



การศึกษาเวลามาตรฐานของกิจกรรมก่ออิฐฉาบผนังแบบครึ่งแผ่นด้วยวิธีการจับเวลาโดยตรง
APPLICATION OF STANDARD TIME FOR HALF- RED BRICK WALLING INSTALLATION
USING DIRECT TIME STUDY

สมจินตนา แขนงแก้ว^{1*}, เสฏฐวุฒิ ป้อมเผือก², นิธิยา ค่ำแก้ว², ประจักษ์ กัลยาวีร²,

วารุณี แพบัว², ศิริประภา ม้าห้วย² และศุภนุช ทองสุก²

¹อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* Corresponding author, E-mail: somjintana.ka@cmu.ac.th

บทคัดย่อ

การบริหารเวลาอย่างมีประสิทธิภาพจัดเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการก่อสร้าง การศึกษาเวลามาตรฐานของกิจกรรมก่ออิฐฉาบผนังจึงมีความสำคัญต่อการวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาเวลามาตรฐานของกิจกรรมก่ออิฐฉาบผนังด้วยวิธีการจับเวลาในโครงการปรับปรุงต่อเติมห้องน้ำแห่งใหม่ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของหน่วยงานรัฐในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเวลามาตรฐานของกิจกรรมก่ออิฐฉาบผนังแบบครึ่งแผ่น ประเภทอิฐมอญโดยใช้วิธีการจับเวลาโดยตรง และเพื่อจำแนกกิจกรรมย่อยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมก่ออิฐฉาบผนังสามารถแบ่งออกเป็น 19 กิจกรรมย่อย และมีเวลามาตรฐานเฉลี่ยอยู่ที่ 12.50 ชั่วโมงต่อพื้นที่ก่ออิฐผนัง 25 ตารางเมตร เมื่อพิจารณาระยะเวลาดำเนินการของแต่ละกิจกรรมย่อย พบว่า 3 อันดับกิจกรรมย่อยที่ใช้เวลามากที่สุด ได้แก่ อันดับที่ 1 คือ การตรวจสอบความเรียบร้อยและทำความสะอาดพื้นที่ใช้เวลา 106.50 นาที อันดับที่ 2 การเก็บงานก่ออิฐผนังแถวสุดท้ายใช้เวลา 82.60 นาที และอันดับที่ 3 คือ การก่ออิฐผนังแถวสุดท้ายใช้เวลา 71.30 นาที ตามลำดับ โดยเวลามาตรฐานที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนงานก่ออิฐฉาบผนัง การประมาณราคากลาง การประเมินผลผลิตภาพ และการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

คำสำคัญ: กิจกรรมก่ออิฐฉาบผนังแบบครึ่งแผ่น; เวลามาตรฐาน; การจับเวลาโดยตรง

ABSTRACT

Effective time management is crucial for the success of construction projects. Therefore, the study of standard time for brick wall installation is essential for construction planning and control. This research presents a study of the standard time for brick wall installation using the direct time study method. The study was conducted at a government hospital bathroom renovation and

Somjintana Kanangkaew^{1*}, Setthawut Pomphuek², Nithiya Khamkaew², Prachak Kanlayawee², Warunee Paebua², Siriprapa Mahoui² and Supanuch Thongsuk²

¹Lecturer, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University

² Master Student, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University 9

extension project in Chiang Mai Province. This research aimed to determine the standard time for half- red brick walling installation using the direct time study method and identify the various sub-activities involved. The results showed that brick wall installation can be divided into 19 sub-activities, with an average standard time of 750.20 minutes or 12.50 hours with 25 square meters. The three sub-activities with the most extended standard times were final inspection and cleaning 106.50 minutes, finishing the top row of bricks 82.60 minutes, and laying the top row 71.30 minutes, respectively. In addition, the standard time obtained from this study can be applied to brick wall installation planning, cost estimation, productivity assessment, and work process improvement.

KEYWORDS: Half- Red Brick Walling Installation; Standard Time; Direct Time Study

1. บทนำ

อุตสาหกรรมก่อสร้างมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย โครงการก่อสร้างต้องเผชิญกับความท้าทายในการบริหารจัดการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารเวลาให้เป็นไปตามแผนงานก่อสร้างที่กำหนด การบริหารเวลาอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการ [1] การวางแผนงานก่อสร้างและควบคุมเวลาในแต่ละกิจกรรมย่อมมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการบริหารโครงการให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะกิจกรรมก่ออิฐผนัง จัดเป็นองค์ประกอบสำคัญของงานก่อสร้างอาคาร [2] และความล่าช้าของกิจกรรมดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อการกำหนดการโดยรวมของโครงการ

การศึกษาเวลา (Time Study) จัดเป็นเทคนิคการวัดผลงานเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานสำหรับการทำงานในระดับที่เหมาะสม ข้อมูลเวลาที่ได้นำมาใช้ในการคำนวณผลผลิต เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ วางแผน และควบคุมการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การศึกษาเวลาสามารถลดความสูญเสียด้านเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่าย รวมถึงเพิ่มผลผลิตในการทำงาน [3] อย่างไรก็ตาม การประมาณระยะเวลาสำหรับงานก่ออิฐผนังอาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น ระดับทักษะของแรงงาน ความซับซ้อนของการออกแบบ และสภาพแวดล้อมการทำงาน เป็นต้น

