

การประมาณค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตโดยวิธีการสังเคราะห์
กรณีศึกษา :งานประกอบและติดตั้ง โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส
(Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย
(CPAC Monier)

ธรรมนุญ สังขรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2551

An Estimation of Standard Time and Productivity by using a Synthesis Method.

A Case Study of Smart Truss and CPAC Monier Installation.



Thammanoon Sungkharuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program

Department of Engineering Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาช่วยเหลือจากบุคคลและคณาจารย์ทั้งหลายฝ่าย ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ ที่กรุณาเสียสละเวลาและให้คำปรึกษาแนะนำข้อคิดเห็นต่างๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ตลอดระยะเวลาในการศึกษา ช่วยตรวจสอบและแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยตลอดมา ทำให้ผู้วิจัยได้รับความรู้และได้แนวคิดในการจัดทำวิทยานิพนธ์ อันเป็นผลทำให้วิทยานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภรัชชัย วรรณัน กรรมการสอบ และ ดร.ช่อแก้ว จตุรานนท์ กรรมการสอบ

ขอกราบขอบพระคุณโครงการบ้านจัดสรร สุภาลัย ออคิดปาร์ค พนักงาน เจ้าหน้าที่ ผู้รับเหมาผู้เกี่ยวข้องและบุคลากรทุกๆ ท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและให้คำแนะนำในด้านต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ในสาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ผู้วิจัยจะนำความรู้ที่ได้รับนี้มาเป็นแนวทางในการดำรงชีวิตและเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณ คุณสุภาภรณ์ ริวเลิศธรรม และคุณอุษณีย์ วิสิทธิ์ เลขานุการบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม และบุคลากรอื่นๆ ของ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกและให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เป็นอย่างดีจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง เพื่อนๆ พี่ๆ และบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ช่วยส่งเสริม คอยให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนทุนทรัพย์มาโดยตลอด จนประสบความสำเร็จการศึกษาได้ในครั้งนี้

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านทั้งหลายและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ธรรมบุญ สังขรักษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.4 วิธีการดำเนินการและวิธีการวิจัย.....	7
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.2 ทฤษฎีการศึกษาการทำงาน และการวัดผลของการทำงาน.....	12
2.3 ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงาน.....	13
2.4 ทฤษฎีการวัดอัตราผลผลิตงานก่อสร้าง.....	13
2.5 การนำขั้นตอนการทำงานที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มออกมาทำนอกลำดับขั้น ตอนของการทำงานหลัก (Isolation of Value Adding Activities from Supporting Activities).....	16
2.6 การวิเคราะห์กิจกรรมงานก่อสร้าง (Construction Activity Analysis).....	18
2.7 การศึกษาเวลา (Time Study).....	19
2.8 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study).....	20
2.9 การหาค่าเวลามาตรฐานของงาน.....	21
2.10 การจับเวลาของการทำงาน.....	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.11 ทฤษฎีทางสถิติ (Statistic Theory).....	29
2.12 ขอบข่ายของงานสถิติ.....	30
2.13 วิธีการสังเคราะห์เวลาและการหาค่าอัตราผลผลิต.....	37
2.14 โครงหลังคาเหล็ก (Smart Truss).....	38
2.15 หลังคากระเบื้องคอนกรีต (CPAC Monier).....	40
2.16 เทคนิคก่อสร้าง (Construction Techniques).....	47
2.17 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	63
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	69
3.1 วิธีการดำเนินการและวิธีวิจัย.....	69
3.2 วิธีการสังเคราะห์เวลาและการหาค่าอัตราผลผลิต.....	70
3.3 แสดงถึงลำดับขั้นตอนของการทำงานและกระบวนการผลิตอย่างสังเขป (Operation Flow).....	77
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	81
3.5 หาค่าเวลามาตรฐาน (Standard Time) และหาค่าอัตราผลผลิต.....	115
4. ผลการศึกษา.....	127
4.1 ผลของการวิจัย.....	127
5. สรุปผลการศึกษา.....	132
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	132
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	136
บรรณานุกรม.....	137
ภาคผนวก ก. การตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการสังเคราะห์เวลา.....	141
ประวัติผู้เขียน.....	283

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1	3
2.1	25
2.2	34
2.3	35
2.4	43
2.5	45
2.6	47
2.7	66
3.1	72
3.2	79
3.3	83
3.4	86
3.5	89
3.6	92
3.7	95
3.8	98
3.9	101
3.10	104
3.11	118
4.1	127
5.1	132

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงถึงวิธีการดำเนินการและวิธีการวิจัย.....	8
2.1 แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานใน 1 จุดติดตั้ง หรือใน 1 พื้นที่ทำงาน (Location).....	16
2.2 แสดงแผนภาพประกอบคำอธิบายของเวลาพื้นฐาน (Basic Time).....	26
2.3 แสดงเวลาเพื่อการพักผ่อน (Harris and MaCaffer 1995).....	27
2.4 แสดงแผนภาพของเวลามาตรฐาน (Standard Time).....	28
2.5 แสดงพื้นที่ได้โค้งปกติที่ 95.5 % และ ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง $\pm 0.05 \mu$	33
2.6 โครงหลังคา (Smart Truss).....	38
2.7 แสดงระบบการเชื่อมยึดด้วยนอตสกรูของโครงหลังคา (Smart Truss).....	39
2.8 แสดงถึงลักษณะของโครงหลังคา (Smart Truss).....	40
2.9 ลักษณะของหลังคาที่มุงด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย.....	41
2.10 แผ่นเหล็กไร้สนิมที่ใช้ทำรางน้ำตะเข้.....	42
2.11 แสดงผังการไหล (Flow Diagram) ของวิธีการประกอบและติดตั้ง โครงหลังคา (Smart Truss).....	48
2.12 แสดงการติดตั้งอะเส	50
2.13 แสดงการติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss).....	51
2.14 แสดงการติดตั้งตะเข้สัน, ตะเข้ราง, และจันทัน.....	52
2.15 แสดงการติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคา.....	52
2.16 แสดงการติดตั้งเชิงชาย (ด้วยวัสดุไม้คอนวูล).....	53
2.17 แสดงการติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณด้านในของไม้เชิงชาย (แผ่นปิดลอนกันนก).....	54
2.18 แสดงการติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง).....	54
2.19 แสดงการติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนใต้แป.....	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.20 แสดงการติดตั้งแผ่นรองกันร้าวได้แป.....	56
2.21 แสดงผังการไหล (Flow Diagram) ของวิธีการมุงหลังคาด้วยกระเบื้อง.....	57
2.22 แสดงการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย.....	58
2.23 แสดงการติดตั้งครอบสันหลังคาและติดตั้งตะเข้สัน.....	59
2.24 แสดงการติดตั้งปั้นลม.....	60
2.25 แสดงการเทปิก ค.ส.ล. ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนีย กับแนวมังก่ออิฐฉาบปูน.....	61
2.26 แสดงการปั้นปูนปิดรอยต่อตามแนวครอบหลังคา.....	62
2.27 แสดงการทำสีทับตามแนวการปิดรอยต่อระหว่างครอบหลังคา กับแนวของการมุงกระเบื้อง.....	62
2.28 แสดงการเคลื่อนย้ายนั่งร้านในกิจกรรมงานต่างๆ.....	63
3.1 แสดงขั้นตอนการสังเคราะห์เวลาและการหาค่าอัตราผลผลิต.....	70
3.2 แสดงถึงลำดับขั้นตอนของการทำงาน.....	78

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประมาณค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตโดยวิธีการสังเคราะห์ กรณีศึกษา : งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier)
ชื่อผู้เขียน	ธรรมนูญ สังขรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการประมาณค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) โดยใช้วิธีการสังเคราะห์ (Synthesis Method) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณในงานวิจัยนี้ จะถูกเก็บมาจากหน้างานก่อสร้างจริงและถูกทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95.5 % กิจกรรมงานทั้งหมดประกอบไปด้วย 8 กิจกรรมงานหลัก หรือ 53 กิจกรรมงานย่อยค่าเฉลี่ยของเวลาในการทำกิจกรรมทั้งหมด จะถูกนำมารวมกับค่าเวลาเพื่อการพักผ่อนที่ 29 % และบวกกับค่าเวลาเหตุสุดวิสัยที่ 5 % ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดโดย Harris and Macaffer (1995) เพื่อใช้เป็นค่าเวลามาตรฐานที่เหมาะสม จากนั้นจะนำเวลามาตรฐานที่ได้มาคำนวณหาอัตราผลผลิตที่ต้องการ

ค่าอัตราผลผลิตที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการประมาณช่วงเวลาที่เหมาะสมให้กับโครงการก่อสร้างบ้านแบบต่าง ๆ ที่ใช้โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และใช้กระเบื้องหลังคาซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) ซึ่งจะทำให้การวางแผนงานของงานดังกล่าวมีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนแบบใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังสามารถใช้ค่าอัตราผลผลิตที่คำนวณได้เป็นเครื่องมือในการควบคุมการปฏิบัติงานได้อีกด้วย

Thesis Title	An Estimation of Standard Time and Productivity by using a Synthesis Method. A Case Study of Smart Truss and CPAC Monier Installation.
Author	Thammanoon sungkharuk
Thesis Advisor	Dr. Teeradej Wuttiornpun
Department	Engineering Management
Academic year	2008

ABSTRACT

This research aims to estimate standard time and productivity of Smart Truss and CPAC Monier installation by using a Synthesis Method. All data used in this research was collected from a real installation and was tested at 95.5 % confidence level. There are 8 main activities or 53 sub-activities in this research. Some Relaxation allowance and Contingency allowance were added to all average times of the entire activities in order to obtain the appropriate standard time (Harris and Macaffer ,1995) Finally, the productivity was then determined by using the standard time obtained from the last step.

The productivity obtained from the research can be used to estimate an appropriate time duration of each activity for any construction project involved Smart Truss and CPAC Monier. It obtains a set of appropriate activity durations more than using only planner's experience in estimation. This results in a feasible project's schedule. In addition, the project owner can get some benefits by using the result to control the standard time and productivity of each activity in a real situation as well.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากอดีตถึงปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าการบริหารงานก่อสร้างนั้น ได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญในโครงการก่อสร้าง ของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยในการบริหารโครงการก่อสร้าง ให้ประสบความสำเร็จตามที่เจ้าของโครงการได้วางแผนไว้ โดยการบริหารงานก่อสร้าง ในเกือบทุกๆโครงการนั้น จะต้องอาศัยหลักการบริหารโครงการ (Project Management) เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งการบริหารโครงการนั้น จะถูกกำหนดขึ้นด้วยระยะเวลาในการดำเนินโครงการ (Time) โดยจะต้องมีการจัดทำแผนงานก่อสร้าง (Planning) การจัดทำงบประมาณ (Cost) การประมาณราคาก่อสร้าง (Construction Estimates) การจัดทำระบบตรวจสอบควบคุมคุณภาพ (Quality) การบริหารด้านความปลอดภัยในการทำงาน (Safety) การควบคุมดูแลสิ่งแวดล้อมของการทำงาน (Environment) การจัดองค์กร (Organizing) การคัดสรรบุคลากร (Staffing) การควบคุม (Controlling) การสั่งการ (Directing) การติดตามผลงาน (Following) และระบบควบคุมต้นทุนการก่อสร้าง (Cost Controlling) หากการใช้เครื่องมือดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป้าหมายต่างๆ ของโครงการที่กำหนดไว้ ก็จะสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการทุกๆ ฝ่ายย่อมได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่าร่วมกัน สำหรับเจ้าของโครงการนั้น ผลตอบแทนก็คือ การที่โครงการแล้วเสร็จตรงตามกำหนดเวลาและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างนั้นยังคงเป็นไปตามงบประมาณที่วางแผนไว้ ส่วนบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างผลตอบแทนก็คือ การได้รับผลกำไรจากการก่อสร้าง กล่าวคือ การที่มีรายได้มากกว่าต้นทุนที่ใช้จ่ายไปในการดำเนินการทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามรายได้ของผู้รับเหมานั้นเป็นสิ่งที่รู้กันได้แน่นอนตั้งแต่ได้รับงานโครงการก่อสร้างนั้นมา แต่ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการก่อสร้างนั้น เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังและเป็นสิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องกับโครงการจะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษเพื่อความสำเร็จของโครงการ แต่หากเป็นไปในทางตรงกันข้ามเป้าหมายของโครงการก็ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ได้อย่างครบถ้วน ปัจจัยที่มีความสำคัญอันมีผลกระทบต่อต้นทุนของอุตสาหกรรมก่อสร้าง คือระยะเวลาของการทำงาน โดยผลของระยะเวลาในการทำงานที่มักจะพบเห็นในการก่อสร้างนั้นก็คือ เวลาในการก่อสร้างมีความล่าช้ากว่าแผนงานที่กำหนดไว้ (ขณะทำการก่อสร้าง) หรือล่าช้ากว่ากำหนดเวลาที่ระบุไว้ในสัญญาการก่อสร้าง เมื่อความล่าช้าในการก่อสร้างเกิดขึ้นแล้ว

(วิสูตร, 2544) โดย Parker และ Oglesby (1972) ได้กล่าวไว้ว่าแนวทางหนึ่งที่ใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพในการบริหารโครงการนั้น คือการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดในโครงการก่อสร้างที่แล้วเสร็จกับค่าใช้จ่ายที่ได้ประมาณการไว้ หากโครงการแล้วเสร็จหรือได้ผลกำไร ก็แสดงว่าการประมาณค่าใช้จ่ายในโครงการก่อสร้างของผู้ประมาณการนั้นถูกต้อง นั่นคือความสามารถในการประเมินประสิทธิภาพของงานภาคสนามได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริง แต่อย่างไรก็ตามในการก่อสร้างนั้น ผู้รับเหมามักให้ความสำคัญกับการที่จะบรรลุผล ตามราคาที่ได้ประมาณการไว้มากกว่าการที่จะลดต้นทุนให้น้อยที่สุดหรือการเพิ่มอัตราผลผลิตให้มากที่สุด ซึ่งอาจเป็นการกำหนดเป้าหมายของการทำงานที่ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร

จากการศึกษาข้อมูลของ บริษัท สยามสแกนคอนสตรัคชั่น แอนด์ เอ็นจิเนียริง จำกัด ซึ่งได้เป็นผู้รับเหมางานติดตั้งและมุงหลังคาให้กับ โครงการสุภาลัย วิลล์ กิ่งแก้ว - ศรีนครินทร์, โครงการกัลปพฤกษ์ รีเจนท์ อ่อนนุช - วงแหวน และโครงการ เดอะการ์เด้นส์ ศรีนครินทร์ พบว่ามีการวางแผนการทำงานที่ผิดพลาดเกิดขึ้น จึงทำให้เกิดการส่งมอบงานล่าช้าโดยมีข้อมูลดังตารางที่ 1.1

โครงการ สุภลัย วิลล์ กิ้งแก้ว - ศรีนครินทร์ (จำนวน 80 หลัง)								
จำนวน หลัง	พื้นที่การมุง หลังคา (ตร.ม.)	แผนงานที่ กำหนดไว้ (วัน)	เวลาที่ใช้ในการ ทำงานจริง (วัน)	ความล่าช้าที่เกิดขึ้น (Delay) (วัน)	ค่าปรับรายวัน (บาท)	ค่าใช้จ่าย รายวัน (บาท)	รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท) / วัน	รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น (บาท)
20	100	55	60	-5	7,000	9,000	16,000	80,000
20	150	80	90	-10	7,000	9,000	16,000	160,000
20	200	110	120	-10	7,000	9,000	16,000	160,000
20	300	165	180	-15	7,000	9,000	16,000	240,000
รวม		410	450	-40				640,000
โครงการ กัลปพฤกษ์ รีเจนท์ อ่อนนุช - วงแหวน (จำนวน 80 หลัง)								
จำนวน หลัง	พื้นที่การมุง หลังคา (ตร.ม.)	แผนงานที่ กำหนดไว้ (วัน)	เวลาที่ใช้ในการ ทำงานจริง (วัน)	ความล่าช้าที่เกิดขึ้น (Delay) (วัน)	ค่าปรับรายวัน (บาท)	ค่าใช้จ่าย รายวัน (บาท)	รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท) / วัน	รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น (บาท)
20	100	55	61	-6	7,500	8,500	16,000	96,000
20	150	85	93	-8	7,500	8,500	16,000	128,000
20	200	110	121	-11	7,500	8,500	16,000	176,000
20	300	169	185	-16	7,500	8,500	16,000	256,000
รวม		419	460	-41				656,000
โครงการ เดอะการ์เด้นส์ ศรีนครินทร์ (จำนวน 80 หลัง)								
จำนวน หลัง	พื้นที่การมุง หลังคา (ตร.ม.)	แผนงานที่ กำหนดไว้ (วัน)	เวลาที่ใช้ในการ ทำงานจริง (วัน)	ความล่าช้าที่เกิดขึ้น (Delay) (วัน)	ค่าปรับรายวัน (บาท)	ค่าใช้จ่าย รายวัน (บาท)	รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท) / วัน	รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น (บาท)
20	100	55	63	-8	8,000	8,000	16,000	128,000
20	150	83	92	-9	8,000	8,000	16,000	144,000
20	200	115	123	-8	8,000	8,000	16,000	128,000
20	300	168	183	-15	8,000	8,000	16,000	240,000
รวม		421	461	-40				640,000

