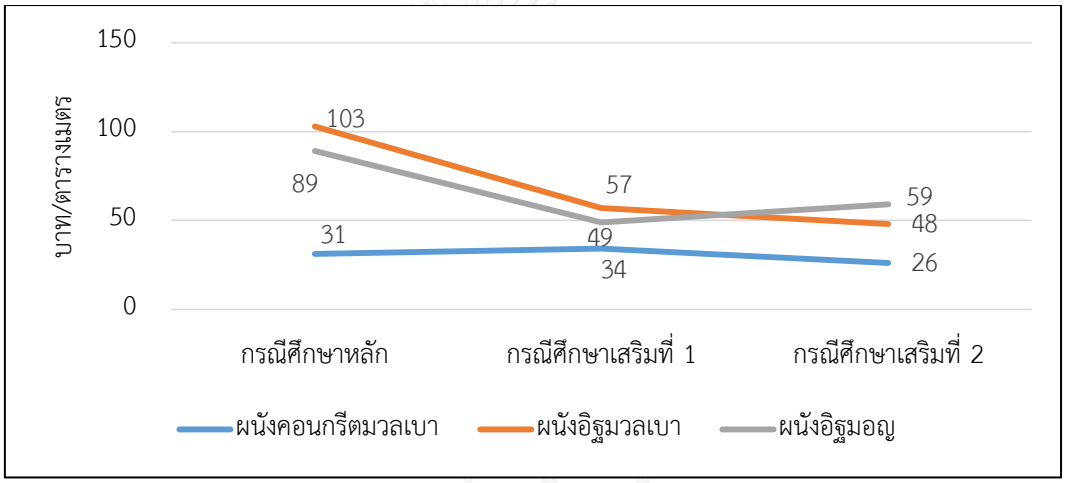


รูปที่ 5.37 ช่วงต้นทุนความสูญเสียด้านวัสดุต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท

เมื่อพิจารณารูปที่ 5.38 พบว่าช่วงต้นทุนค่าแรงต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญนั้นค่อนข้างใกล้เคียงกันโดยกระบวนการทั้งสองมีต้นทุนค่าแรงต่อตารางเมตรอยู่ในช่วง 187 – 107 บาท และ 172 – 128 บาท ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงต้นทุนค่าแรงต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างคอนกรีตมวลเบานั้นต่ำกว่ากระบวนการทั้งสองก่อนหน้าอย่างเห็นได้ชัดโดยอยู่ที่เพียง 49 – 59 บาท เท่านั้น และหากพิจารณาในส่วนของต้นทุนความสูญเสียด้านค่าแรงต่อตารางเมตรดังแสดงในรูป 5.39 จะพบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีช่วงต้นทุนความสูญเสียด้านค่าแรงต่อตารางเมตรที่ต่ำที่สุดเช่นกันโดยอยู่ที่เพียง 26 – 31 บาท ในขณะกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญก็ยังคงมีช่วงต้นทุนในส่วนนี้ที่ใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ในช่วง 48 – 103 บาท และ 49 – 89 บาท ตามลำดับ



รูปที่ 5.38 ต้นทุนค่าแรงต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท



รูปที่ 5.39 ต้นทุนความสูญเสียด้านค่าแรงต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังแต่ละประเภท

5.5 สรุป

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์ความสูญเสียทั้งด้านเวลาในการทำงานของคนงาน และด้านวัสดุส่วนเกินจากที่จำเป็นต้องใช้จริง จากผลการวิเคราะห์ความสูญเสียด้านเวลาพบว่าคนงานชุดติดตั้งแผ่นผนังในกรณีศึกษากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าอยู่ในช่วง 28%-39% 34.5%–39.4% และ 23.8%-32.6% ตามลำดับ สำหรับคนงานชุดเก็บลายละเอียดงานผนังมีสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทดังกล่าวอยู่ในช่วง 40.6%-47% 30.5%–33.3% และ 19.7%-28.9% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทกับอัตราผลผลิตในหน่วย ตรม./man-hour ของคนงานทั้งสองชุดกลับพบความไม่สอดคล้องกันของข้อมูล สาเหตุเนื่อง

มากจากลักษณะของแผ่นที่ใช้ติดตั้งในกรณีศึกษาทั้งสามกรณีที่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามหากพิจารณาอัตราผลผลิตในหน่วย แผ่น/man-hour จะพบว่ามีความสอดคล้องกับสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทเป็นอย่างดี ในส่วนของรายการกิจกรรมที่มีความสูญเสียสูงในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาประกอบด้วย 1.การตัดแผ่นผนัง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 8.1%-12.5%) 2.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 13.4%-14.5%) 3.การทำความสะอาดเก็บขยะ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 6.6%-8.0%) 4.การรอคอย (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 9.4%-12.5%) 5.ธุระส่วนตัวและการหยุดนิ่ง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 8.6%-19.5%) 6.การหายตัวในเวลางาน (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 6.5%-14.8%) และ 7.การเคลื่อนที่มือเปล่า (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.1%-11.5%)