การศึกษาเวลามาตรฐานด้วยวิธีการจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) จัดเป็นระเบียบวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อกำหนดเวลามาตรฐานที่เชื่อถือได้สำหรับงานก่ออิฐผนัง โดยวิธีการนี้เกี่ยวข้องกับการจับเวลาการปฏิบัติงานจริงของแรงงานก่อสร้าง ในแต่ละองค์ประกอบย่อยของงาน ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเวลามาตรฐานของกิจกรรมก่ออิฐผนังแบบครึ่งแผ่น ประเภทอิฐมอญโดยใช้วิธีการจับเวลาโดยตรง โดยผลการศึกษาที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรมก่อสร้าง สำหรับใช้ในการวางแผนงาน

การประมาณราคากลาง การประเมินผลผลิตภาพ และการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ประเภทของการศึกษาเวลา (Type of Time Study)

ปัจจุบันประเภทของการศึกษาเวลา สามารถแบ่งตามลักษณะการเก็บข้อมูลเป็น 4 ประเภท [3-4] ดังนี้

- 1) การจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) คือ การศึกษาเวลา โดยใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรง จากการทำงานของคนงาน ด้วยการสังเกตหรือการใช้กล้องถ่ายภาพ
- 2) การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า (Predetermined Motion-Time System) คือ การศึกษาเวลาก่อนล่วงหน้า โดยการใช้ตารางการคำนวณมาตรฐานต่างๆ
- 3) การศึกษาเวลาโดยวิธีการสุ่มงาน (Work Sampling) คือ การศึกษาเวลา โดยใช้หลักการการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติในการหาสัดส่วนของการทำงานด้วยการจับเวลาการทำงานจริงของคนงาน
- 4) การศึกษาเวลาจากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตรการคำนวณ (Standard Data and Formula) คือ การศึกษาเวลาจากข้อมูลเวลาในอดีต และสูตรการคำนวณเพื่อใช้ประกอบการคำนวณหาเวลา

2.2 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา (Time Study)

จากการศึกษาของงานวิจัยที่ผ่านมา สามารถสรุปประโยชน์ของการศึกษาเวลา แบ่งเป็น 4 ประการ ดังนี้

- 1) ใช้ข้อมูลเวลาที่ได้จากการเก็บข้อมูล เพื่อจัดทำตารางการทำงาน (Schedule) และการวางแผนการทำงาน (Planning Work)
- 2) ใช้ข้อมูลเพื่อคำนวณต้นทุนมาตรฐานและจัดเตรียมงบประมาณ
- 3) ใช้ข้อมูลเพื่อประกอบการคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักร และจัดสมดุลของสายงานประกอบ
- 4) ใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดค่าแรงจูงใจ (Wage Incentive) สำหรับแรงงานก่อสร้าง ทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.3 ผลผลิตภาพ (Productivity)

Oglesby et al. [6] ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า ผลผลิตภาพ (Productivity) คือ อัตราส่วนของจำนวนผลผลิต (Output) ต่อจำนวนทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต (Input) เช่น จำนวนผลผลิตในชั่วโมงการทำงานของคนงาน โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดค่าผลผลิตภาพ สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการวางแผนการใช้ทรัพยากร เช่น แรงงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่เหมาะสม เป็นต้น

2.4 การประเมินค่าผลผลิตภาพ (Productivity Ratings)

การประเมินค่าผลผลิตภาพ คือ วิธีการสังเกตพฤติกรรมและบันทึกการทำงานของแรงงานก่อสร้างเฉพาะคนที่ทำงาน ณ ช่วงเวลานั้น [7] จากการศึกษาของงานวิจัยที่ผ่านมา สามารถแบ่งประเภทของงานเป็น 3 ประเภท ดังนี้ [8]

- 1) งานที่ทำให้ผลผลิตงาน (Productive work) คือ กิจกรรมการทำงานที่ก่อให้เกิดผลผลิตโดยตรง เช่น กิจกรรมทาสี กิจกรรมก่ออิฐฉาบปูน เป็นต้น โดยมีการเคลื่อนที่ภายในระยะ 3 เมตร จากตำแหน่งในการทำงาน
- 2) งานที่ไม่เกิดผลผลิตงาน (Non-productive work) คือ กิจกรรมที่เกิดจากการไม่ทำงานหรือการพักผ่อนของคนงาน เช่น การรอคอย การแก้ไขงานที่ผิดพลาด และการพูดคุยเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องกับงาน เป็นต้น โดยมีการ

เคลื่อนที่นอกเหนือระยะ 10 เมตรจากตำแหน่งที่ทำงาน

- 3) งานสนับสนุน (Supportive work) คือ กิจกรรมการทำงานในลักษณะที่ไม่ได้ก่อให้เกิดผลงานโดยตรง แต่จำเป็นต้องทำการสนับสนุนให้งานได้ประสิทธิผล เช่น การทำความสะอาดพื้นที่ที่ทำงาน การขนส่งวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น โดยมีการเคลื่อนที่ภายในรัศมี 3 ถึง 10 เมตร จากตำแหน่งในการทำงาน

3. ระยะเบี่ยงวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยการศึกษาเวลามาตรฐานของกิจกรรมก่ออิฐผนังด้วยวิธีการจับเวลาโดยตรง กรณีศึกษากิจกรรมก่ออิฐผนังแบบครึ่งแผ่น ประเภทอิฐมอญของผนังภายนอกและผนังห้องน้ำ ในส่วนของงานสถาปัตยกรรม โดยมีพื้นที่การทำงาน 25 ตารางเมตร เพื่อให้สามารถมองเห็นลักษณะการทำงานอย่างละเอียดและเวลาที่ได้จากการทำงานจริง โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1 ทบทวนวรรณกรรมและกำหนดกรอบการศึกษา

ดำเนินการศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหลักการศึกษาการทำงาน รูปแบบและขั้นตอนการจับเวลา กระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมก่อสร้าง โดยพิจารณากิจกรรมก่ออิฐผนังในส่วนงานสถาปัตยกรรมเท่านั้น

3.2 ขั้นตอนที่ 2 กำหนดกรณีศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกกรณีศึกษาโครงการปรับปรุงต่อเติมห้องน้ำแห่งใหม่ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของหน่วยงานรัฐในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

3.3 ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแบ่งกิจกรรมย่อยและประเมินค่าผลิตภาพ

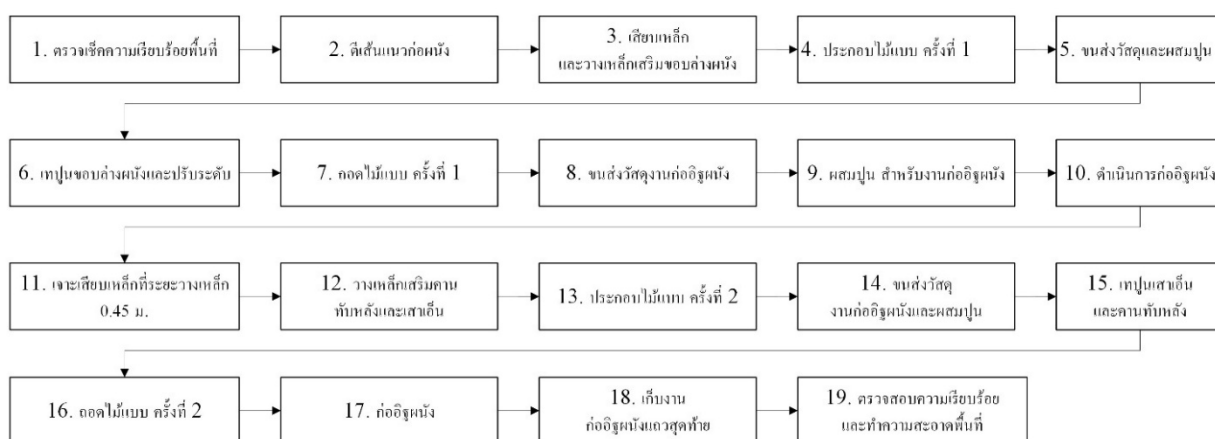
ดำเนินการแบ่งกิจกรรมย่อยของกิจกรรมก่ออิฐผนัง ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนาม ประกอบด้วย รูปแบบการทำงานของกิจกรรมก่ออิฐครึ่งแผ่นและจำนวนแรงงานก่อสร้าง รวมถึงดำเนินการสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงาน งานวิจัยนี้แบ่งกิจกรรมย่อยภายในกิจกรรมก่ออิฐผนังจำนวน 19 กิจกรรมย่อย ภายในพื้นที่ทำงานอยู่ที่ 25 ตารางเมตร จำนวนแรงงานก่อสร้าง จำนวน 4 คน ประกอบด้วย ช่างก่ออิฐ ช่างไม้ ช่างติดตั้งเครื่องมือ และกรรมกร ตามลำดับ รวมถึงการประเมินค่าผลิตภาพด้วยการระบุประเภทของงานในกิจกรรมย่อยและคำนวณสัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ (Labor Utilization Factor: LUF) ดังสมการที่ (1)

$$\text{สัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ (LUF)} = \frac{\text{จำนวนงานที่ทำได้ผลงาน} + \frac{1}{4} \text{ จำนวนงานสนับสนุน}}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมด}} \quad (1)$$

โดยที่ จำนวนตัวอย่างทั้งหมด คือ งานที่ทำได้ผลงาน + งานสนับสนุน + งานที่ไม่เกิดผลงาน



รูปที่ 1 ภาพรวมของกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง



รูปที่ 2 กิจกรรมย่อยของกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง

3.4 ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการเก็บข้อมูลและคำนวณจำนวนครั้งของการเก็บข้อมูลที่เหมาะสม

งานวิจัยนี้ดำเนินการแบ่งการเก็บข้อมูลจำนวน 2 ครั้ง แบ่งเป็น การเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 ดำเนินการเก็บข้อมูลเวลาในแต่ละกิจกรรมย่อยจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นจึงดำเนินการคำนวณหาจำนวนครั้งของการเก็บข้อมูลที่เหมาะสม $\left(\frac{R}{\bar{x}}\right)$ จากข้อมูลในตารางเก็บข้อมูล Maytag เพื่อหาจำนวนครั้งในการเก็บข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น 95% [5] โดยอ้างอิงข้อมูลค่าเฉลี่ยของเวลา ($\bar{x}$) และค่าพิสัย (R) ดังสมการที่ (2) และสมการที่ (3) กรณีจำนวนรอบการเก็บข้อมูลที่ได้จากตาราง Maytag ไม่เพียงพอจากนั้นทางผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 เพิ่มเติม

$$\bar{x} = \sum \frac{x_i}{N} \quad (2)$$

โดยที่ x_i คือ เวลาในการดำเนินการของกิจกรรมย่อย

N คือ จำนวนครั้งในการเก็บข้อมูล

$$R = H - L \quad (3)$$

โดยที่ H คือ เวลาในการดำเนินการนานที่สุดของกิจกรรมย่อย (นาที)

L คือ เวลาในการดำเนินการสั้นที่สุดของกิจกรรมย่อย (นาที)