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่า เวลาที่ได้จากการวางแผนการทำงาน กับเวลาของการทำงานจริงมีค่าความคลาดเคลื่อน (Delay) เกิดขึ้น จึงเกิดเป็นความเสียหายตามมา คือ เมื่องานมุ่งหลังคาแล้วเสร็จไม่ทันตามระยะเวลาหรือแผนงานที่กำหนดไว้ ทำให้เกิดเป็นปัญหาและความเสียหายตามมาคือ ทำให้ไม่สามารถทำงานในส่วนอื่นได้ อีกทั้งยังต้องทำให้งานอื่นที่จะต้องทำตามหลังต้องหยุดชะงักตามไปด้วย เช่น งานฝ้าเพดาน,งานตกแต่งภายใน,งานระบบไฟฟ้า,งานทาสี,และการเก็บงานเบ็ดเตล็ดอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุเพียงจุดเดียวแต่เมื่อมองถึงผลกระทบโดยรวมแล้วนั้น นั่นคือต้นเหตุสำคัญที่ทำให้การก่อสร้างเกิดความล่าช้ากว่าปกติ แล้วเสร็จไม่ทันตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ เป็นผลทำให้เกิดการส่งมอบงานล่าช้าขึ้น เมื่อการส่งมอบงานล่าช้ากว่าระยะเวลาที่ระบุไว้ในสัญญาก่อสร้าง หรือสิ้นสุดระยะเวลาตามข้อตกลง จึงเกิดปัญหาตามมาคือต้องเสียค่าปรับให้กับโครงการเป็นรายวัน และค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆ อีกมากมาย ตามที่ระบุไว้ในรายละเอียดของสัญญา ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มในส่วน of ค่าแรงคนงาน เมื่อการก่อสร้างได้ขยายระยะเวลาออกไปอีก ทำให้ทางโครงการต้องเสียชื่อเสียง เสียผลประโยชน์ทางธุรกิจ เมื่อคิดเป็นค่าความเสียหายแล้วนั้นจะเป็นค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นอย่างมหาศาล

จากประเด็นของความล่าช้าที่เกิดขึ้นนั้นซึ่งอาจเกิดได้จาก (1) ผู้วางแผนงานขาดประสบการณ์ในการวางแผนงาน (2) ไม่มีการประมาณค่าอัตราผลผลิตและประเมินปริมาณงานที่ทำได้ในแต่ละวัน จึงไม่สามารถทราบถึงปริมาณงานที่ทำได้ต่อวันที่แท้จริง (3) การกำหนดตารางเวลาในการทำงาน (Scheduling) ผิดพลาด (4) จัดลำดับขั้นตอนของการทำงานไม่ถูกต้อง (5) จัดกำลังคนไม่ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะของงาน หรือ (6) อาจเกิดจากคนงานทำงานช้ากว่าปกติ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงมีแนวคิดที่จะจัดทำค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตในการทำงานขึ้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงของผู้วางแผนงาน ให้สามารถวางแผนงานให้เกิดความแม่นยำมากยิ่งขึ้นและสามารถใช้ค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตนี้ประเมินคนงานว่ามีการทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพหรือไม่ อีกทั้งยังเพิ่มความได้เปรียบในการแข่งขันของบริษัทรับเหมาก่อสร้าง เนื่องจากบริษัทรับเหมาก่อสร้างส่วนใหญ่ยังไม่มีการจัดทำค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตในการทำงานขึ้น ซึ่งในปัจจุบันนี้มีการแข่งขันกันระหว่างบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างสูงขึ้นในทุกๆ ขณะ และเนื่องจากข้อมูลอัตราผลผลิตของงานก่อสร้าง (Construction Productivity) ในประเทศไทยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นก็ยังมีข้อมูลน้อยมาก จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่จะต้องทำการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลในการจัดทำค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตของงานก่อสร้างขึ้น

ดังนั้นผู้บริหาร โครงการจึงควรให้ความสำคัญกับการหาค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตในการทำงานที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เพื่อเป็นหลักเกณฑ์การตัดสินใจที่ทันต่อสถานการณ์ ความสำคัญของการหาค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตในการทำงานนั้น นอกจากจะใช้เป็น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาการประมาณค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตโดยวิธีการสังเคราะห์ของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) เนื่องจากในปัจจุบันโครงการบ้านจัดสรร ในโครงการต่างๆ ได้หันมานิยมใช้โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) สำหรับการสร้างบ้านอยู่ในขณะนี้เพราะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย รวดเร็ว ประหยัดเงิน ประหยัดเวลา และที่สำคัญสามารถป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี มีความปลอดภัยระหว่างการก่อสร้าง ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการประกอบติดตั้งหรือการก่อสร้างเป็นระบบขันยึดด้วยนอตและสกรู โดยไม่ต้องเชื่อมด้วยไฟฟ้าเหมือนโครงหลังคาแบบเดิมอีกต่อไป ส่วนวัสดุมุงหลังคา (กระเบื้องซีแพคโมเนีย) เป็นวัสดุมุงหลังคาที่นิยมกันและรู้จักกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีหลายรูปแบบ มีสีสันสวยงาม มีความแข็งแรงทนทาน สามารถใช้มุงได้กับทุกรูปทรงและลักษณะของหลังคา จึงได้รับความนิยมอย่างมากทั้งจากเจ้าของบ้าน และบริษัทรับเหมาก่อสร้าง แต่ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีการจัดทำค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตในงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าความล่าช้าในการทำงานนั้นเกิดจากการวางแผนงานที่ผิดพลาด หรือเกิดจากคนงาน ที่ทำงานช้ากว่าปกติ ไม่เป็นไปตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ การวิจัยครั้งนี้จะช่วยในการวางแผนการทำงานได้อย่างแม่นยำขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้างและเป็นประโยชน์อย่างสูง ต่อ บริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาเทคนิคและขั้นตอนการทำงานของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier)

1.2.2 เขียนสมการสังเคราะห์เวลาและหาค่าเวลามาตรฐาน (Standard Time) ของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier)

1.2.3 หาค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตในการวิจัยครั้งนี้จะทำการจับเวลาในการปฏิบัติงานของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์วงรอบเวลา (Cycle Time) ของการทำงานและจัดทำค่าเวลามาตรฐาน (Standard Time) และค่าอัตราผลผลิต โดยมีขอบเขตในการศึกษาดังนี้

1.3.1 ศึกษาเทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้าง จากคู่มือการติดตั้งมาตรฐาน “ระบบงาน โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier)” ของ บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด

1.3.2 จับเวลาในการปฏิบัติงาน ทุกๆ ขั้นตอนของการทำงานจนแล้วเสร็จ จากสถานที่ก่อสร้างจริง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากโครงการก่อสร้างทั้งหมด 3 โครงการดังได้แก่

1.3.2.1 โครงการพฤษภรณ์ดา วงแหวนรัตนธิเบศร์ บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน

1.3.2.2 โครงการชัยพฤกษ์บางใหญ่ บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน

1.3.2.3 โครงการมณฑนา ปิ่นเกล้าพระราม 5 บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน

1.3.3 ทำการวิเคราะห์หาค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิต ของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier)

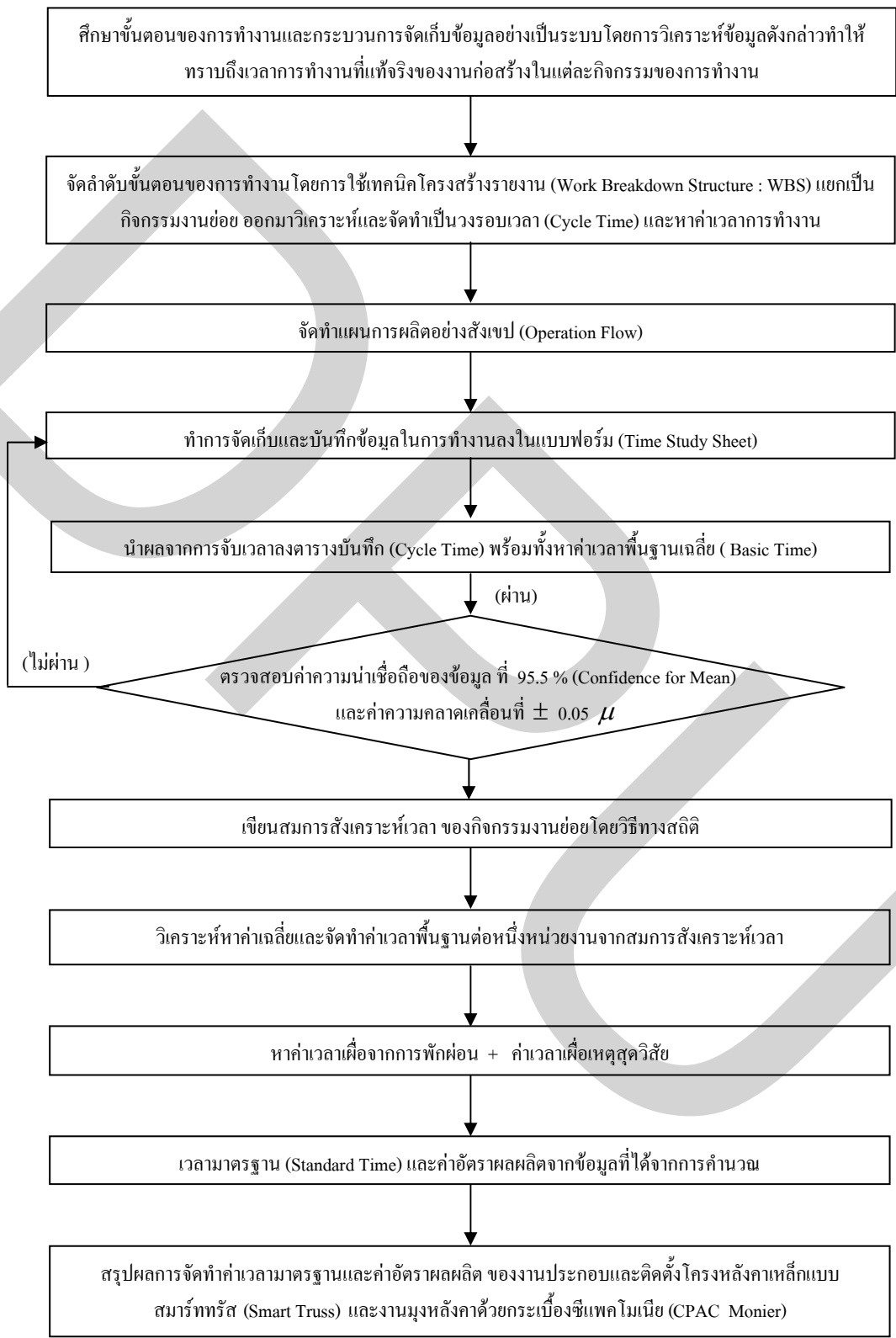
1.3.4 ศึกษาถึงขั้นตอนการมุงหลังคา ของรูปแบบหลังคาทรงปั้นหยาเพียงรูปแบบเดียว เพราะเป็นรูปแบบของหลังคาที่ต้องใช้เวลาในการทำงานนาน เป็นลักษณะของหลังคาที่มีรายละเอียดขั้นตอนในการทำงานยากกว่ารูปแบบของหลังคาทรงทั่วไป ซึ่งในปัจจุบันนี้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ของ

1.3.5 ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาเพื่อการหาค่าเวลายามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตของงาน ประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้อง ซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) เท่านั้น ไม่ได้ทำการศึกษาเพื่อนำผลจากสมการสังเคราะห์มา เปรียบเทียบกับข้อมูลในตารางที่ 1.1 ว่าผลจากการศึกษานั้นจะช่วยในการ ลดการเสียค่าปรับในตารางที่ 1.1 ได้จริง เป็นเพียงช่วยให้ผู้วางแผนงาน ได้วางแผนการทำงานในอนาคตได้ถูกต้องแม่นยำ ลดปัญหา การส่งมอบงานล่าช้า และเป็นประโยชน์ในการวางแผนการทำงานต่อไป

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้คือการบันทึกข้อมูลจะเลือกคนงานที่เหมาะสม (Qualified Worker) ซึ่งหมายถึง กลุ่มคนงานที่เป็นเพศชาย สัญชาติไทยมีสภาพร่างกายแข็งแรง มีความชำนาญ และผ่านการฝึกอบรมในการพัฒนาฝีมือการทำงานมาแล้ว มีประสบการณ์ในการทำงานเฉพาะด้านสูง ที่จะสามารถทำงานนั้นให้เสร็จตามปริมาณงานและคุณภาพภายในเวลาที่กำหนดได้

1.4 วิธีการดำเนินการและวิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถแสดงถึงขั้นตอนและวิธีการวิจัยได้ดังภาพที่ 1.1 ซึ่งจะเริ่มจากการศึกษาถึงลำดับขั้นตอนของการทำงานและกระบวนการจัดเก็บข้อมูลอย่างละเอียด จากข้อมูลหน้างานการก่อสร้างจริง โดยข้อมูลดังกล่าวจะทำให้ทราบถึงเวลาการทำงานที่แท้จริง ในแต่ละขั้นตอนของการทำงาน และปริมาณงานของอัตราผลผลิตงานก่อสร้างจากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมงานย่อยของการทำงานโดยใช้เทคนิคโครงสร้างรายงาน (Work Breakdown Structure : WBS) ในแต่ละขั้นตอนออกมาวิเคราะห์หาค่าเวลาการทำงาน โดยจะแสดงรายละเอียดและขั้นตอนของการวิจัยได้ดังนี้



ภาพที่ 1.1 แสดงถึงวิธีการดำเนินการและวิธีการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ให้ทราบถึงค่าเวลาดำเนินการในการทำงานและค่าอัตราผลผลิต รวมทั้งทราบถึงปริมาณงานที่ทำได้ต่อวันของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier)

1.5.2 ช่วยให้ผู้วางแผนงาน วางแผนการทำงานและจัดกำลังคนทำงานในแต่ละกิจกรรมงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การวางแผนแบบใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียว

1.5.3 เพื่อให้สามารถกำหนดตารางการทำงาน (Scheduling) ของคนงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.4 เพื่อนำค่าเวลาดำเนินการและค่าอัตราผลผลิตที่ได้มาใช้เป็นฐานข้อมูลด้านการบริหารจัดการงานก่อสร้างและลดปัญหาการส่งมอบงานล่าช้าต่อไปได้

1.5.5 เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาค่าเวลาดำเนินการและค่าอัตราผลผลิตของงานก่อสร้างในส่วนงานอื่นต่อไป

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างนั้น มีสาเหตุเกิดขึ้นมาได้จาก ทุกๆ ฝ่ายที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกันในโครงการก่อสร้าง ในกรณีต้นเหตุของปัญหาความล่าช้าที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากตัวเจ้าของโครงการนั้น บางครั้งในความคิดของเจ้าของโครงการอาจมองว่าตัวเองก็ได้รับประโยชน์จากการนี้อยู่เหมือนกัน อาทิเช่น ความล่าช้าในการตัดสินใจในการขอเปลี่ยนแปลงแบบและรายการประกอบแบบ ที่แม้ว่าเจ้าของโครงการจะต้องให้การชดเชยเงิน และระยะเวลาของการก่อสร้างที่ทำให้เกิดความเสียหายแก่ผู้รับเหมาก่อสร้าง ที่ได้รับผลกระทบเสียหายนั้น แต่สิ่งที่เจ้าของโครงการคิดว่าได้รับประโยชน์กลับมา อาจหมายถึงความถึงความพึงพอใจในคุณภาพของงานที่ตนสามารถกำหนดและควบคุมได้เนื่องจากมีเวลาในการตัดสินใจเพิ่มมากขึ้น แต่ในส่วนความล่าช้าที่มีสาเหตุมาจากความบกพร่องในการบริหารงานของผู้รับเหมาก่อสร้างหลัก (Contractor Causes) ซึ่งเป็นผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างเองนั้น เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า มีแต่ผลเสียต่อทุกๆ ฝ่ายทั้งตัวของผู้รับเหมาก่อสร้างเอง เนื่องจากค่าดำเนินการ ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าเครื่องจักร ที่ต้องเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการทำงานที่เพิ่มขึ้น เช่น ต้องเสียค่าปรับเนื่องจากการส่งมอบงานล่าช้าและอาจเสียชื่อเสียง อีกทั้งยังก่อให้เกิดความเสียหายต่อเจ้าของโครงการอีกด้วย การสูญเสียโอกาสในการประกอบธุรกิจ และยังความสูญเสียทางอ้อมอื่นๆ อีกมากมาย กล่าวโดยสรุปแล้วปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างได้ก่อปัญหาขึ้นในหลายๆ ประเด็น โดยในประเด็นแรก ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินโครงการต้องขยายออกไปจากแผนงาน ส่วนประเด็นที่สองงบประมาณการก่อสร้างก็จะต้องเพิ่มสูงขึ้น และตามมาด้วยประเด็นปัญหาการเรียกร้องของผู้ที่อ้างว่าได้รับผลกระทบให้เสียหาย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในทุกๆ ฝ่ายในการทำงาน ซึ่งผลเสียที่เกิดขึ้นจากความล่าช้าในการก่อสร้างนั้น ทุกๆ ฝ่ายที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องอาจมีส่วนร่วมในการทำให้เกิดปัญหาคือขึ้นมาได้ทั้งหมด ในส่วนของวิธีการป้องกัน และแก้ปัญหาอาจจะมีแตกต่างกันในรายละเอียดของการทำงานในแต่ละฝ่าย อาทิเช่น ในฝ่ายเจ้าของโครงการ ฝ่ายสถาปนิกและวิศวกรรวมออกแบบ ฝ่ายบริหารและควบคุมโครงการ และฝ่ายผู้รับเหมาก่อสร้าง โดยความเสียหายที่เกิดขึ้นในแต่ละฝ่ายก็มีความแตกต่างกันไป โดยฝ่ายเจ้าของโครงการจะได้รับผลกระทบต่อแผนการในการเข้าไปใช้