จากผลการวิเคราะห์ความสูญเสียด้านเวลาในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาพบว่าคนงานชุดก่ออิฐในกระบวนการนี้มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าอยู่ในช่วง 32.3%-41.3% 39.0%–50.3% และ 17.4%-23.0% ตามลำดับ สำหรับคนงานชุดฉาบผนังมีสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทดังกล่าวอยู่ในช่วง 39.0%-51.6% 25.5%–29.8% และ 21.4%-35.5% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทกับอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างผนังในกรณีศึกษาหลักกลับพบความไม่สอดคล้องกันของข้อมูล สาเหตุเนื่องมาจากในกรณีศึกษาดังกล่าวมีปริมาณกิจกรรมการก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลังชนิดหล่อในที่สูงส่งผลให้กิจกรรมการทำงานของคนงานในชุดงานดังกล่าวซึ่งส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าส่งผลกระทบไปยังสัดส่วนโดยรวมของกิจกรรมทั้งหมด ส่งผลให้สัดส่วนกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในกรณีศึกษานี้สูงกว่าที่ควรจะเป็นซึ่งไม่สอดคล้องกับอัตราผลผลิตที่ค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทในกระบวนการฉาบผนังมีความสอดคล้องกับอัตราผลผลิตของชุดงานฉาบผนังในแต่ละกรณีศึกษาเป็นอย่างดี ในส่วนของรายการกิจกรรมที่มีความสูญเสียสูงในกระบวนการก่อสร้างดังกล่าว (เฉพาะกระบวนการก่ออิฐ) ประกอบด้วย 1.การตัดอิฐ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 13.6%-15.5%) 2.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 9.8%-11.0%) 3.การทำความสะอาดเก็บขยะ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 5.0%-8.4%) 4.การกำหนดแนวก่อสร้าง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 9.1%-12.7%) 5.ธุระส่วนตัวและการหยุดนิ่ง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 13.8%-15.7%) 6.การหายตัวในเวลางาน (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 1.5%-10.7%) 7.การเคลื่อนที่มือเปล่า (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 4.2%-7.9%) 8.การเคลื่อนย้ายวัสดุ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.1%-9.9%) และ 9.การเคลื่อนย้ายอิฐ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 5.6%-6.4%)

สำหรับกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญนั้นจากการวิเคราะห์พบว่าคนงานชุดก่ออิฐในกระบวนการนี้มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณอยู่ในช่วง 42.4%-50.7% 28.3%–32.9% และ 16.6%-

29.3% ตามลำดับ สำหรับคนงานชุดฉาบผนังมีสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทดังกล่าวอยู่ในช่วง 34.0%-59.7% 26.0%–32.8% และ 13.7%-40.0% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทกับอัตราผลผลิตของชุดก่อสร้างผนัง และชุดฉาบผนังในกรณีศึกษาทั้งสามพบว่ามีความสอดคล้องกันของข้อมูล กล่าวคือในกรณีศึกษาที่มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าสูงอัตราผลผลิตก็สูงขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่กรณีศึกษาที่มีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าต่ำก็มีอัตราผลผลิตที่ต่ำด้วยเช่นกัน โดยรายการกิจกรรมที่มีความสูญเสียสูงในกระบวนการก่อสร้างดังกล่าว (เฉพาะกระบวนการก่ออิฐ) ประกอบด้วย 1.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.5%-12.4%) 2.การทำความสะอาดเก็บขยะ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.8%-16.1%) 3.ธุระส่วนตัวและการหยุดนิ่ง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 16.6%-25.4%) 4.การหายตัวในเวลางาน (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.1%-17.8%) 5.การเคลื่อนย้ายวัสดุ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 13.6%-18.6%) 6.การเคลื่อนย้ายอิฐ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 2.7%-8.0%) และ 7.การเคลื่อนที่มือเปล่า (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 3.4%-7.9%)

การวิเคราะห์รายการกิจกรรมที่มีความสูญเสียสูงในกระบวนการฉาบผนังนั้นถูกแยกออกจากกระบวนการก่ออิฐเนื่องจากรูปแบบการทำงานที่แตกต่างจากการก่ออิฐซึ่งมีแนวโน้มที่รายการกิจกรรมที่มีความสูญเสียสูงในกระบวนการก่อสร้างนี้จะแตกต่างจากในกระบวนการก่ออิฐ โดยผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า รายการกิจกรรมที่มีความสูญเสียสูงในกระบวนการฉาบผนังอิฐมอญ และอิฐมวลเบาประกอบด้วย 1.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.6%-17.0%) 2.การทำความสะอาดเก็บขยะ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 6.5%-17.9%) 3.ธุระส่วนตัวและการหยุดนิ่ง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 16.8%-32.8%) 4.การหายตัวในเวลางาน (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 3.0%-18.8%) 5.การเคลื่อนย้ายวัสดุ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 10.7%-16.5%) และ 6.การเคลื่อนที่มือเปล่า (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 4.1%-9.7%) โดยรายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในทุกกระบวนการก่อสร้างจะถูกนำไปใช้ประกอบการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมแนวทางในการลดกิจกรรมความสูญเสียต่อไปในบทที่ 6