ตารางที่ 1 ตารางเก็บข้อมูล Maytag [9]

$\frac{R}{\bar{x}}$	จำนวนครั้งในการเก็บข้อมูล		$\frac{R}{\bar{x}}$	จำนวนครั้งในการเก็บข้อมูล		$\frac{R}{\bar{x}}$	จำนวนครั้งในการเก็บข้อมูล	
	5	10		5	10		5	10
0.10	3	2	0.42	52	30	0.74	162	93
0.12	4	2	0.44	57	33	0.76	171	98
0.14	6	3	0.46	63	36	0.78	180	103
0.16	8	4	0.48	68	39	0.80	190	108
0.18	10	6	0.50	74	42	0.82	199	113
0.20	12	7	0.52	80	46	0.84	209	119
0.22	14	8	0.54	86	49	0.86	218	125
0.24	17	10	0.56	93	53	0.88	229	131
0.26	20	11	0.58	100	57	0.90	239	138
0.28	23	13	0.60	107	61	0.92	250	143
0.30	27	15	0.62	114	65	0.94	261	149
0.32	30	17	0.64	121	69	0.96	273	156
0.34	34	20	0.66	129	74	0.98	281	162
0.36	38	22	0.68	137	78	1.00	296	169
0.38	43	24	0.70	145	83			
0.40	47	27	0.72	153	88			



รูปที่ 3 การเก็บข้อมูลของกิจกรรมก่ออิฐฉาบ

3.5 ขั้นตอนที่ 5 การประเมินอัตราความเร็ว (Rating Factor: RF)

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการประเมินประสิทธิภาพของแรงงานก่อสร้าง ด้วยวิธีการประเมินอัตราความเร็ว (Rating Factor; RF) ของ Westinghouse [10] ด้วยวิธีการให้คะแนนปัจจัย 4 ด้าน ดังนี้

1. ทักษะ (Skill) หมายถึง ความชำนาญในกิจกรรมที่ดำเนินงาน
2. ความพยายาม (Effort) หมายถึง ความใส่ใจในกิจกรรมที่ดำเนินงาน
3. สภาพการทำงาน (Conditions) หมายถึง สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปในการทำงาน
4. ความสม่ำเสมอ (Consistency) หมายถึง การรักษาความเร็ว จังหวะ หรือระดับของผลงานในการทำงาน

ตารางที่ 2 ตารางประเมินประสิทธิภาพของแรงงานก่อสร้าง ด้วยวิธี Westinghouse [10]

ทักษะ (Skill)			ความพยายาม (Effort)		
คะแนน	สัญลักษณ์	คำอธิบาย	คะแนน	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
+0.15	A1	ดีเยี่ยม	+0.13	A1	ดีเยี่ยม
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	ดีมาก	+0.10	B1	ดีมาก
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	ดี	+0.05	C1	ดี
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.05	E1	เฉยๆ	-0.04	E1	เฉยๆ
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	แย่	-0.12	F1	แย่
-0.22	F2		-0.17	F2	
สภาพการทำงาน (Conditions)			ความสม่ำเสมอ (Consistency)		
คะแนน	สัญลักษณ์	คำอธิบาย	คะแนน	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
+0.06	A	ในอุดมคติ	+0.04	A	ในอุดมคติ
+0.04	B	ดีมาก	+0.03	B	ดีมาก
+0.02	C	ดี	+0.01	C	ดี
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.03	E	เฉยๆ	-0.02	E	เฉยๆ
-0.07	F	แย่	-0.04	F	แย่

3.6 ขั้นตอนที่ 6 คำนวณเวลาปกติ (Normal Time: NT)

เวลาปกติทำงาน (Normal Time: NT) คือ เวลาที่ใช้สำหรับประมาณระยะเวลาการทำงานของแรงงานก่อสร้างในขั้นตอนการวางแผนงานก่อสร้าง [8] งานวิจัยนี้ดำเนินการคำนวณเวลาทำงานปกติ (Normal Time: NT) จากข้อมูลเวลามาตรฐาน (Standard Time : ST) และค่าการประเมินอัตราความเร็ว (Rating Factor: RF) โดยมีหน่วยเป็นนาที ดังสมการที่ (4)

$$\text{เวลาทำงานปกติ} = \text{เวลามาตรฐาน} \times \text{ค่าการประเมินอัตราความเร็ว} \quad (4)$$

3.7 ขั้นตอนที่ 7 คำนวณเวลาเผื่อ (Allowance Time)

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการคำนวณเวลาเผื่อ สำหรับการปฏิบัติงานของแรงงานก่อสร้าง ในแต่ละกิจกรรมย่อยเป็นร้อยละ 10 แบ่งประเภทของเวลาเผื่อ ประกอบด้วย 1) เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal Allowance) กำหนดให้เป็นร้อยละ 6 ของเวลาเฉลี่ยของการทำงานปกติ 2) เวลาเผื่อความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) กำหนดให้เป็นร้อยละ 4 ของเวลาเฉลี่ยของการทำงานปกติ [11]

3.8 ขั้นตอนที่ 8 วิเคราะห์และสรุปผล

หลังจากที่ได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ณ โครงการก่อสร้างที่เลือกเป็นกรณีศึกษา งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทำการวิเคราะห์ข้อมูลค่าผลิตภาพแรงงานก่อสร้าง (Productivity) เวลามาตรฐาน (Standard time) จากสมการที่ (5) และสมการที่ (6) จากนั้นวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงกระบวนการทำงานของกิจกรรมก่ออิฐผนัง และดำเนินการสรุปผล พร้อมทั้งระบุประโยชน์ที่ได้รับ ข้อจำกัด และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