ประโยชน์ในโครงการ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญเสียโอกาสทางธุรกิจ ด้านผู้บริหารและควบคุมโครงการอาจได้รับผลกระทบต่อชื่อเสียงในอาชีพการทำงาน และในส่วนตัวความเสียหายที่เกิดกับฝ่ายผู้รับเหมาก่อสร้างก็คือค่าดำเนินการต่างๆ ค่าแรงงาน ค่าใช้จ่ายด้านเครื่องจักรที่เพิ่มสูงขึ้น การเสียชื่อเสียง และเสียค่าปรับในที่สุด เป็นต้น วิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาความล่าช้าก็เช่นกัน มีรูปแบบในการป้องกันและแก้ไขปัญหาความล่าช้าที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าเราจะพิจารณาถึงการแก้ปัญหาในส่วนของฝ่ายใด ซึ่งจะมีรูปแบบการแก้ปัญหาเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป และในส่วนของรูปแบบระบบการดำเนินการ (Project Delivery System) ในโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ในประเทศไทยนั้นมักเลือกใช้รูปแบบการดำเนินโครงการ (Contracting Arrangement) ในรูปแบบธรรมดาทั่วไป (General Contracting) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ คือ เริ่มจากความต้องการของเจ้าของโครงการที่จะจัดทำโครงการขึ้น โดยการกำหนดเงื่อนไขความต้องการ ขอบเขต และทำการวิเคราะห์ในด้านความเหมาะสมในการลงทุนโดยการนี้อาจว่าจ้างที่ปรึกษาช่วยในการตัดสินใจ หลังจากนั้นเจ้าของโครงการก็จะมอบหมายให้ผู้ออกแบบสถาปนิกและวิศวกร เพื่อทำการออกแบบจัดทำรายละเอียดและรายการประกอบแบบ (Specification) เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการนี้ก็จะเข้าสู่กระบวนการประมูล เพื่อพิจารณาคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้างที่มีความเหมาะสมที่สุด และจัดทำสัญญาจ้างให้แก่ผู้รับเหมาก่อสร้างหลักของโครงการ (General Contractor) เพื่อให้รับผิดชอบและดำเนินการก่อสร้าง โดยรูปแบบสัญญาที่ใช้มักจะเลือกรูปแบบสัญญาราคาโครงการก่อสร้างแบบเหมารวม (Lump-sum Contract) โดยความเสี่ยงในการดำเนินการก่อสร้างที่อาจจะเกิดขึ้นภายหลังจากการเซ็นสัญญาจะตกอยู่กับผู้รับเหมาก่อสร้างหลักแทบทั้งสิ้น หลังจากนั้นก็เข้าสู่ขั้นตอนการลงมือก่อสร้างโครงการที่หน่วยงาน ซึ่งความล่าช้าที่จะกล่าวถึงในที่นี้ก็จะพิจารณาจากระยะเวลาในการก่อสร้างของหน่วยงานก่อสร้างที่ได้ถูกกำหนดไว้ในสัญญาจ้างหรือในแผนงานก่อสร้างที่ได้รับการอนุมัติแล้วจากเจ้าของโครงการแล้วนั่นเอง โดยในช่วงของการก่อสร้างผู้รับเหมาก่อสร้างหลัก จะเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งฐานะผู้ผลิตงานก่อสร้างให้เห็นเป็นรูปธรรมขึ้นมาซึ่งขั้นตอน การก่อสร้างนั้นจะประกอบด้วยกิจกรรมจำนวนมากมาย และในแต่ละกิจกรรมก็จะต้องมีการใช้ทรัพยากร (Resources) ในการก่อสร้างต่างๆ เริ่มตั้งแต่ในช่วงของการเตรียมการก่อสร้าง (Pre-Construction Phase) ช่วงการก่อสร้าง (Construction Phase) และท้ายสุดที่ช่วงการส่งมอบงานก่อสร้าง โดยแต่ละช่วงยังประกอบด้วยขั้นตอนที่มีความสลับซับซ้อนอีกทั้งยังต้องมีการจัดสรรทรัพยากรที่ต้องใช้ ทั้งโดยภาพรวมทั้งหมดและในแต่ละกิจกรรมอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ที่ต้องก่อสร้าง ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่มีข้อจำกัดในการทำงานสูงกว่าการก่อสร้างในเขตพื้นที่อื่นๆ อีกทั้งวัฒนธรรมการทำงานก่อสร้างในประเทศที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่ผู้รับเหมาก่อสร้างมักจะต้องคอย รองรับกับปัญหา

ต่างๆ ที่เกิดขึ้นแทบทั้งหมดไว้ทั้งปัญหา ทางด้านวิศวกรรมและการบริหารงาน ปัญหาด้านกฎหมาย และระเบียบต่างๆ ที่ต้องประสานงานเกี่ยวข้องกับหน่วยงานของรัฐ รวมทั้งปัญหาที่ไม่สามารถจะคาดการณ์ได้ ถึงแม้โดยหลักการแล้วในประเด็นท้ายสุดนั้น ก็จะสามารถเรียกร้องขอชดเชยในความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ก็ตาม แต่หากไม่ได้รับการตอบสนองในการชดเชยก็อาจจะทำการฟ้องร้องได้ก็ตามที ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วผู้รับเหมาก่อสร้างมักหาทางออกทางอื่น อาทิการขอประนีประนอมค่าชดเชยจากเจ้าของโครงการ และถ้าหากว่ายังไม่ได้รับการตอบสนองก็มักจะต้องยอมรับสภาพความเสียหายดังกล่าวเอาไว้เอง เนื่องจากจะต้องทำการก่อสร้างตามสัญญาต่อไปให้เสร็จสิ้นและยังจะต้องทำการขอเบิกเงินค่างวดงานที่เหลืออยู่ต่อไป ซึ่งถ้าหากเกิดความขัดแย้งขึ้นมาอาจจะทำให้เกิดปัญหาด้านความสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันต่อไปได้ ฉะนั้นหากผู้รับเหมาก่อสร้างเองยังไม่สามารถหาแนวทางป้องกัน และแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้แล้วนั้น ก็เท่ากับว่าจะยิ่งทวีความเสี่ยงต่อความเสียหายอย่างรุนแรงต่อตัวผู้รับเหมาก่อสร้างเอง และอาจรุนแรงถึงขั้นที่ต้องประสบกับสถานะการขาดทุน และสุดท้ายก็จะส่งผลกระทบต่อโครงการทั้งด้านคุณภาพงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการขัดแย้งอย่างรุนแรงตามมาจนอาจนำไปสู่การขอยกเลิกสัญญา หรือการละทิ้งงานของผู้รับเหมาก่อสร้างได้ ซึ่งไม่เกิดผลดีต่อทุกๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และยังคงเกิดความเสียหายต่อการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมก่อสร้างและเศรษฐกิจในประเทศได้มากที่สุด

2.2 ทฤษฎีการศึกษาการทำงาน และการวัดผลของการทำงาน

การศึกษาการทำงาน จะประกอบด้วยเทคนิคหลัก 2 ประการ คือ การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) การวัดผลของการทำงาน (Work Measurement) การศึกษาวิธีการทำงาน และการวัดผลของการทำงานนั้น เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันโดย การศึกษาวิธีการทำงาน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอนว่ากระบวนการทำงานนั้น ประกอบไปด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง มีความเกี่ยวเนื่องกันอย่างไร มีปัจจัยใดที่เป็นผลกระทบกับกระบวนการทำงาน ลักษณะการทำงานในแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไร การไหลของการทำงาน (Work Flow) ในการผลิตชิ้นงานหนึ่งๆ มีอะไรบ้าง ดังนั้นหากต้องการปรับปรุงกระบวนการทำงานจะต้องพัฒนาจุดใดบ้าง การวิเคราะห์ห้อย่างเป็นระบบนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขั้นตอนและวิธีการทำงาน การพัฒนาผังการทำงาน (Workplace Layout) โดยประโยชน์ของการศึกษานั้นคือการเพิ่มผลผลิตนั่นเอง

2.3 ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงาน

2.3.1 การเลือกงานที่จะทำการศึกษา (Select the Job)

การเลือกงานที่จะทำการศึกษาเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะงานที่ต้องการปรับปรุงมีอยู่มากมายสิ่งที่ควรคำนึงในการเลือกงานที่จะศึกษาคืองานนั้นเป็นงานคอขวด(Bottlenecks) ของงานอื่นๆ งานที่ต้องทำซ้ำๆ งานที่ต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานมาก หรืองานที่สามารถปรับปรุงเทคนิคการทำงานได้

2.3.2 การบันทึกวิธีการทำงานโดยการสังเกต (Record from Direct Observation)

การบันทึกวิธีการทำงานโดยการสังเกตโดยการบันทึกลำดับขั้นตอนวิธีการทำงานและเวลาที่ใช้ในการทำงานอาจทำการบันทึกโดยกล้องวิดีโอ หรือการบันทึกจากผู้สังเกตโดยตรงก็ได้ การเก็บข้อมูลในขั้นตอนนี้ผู้สังเกตจะต้องใช้เวลาปฏิบัติงานที่จะต้องศึกษานานพอที่จะเข้าใจกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของงานจนสามารถแบ่งแยกกิจกรรมย่อยในแต่ละขั้นตอนได้ว่าในแต่ละขั้นตอนมีจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของกระบวนการที่ชัดเจนตรงไหน

2.3.3 การวัดผลของการทำงาน (Work Measurement)

การวัดผลของการทำงานเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการรับรู้ผลงานของผู้ปฏิบัติงาน และใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม โดยการกำหนดหาเวลาที่สูญเสียไปในการทำงาน และช่วยให้สามารถจัดเวลาที่สูญเสียไปเหล่านี้ นอกจากนี้ยังใช้ในการกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการทำงานเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อหนึ่งหน่วยเวลามาตรฐาน

2.4 ทฤษฎีการวัดอัตราผลผลิตงานก่อสร้าง

การวางแผนและควบคุมผลผลิต เป็นเครื่องมือในการจัดการ (Management Tool) ที่นำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเกี่ยวกับความต้องการทรัพยากร คน เครื่องจักร วัสดุคิบ ในอนาคตสำหรับการดำเนินการ (Manufacturing Operation) การจัดแจง (Allocation) ทรัพยากร และการจัดตารางผลผลิต (Scheduling) ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตเป็นไปตามที่วางแผนไว้ ทั้งในเชิงคุณภาพ (Qualitative) ปริมาณ (Quantitative) และเวลา (Time) โดยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำสุด

การผลิตเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา จากการใช้ทรัพยากร หรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ การดำเนินการผลิตจะไปตามลำดับขั้นตอนของการกระทำก่อนหลัง กล่าวคือ จากวัตถุดิบที่มีอยู่จะถูกแปลงสภาพให้เป็นผลผลิตที่อยู่ในรูปตามต้องการ เพื่อให้การผลิตบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวนั้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดการให้อยู่ในรูปของระบบการผลิตซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วนคือปัจจัยการผลิต (Input) กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process)

และผลผลิต (Output) การผลิตที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านปริมาณ คุณภาพ เวลา และราคา ซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องนำมารวมไว้ในระบบการผลิต โดยมีการวางแผนและควบคุมการผลิต เป็นแกนกลาง กิจกรรมต่างๆ ที่อยู่ในระบบการผลิตนั้นสามารถจัดจำแนกได้ 4 ขั้นตอนคือ

2.4.1 การวางแผน (Planning)

การวางแผนเป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ และวางแผนการใช้ทรัพยากรให้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการและเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในแผนการผลิตจะกำหนดเป้าหมายย่อยไว้ในแผนกต่างๆ ในเทอมของเวลาที่กำหนดไว้ก่อนล่วงหน้า และจากเป้าหมายย่อยๆ ที่ถูกกำหนดขึ้นเหล่านี้ถ้าประสบผลสำเร็จก็ส่งผลไปยังเป้าหมายหลักที่ต้องการ

2.4.2 การดำเนินการ (Operation)

การดำเนินการเป็นขั้นตอนที่จะเริ่มต้นได้ก็ต่อเมื่อรายละเอียดต่างๆ ในขั้นตอนการวางแผนได้ถูกกำหนดไว้ในแผนการผลิตเรียบร้อยแล้ว

2.4.3 การควบคุม (Control)

การควบคุมเป็นขั้นตอนของการตรวจตราให้คำแนะนำและติดตามผลเกี่ยวกับการดำเนินงานโดยใช้การป้อนกลับของข้อมูล (Feedback Information) ในทุกๆ ขณะที่ทุกงานก้าวหน้าไป ผ่านกลไกการควบคุม (Control Mechanism) โดยที่กลไกนั้นจะทำหน้าที่ปรับปรุงแผนงานและเป้าหมายเพื่อให้เป็นที่เชื่อมั่นได้ว่าจะบรรลุเป้าหมายหลัก

2.4.4 การประมาณเวลาในการทำงาน (Time Assessment In The Work)

การประมาณเวลาในการทำงานเป็นการหาเวลาจากขั้นตอนต่างๆ ที่อยู่ในการดำเนินการก็เพื่อมาคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานสำหรับในกิจกรรมงานนั้นๆ ซึ่งเวลามาตรฐานนี้จะประกอบด้วย

2.4.4.1 เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง คือ เวลาที่ต้องใช้ไปกับการทำงานนั้นๆ จากการกำหนดความเร็วรอบของการทำงาน

2.4.4.2 เวลาไร้ผลผลิต คือ เวลาที่ต้องใช้ไปกับเครื่องจักร โดยไม่ก่อให้เกิดผลผลิต เช่น การติดตั้งเครื่องจักร การใส่และถอดภาระงานออกจากเครื่องจักร

2.4.4.3 เวลาเพื่อสำหรับความล่าช้า ความเมื่อยล้า และการขาดจังหวะ การกำหนดมาตรฐานสำหรับเวลาและเวลาเผื่อของงานใดๆ จะคำนวณจากข้อมูลในอดีตประกอบกับความชำนาญของผู้ทำการประมาณจะต้องคุ้นเคยกับกระบวนการผลิต และวิธีการที่นำมาใช้เป็นอย่างดี การประมาณเวลาระหว่างเส้นทางการไหลของงานและภาระของเครื่องจักรนั้น นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวางแผนการผลิตเป็นอย่างมาก

วิสูตร จิระดำเกิง (2546:7) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการวัดอัตราผลผลิตไว้ว่า หมายถึงผลงานที่ทำได้อ่อนหนึ่งหน่วยของเวลา โดยมีที่มงานที่กำหนด หรืออาจให้ความหมายถึงเวลาที่ต้องใช้ต่อการ

ทำงานหนึ่งหน่วย โดยที่ทีมงานนั้นก็ได้ ดังนั้นการบันทึกค่าอัตราผลผลิตจึงทำได้หลายรูปแบบ เช่นผลงานที่ทำได้เฉลี่ยต่อคนหนึ่งคนทำงานหนึ่งวัน (8 ชั่วโมง) ต่อหนึ่งหน่วยของกิจกรรมการทำงานสำหรับบันทึกข้อมูลในรูปแบบของเวลาที่ใช้ต่องานหนึ่งหน่วยของกิจกรรมการทำงานโดยทีมช่างที่กำหนด มักจะบันทึกในรูปแบบจำนวน คน-ชั่วโมง ที่ใช้ในการทำงานแล้วเสร็จจำนวน 1 หน่วยของกิจกรรมงานนอกจากการบันทึกลักษณะนี้แล้ว บางครั้งข้อมูลจะมีการบันทึกในรูปแบบที่ประกอบด้วยรายละเอียดของกลุ่มคนงานที่ใช้ (Crew size) ทั้งแรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักร และผลงานที่ทำได้ต่อวันประโยชน์ของค่าอัตราผลผลิตของงานก่อสร้างที่มีการบันทึกไว้อย่างสม่ำเสมอ จากการปฏิบัติงานในภาคสนาม สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดมาตรฐานของทีมช่างได้ และการควบคุมอัตราผลผลิตคือการควบคุมต้นทุนด้วย ทั้งนี้หากทราบว่าช่างหนึ่งกลุ่มทำงานหนึ่งวันได้ปริมาณงานเท่าไร ก็ย่อมหาต้นทุนต่อหน่วยของกิจกรรมงานนั้นได้ (วิสูตร จิระคำเกิด) กล่าวว่าการหาข้อมูลอัตราผลผลิตของกิจกรรมงานก่อสร้างนั้นอาจหาได้จาก ข้อมูลสถิติเดิมที่เก็บรวบรวมไว้ในองค์กรนั่นเอง หรือข้อมูลอัตราผลผลิตมาตรฐาน สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P = \frac{O}{I} \tag{สมการ 2.1}$$