ในส่วนของความสูญเสียด้านวัสดุจากผลการวิเคราะห์พบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีสัดส่วนความสูญเสียวัสดุก่อผนังอยู่ในช่วง 6.6%-11.5% ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญมีความสัดส่วนสูญเสียของวัสดุดังกล่าวอยู่ในช่วง 4.6%-5.5% และ 5.5%-7.0% ตามลำดับ ทางด้านวัสดุประสานในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบานั้นมีสัดส่วนความสูญเสียอยู่ในช่วง 30.5%-33.7% ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญมีความสัดส่วนสูญเสียของวัสดุดังกล่าวอยู่ในช่วง 5.7%-13.3% และ 26.0%-26.7% ตามลำดับ ความสูญเสียวัสดุรายการสุดท้ายได้แก่ปูนฉาบผนังซึ่งมีการใช้งานในกระบวนการก่อสร้างผนังก่ออิฐเท่านั้น โดยในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบามีสัดส่วนความสูญเสียเฉลี่ยของวัสดุประเภทนี้อยู่

ในช่วง 27.3%-36.0% ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญมีสัดส่วนความสูญเสียเฉลี่ยของวัสดุประเภทนี้อยู่ในช่วง 21.0%-32.6%

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนต่อตารางเมตรในการก่อสร้างซึ่งเป็นต้นทุนที่รวมทั้งงานก่อผนังและงานฉาบผนังทั้งสองด้านเข้าไว้ด้วยกันพบว่า ผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญมีต้นทุนดังกล่าวอยู่ในช่วง 568-587 บาท 530-587 บาท และ 640-693 บาท ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมราคาต่อตารางเมตรในการก่อสร้างผนัง และงานฉาบผนังทั้งสองด้านของผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญที่ระบุไว้ในแบบแสดงรายการปริมาณงานและราคา (BOQ) ของโครงการก่อสร้างอื่นๆ มาเปรียบเทียบ โดยอาคารที่ยกมาเปรียบเทียบมีทั้งอาคารที่เป็นโครงการก่อสร้างของทางภาครัฐ และอาคารที่เป็นโครงการก่อสร้างของทางภาคเอกชน โดยจากตารางที่ 5.39 และ 5.40 พบว่าต้นทุนค่าวัสดุต่อตารางเมตรของผนังอิฐมอญและอิฐมวลเบาที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ใกล้เคียงกับค่าวัสดุต่อตารางเมตรจริงในอาคารของภาคเอกชน ในขณะที่อาคารของภาครัฐมีต้นทุนดังกล่าวค่อนข้างต่ำกว่าข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยสาเหตุของความแตกต่างเกิดจากรูปแบบการก่อสร้างเสาเอ็น และทับหลังซึ่งแตกต่างกันในแต่ละโครงการก่อสร้าง โดยโครงการก่อสร้างคอนโดมิเนียมส่วนใหญ่จะนิยมใช้เสาเอ็น และทับหลังชนิดสำเร็จรูปซึ่งมีราคาแพงกว่าเสาเอ็น และทับหลังชนิดหล่อในที่ด้วยเหตุนี้ต้นทุนด้านวัสดุของโครงการก่อสร้างดังกล่าวจึงสูงกว่าอาคารทั่วไป สำหรับต้นทุนค่าแรงต่อตารางเมตรของผนังอิฐมอญ และอิฐมวลเบาที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้กลับมีค่าต่ำกว่าที่ใช้จริงทั้งในอาคารของภาคเอกชน และอาคารของภาครัฐ สาเหตุของความแตกต่างเป็นผลจากการที่งานวิจัยนี้ได้นำเวลาการทำงานจริงของคนงานมาใช้คำนวณต้นทุนค่าแรง แตกต่างจากต้นทุนค่าแรงที่ระบุไว้ในรายการปริมาณงานและราคาที่เป็นต้นทุนค่าแรงที่ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักเสนอให้ทางเจ้าของโครงการซึ่งโดยทั่วไปจะรวมกำไรของทางผู้รับจ้างก่อสร้างไว้แล้ว อย่างไรก็ตามต้นทุนต่อตารางเมตรที่นำเสนอในส่วนนี้เป็นเพียงต้นทุนจากโครงการก่อสร้างบางแห่งเท่านั้นซึ่งโครงการก่อสร้างอื่นๆ อาจมีต้นทุนต่อตารางเมตรที่แตกต่างกันออกไปตามรูปแบบการก่อสร้างรวมถึงชนิดของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง

ตารางที่ 5.39 การเปรียบเทียบต้นทุนต่อตารางเมตรของผนังอิฐมอญในโครงการก่อสร้างแต่ละแห่ง

อาคาร	ค่าวัสดุ/ตรม.	ค่าแรง/ตรม.	รวม
กรณีศึกษา 1-3	517-532 บาท	123-172 บาท	640-693 บาท
*อาคารของภาครัฐ	339 บาท	231 บาท	569 บาท
**อาคารของภาคเอกชน	510 บาท	360 บาท	870 บาท

*อาคารคอนโดมิเนียมสูง 24 ชั้น **อาคารสำนักงานเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 5.40 การเปรียบเทียบต้นทุนต่อตารางเมตรของผนังอิฐมวลเบาในโครงการก่อสร้างแต่ละแห่ง