การคำนวณผลิตภาพ สามารถคำนวณ ได้ดังสมการที่ (5)

$$\text{ผลิตภาพ (Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิต (Output)}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้ (Input)}} \quad (5)$$

โดยที่ ผลผลิต (Output) คือ ผลผลิต มีหน่วยเป็น ตารางเมตร

ทรัพยากรที่ใช้ (Input) คือ มีหน่วยเป็น คน และนาที

การคำนวณเวลามาตรฐาน สามารถคำนวณ ได้สมการที่ (6)

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + \text{เวลาเผื่อ} \quad (6)$$

4. ผลการศึกษา

จากการศึกษาคำนวณหาเวลามาตรฐานและการประเมินค่าผลิตภาพของกิจกรรมก่ออิฐผนังด้วยวิธีการจับเวลาโดยตรง สามารถแบ่งผลการศึกษาได้ 4 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการประเมินค่าผลิตภาพ

จากการศึกษาและประเมินค่าผลิตภาพแรงงานก่อสร้าง จำนวน 4 คน ของกิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐผนัง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การประเมินค่าผลิตภาพแรงงานก่อสร้างของกิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง

ประเภท แรงงานก่อสร้าง	ร้อยละของผลรวมในแต่ละประเภทงาน			สัดส่วนการใช้แรงงาน ที่เป็นประโยชน์ (LUF) (ร้อยละ)
	งานที่ทำได้ผลงาน (Productive work)	งานที่ไม่เกิดผลงาน (Non-productive work)	งานสนับสนุน (Supportive work)	
1. ช่างก่ออิฐ	70	30	0	77.5
2. ช่างไม้	50	40	10	60.0
3. ช่างติดตั้งเครื่องมือ	70	30	0	77.5
4. กรรมกร	30	40	30	40.0
ค่าเฉลี่ย	55	35	10	63.8

จากตารางที่ 3 แสดงค่าประเมินค่าผลิตภาพแรงงานก่อสร้างของกิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง พบว่า ช่างก่ออิฐและช่างติดตั้งเครื่องมือมีสัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ (LUF) สูงที่สุดที่ร้อยละ 77.5 แสดงถึงประสิทธิภาพในการทำงานที่สูง ขณะที่ช่างไม้มีค่าสัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ (LUF) อยู่ที่ร้อยละ 60 และกรรมกรมีค่า สัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ (LUF) ต่ำที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 40 และมีค่าเฉลี่ยของสัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ในกิจกรรมก่ออิฐฉันทังอยู่ที่ร้อยละ 63.8 ทั้งนี้ค่าอัตราสัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ของกรรมกรมีค่าที่ต่ำ แสดงถึงโอกาสในการออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของกิจกรรม โดยมีสาเหตุมาจากการรอคอย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Oglesby et al. [12] และ ชูเกียรติ ชูสกุล [13] ที่ได้สรุปว่าการจัดการหน้างานเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลิตภาพของแรงงานก่อสร้าง

4.2 ผลการศึกษากิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง

จากการศึกษากิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง โดยการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 จำนวน 10 ครั้ง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลของกิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	จำนวนครั้งที่จับเวลา (นาที)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$
1	ตรวจเช็คความเรียบร้อยของพื้นที่	25.5	22.5	23	22	21	20.5	20	27	26	28	23.6
2	ตีเส้นแนวก่ออิฐ	5.5	6.5	7	6	7.5	6	5.5	5.5	6.5	7	6.3
3	เสียบเหล็กและวางเหล็กเสริมขอบล่างผนัง	12	15	10	12.5	13	14	14	12	11	10	12.4
4	ประกอบไม้แบบ	23	22.5	25	29	28.5	25	27	21	26	21	24.8
5	ขนส่งวัสดุและผสมปูน	45	50	42	41	45	45	43	40	40	45	43.6
6	เทปูนขอบล่างผนังและปรับระดับ	15	13	14.5	16	15	13.5	16.5	16.5	17.5	17	15.1
7	ถอดไม้แบบ	5	4	4.5	4.5	5	3.5	4.5	4.5	5	4	4.4
8	ขนส่งวัสดุงานก่ออิฐฉันทัง	18	19	20	24	22	20	24	24	18	23	20.8
9	ผสมปูนสำหรับงานก่ออิฐฉันทัง	40	37	45	42	49	50	38	38	40	45	42.3
10	ดำเนินการก่ออิฐฉันทัง	55	40	45	45	42	48	50	55	58	43	48.1
11	เจาะเสียบเหล็กที่ระยะวางเหล็ก 0.45 ม.	4	4	4.5	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	3.5	4.5	4.0
12	วางเหล็กเสริมคานทับหลังและเสาเอ็น	13	12.5	14	9.5	10	12	13	13.5	13.5	13.5	12.5
13	ประกอบไม้แบบ	35	30	30	29	29	35	38	40	40	38	34.4
14	ขนส่งวัสดุงานก่ออิฐฉันทังและผสมปูน	40	45	42	42	53	39	41	45	42	40	42.9