P = อัตราผลผลิตงานก่อสร้าง (Construction Productivity)

O = ผลงานที่ทำได้ (Output)

I = ทรัพยากรที่ใช้ในการทำงาน (Input)

ตัวอย่างเช่น อัตราผลผลิตของงานมุงหลังคาซีแพคโมเนีย หมายถึง ผลผลิตต่อหน่วยของแรงงานที่ใช้ในการทำงาน เช่น คนงานหนึ่งคนทำงานมุงหลังคาซีแพคโมเนียได้ปริมาณ 10 ตร.ม. ภายในเวลา 8 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{อัตราผลผลิตของงานมุงหลังคาซีแพคโมเนีย} &= \frac{10 \text{ ตร.ม./ วัน}}{8 \text{ ชม./คน-วัน}} \\ &= 1.25 \text{ ตร.ม./คน-ชม} \end{aligned}$$

ในบางครั้งการวัดอัตราผลผลิตงานก่อสร้างอาจคำนวณได้รูปของอัตราส่วนของทรัพยากรที่ใช้ในการทำงานต่อผลงานที่ทำได้ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P = \frac{I}{O} \tag{สมการ 2.2}$$

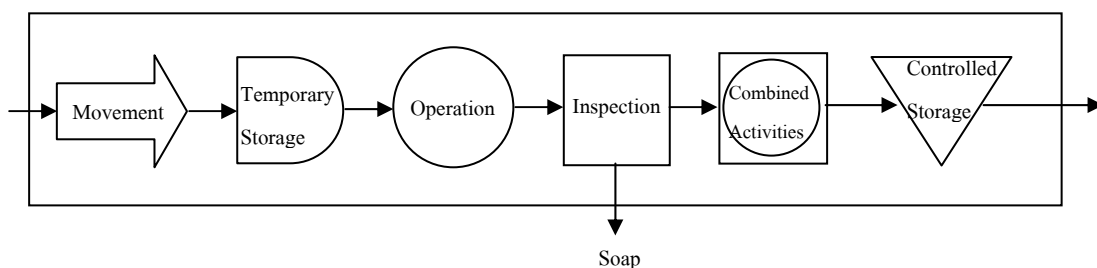
จากตัวอย่างในการคำนวณอัตราผลผลิตงานมุงหลังคาซีแพคโมเนียที่ผ่านมาเราสามารถคำนวณค่าอัตราผลผลิตงานมุงหลังคาซีแพคโมเนียโดยใช้สมการที่ 2.2 ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราผลผลิตของงานมุงหลังคาซีแพคโมเนีย} &= \frac{8 \text{ ชม./คน-วัน}}{10 \text{ ตร.ม./วัน}} \\ &= 0.80 \text{ คน- ชม./ตร.ม.} \end{aligned}$$

เมื่อเข้าใจถึงหลักการในการคำนวณหาอัตราผลผลิตของงานก่อสร้างแล้วในทุกๆ โครงการของงานก่อสร้างล้วนแล้วต้องการให้ได้ค่าอัตราผลผลิตของงานก่อสร้างที่สูงขึ้นเพื่อที่จะได้มีต้นทุนที่ต่ำลง ซึ่งก็หมายถึงกำไรที่เพิ่มขึ้นมานั่นเองแต่ผลงานที่ทำได้นั้นต้องได้คุณภาพตามที่ต้องการและสามารถทำเสร็จภายในเวลาที่กำหนดได้เท่านั้น ซึ่งการที่จะได้ตามแผนที่กล่าวมานั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดี โดยการใช้เวลามาตรฐานช่วยในการวางแผนงานและผลผลิตมาตรฐานที่เป็นตัวควบคุมอัตราผลผลิตให้เหมาะสมกับปริมาณงานนั้นๆ โดยที่กล่าวมาแล้วนั้นเราสามารถได้จากการศึกษาการวัดอัตราผลผลิตงานก่อสร้าง โดยทฤษฎีหรือเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการวัดอัตราผลผลิตงานก่อสร้าง

2.5 การนำขั้นตอนการทำงานที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มออกมาทำนอกลำดับขั้นตอนการทำงานหลัก (Isolation of Value Adding Activities from Supporting Activities)

การมอบหมายปริมาณงานหรือพื้นที่ทำงานให้ดำเนินงาน 1 งานและส่งมอบปริมาณงานหรือพื้นที่ทำงาน (Location Flow) ที่ทำไปยังลำดับของงานที่จะตามมาอาจประกอบด้วยจุดติดตั้งหลายจุด และแต่ละจุดติดตั้งก็จะประกอบไปด้วย (Task) หรือขั้นตอนการทำงาน (Operation Flow) ที่ต้องทำหลายขั้นตอนตามภาพที่ 2.1 อธิบายถึงลำดับขั้นตอนการทำงานใน 1 จุดติดตั้งหรือใน 1 พื้นที่ทำงาน (Location) และอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ตามลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้



ภาพที่ 2.1 แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานใน 1 จุดติดตั้งหรือใน 1 พื้นที่ทำงาน (Location)

- ⇒ = การขนย้ายวัสดุอุปกรณ์เครื่องจักรหรือการเดินทางของคนจากจุดหนึ่งไป ยังอีกจุดหนึ่ง เช่น การขนย้ายวัสดุขึ้นหรือลงลิฟท์ชั้นของ การขนย้ายวัสดุเข้าพื้นที่ทำงาน
- D = การรอกอยระหว่างขั้นตอนการทำงาน เช่น การรอกอยงานในระหว่างดำเนินการ หรือการย้ายพื้นที่ทำงาน ไปเริ่มต้นงานใหม่ขณะที่งานที่กำลังทำยังไม่แล้วเสร็จ
- = การปฏิบัติงาน หรือขั้นตอนการทำงานที่ทำให้เกิดความก้าวหน้าของงานที่ทำ เช่น การติดตั้งไม้แบบ หรือการวางแผนการทำงานหลังจากได้รับข้อมูลก็ได้
- = การตรวจสอบคุณภาพงานหรือตรวจสอบปริมาณงาน เช่น การตรวจสอบขนาดของงานตามแบบก่อสร้างและตรวจสอบจุดบกพร่องของงานหรือตรวจสอบงานระหว่าง ที่ทำ
- ◻ = กิจกรรมผสม แสดงถึงการทำกิจกรรมต่างๆ ในช่วงเวลาเดียวกัน เช่น การปฏิบัติงานไปพร้อมกับการตรวจสอบงาน
- ▽ = การเก็บพัสดุ หรือการจัดเก็บเมื่องานที่ได้รับมอบหมายให้ดำเนินงานถูกทำจนแล้วเสร็จ เช่น เมื่อลำดับของงานก่อนหน้าแล้วเสร็จอาจรอกอยลำดับของงานที่ตามมาที่ต้องแจ้งต่อผู้ควบคุมงานเพื่อเข้าดำเนินงานต่อไป

ลำดับขั้นตอนการทำงานเริ่มตั้งแต่ ส่วนของงานที่ต้องขนย้าย ส่วนของงานที่ต้องรอกอย ส่วนของงานที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับลูกค้า ส่วนของงานที่ต้องตรวจสอบ และส่วนของงานที่จะต้องจัดเก็บ ทั้งหมดนี้มีเพียงส่วนเดียวที่สร้างมูลค่าเพิ่ม และส่วนของงานที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มอื่นๆ ก็จำเป็นจะต้องทำการลดหรือกำจัดออกจากลำดับขั้นตอนของการทำงาน (Shingo, 1989) ได้แบ่งประเภทของขั้นตอนการทำงานและทำการวิเคราะห์ระบบการทำงาน (Production System) ไว้ดังนี้

- 1) ขั้นตอนในการจัดเตรียมงาน (Set-up Operations) คือ การจัดเตรียมงานก่อนหรือหลังลำดับขั้นตอนการทำงานหลัก เช่น การติดตั้งนั่งร้าน
- 2) ขั้นตอนการทำงานหลัก (Principal Operations) คือ ขั้นตอนการทำงานที่จำเป็นต้องทำเพื่อให้งานแล้วเสร็จ เช่น การเทคอนกรีตลงบนในแบบหล่อ
- 3) การทำงานที่อยู่นอกลำดับขั้นตอนการทำงานหลัก (External Operations) คือ การทำงานที่มีความสัมพันธ์กับลำดับขั้นตอนการทำงานหลักในทางอ้อมเช่นการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล
- 4) เวลาเพื่อของแรงงาน (Personal Allowance) คือ เวลาที่จำเป็นต้องเผื่อไว้ให้กับคนงานเพื่อลดความล้าช้าจากการทำงาน เช่น เวลาพักผ่อน หรือดื่มน้ำ

Shingo (1989) แนะนำว่าการนำเอาขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นต้องมีอยู่ในลำดับขั้นตอนการทำงานหลักหรือเป็นเพียงแค่ขั้นตอนการทำงานที่สนับสนุนที่จะทำให้เกิดงานออกมาทำ

ภายนอกลำดับขั้นตอนการทำงานหลักจะทำให้ขั้นตอนการทำงานหลักสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงวิธีนี้คล้ายกับวิธีการลดเวลาในการเตรียมงานของอุตสาหกรรมภาคผลิตดังนี้

1) การนำเอาขั้นตอนการทำงานที่ไม่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่ม (ขั้นตอนในการจัดเตรียมงาน การทำงานที่อยู่นอกลำดับขั้นตอนการทำงานหลักเวลาเมื่อของแรงงาน) ออกมาทำนอกลำดับขั้นตอนการทำงานหลักจะทำให้ขั้นตอนการทำงานหลักสามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง

2) การทำให้ขั้นตอนการทำงานที่อยู่ในลำดับขั้นตอนการทำงานหลักกลายเป็นขั้นตอนการทำงานที่ช่วยสนับสนุนขั้นตอนการทำงานหลักให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

การทำงานที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มหมดไปหรือลดลงสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1) ออกแบบงานให้มีรูปแบบที่คล้ายกันหรือเหมือนกัน (Uniform Sub - Products) หรือกรณีที่มีรูปแบบของงานต่างกันก็ควรนำกลุ่มของกิจกรรมที่จะสนับสนุนเดียวกันมาใช้ประโยชน์ร่วมกัน

2) กรณีที่รูปแบบของงานที่ต้องทำมีความแตกต่างกัน แต่จำเป็นต้องทำงานร่วมกันหรือพร้อมๆกันก็ให้ใช้ประโยชน์จากกลุ่มของกิจกรรมสนับสนุนเดียวกัน

2.6 การวิเคราะห์กิจกรรมงานก่อสร้าง (Construction Activity Analysis)

2.6.1 โครงสร้างรายงานกิจกรรมงานย่อยของงานก่อสร้าง (Work Breakdown Structure : WBS)

วิสูตร จิระคำเกิง (2546 : 210) ได้อธิบายถึงโครงสร้างรายการงานกิจกรรมงานย่อยของงานก่อสร้าง (WBS) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า (Project Breakdown Structure, OBS) ซึ่งหมายถึงโครงสร้างรายการการก่อสร้าง จะเป็นการแบ่งงานหรือแตกงานย่อยลงไปเรื่อยๆ ตามลักษณะงานหลักในโครงการที่จะทำการก่อสร้าง เทคนิคนี้จะช่วยให้ผู้ทำการศึกษาสามารถรู้ถึงขั้นตอนการทำงานเบื้องต้นของการก่อสร้าง เพราะเทคนิคของโครงสร้างรายการงานกิจกรรมงานย่อยของงานก่อสร้าง (WBS) จะมีลักษณะการทำงาน โดยการแบ่งแยกงานออกเป็นส่วนย่อยๆ ตามลักษณะและประเภทของงานก่อสร้าง ในการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆ จากงานทั้งหมดที่คัดออกมาเพื่อสังเกตและวัดผลของการทำงานได้สะดวกและเป็นระบบ งานย่อยหลายๆงานที่ติดต่อกันจะรวมกันเป็นวงรอบของหนึ่งชิ้นงานใหญ่ โดยงานย่อยเหล่านี้อาจจะมีงานย่อยพิเศษที่ไม่เคยเกิดขึ้นในวงรอบการทำงานแรกๆได้และเกิดแทรกขึ้นอยู่ระหว่างงานย่อยหลักกับงานย่อยรองก็ได้

วิสูตร ตันนาศุทธิ และคนอื่นๆ (2542 : 257) ได้อธิบายถึงหลักการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆ ตามขั้นตอนของการทำงานดังนี้

1) แยกตามลักษณะของงานให้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยมีจุดเริ่มต้นของงานย่อยและจุดสิ้นสุดของงานย่อยนั้นๆ เมื่อเริ่มปฏิบัติงานไปหลายๆ ครั้ง วงรอบก็สามารถที่จะจับเวลาของแต่ละงานย่อยได้ โดยอาศัยจุดเริ่มต้นของงานย่อยและจุดสิ้นสุดของงานย่อยนั้นๆ ที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านั้นแล้ว

2) งานย่อยควรมีระยะเวลาที่สามารถวัด หรือจับเวลาได้ ถ้าเป็นงานย่อยที่มีช่วงเวลาที่สั้น ต้องไม่สั้นจนเกินไปเพราะจะทำให้จับเวลาไม่ได้ ดังนั้นถ้างานย่อยสั้นมากก็จำเป็นที่จะต้องรวมงานย่อยๆ ที่อยู่ติดกันเข้าเป็นงานย่อยงานใหม่ขึ้น และงานย่อยที่สั้นมากก็ควรตามด้วยงานย่อยที่กินเวลานาน

3) งานย่อยควรแยกออกจากงานย่อยที่แปรค่าออกมา

4) งานย่อยที่ทำด้วยมือควรแยกออกจากงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักร เวลาของเครื่องจักรมักจะคำนวณและหาได้เป็นค่าคงที่แต่เวลาที่ทำด้วยมือขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติงานเอง

5) แยกงานย่อยที่มีการทำประจำหรือทำซ้ำๆ ที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ออกมา

6) งานที่แยกออกมานั้น จะต้องสามารถให้รายละเอียดของงานที่จะทำได้

การแบ่งแยกงานโดยใช้เทคนิคโครงสร้างรายงานกิจกรรมงานย่อย ของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย (CAPC Monier) (Work Breakdown Structure : WBS) นั้น เป็นการจัดลำดับขั้นตอนของการทำงานอย่างละเอียดซึ่งเป็นงานย่อยทั้งหมดที่เลือกออกมา เพื่อทำการจดบันทึกเวลาการทำงานและการหาค่าอัตราผลผลิตของงานย่อยต่างๆ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการจัดเป็นกลุ่มงานหลักได้ทั้งหมด 8 กลุ่มงานหลัก และแยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 53 กิจกรรมงานย่อย ดังจะแสดงรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 ต่อไป

2.7 การศึกษาเวลา (Time Study)

เป็นการศึกษาเทคนิคการวัดการทำงาน ซึ่งมีกระบวนการเพื่อกำหนดหาเวลาในการทำงานโดยคนงานที่เหมาะสม ซึ่งทำงานที่ปกติภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานในการวัดการทำงาน โดยมีผลลัพธ์ของการวัดการทำงานเรียกว่า “เวลามาตรฐาน” (วินซ์ ริจิวนิช, 2543) คนงานที่เหมาะสมที่ใช้ในการศึกษาเวลาคือคนงานที่มีการศึกษา เฉลียวฉลาดมีสภาพร่างกายแข็งแรง มีความชำนาญ มีความรู้ที่จะทำงานชิ้นนั้นให้เสร็จตามปริมาณและคุณภาพที่กำหนด (วิจิตร ตันทสุทท์ และคณะ, 2524) ข้อดีของการศึกษาเวลาคือเวลาที่ได้จากการศึกษา โดยวิธีนี้มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากเป็นการวัดผลจากการทำงาน โดยตรง และเป็นข้อมูลที่มีความเฉพาะของแต่ละสถานที่ทำงานแต่ละสภาพแวดล้อมในการทำงานหรือสภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ข้อเสียของวิธีนี้คือมีการเตรียมการศึกษาที่

ยุ่งยากและต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญในการบันทึกเวลา การวัดการทำงานของคนงานหรือเครื่องจักรได้ครั้งละคนหรือเครื่องเดียว