อาคาร	ค่าวัสดุ/ตรม.	ค่าแรง/ตรม.	รวม
กรณีศึกษา 1-3	394-471 บาท	107-187 บาท	530-587 บาท
*อาคารของภาครัฐ	399 บาท	232 บาท	631 บาท
**อาคารของภาคเอกชน	470 บาท	320 บาท	870 บาท

*อาคารคอนโดมิเนียมสูง 24 ชั้น **อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการได้แก่ 1) เพื่อวิเคราะห์สัดส่วน และมูลค่าความสูญเสียด้านเวลา 2) เพื่อวิเคราะห์สัดส่วน และมูลค่าของความสูญเสียด้านวัสดุ 3) ระบุกิจกรรมความสูญเสียด้านเวลาที่มีสัดส่วนสูง โดยมีขอบเขตการศึกษาในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญ เพื่อให้งานวิจัยลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลความสูญเสียจากกรณีศึกษาจำนวน 3 กรณีต่อกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารหนึ่งประเภทรวมทั้งสิ้น 9 กรณีศึกษา โดยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึกจากกรณีศึกษาทั้งเก้าสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์สัดส่วนความสูญเสียด้านเวลาการทำงาน

ข้อมูลส่วนนี้ถูกบันทึกด้วยวิธีการสุ่มงาน (Work sampling) และถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของคนงานในกระบวนการก่อสร้างผนังทั้งสามประเภท จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาพบว่าคนงานชุดติดตั้งแผ่นผนังมีสัดส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่าอยู่ในช่วง 28%-39% 34.5%–39.4% และ 23.8%-32.6% ตามลำดับ ในขณะที่สัดส่วนดังกล่าวของคนงานชุดเก็บรายละเอียดงานผนังอยู่ในช่วง 40.6%-47% 30.5%–33.3% และ 19.7%-28.9% ตามลำดับ สำหรับคนงานชุดก่ออิฐในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบามีสัดส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วง 32.3%-41.3% 39.0%–50.3% และ 17.4%-23.0% ตามลำดับ ในขณะที่คนงานชุดฉาบผนังในกระบวนการเดียวกันมีสัดส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วง 39.0%-51.6% 25.5%–29.8% และ 21.4%-35.5% ตามลำดับ และในส่วนของกระบวนการก่ออิฐมอญคนงานชุดก่ออิฐในกระบวนการดังกล่าว มีสัดส่วนกิจกรรมทั้งสามประเภทอยู่ในช่วง 42.4%-50.7% 28.3%–32.9% และ 16.6%-29.3% ตามลำดับ ในขณะที่คนงานชุดฉาบผนังในกระบวนการเดียวกันมีสัดส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วง 34.0%-59.7% 26.0%–32.8% และ 13.7%-40.0% ตามลำดับ และเมื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ชูเกียรติ (2549) พบว่ากิจกรรมประเภทจำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่ามีสัดส่วนที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันโดยอยู่ในช่วง 26% - 33% แต่สำหรับกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่ากลับมีค่าที่ค่อนข้างต่างกันสาเหตุอาจเนื่องมาจากพฤติกรรมของคนงานในแต่ละโครงการก่อสร้างที่มีความแตกต่างกัน

6.1.2 สรุปผลการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูง

ในการการระบุกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงผู้วิจัยได้นำทฤษฎีของพาเรโต (Pareto principle) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) ผลจากการใช้ทฤษฎีดังกล่าวทำให้ทราบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงประกอบด้วย 1.การตัดแผ่นผนัง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 8.1%-12.5%) 2.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 13.4%-14.5%) 3.การทำความสะอาดเก็บขยะ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 6.6%-8.0%) 4.การรอคอย (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 9.4%-12.5%) 5.ธุระส่วนตัวและการหยุดนิ่ง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 8.6%-19.5%) 6. การหายตัวในเวลางาน (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 6.5%-14.8%) และ 7.การเคลื่อนที่มือเปล่า (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.1%-11.5%)

สำหรับกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา (เฉพาะกระบวนการก่ออิฐ) ประกอบด้วย 1.การตัดอิฐ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 13.6%-15.5%) 2.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 9.8%-11.0%) 3.การทำความสะอาดเก็บขยะ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 5.0%-8.4%) 4.การกำหนดแนวก่อสร้าง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 9.1%-12.7%) 5.ธุระส่วนตัวและการหยุดนิ่ง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 13.8%-15.7%) 6.การหายตัวในเวลางาน (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 1.5%-10.7%) 7.การเคลื่อนที่มือเปล่า (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 4.2%-7.9%) 8.การเคลื่อนย้ายวัสดุ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.1%-9.9%) และ 9.การเคลื่อนย้ายอิฐ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 5.6%-6.4%)

สำหรับกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ (เฉพาะกระบวนการก่ออิฐ) ประกอบด้วย 1.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.5%-12.4%) 2.การทำความสะอาดเก็บขยะ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.8%-16.1%) 3.ธุระส่วนตัวและการหยุดนิ่ง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 16.6%-25.4%) 4.การหายตัวในเวลางาน (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.1%-17.8%) 5.การเคลื่อนย้ายวัสดุ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 13.6%-18.6%) 6.การเคลื่อนย้ายอิฐ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 2.7%-8.0%) และ 7.การเคลื่อนที่มือเปล่า (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 3.4%-7.9%)