ตารางที่ 4 ข้อมูลของกิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐผนัง (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	จำนวนครั้งที่จับเวลา (นาที)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{X}$
15	เทปูนเสาเอ็นและคานทับหลัง	24	25	25	29	27	31	32	30	27	30	28
16	ถอดไม้แบบ	5.5	5	5	4	5.5	6	5	4.5	4.5	4.5	4.9
17	ก่ออิฐผนัง	63	50	65	55	55	50	48	60	52	57	50.6
18	เก็บงานก่ออิฐผนังแถวสุดท้าย	55	75	60	62	70	65	65	58	55	55	62
19	ตรวจสอบความเรียบร้อยและทำความสะอาดพื้นที่	75	70	80	90	75	65	85	90	90	85	80.5

4.3 ผลการศึกษาเวลามาตรฐาน

จากการศึกษาเวลามาตรฐานในกิจกรรมก่ออิฐผนัง ดำเนินการหลังจากการคำนวณค่าเฉลี่ย จากนั้นจึงคำนวณหาจำนวนครั้งของการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมจากข้อมูล (n) ในตารางที่ 1 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนครั้งของการเก็บข้อมูลที่เหมาะสม

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	$\bar{X}$	ค่าสูงสุด (H)	ค่าต่ำสุด (L)	R	$\frac{R}{\bar{X}}$	n
1	ตรวจเช็คความเรียบร้อยของพื้นที่	23.60	28.00	20.00	8	0.34	20
2	ตีเส้นแนวก่อผนัง	6.30	7.50	5.50	2	0.32	17
3	เลียบเหล็กและวางเหล็กเสริมขอบล่างผนัง	12.40	14.00	10.00	4	0.32	17
4	ประกอบไม้แบบ ครั้งที่ 1	24.80	29.00	21.00	8	0.32	15
5	ขนส่งวัสดุและผสมปูน	43.60	50.00	40.00	10	0.23	10
6	เทปูนขอบล่างผนังและปรับระดับ	15.10	17.50	12.50	5	0.33	20
7	ถอดไม้แบบ ครั้งที่ 1	4.40	5.00	3.50	1.5	0.34	20
8	ขนส่งวัสดุงานก่ออิฐผนัง	20.80	24.00	18.00	6	0.29	15
9	ผสมปูนสำหรับงานก่ออิฐผนัง	42.30	50.00	37.00	13	0.31	17
10	การก่ออิฐผนัง	48.10	58.00	42.00	16	0.33	20
11	เจาะเลียบเหล็กที่ระยะวางเหล็ก 0.45 ม.	4.00	4.50	3.50	1	0.25	11
12	วางเหล็กเสริมคานทับหลังและเสาเอ็น	12.50	13.50	9.50	4	0.32	17
13	ประกอบไม้แบบ ครั้งที่ 2	34.40	40.00	29.00	11	0.32	17
14	ขนส่งวัสดุงานก่ออิฐผนังและผสมปูน	42.90	53.00	39.00	14	0.33	20
15	เทปูนเสาเอ็นและคานทับหลัง	28.00	32.00	24.00	8	0.29	15
16	ถอดไม้แบบ ครั้งที่ 2	4.90	6.00	4.50	1.5	0.30	15
17	ก่ออิฐผนังแถวสุดท้าย	50.60	65.00	48.00	17	0.34	20
18	เก็บงานก่ออิฐผนังแถวสุดท้าย	62.00	75.00	55.00	20	0.32	17
19	ตรวจสอบความเรียบร้อยและทำความสะอาดพื้นที่	80.50	90.00	65.00	25	0.31	17

จากการคำนวณครั้งของการเก็บข้อมูลที่เหมาะสม (n) ดังตารางที่ 5 พบว่ากิจกรรมย่อยบางกิจกรรมมีจำนวนครั้งในการเก็บ

ข้อมูลมากกว่า 10 ครั้ง โดยจำนวนครั้งที่มากที่สุดอยู่ที่ 20 ครั้ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงดำเนินการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 เพิ่มเติมในแต่ละกิจกรรมจำนวน 10 ครั้ง เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้จากการประเมินอัตราความเร็ว (Rating Factor: RF) โดยประเมินการปฏิบัติงานของแรงงานก่อสร้าง จำนวน 4 ด้าน ดังนี้

1. ทักษะ (Skill)	B1	+0.11
2. ความพยายาม (Effort)	C1	+0.06
3. สภาพการทำงาน (Conditions)	C	+0.02
4. ความสม่ำเสมอ (Consistency)	C	+0.01
รวม		+0.20

หลังจากที่ได้ค่าการประเมินมีค่าเป็น + หมายถึงแรงงานก่อสร้าง ปฏิบัติงานเร็วกว่าปกติ โดยค่า +0.20 ถูกนำไป รวมกับ 1 ทำให้ได้ประสิทธิภาพในการทำงาน [5] อยู่ที่ 1.20 จากนั้นจึงดำเนินการคำนวณหาเวลามาตรฐานของแต่ละกิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เวลามาตรฐานของกิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	$\bar{x}$ 20 ครั้ง	ผล ประเมิน ความเร็ว (RF)	เวลาปกติ (NT)	เวลาเพื่อ (%)	เวลา มาตรฐาน
1	ตรวจเช็คความเรียบร้อยของพื้นที่	23.30	1.20	28.00	10.00	30.80
2	ตีเส้นแนวก่อฉันทัง	6.80	1.20	8.20	10.00	9.00
3	เสียบเหล็กและวางเหล็กเสริมขอบล่างฉันทัง	12.40	1.20	14.90	10.00	16.40
4	ประกอบไม้แบบ ครั้งที่ 1	25.40	1.20	30.50	10.00	33.50
5	ขนส่งวัสดุและผสมปูน	43.60	1.20	52.30	10.00	57.60
6	เทปูนขอบล่างฉันทังและปรับระดับ	14.80	1.20	17.80	10.00	19.50
7	ถอดไม้แบบ ครั้งที่ 1	4.10	1.20	4.90	10.00	5.40
8	ขนส่งวัสดุงานก่ออิฐฉันทัง	21.20	1.20	25.40	10.00	28.00
9	ผสมปูนสำหรับงานก่ออิฐฉันทัง	43.50	1.20	52.20	10.00	57.40
10	ก่ออิฐฉันทัง	48.10	1.20	57.70	10.00	63.50
11	เจาะเสียบเหล็กที่ระยะวางเหล็ก 0.45 ม.	4.00	1.20	4.80	10.00	5.30
12	วางเหล็กเสริมคานทับหลังและเสาเอ็น	12.10	1.20	14.50	10.00	16.00
13	ประกอบไม้แบบ ครั้งที่ 2	34.50	1.20	41.40	10.00	45.50
14	ขนส่งวัสดุงานก่ออิฐฉันทังและผสมปูน	44.00	1.20	52.80	10.00	58.10
15	เทปูนเสาเอ็นและคานทับหลัง	28.30	1.20	34.00	10.00	37.40