2.8 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

การศึกษาเวลามาตรฐานโดยตรง เป็นเทคนิคที่ผู้ทำหน้าที่วัดงานไปสังเกตการปฏิบัติงานของคนงานโดยใช้นาฬิกาจับเวลาในการทำงาน การใช้เทคนิคการจับเวลานี้ เป็นวิธีที่ใช้มากที่สุดสำหรับการวัดเวลามาตรฐาน และเป็นวิธีที่ทั้งฝ่ายคนงาน และผู้บริหารยอมรับ แต่ลักษณะงานที่จะใช้เทคนิควิธีนี้จะต้องมีจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของแต่ละงานย่อย และช่วงเวลาที่ใช้แต่ละงานต้องไม่สั้นจนเกินไปเพราะจะทำให้การจับเวลานั้นทำได้ยาก รายละเอียดของขั้นตอนการวัดงานโดยใช้เทคนิคการจับเวลา (Stopwatch Time Study) ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.8.1 เลือกงานที่จะทำการวัด (Choose Work Will Measurement)

เป็นการเลือกงานที่จะทำการวัดเพื่อหาเวลามาตรฐาน ลักษณะงานทางการก่อสร้างที่เหมาะสมสำหรับวิธีการหาเวลามาตรฐานด้วยเทคนิคการจับเวลา ควรมีลักษณะที่มีขั้นตอนของการทำงานที่ชัดเจน แน่นนอน และเป็นกระบวนการซ้ำๆ มีจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของแต่ละขั้นตอน เช่นงานผลิต งานที่มีลักษณะเป็นคอกวนของงานขึ้นไป

2.8.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collects The Data)

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานที่จะศึกษา เป็นขั้นของการศึกษาข้อมูลการปฏิบัติงาน ข้อมูลคุณลักษณะที่ต้องการของผู้ปฏิบัติ ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในงาน ผังการไหลของงานย่อย สภาพสถานที่ปฏิบัติงาน

2.8.3 การแจกแจงขั้นตอนการทำงาน (Work Distribution)

การแจกแจงขั้นตอนการทำงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการศึกษาเวลาเพราะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สังเกตส่วนประกอบของงาน และสะดวกในการจับเวลา การจับเวลาเพื่อศึกษาวิเคราะห์ส่วนของงานออกเป็นขั้นตอนย่อยในแต่ละขั้นตอนนั้นจะต้องสามารถกำหนดจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของรอบการทำงาน หรือรอบการผลิตของงานเสียก่อน ซึ่งในแต่ละรอบของการทำงานจะถูกแบ่งเป็นกิจกรรมย่อยต่างๆ

2.9 การหาค่าเวลามาตรฐานของงาน

การหาค่าเวลามาตรฐานของงานเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจากการศึกษาวิธีการทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้วจนได้วิธีการทำงานที่คิดว่าดีที่สุด ถ้าหากวิธีการทำงานที่ทำการศึกษากลับมาเป็นวิธีการใหม่ควรปล่อยให้ผู้ปฏิบัติงานได้ปฏิบัติงานจนคุ้นเคยกระทั่งมีความชำนาญ ซึ่งอาจใช้เวลาเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือนจึงจะเริ่มทำการศึกษา

การหาค่าเวลามาตรฐาน คือเวลาที่ใช้ในการทำงาน 1 ชิ้นภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

- 1) งานนั้นทำโดยพนักงานที่มีประสบการณ์ซึ่งได้รับการฝึกให้ทำมาก่อน
- 2) เป็นการทำงานในอัตราปกติคือ ไม่รีบเร่ง หรือทำช้ากว่าปกติที่เคยปฏิบัติ
- 3) เป็นการทำงานที่มีขั้นตอนวิธีการทำงานที่แน่นอน โดยสามารถระบุจุดเริ่มต้น และจุด

สำเร็จจากขั้นตอนต่างๆ

ลักษณะของงานที่สามารถเลือกทำการหาค่าเวลามาตรฐานได้คือ

- 1) เป็นงานใหม่ที่ไม่เคยศึกษามาก่อน
- 2) ได้มีการเปลี่ยนวัสดุ หรือวิธีการทำงานใหม่และต้องการเวลามาตรฐานใหม่
- 3) ได้รับการร้องเรียนจากคนงานหรือตัวแทนของคนงานในเรื่องของเวลามาตรฐาน
- 4) เป็นงานที่มีขั้นตอนที่ทำให้เกิดการติดขัดขึ้นในสายการผลิต
- 5) หาเวลามาตรฐานเพื่อจ่ายค่าแรงจูงใจ
- 6) ศึกษาเวลาของงานเพื่อใช้ในการศึกษาวิธีการ ทั้งเพื่อหาวิธีการที่ดีกว่า หรือเพื่อ

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการใหม่สองวิธี

2.10 การจับเวลาของการทำงาน

ในขั้นตอนนี้ผู้จับเวลา และผู้ถูกจับเวลาจะต้องทำการตรวจสอบความเข้าใจถึงขั้นตอนที่จะทำการจับเวลาให้ตรงกัน และผู้ปฏิบัติที่เหมาะสมในการจับเวลาคือผู้ปฏิบัติงานที่มีความพร้อมทั้งร่างกาย จิตใจ ได้รับการอบรมการทำงานมาแล้วและควรมีประสบการณ์ทำงาน ผู้ปฏิบัติงานที่ไม่ควรถูกเลือกมาจับเวลาการทำงานได้แก่ ผู้ที่ทำงานเร็วมากที่สุดในหน่วยงาน และผู้ที่ทำงานช้าที่สุดในหน่วยงาน หรือผู้ที่มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการวัดปริมาณงาน หากการทำงานในแต่ละขั้นตอนที่ทำการจับเวลามีผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนนี้ได้หลายคน วิธีปฏิบัติที่นิยมมักจะเลือกผู้ปฏิบัติที่เหมาะสมเพียงคนเดียวที่มีการคัดเลือกจากหัวหน้างาน หรือตัวแทนคนงานช่วยเลือกคนงานที่มีสุขภาพแข็งแรง มีความสามารถ และซื่อตรง ระดับความเร็วในการทำงานควรอยู่ระดับเฉลี่ย หรือ

สูงกว่าเฉลี่ยเล็กน้อย คนงานที่มีลักษณะดังกล่าวเรียกว่า “คนงานที่เหมาะสม” (Qualified Worker) เหตุผลที่ต้องเลือกคนงานที่เหมาะสมในการเป็นตัวแทนเพียงคนเดียวที่ถูกจับเวลา ก็เพราะว่าเวลามาตรฐานที่ได้จากคนงานที่เหมาะสมจะเป็นเวลาที่อยู่ในระดับเฉลี่ยของคนงานส่วนใหญ่ และจะทำให้เวลามาตรฐานที่ได้เป็นที่ยอมรับโดยคนงานส่วนใหญ่ นอกจากนี้ถ้าจับเวลาการทำงานของคนงานต่างๆ หลายคนจะพบว่าอัตราการทำงานก็ต่างกันไปด้วยแต่ในขณะที่เดียวกันผู้ศึกษาเวลาจะต้องปรับค่าเวลาที่จับได้ด้วยปัจจัยตัวเดียวเพื่อเปลี่ยนให้เป็นเวลามาตรฐาน ดังนั้นหากจับเวลาในคนงานหลายคนจะทำให้การปรับค่านี้มีความคลาดเคลื่อนเพิ่มมากขึ้น การปรับปัจจัยตัวนี้ผู้ศึกษาเป็นผู้กำหนด ค่าที่ปรับนี้มีความถูกต้องสูงก็ต่อเมื่อความเร็วในการทำงานของคนงานมีความใกล้เคียงกับอัตราการทำงานของคนงานที่เหมาะสม ดังนั้นถ้าจับเวลาจากคนงานที่ทำงานช้าหรือไม่ชำนาญงาน เวลามาตรฐานที่ได้จะยาวเกินควร จึงเป็นการไม่ประหยัด ส่วนถ้าจับเวลาจากคนงานที่ทำงานเร็วเกินไป เวลามาตรฐานที่ได้จะสั้นเกินควรทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมต่อคนงาน และอาจเกิดปัญหาการร้องเรียนในภายหลัง หากนำเกณฑ์เวลาที่ทำงานต่อผลผลิตที่ได้มาเป็นเกณฑ์การตอบแทน เมื่อเลือกผู้ปฏิบัติที่เหมาะสมได้แล้ว ผู้ทำการจับเวลา ต้องอธิบายเหตุผล และวิธีการจับเวลาให้ฟังจนเป็นที่เข้าใจ ก่อนเริ่มจับเวลาผู้ทำการจับเวลาต้องสังเกตว่าผู้ปฏิบัติงานอยู่สภาพปกติไม่ประหม่า เมื่อทุกอย่างพร้อมตำแหน่งของผู้ทำการจับเวลาควรยืนในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นการกระทำทุกอย่างของผู้ปฏิบัติ และห่างออกไปประมาณ 2 เมตร ตำแหน่งที่นิยมในการยืน คือทางด้านหลังเฉียงไปทางด้านใด ด้านหนึ่งของผู้ปฏิบัติงานได้

2.10.1 เวลาที่จับได้ (Observed Time)

วิจิตร ตันทสุทธิ และคนอื่นๆ (2542 : 240) ได้กล่าวถึงเวลาที่จับได้ คือ เวลาการทำงานของชุดคนงาน 1 ชุดต่อ 1 หน่วยงานย่อย การศึกษาหาค่าเวลาทำงานสามารถหาได้จากการจดบันทึกสภาพการทำงานที่หน้างาน เพื่อให้ทราบถึงปริมาณงานที่ทำได้และเวลาที่ใช้รูปแบบการบันทึกที่นิยมในงานก่อสร้างมี 2 วิธีคือ บันทึกตามแบบฟอร์มการศึกษาเวลา (Time Study Sheet) และการบันทึกแบบวงรอบเวลา (Cycle Time) ซึ่งแบบวงรอบเวลานี้จะนำมาใช้เฉพาะงานที่มีการทำงานแบบซ้ำๆ กันหรือเป็นวงรอบการทำงาน โดยทำการสังเกตและบันทึกเวลาการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานเสร็จสิ้น 1 รอบการทำงาน

2.10.2 การหาค่าเวลาพื้นฐาน (Basic Time)

เวลาพื้นฐาน คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานให้ได้ในปริมาณที่กำหนดไม่รวมเวลาที่ใช้ในการพักผ่อน ทั้งนี้จะคิดเฉพาะเวลาที่ถูกใช้ไปในการทำงานเท่านั้นและค่าที่ได้จะคำนวณได้จากสมการที่ 2.3 ได้ดังนี้

$$\text{Basic time} = \text{Observed time} \times \frac{\text{Observed rating}}{\text{Standard rating}} \quad \text{สมการ 2.3}$$

Observed time	=	เวลาที่จับได้
Observed rating	=	เลขประเมินในการทำงาน
Standard rating	=	มาตรฐานการประเมิน (เท่ากับ 100 เสมอ)

2.10.3 การประเมินค่าอัตราการทำงาน (Rating)

การประเมินค่าอัตราการทำงาน คือการประเมินค่าอัตราการทำงานของคนงานในขณะที่ทำการวัดวงรอบเวลาการพิจารณาในการประเมินอัตราทำงานต่างๆจะอาศัยจากประสบการณ์ของผู้วัดซึ่งการประเมินอัตราการทำงานนี้จะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง เช่น ความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพ อายุ เพศ ของคนงาน รวมถึงช่วงเวลาในการทำงานด้วย เช่น การทำงานในช่วงเช้าช่วงหลังอาหารกลางวันและเหตุผลอื่นๆจึงต้องมีการประเมินค่าอัตราการทำงานของคนงานเพื่อปรับแก้ให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงๆดังนั้นการประเมินจึงต้องอาศัยผู้มีประสบการณ์และมีการฝึกฝนในการประเมินคนงานแต่ละคนทำงานที่ความเร็วที่ต่างๆ กัน รวมถึงความพยายาม ความตั้งใจในการทำงาน แต่ก็มีกฎเกณฑ์ในการปรับแก้การประเมินค่าอัตราการทำงานของผู้ที่ทำการประเมินโดยใช้จากตารางที่ 2.1 เป็นกระบวนการในการช่วยประเมินค่าอัตราการทำงาน โดยในตารางจะแบ่งสเกลของกราฟออกเป็น 5 ส่วนๆ ละ 25 % รวมเป็น 100 % ของค่าอัตราการประเมินมาตรฐาน ผู้ที่ทำการประเมินค่าอัตราการทำงานมีความคิดว่าไม่ยุติธรรมและไม่เหมาะสมถึงการประเมินค่าอัตราการทำงาน โดยผู้ที่ทำการประเมินอาจจะประเมินช้าหรือเร็วกว่าความเป็นจริง เพราะว่าผู้ประเมินตัดสินค่าอัตราการทำงานเพียงคนเดียวเนื่องจากสาเหตุนี้กระบวนการประเมินนี้อาจจะมีข้อผิดพลาด ซึ่งก็เป็นเรื่องจริงในการประเมินอัตราการทำงานที่มีการผันผวนอยู่ตลอดเวลา ทำให้ค่าเวลาพื้นฐานผิดพลาดไปด้วยแต่ถึงกระนั้นก็ตามวิธีนี้ก็เป็วิธีที่มีการยอมรับ ในการประเมินค่าอัตราการทำงานของคนงานที่มีความเหมาะสมในการทำงาน ดังนั้นการวิเคราะห์การทำงานต้องมีการฝึกฝนสำหรับการประเมินค่าอัตราการทำงานของคนงานที่กำลังทำอยู่แพลตฟอร์มที่มีผลกระทบในการประเมินค่าอัตราการทำงานมีดังนี้

1) ผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริง หมายถึงผลกระทบที่เกิดจากคุณสมบัติของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้หรือไม่ เพราะถ้าอุปกรณ์ชำรุดจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ซึ่งรวมถึงวิธีการทำงานว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดแล้วหรือยัง

2) ผลกระทบที่เกิดจากทักษะหรือความชำนาญในการทำงานหมายถึงมีความมั่นใจในลำดับขั้นตอนการทำงานและการใช้อุปกรณ์ได้อย่างคล่องแคล่วไม่ชะงักหรือติดขัด

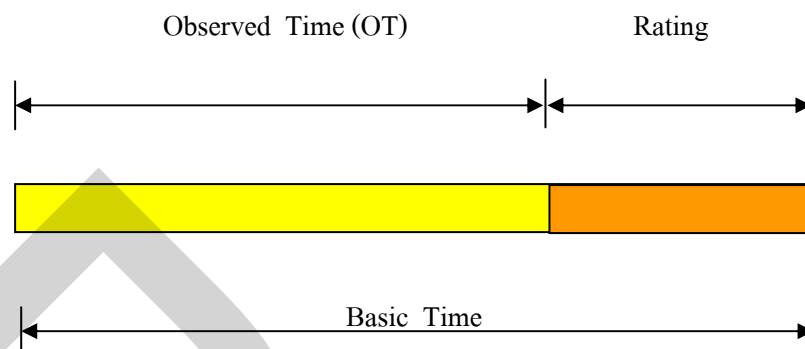
3) ผลกระทบที่เกิดจากความเร็ว หมายถึงความปราดเปรียวในการทำงานรวมถึงขยันอย่างต่อเนื่อง ไม่ลดละในความพยายาม ซึ่งถ้ามองดูแล้วเหมือนกับงานที่ทำง่าย ๆ แฟลคเตอร์ที่มีผลกระทบแต่ผู้สังเกตเห็นว่าไม่เป็นเรื่องที่สำคัญ ในการประเมินค่าอัตราการการทำงานคือ เงื่อนไขในการทำงาน ช่วงเวลาในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความชำนาญก่อนที่จะมาทำงาน การรอวัสดุ และการแนะนำของผู้ชำนาญแก่ช่าง ซึ่งเป็นเรื่องยากที่จะทำการประเมิน ผู้ที่ทำการประเมินควรระวังในกรณีที่ คนงานอยู่ในช่วงที่มีการใช้แผนการจูงใจ โดยใช้เงินโบนัสเป็นรางวัล ซึ่งจะทำให้คนงานมีกำลังใจและขยันมากขึ้นทำให้คนงานทำงานได้เร็วกว่าปกติ ดังนั้นผู้ที่ทำการประเมินไม่ควรจัดเก็บข้อมูลในช่วงที่มีแผนการจูงใจ เพราะจะทำให้ข้อมูลที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

วิจิตร ตัณฑสุทธิ และคนอื่นๆ (2542 : 280) ได้อธิบายถึงหลักเกณฑ์การประมาณอัตราการทำงานเป็นเกณฑ์ในการประมาณอัตราการการทำงานซึ่งมีหลักการพิจารณา โดยทั่วไปเทียบจากตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราในการทำงาน

อัตราของการทำงาน	รายละเอียดของการทำงาน
0	ไม่มีการดำเนินงาน
50	งานช้ามาก มีการทำงานที่ซุ่มซ่ามและเอะอะ หรือช่างที่ทำงานมีสภาพครึ่งหลับครึ่งตื่น หรือไม่มีความสนใจที่จะทำงาน
75	มีการทำงานที่สม่ำเสมอ ไม่มีอาการติดขัดในการใช้เครื่องมือลักษณะจะเหมือนกับ คนงานที่ได้รับค่าจ้างที่ไม่น่าพอใจ การทำงานจึงยังต้องการคนควบคุม คือ การทำงานทำงานจะดูซ้ำแต่เมื่ออยู่ภายใต้การดูแลของผู้สังเกตจะตั้งใจทำงานมีความกระตือรือร้นในการทำงานใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ
100	มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน
125	งานดำเนินอย่างรวดเร็ว คือคนงานแสดงถึงความเป็นคนที่ฝีมือชำนาญและมีการทำงานที่คล่องแคล่วว่องไว หรือมีการทำงานที่ดีกว่าการทำงานปกติมาก
150	เร็วเกินกว่าที่คาดไว้มาก คือมีความมุ่งมั่นอย่างแรงกล้า ร่วมใจที่จะทำงานและรักษาระดับการทำงานอย่างมุ่งมั่นนี้ได้เป็นระยะเวลานาน มีความรู้ในการทำงานที่ดีเยี่ยม ดีกว่าผู้ทำงานคนอื่นๆ

จากเนื้อหาในหัวข้อ 2.10.2 และ 2.10.3 สามารถอธิบายถึงค่าของเวลาพื้นฐาน (Basic Time) แสดงเป็นแผนภาพประกอบได้ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงแผนภาพประกอบคำอธิบายของเวลาพื้นฐาน (Basic Time)

2.10.4 การรวมหน่วยงานย่อยตามลักษณะงาน (Combine Operations)

หลังจากขั้นตอนย่อยของการทำงาน จะถูกบันทึกลงในแบบฟอร์มการศึกษาเวลา ค่าเวลาที่บันทึกไว้ ก่อนนำไปคำนวณควรรวมงานย่อยบางงานเข้าด้วยกันก่อน โดยหลักสำคัญที่ใช้พิจารณาในการรวมงานควรเลือกงานที่มีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งจะทำให้สะดวกในการประยุกต์ใช้ในงานจริงหลังจากการรวมแล้วค่าที่ได้นี้จะอยู่ในรูปแบบเวลาพื้นฐานต่อหน่วย และจะนำไปใช้ในการคำนวณหาเวลามาตรฐานต่อหน่วย ต่อไป

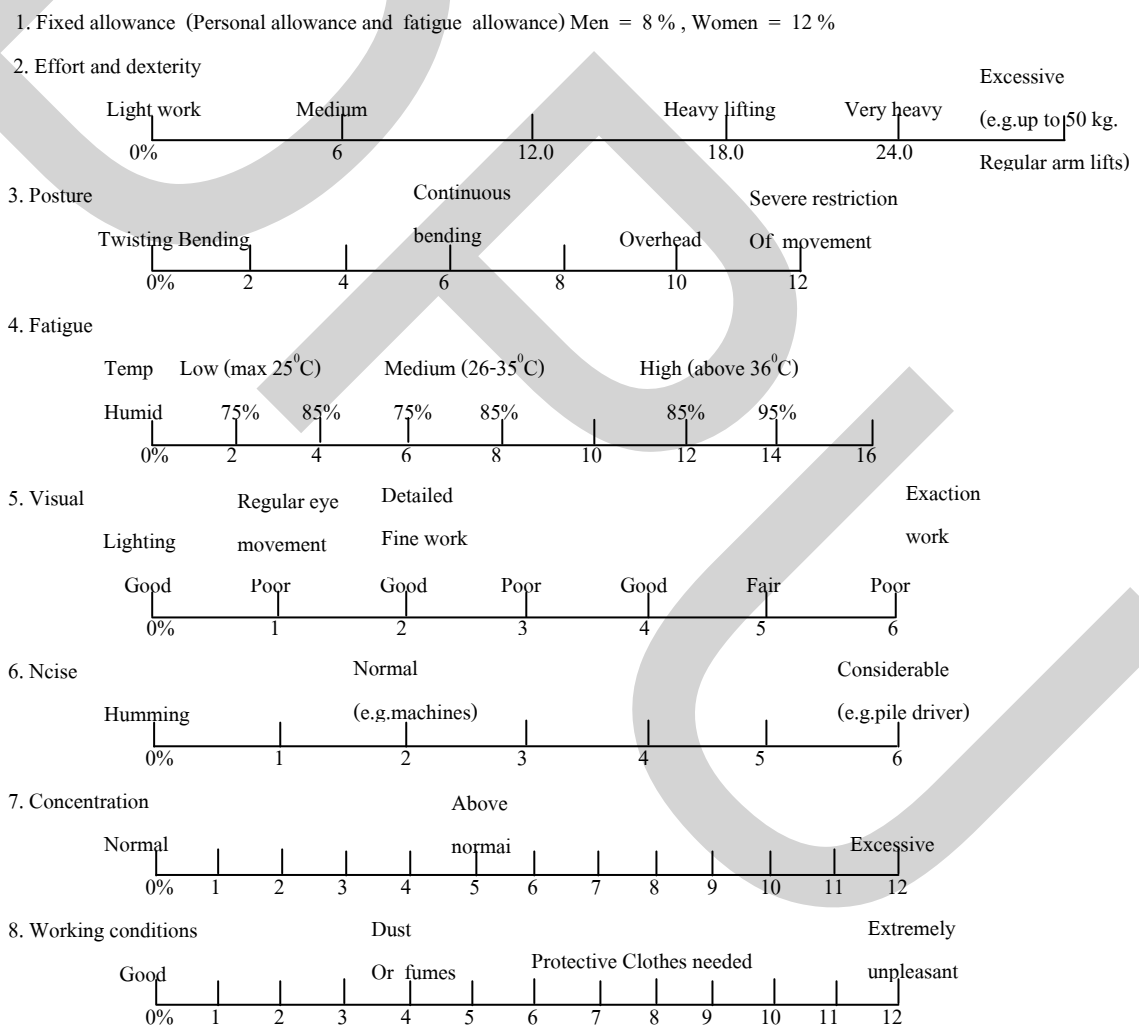
2.10.5 ค่าเผื่อเวลาสำหรับการพักผ่อนของคน (Relaxation Allowance)

ในการทำงานใดๆ ก็ตามแม้ว่าได้พยายามจัดวิธีการทำงานให้ดีที่สุดแล้วก็ตาม แต่คนงานก็ยังคงเกิดความเมื่อยล้าและความเครียดขึ้นมาได้ นอกจากนี้ยังต้องการไปทำธุรกิจส่วนตัว เช่น ไปห้องน้ำ ไปดื่มน้ำตามความจำเป็น ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มเวลาเพื่อเข้าไปในเวลางานด้วยทั้งนี้เพื่อให้คนงานมีโอกาสฟื้นตัวจากความเมื่อยล้าทางร่างกาย และความเครียดทางจิตใจ เนื่องจากสภาพการทำงานมีลักษณะที่แตกต่างกันจึงไม่มีเวลาเผื่อที่เป็นมาตรฐาน ด้วยเหตุนี้สถานประกอบการต่างๆ จึงสร้างตารางเผื่อการพักผ่อนขึ้นใช้เอง และให้เป็นที่ยอมรับของคนงานเวลาเผื่อการพักผ่อนสามารถจำแนกออกได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆ คือ เวลาเผื่อคงที่ ได้แก่ เผื่อเพื่อทำธุรกิจส่วนตัวและความเมื่อยล้าส่วนอีกประเภทคือ เวลาเผื่อแปรผัน ได้แก่ เวลาเผื่อสำหรับความเครียดและสิ่งแวดลอม เวลาเผื่อคงที่จะเผื่อเวลาสำหรับการทำธุรกิจส่วนตัวจะอยู่ระหว่าง 5 % ถึง 7 % ของเวลาพื้นฐานสำคัญ เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าขึ้นอยู่กับชนิดของงาน งานทั่วไปที่เป็นงานเบาให้ 4 % ของเวลาพื้นฐาน งานที่หนักต้องใช้เวลาพักเหนื่อยมากขึ้นตามส่วน เวลาเผื่อคงที่จำเป็นต้องเพิ่มให้กับคนงานที่ทำงานทุกคน

เวลาเผื่อแปรผัน แม้ว่าเป็นงานอย่างเดียวกันแต่ถ้ามีสภาพแวดล้อมที่ต่างกันย่อมต้องเพิ่มเวลาเผื่อที่แตกต่างกันออกไปด้วย เช่น งานเสมียนที่นั่งทำในห้องแอร์ย่อมมีความเครียดเกิดขึ้นน้อยกว่านั่งทำงานในห้องที่อากาศร้อนและเสียงดัง

ค่าเวลาเพื่อเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่คำนวณให้ถูกต้องได้ยากเนื่องด้วยเหตุผลหลายประการ ที่กล่าวมาข้างต้น โดยเฉพาะเวลาเพื่อแปรผัน ดังนั้นจึงมีการสร้างเกณฑ์การพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ เพื่อการพักผ่อนที่สามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพงานต่างๆ ได้

เกณฑ์การพิจารณาค่าเวลาเพื่อสำหรับการพักผ่อนที่นิยมใช้โดยทั่วไปนั้นจะใช้ตามหลักเกณฑ์ ที่กำหนดของ (Harris and MaCaffer 1995) พิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ของแต่ละตัวแปรย่อยการทำงานตามภาพที่ 2.3 จากนั้นนำเปอร์เซ็นต์ที่ได้ในแต่ละตัวแปรมารวมกัน ทั้งนี้รวมถึงเวลาเพื่อคงที่ ด้วยเมื่อได้เปอร์เซ็นต์รวมแล้วจึงนำไปคูณกับค่าเวลาพื้นฐาน



ภาพที่ 2.3 แสดงเวลาเพื่อการพักผ่อนของ (Harris and MaCaffer 1995)

ที่มา : Olomolaiye , and others (1998: 81)

2.10.6 เวลาเผื่อเหตุสุดวิสัย (Contingency Allowances)

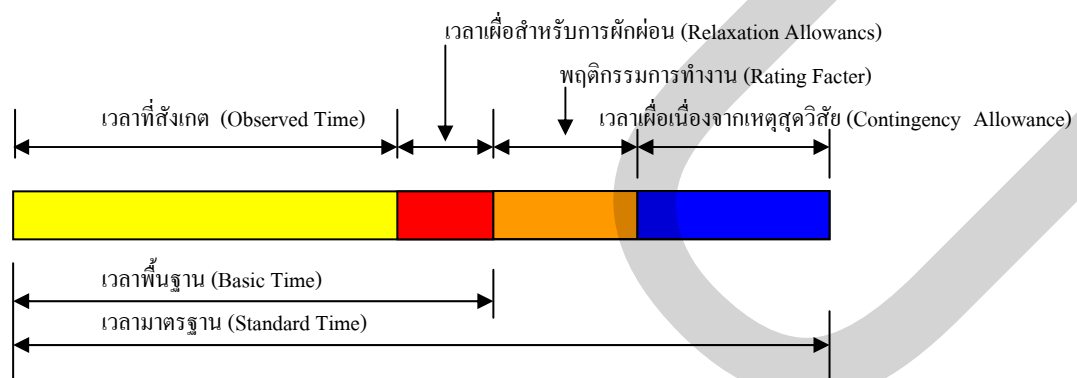
ในการทำงานอาจมีอุปสรรคที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่ามันเกิดขึ้น เช่น การปรับแก้เครื่องมือเสียลักษณะภูมิอากาศไม่ดีและอื่นๆ สามารถเผื่อเวลาได้ในรูปร้อยละต่อเวลาทั้งหมดซึ่งในแต่ละประเภทของการศึกษาอาจเผื่อค่าเวลาเกิดเหตุสุดวิสัยไม่เท่ากัน ปัจจัยที่เป็นเช่นนั้นเพราะโอกาสเกิดเหตุสุดวิสัยจะแตกต่างกันไป ซึ่งแต่ละสถานที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม แต่โดยทั่วไปมักจะกำหนดให้เผื่อไว้ประมาณร้อยละ 0 - 5 ของเวลาพื้นฐานหรืออาจถึงร้อยละ 100 ของเวลาพื้นฐาน

2.10.7 ค่าเวลามาตรฐาน (Standard Time)

การคำนวณเวลามาตรฐาน นอกจากจะหาได้จากประสบการณ์ในการวิเคราะห์แล้วยังสามารถหาได้จากการคำนวณโดยการนำค่าเวลาพื้นฐาน (Basic Time) เวลาที่ใช้ในการพักผ่อน (Relaxation Allowances) เวลาเผื่อเหตุสุดวิสัย (Contingency Allowance) มาคำนวณตามสมการที่ 2.4 โดยในการคำนวณครั้งนี้ค่าเวลามาตรฐานจะคิดต่อที่งานที่กำหนด 1 ทิม

$$\text{Standard Time} = \text{Basic Time} + \text{Relaxation Allowances} + \text{Contingency Allowance} \quad \text{สมการ 2.4}$$

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถเขียนแผนภาพของเวลามาตรฐาน (Standard Time) ได้ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงแผนภาพของเวลามาตรฐาน (Standard Time)

2.10.8 อัตราผลผลิตมาตรฐาน (Productivity Standard)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้นเมื่อทำตามลำดับขั้นตอนจะได้ค่าเวลามาตรฐานที่สามารถเชื่อถือได้ จากนั้นสามารถหาอัตราผลผลิตที่ควรจะทำได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลผลิตต่อวัน โดยทีมงานที่กำหนดซึ่งสามารถได้จากสมการที่ 2.5 ดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิตต่อวัน} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time)}} \quad \text{สมการ 2.5}$$

2.11 ทฤษฎีทางสถิติ (Statistic Theory)

การดา พุนลาภวี (2530 : 1) ศึกษาถึงการวัดอัตราผลผลิตที่เราได้ทำการศึกษายูนี้ ถือได้ว่าเป็นกระบวนการเก็บตัวอย่างทางสถิติ (Sampling Process) ข้อมูลยิ่งมากเท่าไรยิ่งทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ปัญหาจึงมีอยู่ว่าถ้าต้องการระดับความเชื่อถือได้หรือความแม่นยำที่ต้องการ ควรจะต้องจับเวลาทั้งหมดกี่ครั้งเพราะว่าในการทำงานแต่ละงานย่อยของคนงานจะใช้เวลาไม่เท่ากันทุกครั้ง ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistic Theory) ซึ่งแบบจำลองโดยทั่วไปมีการแจกแจงแบ่งออกเป็น 2 แบบได้แก่ การแจกแจงกิตนนะ (Discrete Distribution) หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าเป็นจำนวนเต็มหรือ จำนวนนับ เช่น จำนวนคน จำนวนสินค้า จำนวนตึก เป็นต้น ดังนั้นค่าของข้อมูลแบบนี้ อาจเป็น 0,1,2..... ส่วนอีกอย่างหนึ่งคือ การแจกแจงต่อเนื่อง (Continuous Distributions) หมายถึงข้อมูลที่มีค่าในช่วงที่กำหนด เช่น รายได้ น้ำหนักสินค้า ส่วนสูงของคน ความยาวของโต๊ะ ฯลฯ ดังนั้นข้อมูลที่เก็บในที่นี้เป็นแบบ การแจกแจงต่อเนื่อง (Continuous Distributions) ในส่วนของการเก็บข้อมูล ตามแหล่งที่มา สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้หรือแหล่งงานที่ใช้เป็นผู้ทำการเก็บรวบรวมเอง ซึ่งอาจจะใช้เป็นการสัมภาษณ์ ทดลอง หรือสังเกตการณ์ ส่วนข้อมูลอีกอย่างหนึ่งคือข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ไม่ได้ทำการเก็บเองแต่มีผู้อื่นหรือหน่วยงานอื่น ทำการเก็บข้อมูล ผู้ใช้เป็นผู้นำข้อมูลมาใช้เท่านั้น

จะเห็นได้ว่า สถิติได้มีความหมายมากกว่าเดิมที่เราเคยรู้จักกันว่าเป็นข้อเท็จจริงที่เป็นตัวเลข (Numerical Facts) เท่านั้น แท้จริงแล้วสถิติยังมีนิยามอีกอย่างหนึ่งคือ หมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยวิธีการหาข้อเท็จจริงให้แก่ธรรมชาติ โดยการเก็บข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาข้อมูลสรุป ทั้งนี้จะเห็นว่าเป็นกระบวนการศึกษาโดยอาศัยข้อมูลเป็นตัวผ่านและให้ข้อมูลเป็นตัวชี้สถานะให้แก่ปรากฏการณ์นั้นๆ อันถือได้ว่าวิธีการหาความรู้ใหม่นี้เป็นวิธีการที่ยอมรับ (Donventional Method)

ในศาสตร์ ทางสังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ทุกสาขาและจากกรณีตัวอย่างจะเห็นว่าภาระของนักสถิติมีอยู่ 3 ส่วน คือ

1) การออกแบบแผนแบบการเลือกเก็บข้อมูลเพื่อมาเป็นตัวอย่างของการศึกษา การออกแบบนี้มีความหมายรวมถึงการออกแบบแผนเลือกตัวอย่าง (Sampling Design) และการออกแบบแผนการทดลอง (Experimental Design)

2) การเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสม เพื่อจะใช้ตัวเลขจากการวิเคราะห์อธิบายธรรมชาติ ซึ่งนักสถิติจำเป็นจะต้องเข้าใจถึงค่าสังเกตที่วัดมาได้ รวมทั้งวัตถุประสงค์ของการศึกษา