และสำหรับกระบวนการฉาบผนังประกอบด้วย 1.การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 7.6%-17.0%) 2.การทำความสะอาดเก็บขยะ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 6.5%-17.9%) 3.ธุระส่วนตัวและการหยุดนิ่ง (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 16.8%-32.8%) 4.การหายตัวในเวลางาน (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 3.0%-18.8%) 5.การเคลื่อนย้ายวัสดุ (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 10.7%-16.5%) และ 6.การเคลื่อนที่มือเปล่า (มีสัดส่วนอยู่ในช่วง 4.1%-9.7%) ซึ่งรายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในแต่ละกระบวนการรวมถึงสัดส่วนของกิจกรรมเหล่านั้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 รายการกิจกรรมความสูญเสียที่มีสัดส่วนสูงในกระบวนการก่อสร้างแต่ละประเภท

กระบวนการก่อสร้าง/ กิจกรรมความสูญเสีย	กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVAR)						กิจกรรมที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA)			
	การตัดวัสดุก่อผนัง	การเคลื่อนย้ายอิฐ	การกำหนดแนวก่อเสร็จ	การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์	การเคลื่อนย้ายวัสดุ	การทำความสะอาดเก็บขยะ	การรอคอย	ธุระส่วนตัว การหยุดพัก	การหยิบจับสิ่งของที่ไม่ใช่งาน	การเคลื่อนที่มือเปล่า
กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา	8.1% - 12.5%			13.4% - 14.5%		6.6% - 8.0%	9.4% - 12.5%	8.6% - 19.5%	6.5% - 14.8%	7.1% - 11.5%
กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา	13.6% - 15.5%	5.6% - 6.4%	9.1% - 12.7%	9.8% - 11.0%	7.1% - 9.9%	5.0% - 8.4%		13.8% - 15.7%	1.5% - 10.7%	4.2% - 7.9%
กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญ		2.7% - 8.0%		7.5% - 12.4%	13.6% - 18.6%	7.8% - 16.1%		16.6% - 25.4%	7.1% - 17.8%	3.4% - 7.9%
กระบวนการฉาบผนัง				7.6% - 17.0%	10.7% - 16.5%	6.5% - 17.9%		16.8% - 32.8%	3.0% - 18.8%	4.1% - 9.7%

จากตารางที่ 6.1 พบว่าการตัดวัสดุผนังเป็นกิจกรรมในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา และผนังอิฐมวลเบาที่ใช้เวลาการทำงานค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามกิจกรรมดังกล่าวกลับพบในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญในสัดส่วนที่ต่ำ สาเหตุเนื่องจากวัสดุผนังคอนกรีตมวลเบา และอิฐมวลเบานั้นมีขนาดที่ใหญ่ส่งผลให้ในการทำงานจำเป็นต้องมีการตัดวัสดุเหล่านั้นให้มีขนาดที่เหมาะสม ในส่วนกิจกรรมการทำธุระส่วนตัว และการหายตัวในเวลางานเป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่มีสัดส่วนสูงในทุกกระบวนการก่อสร้าง โดยสาเหตุของกิจกรรมทั้งสองดังกล่าวเกิดจากพฤติกรรมของแรงงานที่มักหยุดพักหรือละทิ้งงานระหว่างเวลาการทำงาน และสำหรับการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ การเคลื่อนย้ายวัสดุ และการเคลื่อนที่มือเปล่า เป็นกิจกรรมอีกกลุ่มหนึ่งที่มีสัดส่วนสูงเช่นกัน จากการสังเกตการณ์พบว่าสาเหตุการเกิดกิจกรรมเหล่านี้เป็นผลมาจากการจัดการวางตำแหน่งจัดเก็บของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ขาดประสิทธิภาพ รวมถึงปัญหาด้านจำนวนอุปกรณ์ที่ไม่พอเพียงต่อการใช้งานของคนงานส่งผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์กันภายในกลุ่มคนงาน

6.1.3 สรุปผลการวิเคราะห์สัดส่วนความสูญเสียด้านวัสดุ

จากผลการวิเคราะห์สัดส่วนความสูญเสียของวัสดุก่อสร้างหลักในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาซึ่งประกอบด้วย แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบา และปูนกาวพบว่าวัสดุทั้งสองรายการมีสัดส่วนความสูญเสียอยู่ในช่วง 6.6%-11.5% และ 30.5%-33.7% ตามลำดับ ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบามีสัดส่วนความสูญเสียในวัสดุหลักซึ่งได้แก่ อิฐมวลเบา ปูนก่ออิฐมวลเบา และปูนฉาบอิฐมวลเบา อยู่ในช่วง 4.6%-5.5% 5.7%-13.3% และ 27.3%-36.0% ตามลำดับ และในส่วนของกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญมีสัดส่วนความสูญเสียในวัสดุหลักซึ่งได้แก่ อิฐมอญ ปูนก่อทั่วไป และปูนฉาบทั่วไป อยู่ในช่วง 5.5%-7.0% 26.0%-26.7% และ 21.0%-32.6% ตามลำดับ จากสัดส่วนความสูญเสียในวัสดุอิฐมอญที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่ามีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่ระบุไว้ในงานวิจัยของ นคร (2545) ซึ่งผลลัพธ์จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่าวัสดุอิฐมอญมีสัดส่วนความสูญเสียอยู่ในช่วง 5.6-6.2%