ตารางที่ 6 เวลามามาตรฐานของกิจกรรมย่อยในกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรมย่อย	$\bar{x}$ 20 ครั้ง	ผล ประเมิน ความเร็ว (RF)	เวลาปกติ (NT)	เวลาเพื่อ (%)	เวลา มาตรฐาน
16	ถอดไม้แบบ ครั้งที่ 2	4.90	1.20	5.90	10.00	6.50
17	ก่ออิฐฉันทังแถวสุดท้าย	54.00	1.20	64.80	10.00	71.30
18	เก็บงานก่ออิฐฉันทังแถวสุดท้าย	62.60	1.20	75.10	10.00	82.60
19	ตรวจสอบความเรียบร้อยและทำความสะอาดพื้นที่	80.70	1.20	96.80	10.00	106.50
รวม (นาทื)		568.30		682.00		750.20

จากตารางที่ 6 พบว่าเวลามาตรฐานสำหรับงานก่ออิฐฉันทังพื้นที่ 25 ตารางเมตร ประกอบด้วย 19 กิจกรรมย่อย มีค่ารวมทั้งสิ้น 750.20 นาทื หรือคิดเป็น 12.50 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาระยะเวลาดำเนินการของแต่ละกิจกรรมย่อย พบว่า 3 อันดับกิจกรรมย่อยที่ใช้เวลามากที่สุด ได้แก่ อันดับที่ 1 คือ การตรวจสอบความเรียบร้อยและทำความสะอาดพื้นที่ใช้เวลา 106.50 นาทื อันดับที่ 2 การเก็บงานก่ออิฐฉันทังแถวสุดท้ายใช้เวลา 82.60 นาทื และอันดับที่ 3 คือ การก่ออิฐฉันทังแถวสุดท้ายใช้เวลา 71.30 นาทื ตามลำดับ

4.4 ผลลัภพของแรงงานก่อสร้างของกิจกรรมก่ออิฐฉันทัง

จากการศึกษาเวลามาตรฐานกิจกรรมก่ออิฐฉันทังครั้งแผ่น พบว่า เวลามามาตรฐานสำหรับแรงงานก่อสร้างจำนวน 4 คน ในการดำเนินงานพื้นที่ 25 ตารางเมตร อยู่ที่ 750.20 นาทื หรือ 12.50 ชั่วโมง เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์เป็นเวลามาตรฐานต่อหน่วยงาน พบว่า เวลามามาตรฐานในการก่ออิฐมีค่าอยู่ที่ 2.0 คน-ชั่วโมงต่อตารางเมตร สามารถคำนวณค่าผลลัภพ (Productivity) ของแรงงานก่อสร้างเฉลี่ยอยู่ที่ 0.50 ตารางเมตรต่อคน-ชั่วโมง หรือ 4.00 ตารางเมตรต่อคน-วัน โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดเวลาทำงานใน 1 วันอยู่ที่ 8 ชั่วโมงทำงาน เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Loganathan and Kalidindi [14] ที่ระบุค่าผลลัภพไว้ที่ 4.30 ตารางเมตรต่อคน-วัน พบว่าค่าผลลัภพของแรงงานก่อสร้างที่ได้จากมีความสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานกับงานวิจัยในอดีต โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อค่าผลลัภพ คือทักษะของแรงงานก่อสร้าง การบริหารจัดการ และเวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ข้อมูลผลลัภพสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการวางแผนกำลังคนและประมาณการต้นทุนค่าแรงได้อย่างเหมาะสม

4.5 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในกิจกรรมก่ออิฐฉันทังได้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. การเพิ่มประสิทธิภาพในกิจกรรมย่อยที่ใช้เวลาดำเนินการนาน ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนากระบวนการทำงานใน 3 กิจกรรมย่อยที่ใช้เวลามากที่สุด ได้แก่ อันดับที่ 1 คือ การตรวจสอบความเรียบร้อยและทำความสะอาดพื้นที่ใช้เวลา 106.50 นาทื อันดับที่ 2 การเก็บงานก่ออิฐฉันทังแถวสุดท้ายใช้เวลา 82.60 นาทื และอันดับที่ 3 คือ การก่ออิฐฉันทัง