3) การระบุงสาของความแม่นยำในการสรุปผลการศึกษา โดยเหตุที่การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งมักจะเป็นการศึกษาจากตัวอย่างโดยทั้งสิ้น นักสถิติจะต้องเป็นผู้ที่สามารถระบุถึงองศาของความแม่นยำในการสรุปผลการศึกษามีความถูกต้องน่าเชื่อถือได้เพียงใด

2.12 ขอบข่ายของงานสถิติ

2.12.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

ข้อมูลซึ่งเป็นข้อเท็จจริงตามธรรมชาติมีความสำคัญอย่างยิ่งต่องานสถิติ เนื่องจากข้อมูลที่ด่าสมัยหรือมีความเชื่อถือได้น้อย จะมีผลต่อคุณภาพของงานวิจัย ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ข้อสรุปเป็นข้อสนเทศ (Information) ที่มีความน่าเชื่อถือในระดับต่ำ ดังคำกล่าวที่ว่า “Garbage in – Garbage out” ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจเสียก่อนว่าสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หรือการตัดสินใจได้

สถิติจะเข้ามามีบทบาทกับงานด้านการรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกหน่วยของประชากรในเรื่องที่สนใจอย่างสมบูรณ์มีโอกาasเป็นไปได้น้อยมาก ดังนั้น การเก็บรวบรวมข้อมูลจึงต้องอาศัยข้อมูลส่วนหนึ่งที่ได้จากการเก็บข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ต้องการจากบางหน่วยของประชากร และข้อมูลตัวอย่างนี้จะต้องเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร วิธีการทางสถิติในการเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การสำรวจตัวอย่างเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นแล้วของหน่วยตัวอย่างที่เลือกเป็นตัวแทนของประชากร โดยอาศัยแผนแบบการเลือกตัวอย่าง (Sampling Design) อย่างมีหลักการและเหมาะสม และการเก็บรวบรวมจากการทดลอง โดยอาศัยแผนแบบการทดลอง (Experimental Design) เพื่อให้ข้อมูลที่เกิดขึ้นสามารถแสดงผลของปัจจัยบางตัวที่สนใจ ภายใต้การควบคุมปัจจัยแปรผันอื่น ๆ

2.12.2 การประมวลผลและนำเสนอข้อมูล (Data Processing and Presentation)

เมื่อได้ข้อมูลแล้ว สถิติจะมีบทบาทในการประมวลผลและนำเสนอข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ให้อยู่ในรูปแบบที่น่าสนใจ เข้าใจความหมายและอธิบายปรากฏการณ์ที่ง่ายต่อการตีความหมาย และนำติดตาม เช่น การสรุปตัวเลข การทำแผนภาพ และแผนภูมิต่าง ๆ เป็นต้น ขั้นตอนนี้นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำงาน เพราะจะเป็นการแสดงให้เห็นถึงผลงานที่ได้ทำมาอย่างชัดเจน ซึ่งวิธีการเหล่านี้อาจเรียกได้ว่าเป็นวิธีการที่อยู่ในส่วนของสถิติ-เชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

2.12.3 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นบทบาทสำคัญอย่างหนึ่งของนักสถิติ ซึ่งจะเริ่มจากการมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในวัตถุประสงค์ของการศึกษา ลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล จึงจะทำให้สามารถเลือกใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม ที่สำคัญที่สุดก็คือบทบาทของการวิเคราะห์สถิติเพื่อการอนุมาน (Inference) ซึ่งหมายถึงการที่มีข้อมูลแต่เพียงจากตัวอย่าง (Sample) และพยายามใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านั้นด้วยหลักการทางสถิติ เพื่อให้เกิดผลสรุปที่สามารถอธิบายความถึงประชากรได้ (Population) การอนุมานทางสถิติแบ่งออกเป็น 2 ภารกิจ คือ การทดสอบสมมุติฐาน ให้แก่ค่าพารามิเตอร์ของประชากร และการประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร ดังนั้น การวิเคราะห์ ข้อมูลจะต้องมีความเข้าใจในเรื่องของคุณลักษณะของค่าที่ได้จากตัวอย่างและความน่าจะเป็นของค่าเหล่านั้นเป็นเบื้องต้น

2.12.4 การตีความหมายข้อมูล (Data Interpretation)

เป็นการกิจสืบเนื่องต่อจากการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากการกำหนดค่าวัดต่าง ๆ ของสถิติและผลลัพธ์จากการวิเคราะห์จะมีลักษณะเป็นตัวเลขโดยทั้งสิ้น ดังนั้น การอธิบายให้ผู้อื่นที่มีใจนักสถิติได้เข้าใจถึงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปเป็นผลการศึกษา จึงเป็นภารกิจที่ท้าทายความสามารถของนักสถิติอย่างยิ่ง นักสถิติจะต้องสามารถอธิบายความหมายของตัวเลขโดยแบ่งสภาพให้มาสู่บทพรรณนาที่สามารถให้คนทั่วไปได้เข้าใจได้โดยต้องพยายามให้ผลสรุปสามารถตอบสิ่งกำหนดในวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ ดังนั้น นักสถิติจะต้องมีความเข้าใจในทุกกระบวนการของการศึกษาตั้งแต่วัตถุประสงค์ ข้อมูลที่เก็บมา วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ลักษณะของข้อมูล วิธีวิเคราะห์ข้อมูล นักสถิติควรจะตระหนักถึงการสรุปผลจะต้องสามารถให้ผู้ใช้วิจัยที่ไม่มีมีความรู้ด้านสถิติมากนั้นจะต้องพอเข้าใจได้ มิฉะนั้นก็จะไม่มีผู้ใดกล้านำผลงานของนักสถิติไปประยุกต์ใช้

ณรงค์ศักดิ์ เหล่าดี และไมตรี คงฤทธิ์ (2544 : 8) ได้ศึกษาถึงการเก็บข้อมูลในการทำงานจำนวนมากครั้งถือได้ว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ถ้าเวลาของการทำงาน

มีการกระจายที่มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ μ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็น σ ค่าทั้งสองนี้ได้จากการจับเวลา n' ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งได้เวลา x_i ดังนั้น

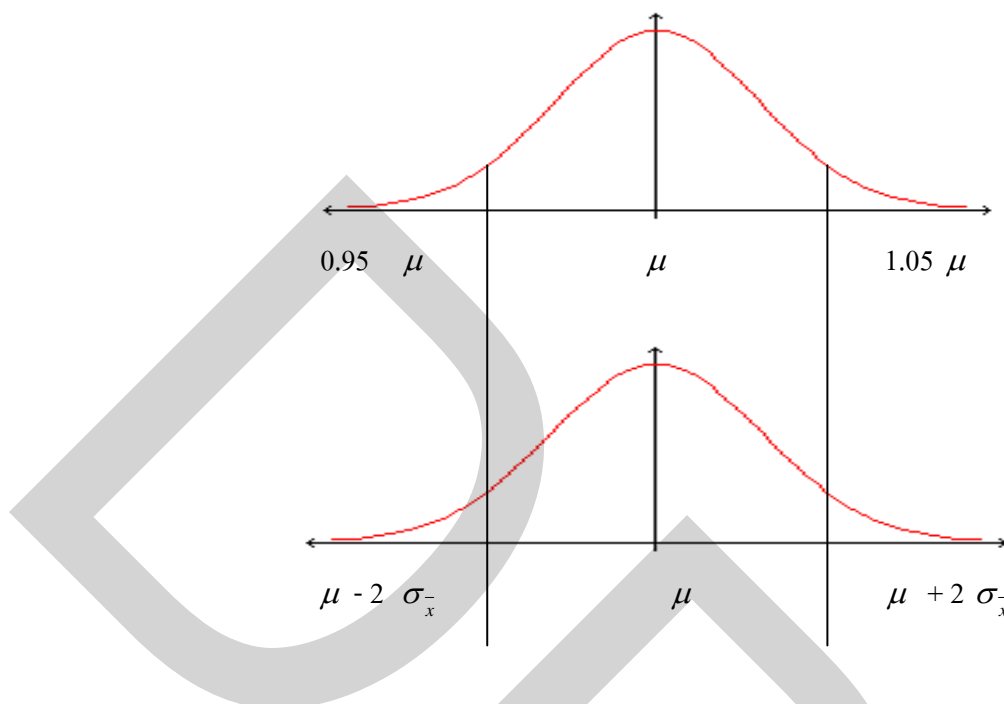
$$\mu = \sum_{i=1}^{n'} \frac{x_i}{n'} \quad \text{สมการ 2.6}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n'} (x_i - \mu)^2}{n'}} \quad \text{สมการ 2.7}$$

เนื่องจากการเก็บตัวอย่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างแทนด้วย σ_x^-

$$\sigma_x^- = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{สมการ 2.8}$$

การกำหนดขนาดตัวอย่าง ผู้ทำการศึกษาต้องกำหนดว่าต้องการระดับค่าความเชื่อถือ (Confidence Level) แ่ไหนและค่าความคลาดเคลื่อน (Limit of Error) เท่าใด ตัวอย่างเช่นต้องการระดับค่าความเชื่อถือที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 0.05 \mu$ นั่นคือ พื้นที่ใต้โค้งปกติ 95.5 % (อยู่ในช่วง $\pm 2 \sigma_x^-$) และค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง $\pm 0.05 \mu$ (ค่าต่ำสุด 0.95μ และค่าสูงสุด 1.05μ) และระดับค่าความเชื่อถือที่ 95.5 % ค่า X อยู่ระหว่าง $\mu - 2 \sigma_x^-$ กับ $\mu + 2 \sigma_x^-$



ภาพที่ 2.5 แสดงพื้นที่ใต้โค้งปกติที่ 95.5% และค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง $\pm 0.05 \mu$

ที่มา : ณรงค์ศักดิ์ เหล่าดี และไมตรี กองฤทธิ์ (2554 : 9)

เนื่องจากช่วงทั้งสองเทียบเท่ากันดังนี้

$$2 \sigma_x = 0.05 \mu$$

$$2 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0.05 \mu$$

$$n = \left(\frac{2\sigma}{0.05 \mu} \right)^2$$

ถ้าให้ k = ตัวประกอบของระดับค่าความเชื่อถือ
 S = ค่าความคลาดเคลื่อน (Limit of Error)

จะได้ $n = \left(\frac{k\sigma}{s\mu} \right)^2$

แทนค่า $n = \left[\frac{\sqrt[k]{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ สมการ 2.9

เมื่อ n' = จำนวนครั้งของการจับเวลาตัวอย่าง
 n = จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา (เพื่อให้ได้ช่วงของค่าความเชื่อถือและค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด)
 k = ตัวประกอบของระดับค่าความเชื่อถือ

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวประกอบของค่าความน่าเชื่อถือที่นิยมใช้

ระดับค่าความเชื่อถือ (%)	ค่า k
68.3	1
95.5	2
99.7	3

ที่มา : ณรงค์ศักดิ์ เหล่าดี และไมตรี กงฤทธิ์ (2544 : 10)

ตัวอย่างที่ 2.1 งานก่อสร้างบ้านหลังหนึ่ง ซึ่งมีข้อมูลดังต่อไปนี้ ต้องการทราบว่างานนี้จะต้องใช้เวลาที่ครั้งจึงจะมีค่าความน่าเชื่อถือที่ 95.5 % และมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 5\%$ โดยจะทำการทดสอบจับเวลาเป็นจำนวนทั้งหมด 20 ครั้ง ซึ่งในงานก่อสร้างดังกล่าวจะแยกได้เป็นหลายกิจกรรมงานย่อยต่างๆ แต่ในตัวอย่างนี้จะทำการทดสอบและคำนวณให้เห็นเพียง 2 กิจกรรมงานย่อยเท่านั้น

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อมูลในการจับเวลาของการทำงานก่อสร้าง

รอบที่	กิจกรรมงานย่อยที่ 1		กิจกรรมงานย่อยที่ 2	
	X	X ²	X	X ²
1	13	169	3	9
2	12	144	3	9
3	11	121	2	4
4	12	144	4	16
5	13	169	5	25
6	15	225	5	25
7	13	169	4	16
8	12	144	4	16
9	11	121	3	9
10	10	100	4	16
11	12	144	3	9
12	13	169	3	9
13	14	196	3	9
14	14	196	4	16
15	13	169	5	25
16	15	225	5	25
17	11	121	5	25
18	12	144	4	16
19	13	169	4	16
20	11	121	2	2
Σ	250	3160	75	299

หมายเหตุ หน่วยของเวลาเป็น 0.01 นาที

$$\text{แทนค่าในสูตรที่ 2.9} \quad n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$\text{กิจกรรมงานย่อยที่ 1} \quad n_1 = \left[\frac{2}{0.05 \sqrt{(20)(3160) - (250)^2}} (250) \right]^2$$

$$= 17 < 20 \text{ รอบ}$$

$$\text{กิจกรรมงานย่อยที่ 2} \quad n_2 = \left[\frac{2}{0.05 \sqrt{(20)(299) - (75)^2}} (75) \right]^2$$

$$= 100 > 20 \text{ รอบ}$$

กรณีที่ 1 n น้อยกว่าหรือเท่ากับ n'

จากการคำนวณของกิจกรรมงานย่อยที่ 1 จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา (n_1) เพื่อให้ได้ช่วงของค่าความเชื่อถือที่ 95.5% และค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 5\%$ จะมีค่าเท่ากับ 17 รอบ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าจำนวนครั้งที่ทดสอบจับเวลา (n) แสดงว่าจำนวนข้อมูลที่เก็บมานั้นเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

กรณีที่ 2 n มากกว่า n'

จากการคำนวณของกิจกรรมงานย่อยที่ 2 จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา (n_2) เพื่อให้ได้ช่วงของค่าความเชื่อถือที่ 95.5% และค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 5\%$ จะมีค่าเท่ากับ 100 รอบ ซึ่งมีค่ามากกว่าจำนวนครั้งที่ทดสอบจับเวลา (n) แสดงว่าจำนวนข้อมูลที่เก็บมานั้นมีค่าไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม โดยที่จำนวนข้อมูลที่ต้องเก็บเพิ่มมีค่าเท่ากับ $n - n'$, $100 - 20 = 80$ ข้อมูล และเมื่อทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจนได้ (n) เท่ากับ 100 ข้อมูลแล้วก็จะทำการตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งหนึ่งว่าได้ช่วงของค่าความเชื่อถือที่ 95.5% และค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 5\%$ หรือไม่ ซึ่งถ้าตรวจสอบแล้วยังไม่ได้ช่วงของค่าความเชื่อถือที่ 95.5% และค่าความคลาดเคลื่อนไม่

เกิน $\pm 5\%$ (n มากกว่า n') ให้ทำการตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง โดยครั้งนี้ให้ใช้ค่าความเชื่อถือได้ต่ำที่สุด 90% และค่าความคลาดเคลื่อนได้ต่ำที่สุดไม่เกิน $\pm 10\%$ ซึ่งถ้าตรวจสอบแล้วค่า n ยังคงมากกว่า n' แสดงว่าข้อมูลที่เก็บมามีค่าความคลาดเคลื่อนมากเกินไปไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งาน

2.13 วิธีการสังเคราะห์เวลาและการหาค่าอัตราผลผลิต

วิธีการสังเคราะห์เวลาและการหาค่าอัตราผลผลิตตามทฤษฎีของการสังเคราะห์เวลานั้นสามารถนำมาเขียนให้เป็นตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการของการสังเคราะห์เวลาในการหาค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) ได้ตามลำดับและขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดลำดับขั้นตอนของการทำงาน โดยการใช้เทคนิคโครงสร้างรายงาน (Work Breakdown Structure : WBS) แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยออกมาวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนของการทำงาน
2. จัดทำตัวแปรที่ใช้ในสมการสังเคราะห์เวลาของงานย่อยต่างๆ
3. นำผลจากการจับเวลาของวงรอบเวลา (Cycle Time) การทำงานของแต่ละกิจกรรมงานย่อยจำนวนไม่น้อยกว่า 30 ครั้ง จะได้ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ย (Basic Time) ของกิจกรรมงานย่อยต่างๆ
4. ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยที่ 95.5% (Confidence for Mean) และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 0.05 \mu$ ของการทำงานว่ามีจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เพียงพอ
5. หาค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย โดยที่ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วยงานย่อยจะเท่ากับผลของค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ย (Basic Time) ต่อหนึ่งหน่วยงานที่ผ่านการตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือและค่าความคลาดเคลื่อนมากเท่ากับกลุ่มคนงานจากนั้นนำมาหารด้วยปริมาณงานที่ทำได้
6. นำค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วยงานมาเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของแต่ละงานย่อย โดยที่สมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานย่อยจะเท่ากับค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วยงานย่อยนำมาคูณกับตัวแปรที่ใช้ในสมการสังเคราะห์เวลาของงานย่อยที่สร้างขึ้น
7. รวมสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน โดยค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวมของงานจะเท่ากับผลรวมของสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของแต่ละงานย่อย
8. หาค่าเวลามาตรฐานของงานก่อสร้าง (Standard Time) โดยเวลามาตรฐานของงานก่อสร้างจะเท่ากับค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวมของงานมาบวกกับค่าเวลาเพื่อการพักผ่อนและบวกกับค่าเวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย
9. หาอัตราผลผลิตต่อวันจะเท่ากับเวลาการทำงานต่อวันหารด้วยเวลามาตรฐาน (Standard Time) จะได้หน่วยเป็นตารางเมตรต่อวัน