6.1.4 สรุปผลการวิเคราะห์ต้นทุนในการก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์ต้นทุนต่อตารางเมตรพบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญมีต้นทุนต่อตารางเมตรรวมอยู่ในช่วง 640 – 693 บาท ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา และผนังอิฐมวลเบาซึ่งมีต้นทุนรวมต่อตารางเมตรที่ต่ำกว่ามีต้นทุนอยู่ในช่วง 568 – 587 บาท และ 530 – 587 บาท ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนด้านวัสดุพบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีต้นทุนใกล้เคียงกับผนังอิฐมอญซึ่งอยู่ในช่วง 508 – 538 บาท และ 517 – 532 บาท ตามลำดับ ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบามีต้นทุนดังกล่าวอยู่ในช่วง 394 – 471 บาท สาเหตุที่

ส่งผลให้ต้นทุนด้านวัสดุต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาสูงนั้นเป็นผลจากตัวแผ่นผนังที่มีราคาจำหน่ายค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามหากพิจารณาต้นทุนความสูญเสียด้านวัสดุต่อตารางเมตรจะพบว่ากระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมอญมีต้นทุนดังกล่าวสูงที่สุดซึ่งอยู่ในช่วง 52 – 67 บาท ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา และผนังอิฐมอญมีต้นทุนดังกล่าวอยู่ในช่วง 36 – 42 บาท และ 24 – 33 บาท ตามลำดับ ในส่วนของค่าแรงนั้นกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบามีต้นทุนด้านค่าแรงต่อตารางเมตรที่ต่ำกว่าในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาและอิฐมอญค่อนข้างมากโดยต้นทุนด้านค่าแรงต่อตารางเมตรของกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบานั้นอยู่ในช่วง 49 – 59 บาท ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญมีต้นทุนดังกล่าวอยู่ในช่วง 107 – 187 บาท และ 128 – 172 บาท ตามลำดับ และหากพิจารณาต้นทุนความสูญเสียด้านค่าแรง กระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาก็ยังมีต้นทุนดังกล่าวต่ำที่สุดอยู่ซึ่งในช่วง 26 – 34 บาท ในขณะที่กระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญมีต้นทุนดังกล่าวอยู่ 49 – 87 บาท และ ในช่วง 48 – 103 บาท ตามลำดับ อย่างไรก็ตามต้นทุนของกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาที่วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ไม่ได้คำนึงถึงต้นทุนจากงานฉาบบางที่เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการก่อสร้าง โดยหากเพิ่มต้นทุนในส่วนของงานฉาบบางไปจะส่งผลให้ต้นทุนต่อตารางเมตรในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาเพิ่มขึ้นราว 40-45 บาท/ตรม.

6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นเพียงการศึกษาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างกรณีศึกษาจำนวน 3 กรณีต่อกระบวนการก่อสร้างผนัง 1 ประเภท ดังนั้นข้อมูลด้านความสูญเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้จึงไม่สามารถเป็นตัวแทนความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อสร้างผนังอาคารในอาคารประเภทคอนโดมิเนียมโครงการอื่นๆ ได้ทั้งหมด ทั้งนี้หากมีการนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปใช้งานต่อจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดในส่วนนี้ด้วย

2. การวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้างผนังในงานวิจัยนี้จำกัดขอบเขตแค่ในกระบวนการติดตั้งแผ่นผนังสำหรับผนังคอนกรีตมวลเบา และกระบวนการก่อ และฉาบสำหรับผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญ โดยไม่รวมกระบวนการภายหลังได้แก่การฉาบตกแต่งผิวผนัง (Skim coat) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผนังในอาคารคอนโดมิเนียมส่วนใหญ่นิยมการฉาบตกแต่งผิวผนังอีกครั้งหลังกระบวนการก่อสร้างส่วนก่อนหน้าแล้วเสร็จ ซึ่งการฉาบตกแต่งผิวผนังนี้อาจส่งผลให้เกิดความแตกต่างด้านต้นทุนต่อตารางในแต่ละกระบวนการก่อสร้าง ดังนั้นหากมีการนำข้อมูลส่วนนี้ไปใช้งานต่อควรคำนึงถึงข้อจำกัดนี้ด้วยเช่นกัน