แถวสุดท้ายใช้เวลา 71.30 นาที

2. การปรับปรุงการบริหารจัดการหน้างานเพื่อลดความสูญเปล่าด้านเวลา จากผลการวิเคราะห์ค่าสัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ (Labour Utilization Factor: LUF) พบว่ากรรมกรมีค่าสัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์ ต่ำที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 40 โดยมีสาเหตุหลักมาจากความสูญเปล่าด้านเวลาที่เกิดจากการรอคอย ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของกิจกรรม จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการวางแผนและการบริหารจัดการทรัพยากรหน้างาน (Site Management) เพื่อลดระยะเวลาที่ไม่เกิดผลงาน (Non-productive Time) ของแรงงานก่อสร้าง

3. การยกระดับผลิตภาพแรงงานผ่านการพัฒนาทักษะและการวางแผน จากผลการศึกษาพบว่าค่าผลิตภาพ (Productivity) ของแรงงานก่อสร้างในการศึกษานี้อยู่ที่ 4.0 ตารางเมตรต่อคน-วัน มีความสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานกับงานวิจัยในอดีต โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อค่าผลิตภาพ คือทักษะของแรงงานก่อสร้าง การบริหารจัดการ และเวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้น จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางการส่งเสริมการพัฒนาทักษะของช่างฝีมือควบคู่ไปกับการวางแผนงานที่มีประสิทธิภาพ จัดเป็นแนวทางที่สามารถลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าและสามารถยกระดับผลิตภาพของโครงการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เสนอการศึกษาเวลามาตรฐานของกิจกรรมก่ออิฐผนังด้วยวิธีการจับเวลาโดยตรง ผลการศึกษพบว่ากิจกรรมก่ออิฐผนังสามารถแบ่งออกเป็น 19 กิจกรรมย่อย และมีเวลามาตรฐานเฉลี่ยอยู่ที่ 750.20 นาที หรือ 12.50 ชั่วโมง ต่อพื้นที่ก่ออิฐผนัง 25 ตารางเมตร เมื่อพิจารณาระยะเวลาดำเนินการของแต่ละกิจกรรมย่อย พบว่า 3 อันดับกิจกรรมย่อยที่ใช้เวลามากที่สุด ได้แก่ อันดับที่ 1 คือ การตรวจสอบความเรียบร้อยและทำความสะอาดพื้นที่ใช้เวลา 106.50 นาที อันดับที่ 2 การเก็บงานก่ออิฐผนังแถวสุดท้ายใช้เวลา 82.60 นาที และอันดับที่ 3 คือ การก่ออิฐผนังแถวสุดท้ายใช้เวลา 71.30 นาที ตามลำดับ โดยเวลามาตรฐานที่ยาวนานในกิจกรรมย่อยเหล่านี้ เนื่องจากทักษะฝีมือของแรงงานก่อสร้าง สภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น สภาพอากาศพื้นที่ทำงาน เป็นต้น โดยเวลามาตรฐานที่ได้จากการศึกษานี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนงานก่ออิฐผนัง การประมาณราคากลาง การประเมินผลิตภาพ และการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประเสริฐ ดำรงชัย. การวางแผนงานก่อสร้าง, ศูนย์บริหารจัดการวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2552.
- [2] นิติย์รดี คอเส้า. วัสดุมวลเบาที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 2552, 1(3), 48-62.

- [3] Prakashbhai, P. S., Ankitkumar, P., & Patel, S. (2020). *Time and Motion Study of Construction Activities in industrial buildings*. International Research Journal of Engineering and Technology, 7(6), 6583-6593.
- [4] Walker, D. H. (1995). *An investigation into construction time performance*. Construction Management and Economics, 13(3), 263-274.
- [5] พรศิริ คำหล้า, เจษฎา ยาโสภา, ธัญญารัตน์ ไชยกำบัง, ปิยณัฐ โตอ่อน, รัชฎา แต่งภูเขียว, ณัฐนันท์ อิศสระพงศ์ และ กำธร สารวรรณ. การศึกษาเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จด้วยการจับเวลาโดยตรง. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 2564, 6(2), 41-51.
- [6] Oglesby, C. H., Parker, H. W. and Howell, G. A. *Productivity Improvement in Construction*. McGraw-Hill, 1989.
- [7] สุภณีย์ พิริยะสุรวงศ์ และ วรณวิทย์ เต็มทอง. การศึกษาปริมาณเศษวัสดุและการปรับปรุงผลผลิตภาพของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูป 2 ชั้น ด้วยวิธีการประเมินแบบราย 5 นาที. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25. 2563, หน้า CEM20-1-CEM20-6.
- [8] Mingboubpha, H. การประเมินค่าผลผลิตภาพแรงงานในการก่อสร้างในหลวงพระบาง ส.ปป.ลาว [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2562.
- [9] Maynard, H. B., Stegemerten, G. J., & Schwab, J. L. *Methods-time measurement*. McGraw-Hill, 1948.
- [10] Salvendy, G. (Ed.). *Handbook of industrial engineering: Technology and operations management*, (3rd ed.). John Wiley & Sons, 2001.
- [11] ฉันทนรี ชะอุ่ม. ปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าของงานก่อสร้างในโครงการบ้านจัดสรรระบบสำเร็จรูป [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา, 2559.
- [12] พิรณิธิ อักษร. การวิเคราะห์ผลผลิตภาพในการก่อสร้าง, ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2565.
- [13] ชูเกียรติ ชูสกุล. การประเมินค่าผลผลิตภาพของแรงงานในงานก่อสร้าง [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [14] Loganathan, S., & Kalidindi, S. (2015). Masonry labor construction productivity variation: An indian case study. Indian Lean Construction Conference, pp. 1-8.