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

ในปัจจุบันแผ่นผนังสำเร็จรูปน้ำหนักเบาที่ใช้แรงงานคนในการติดตั้งเข้ามามีบทบาทในการก่อสร้างผนังภายในอาคารมากขึ้นกว่าในอดีต ส่วนหนึ่งเป็นเพราะค่าแรงงานที่สูงขึ้นส่งผลให้กระบวนการก่ออิฐ และฉาบปูนแบบดั่งเดิมมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดต้นทุนการก่อสร้างที่สูงกว่าการกระบวนการติดตั้งแผ่นผนังสำเร็จรูป บริษัทผู้ผลิตวัสดุก่อสร้างรายใหญ่ในประเทศก็เริ่มหันมาให้ความสนใจวัสดุประเภทนี้มากขึ้นสังเกตได้จากผลิตภัณฑ์ที่มีความคล้ายคลึงกันจากบริษัทเหล่านั้นที่ผลิตออกมาสู่ตลาด อย่างไรก็ตามเนื่องจากขนาดที่ใหญ่ของตัววัสดุเองส่งผลให้กระบวนการเคลื่อนย้ายภายในหน่วยงานก่อสร้าง รวมถึงการเคลื่อนย้ายจากโรงงานผลิตมายังหน่วยงานก่อสร้างเป็นอีกจุดหนึ่งที่มีแนวโน้มที่จะเกิดความสูญเสียทั้งด้านวัสดุ และเวลาในสัดส่วนสูง ดังนั้นเพื่อรองรับการใช้งานที่มากขึ้นของผนังสำเร็จรูปประเภทนี้ งานวิจัยในอนาคตควรศึกษาความสูญเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเคลื่อนย้ายวัสดุดังกล่าวทั้งในหน่วยงานก่อสร้าง และระหว่างโรงงานผลิตมายังหน่วยงานก่อสร้างรวมถึงการหาแนวทางในการลดหรือกำจัดความสูญเสียเหล่านั้นออกไปจากกระบวนการเคลื่อนย้าย ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยในอนาคตที่กล่าวมานี้จะก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างสูงแก่อุตสาหกรรมการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Abduh, M. and A. Pratama (2015). "Study on Flow Improvement of Brick Laying Operations in a Residential Construction Project." Springer Science+Business Media Singapore.

Adrian, J. J. (1955). Construction productivity measurement and improvement, Stipes Publishing L.L.C.

Alwi, S., et al. (2002). Non Value-Adding Activities In Australian Construction Projects. Conference on Advancement in Design, Construction, Construction Management and Maintenance of Building Structure.

Arditi, D. and K. Mochtar (2000). "Trends in productivity improvement in the US construction industry " Construction Management and Economics 18(1): 15-27.

Barnes, R. M. (1980). Motion and time study: Design and measurement of work, John Wiley & Sons Inc.

Bølviken, T., et al. (2014). The Wastes of Production in Construction – A TFV Based Taxonomy. 22rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Oslo, Norway.

Choi, S., et al. (2008). Waste Elimination of Mucking Process of A Petrolium Storage Tunnel Through The Value Stream Analysis. 16rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Manchester, UK.

Denzer, M., et al. (2015). Analysis of Definitions and Quantification of Waste in Construction. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Perth, Australia.

Diekmann, J. E. and M. Krewedl (2004). Application of lean manufacturing principles to construction. Construction Industry Institute, The University of Texas at Austin. Doctoral.

Femia, J. V. M., A. J. (2011). Vilfredo Pareto: Beyond Disciplinary Boundaries. New York, Ashgate Publishing.

Formoso, C. T., et al. (1999). Method for Waste Control in the Building Industry. 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Berkeley, USA.

Formoso, C. T., et al. (2002). "Material Waste in Building Industry: Main Cause and Prevention." Journal of Construction Engineering and Management 128(4): 316-325.

Harris, F. C. and R. McCaffer (1995). Modern Construction Management, Blackwell Scientific Publishing.

Harris, F. C. and R. McCaffer (2001). Modern Construction Management, Blackwell Scientific Publishing.

Hasiholan, B. (2006). A study of RFID application for improving the installation process of precast concrete panels in a housing project. Department of Civil Engineering, Chulalongkorn University. Master's Degree.

Jenkins, J. L. and D. L. Orth (2004). "Productivity Improvement Through Work Sampling." Cost Engineering 46(3): 27-32.

Kalsaas, B. T., et al. (2013). Measuring Waste and Workflow in Construction. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Fortaleza, Brazil.

Kalsaas, B. T., et al. (2010). Work-Time Waste in Construction. 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Haifa, Israel.

Kanawaty, G. (1992). Introduction to Work Study, International Labour Organisation.

Kofoworola, F. O. and G. H.S. (2008). "Estimation of construction waste generation and management in Thailand." Waste Management 29(2009): 731–738.

Koskela, L. (1992). Application pf the New Production Philosophy to Construction. Lean Construction. L. Alarcon. Netherlands, A.A. Balkema Publisher: 1-6.

Liker, J. K. (2004). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer, McGraw-Hill.

Ohno, T. (1988). Toyota Production System, New York: Productivity Press.

Orth, D. L., et al. (2006). Analyzing Labor Productivity through Work Sampling. ASC Proceedings of the 42nd Annual Conference Colorado State University Fort Collins, Colorado

Pasqualini, F. and A. P. Zawislak (2005). Value Stream Mapping in Construction: A Case Study in A Brazilian Construction Company. 13rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Sydney, Australia.

Ramaswamy, K. P. and K. S. N. (2009). Waste in Indian Building Construction Projects. 17rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Taipei, Taiwan.

Rameezdeen, R., et al. (2004). Quantification of Construction Material Waste in Sri Lankan Sites. International Built and Human Environment Research Week. The University of Salford, UK.

Skoyles, E. R. and J. R. Skoyles (1987). Waste prevention on site. London, Mitchell Publishing Ltd.

Womack, J. P. and D. T. Jones (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Free Press.

Zhao, Y. and C. K.H. (2003). Relationship Between Productivity And Non-value Adding Activities. 11rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Virginia, USA.

ชูเกียรติ ชูสกุล (2549). การประเมินค่าผลิตภาพของคนงานในโครงการก่อสร้าง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

เทอดธิดา ทิพย์รัตน์ (2553). การประเมินผลิตภาพคนงานในงานก่อสร้างด้วยค่าสัดส่วนการใช้คนงานที่เป็นประโยชน์และการประยุกต์ใช้การคำนวณของ PERT.

นคร กกแก้ว (2545). การศึกษาแนวทางในการลดปริมาณของเสียจากการก่อสร้างในประเทศไทย. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

บริษัท เออีซี (2557). SMART ผู้ผลิตอิฐมวลเบาชั้นดี.

วรายุทธ อินอร่าม (2552). การเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ระหว่างระบบดั้งเดิมกับระบบเสาและคานสำเร็จรูป และระบบผนังสำเร็จรูป : กรณีศึกษา โครงการเพอร์เฟคพาร์ค จังหวัดนนทบุรี. สาขาวิชาเคหการ ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตย์กรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญาเคหพัฒนศาสตร์มหาบันฑิต.

วัชรพงศ์ ดีวงษ์ and ณรงค์ เหลืองบุตรนาค์ (2556). ความสามารถทางการแข่งขันของอุตสหกรรมก่อสร้างไทยในบริบทของประชาคมเศรษฐกิจอาเซี่ยน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 โรงแรมดิเอ็มเพลสเชียงใหม่.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก. ราคาวัสดุก่อสร้างจากการสำรวจ

บทนี้แสดงถึงราคาวัสดุก่อสร้างซึ่งเป็นราคาเฉลี่ยของวัสดุสร้างรายการนั้นๆ ที่ผู้วิจัยได้สำรวจจากร้านค้าวัสดุก่อสร้างขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบานั้นค่อนข้างที่จะมีลักษณะพิเศษ และไม่มีวางขายในร้านวัสดุก่อสร้างทั่วไปดังนั้นวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบาจึงเป็นราคาขายจากผู้ผลิตแผ่นผนังโดยตรง โดยตารางที่ ง.1 แสดงรายการและราคาของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา ในขณะที่ตารางที่ ง.2 แสดงรายการและราคาของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และอิฐมอญ

ตารางที่ ก.1 ราคาวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังคอนกรีตมวลเบา

รายการวัสดุ	ราคา/หน่วย (บาท)
แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาความหนา 9 ซม. (ราคาต่อตารางเมตร)	400
แผ่นผนังคอนกรีตมวลเบาความหนา 7.5 ซม. (ราคาต่อตารางเมตร)	420
ปูนกาว (25 กก./ถุง)	125
ปูนก่อทั่วไป (50 กก./ถุง)	90
พียูโฟม	185
ตาข่ายไฟเบอร์ขนาด 2 นิ้ว	90
ตาข่ายไฟเบอร์ขนาด 4 นิ้ว	200
เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว ยาว 5 ซม.	8.5
เหล็กฉากขนาด 1.5 นิ้ว ยาว 5 ซม.	5.5
Stopper	3
พุกเหล็กขนาด 3/16 นิ้ว	1.25
โฟมแท่งเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม	9
โฟมแท่งเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 มม	7
เหล็กเชียคีย์ (DB 12 มม.)/10 ม	233
กาว Epoxy น้ำหนัก 4 กก. (2ถัง/ชุด)	800

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก.2 ราคาวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในกระบวนการก่อสร้างผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐมอญ

รายการวัสดุ	ราคา/หน่วย (บาท)
อิฐมวลเบา	17
ปูนก่ออิฐมวลเบา (50กก/ถุง)	152
ปูนฉาบอิฐมวลเบา	78
อิฐมอญ	1.38
ปูนก่อทั่วไป (50 กก./ถุง)	68
ปูนฉาบทั่วไป (50 กก./ถุง)	74
ปูนซีเมนต์ (50 กก./ถุง)	82
เสาเอ็นคอนกรีตขนาด 6x9 ซม.	130
เหล็กเส้น 9 มม.	98
เสาเอ็นเหล็ก 2x2 นิ้ว ยาว 6 ม.	345
เสาเอ็นเหล็ก 1.5 นิ้ว ยาว 6 ม.	262
โฟมแผ่นหนา 2 ซม.	13
ปูนกาว (20 กก./ถุง)	170
ตะแกรงกรงไก่ (ยาว 30 ม.)	408
ไม้แบบ (กรณีที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง)	300
ร่องชนิด PVC (ยาว 2 ม./เส้น)	16
ตะปูตอกไม้แบบ	28
กาว Epoxy น้ำหนัก 1 กก. (2ถัง/ชุด)	286

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณัชพล ธนกัญญา เกิดเมื่อวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2534 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University