2.14 โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss)

โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) เป็นระบบโครงหลังคาเหล็กกึ่งสำเร็จรูป เป็นระบบการก่อสร้างและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กสมัยใหม่สำหรับสร้างบ้านในปัจจุบัน ซึ่งเป็นที่ยอมรับในประเทศสหรัฐอเมริกา มานานแล้วปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมและการยอมรับจากโครงการบ้านจัดสรร รวมถึงบริษัทรับเหมาสร้างบ้านชั้นนำในประเทศไทย ด้วยจุดเด่นทางด้านวิศวกรรมที่ให้ความแข็งแรงและความทนทานต่อการเกิดสนิม อีกทั้งรองรับการออกแบบได้หลากหลายรูปแบบ ถูกต้องตามหลักสถาปัตยกรรม เหมาะสำหรับโครงการบ้านจัดสรร และบ้านสร้างเอง ที่ต้องการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) ทุกหลังถูกออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างทางวิศวกรรม โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการยอมรับจากประเทศสหรัฐอเมริกา จึงมีความถูกต้องแม่นยำในทุกๆ ด้านที่เป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการก่อสร้าง ประกอบไปด้วย การออกแบบจุดรับแรงที่เกิดขึ้นจริงได้หลายจุด ซึ่งแม่นยำกว่าโปรแกรมออกแบบโครงหลังคาทั่วไปที่จะประมาณจุดรับแรงเพียงจุดเดียว สามารถวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงถักจากการกำหนดน้ำหนักที่ให้ตกลงบนหลังคาได้หลายตำแหน่งบนโครงถัก ใช้หลักการ “Optimized Design” ที่คำนวณการใช้ปริมาณเหล็กอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความแข็งแรง



ภาพที่ 2.6 โครงหลังคา (Smart Truss)

โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) ผลิตจากเหล็กกล้าแรงดึงสูง G550 ซึ่งมีค่า (Yield strength) ไม่ต่ำกว่า 5500kg/cm² และมีการเคลือบผิวด้วยสารผสม ซึ่งทนทานต่อการเกิดสนิม และยังช่วยป้องกันการกัดกร่อนบริเวณรอยตัด (Smart Truss) มีจุดเด่นสำคัญ ดังนี้

- 1) ลดขั้นตอนการทำงาน (ไม่ต้องทาสี ไม่ต้องตัดเหล็กและเชื่อมไฟฟ้าที่หน้างานก่อสร้าง)
- 2) ลดมลภาวะ, ลดอุบัติเหตุ (ไฟฟ้าดูด ไฟฟ้าช็อต)
- 3) สามารถควบคุมคุณภาพของวัสดุได้อย่างแน่นอน
- 4) ความแข็งแรงของโครงสร้างจากการออกแบบตามมาตรฐาน (International Building 2000)
- 5) มีวัสดุเคลือบ ทนทานต่อการเกิดสนิม
- 6) ออกแบบโครงหลังคาได้หลากหลายรูปแบบ และทันสมัย
- 7) ลดจำนวนคานหลังคา ทำให้ลดต้นทุนด้านโครงสร้าง และสามารถตกแต่งพื้นที่ที่ใช้สอยภายในห้องได้มากขึ้น
- 8) มีน้ำหนักเบา ติดตั้งได้ง่าย ลดระยะเวลาในการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) ผลิตขึ้นด้วยการนำเหล็กชนิดรับแรงดึงสูง ซึ่งสามารถรับแรงได้มากกว่า 20 เท่าของเหล็กรูปพรรณในท้องตลาดปัจจุบัน โดยเหล็กดังกล่าวได้ผ่านกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง ในการรีดแผ่นเหล็กตามขนาดความหนาที่กำหนด และการป้องกันสนิมจากโรงงานผลิตที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตเหล็ก โดยมีการตรวจสอบมาตรฐานและคุณภาพเหล็กทุกๆ ชิ้นก่อนส่งมอบมาผลิตเป็นโครงหลังคา จึงมั่นใจได้ว่าโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) มีคุณภาพ ตรงตามขนาดและมาตรฐานจากการออกแบบด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย



ภาพที่ 2.7 แสดงระบบการเชื่อมยึดด้วยนอตสกรูของโครงหลังคา (Smart Truss)

การก่อสร้างบ้านในปัจจุบันนี้ ลักษณะหรือรูปแบบบ้านที่มีการมุงหลังคาบ้านนั้นเกือบ 100% จะเลือกเหล็กรูปพรรณเป็นวัสดุ สำหรับก่อสร้างเป็นโครงหลังคา โดยเหตุผลก็คือ น้ำหนักเบา ราคาขอมเยา ก่อสร้างและติดตั้งได้รวดเร็ว ซึ่งความนิยมนำเหล็กมาก่อสร้างเป็นโครงหลังคาแทนที่ “ไม้” ได้รับความนิยมนมากกว่า 20 ปีแล้ว จากเหตุผลดังกล่าวแต่เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากเหล็กก็คือ “สนิม” และคุณภาพหรือมาตรฐานของเหล็กรูปพรรณที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ซึ่งความขัดแย้งระหว่างเจ้าของบ้านและผู้รับเหมาหรือผู้รับสร้างบ้านได้แก่ ขนาดความหนา และน้ำหนักเหล็กไม่เต็ม การใช้สีป้องกันสนิมที่ไม่มีคุณภาพ ขั้นตอนการทาสีป้องกันสนิมไม่ดีพอ และขั้นตอนการประกอบและติดตั้ง โครงหลังคาเหล็กไม่ได้มาตรฐาน โดยเหตุผลดังกล่าวนับเป็นปัญหาทั้งเจ้าของบ้านและผู้รับสร้างบ้านมาตลอด



ภาพที่ 2.8 แสดงถึงลักษณะของโครงหลังคา (Smart Truss)

โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) คือ ระบบการก่อสร้างและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กสมัยใหม่ สำหรับการสร้างบ้านในปัจจุบันโดยเฉพาะสามารถช่วยให้ทั้งเจ้าของบ้านและผู้รับสร้างบ้าน ไม่ต้องพบปัญหาอีกต่อไปโดยจุดเด่นคือ น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย และรวดเร็ว ประหยัดเงิน ป้องกันสนิมแน่นอน และที่สำคัญคือ มีความปลอดภัยระหว่างก่อสร้างและช่วยรักษาสິงแวดล้อม เนื่องด้วยการติดตั้งหรือก่อสร้างเป็นระบบยึดด้วยน๊อตและสกรู โดยไม่ต้องเชื่อมด้วยไฟฟ้าเหมือนโครงหลังคาเหล็กแบบเดิม

2.15 หลังคากระเบื้องคอนกรีต (CPAC Monier)

งานหลังคาสำหรับกระเบื้องคอนกรีต หมายถึง งานหลังคาที่มุงด้วยกระเบื้องคอนกรีตบนโครงหลังคาเหล็ก โดยครอบคลุมเฉพาะกระเบื้องคอนกรีตเคลือบสี ประเภทที่มีรางลิ้นรับน้ำ ด้านข้างกระเบื้อง (Interlocking Tile) เป็นผลิตภัณฑ์ตราสินค้า ซีแพคโมเนีย ของบริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด หลักการทั่วไปในการมุงกระเบื้องและครอบหลังคา ตลอดจนการติดตั้ง

อุปกรณ์หลังคาต่างๆ ให้ติดตั้งตามมาตรฐานและกรรมวิธีของผู้ผลิตเท่านั้นเพื่อความเป็นมาตรฐาน และอายุการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ



ภาพที่ 2.9 ลักษณะของหลังคาที่มุงด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย

2.15.1 แปรรูปกระเบื้องหลังคา

แปรรูปกระเบื้องหลังคา หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้แปซิแพคโมเนีย ขนาดความหนา 0.55 มม. ของบริษัทกระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด ซึ่งเป็นแปเหล็กเคลือบสังกะสีสำเร็จรูป ใช้สำหรับหลังคาที่มีมุมนอกไม่เกิน 45 องศาโดยวางจันทันห่างกันไม่เกิน 1.00 ม.

2.15.2 การติดตั้งแป

การติดตั้งแปให้ยึดแปติดกับจันทันเหล็กด้วยตะปูเกลียวยึดแปของบริษัทกระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด โดยดำเนินการติดตั้งตามกรรมวิธีของผู้ผลิต

2.15.3 การจัดระยะห่างของแป

การจัดระยะห่างของแปต้องจัดระยะแปให้ถูกต้องตามข้อกำหนดการใช้กระเบื้องของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยจัดระยะแปเป็นดังนี้ แถวแรกบริเวณเชิงชาย ให้ห่างจากขอบนอกไม้บัวเชิงชายถึงหลังแป 34.5 ซม. แถวคู่บนสุดบริเวณสันหลังคา ให้ห่างระหว่างกัน 8 ซม. แถวอื่น ๆ ที่เหลือ ให้จัดระยะแปที่ 32 – 34 ซม.

2.15.4 งานมุงหลังคา

ก่อนจะเริ่มงานมุงหลังคาให้ผู้รับจ้างต้องขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของงานโครงหลังคาและงานติดตั้งแป ซึ่งให้ดำเนินการเป็นสองขั้นตอน ดังนี้ การขออนุมัติเพื่อตรวจงานโครงหลังคา ให้ดำเนินภายหลังติดตั้งวางโครงหลังคาเหล็กตลอดจนติดตั้งไม้เชิงชาย ไม้ป้านลมต่างๆ แล้วเสร็จ และ การขออนุมัติเพื่อติดตั้งแปให้ผู้รับจ้าง

ดำเนินการจัดทำแบบ (As-built) โครงหลังคาพร้อมจัดระยะแป เพื่อขออนุมัติติดตั้งแปตามระยะที่นำเสนอ

2.15.5 การติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน

การติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนให้ใช้แผ่นสะท้อนความร้อนซีแพคโมเนีย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด โดยให้ผู้รับจ้างปูแผ่นสะท้อนความร้อนไว้ได้แปตามมาตรฐานการติดตั้งและกรรมวิธีของผู้ผลิต

2.15.6 การมุงกระเบื้อง

การมุงกระเบื้องต้องมุงสลับแผ่นให้ได้แนวตรงสวยงาม ภายหลังกการมุงหลังคาเสร็จแล้วให้ผู้รับจ้างทำการเปลี่ยนกระเบื้องใหม่ในกรณีที่กระเบื้องหลังคาที่มุงไว้บิ่นแตกร้าว หรือเลอะสีตลอดจนสิ่งสกปรกต่างๆออกให้หมดทุกแผ่นก่อนขออนุมัติส่งงานหลังคา

2.15.7 การยึดกระเบื้อง

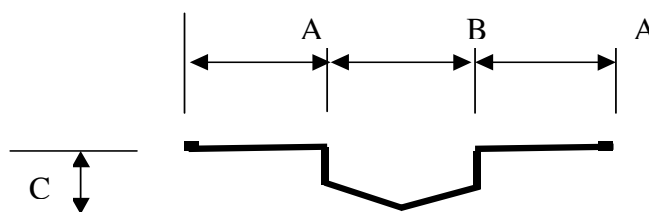
การยึดกระเบื้องหากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ทำการยึดกระเบื้องด้วยตะปูเกลียวยึดกระเบื้องทุกแผ่น พร้อมยึดบริเวณชายกระเบื้องแถวแรกตลอดแนวเชิงชายทุกแผ่นให้ติดกับไม้เชิงชายด้วยขอยึดเชิงชาย โดยอุปกรณ์ยึดกระเบื้องทุกประเภทให้ใช้ผลิตภัณฑ์ตราสินค้าเดียวกับกระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต

2.15.8 การติดตั้งครอบหลังคา

การติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและตะเข้สันให้ติดตั้งครอบหลังคาระบบแห้งด้วยการใช้ชุดอุปกรณ์ยึดครอบแบบ (Dry Tech System) ผลิตภัณฑ์ของบริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด ซึ่งเป็นการยึดครอบเชิงกล โดยการใช้ตะปูเกลียวยึดครอบหลังคาติดกับชุดเหล็กรองรับครอบ และติดตั้งแผ่นรองครอบ (Ridge Flashing) ชนิดที่ระบายอากาศได้คลุมกระเบื้องตลอดแนวสันหลังคาและตะเข้สันก่อนติดตั้งครอบหลังคา

2.15.9 วัสดุที่ใช้ทำรางน้ำตะเข้

วัสดุที่ใช้ทำรางน้ำตะเข้ให้ใช้เป็นแผ่นเหล็กไร้สนิม (Stainless Sheet) ขนาดไม่บางกว่า 0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 28) พับขึ้นรูปตามที่กำหนดโดยให้พับปีกทั้งสองข้างกว้างข้างละ 1 ซม. ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แผ่นเหล็กไร้สนิมที่ใช้ทำรางน้ำตะเข้

ตารางที่ 2.4 ขนาดของแผ่นเหล็ก ไร้สนิมที่ใช้ทำรางน้ำตะเข้

ขนาดรางน้ำตะเข้ (ซม.)			ความยาวรางน้ำตะเข้สูงสุด (ต่อด้าน)
ปีกราง (A)	ร่องราง (B)	ความลึก (C)	
12	12	3	ไม่เกิน 6 เมตร
15	15	3	ไม่เกิน 10 เมตร
20	20	5	ไม่เกิน 15 เมตร
25	20	10	ไม่เกิน 20 เมตร

2.15.10 การติดตั้งรางน้ำตะเข้

การติดตั้งรางน้ำตะเข้ให้สอดคล้องได้แก่แผ่นกระเบื้อง การต่อระหว่างท่อนรางน้ำตะเข้ให้วางท่อนบนทับท่อนล่าง ซ้อนไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร ไม่ต้องบัดกรี พร้อมยึดรั้งรางน้ำตะเข้ที่บริเวณปลายขอบปีกรางทั้งสองข้างด้วยตะปูเกลียวให้ติดกับโครงสร้างหลังคาให้แน่น ห้ามตอก หรือเจาะรูบริเวณร่องรางน้ำตะเข้ หรือกระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดอันเป็นเหตุให้รางน้ำตะเข้เกิดการรั่วซึมโดยเด็ดขาด

2.15.11 การต่อรางน้ำตะเข้

ในกรณีที่มีการต่อรางน้ำตะเข้ในลักษณะเหมือนขากางเกง เช่น บริเวณรางน้ำตะเข้ของ (Dormer) เป็นต้น ให้ตัดรางน้ำตะเข้ ทั้งสองขาในลักษณะเข้ามุม 45 องศา แล้วปิดทับรอยต่อดังกล่าวตลอดแนวด้วยแผ่นปิดหัวรางน้ำตะเข้โดยไม่ต้องบัดกรีรอยต่อ สำหรับแผ่นปิดหัวรางน้ำตะเข้ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกระเบื้องหลังคาซี แพล จำกัด

2.15.12 การตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนีย

การตัดแผ่นกระเบื้องในส่วนที่จำเป็นต้องตัด เช่น กระเบื้องบริเวณตะเข้สัน , ตะเข้ราง เป็นต้น ให้ตัดกระเบื้องด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์อย่างประณีต พร้อมยึดเศษกระเบื้องให้แน่นไม่ไหลหลุดออกมาด้วยกาว (Epoxy)

2.15.13 การติดตั้งระบบครอบผนัง

ในบริเวณแนวรอยต่อระหว่างกระเบื้องกับผนังก่ออิฐฉาบปูน เช่น บริเวณที่หลังคารอบล่างบรรจบกับผนัง เป็นต้น หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งระบบครอบผนังของบริษัทกระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด ปิดคลุมตลอดแนวรอยต่อดังกล่าว โดยที่ บริเวณแนวรอยต่อด้านหัวกระเบื้องชนกับผนังให้ใช้ ครอบโค้งผนัง ปิดคลุม บริเวณแนวรอยต่อด้านข้างกระเบื้องชนกับผนังให้ใช้ ครอบข้างผนัง ปิดคลุมและให้ติดตั้งตามมาตรฐานและกรรมวิธีของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

2.15.14 การติดตั้งแผ่นปิดรอยต่อ (Flashing)

ในบริเวณรอยระหว่างกระเบื้องและกรอบ ถ้ามีลักษณะดังต่อไปนี้หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งแผ่นปิดรอยต่อ (Flashing) โดยใช้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด เพื่อป้องกัน รั่ว บริเวณรอยต่อนั้นๆ ด้วย ลักษณะของรอยต่อดังกล่าวประกอบด้วย ปั้นลมชนตะเข้สัน, ปั้นลมชนสัน หลังคา, ปั้นลมชนกรอบผนัง ปีก ค.ส.ล. , ปั้นลมชนเชิงชาย, สันหลังคาชนหัวตะเข้ราง, สันหลังคาชน กรอบผนัง ปีก ค.ส.ล. , ตะเข้สันชนกรอบผนัง ปีก ค.ส.ล. ตลอดจนลักษณะของรอยต่อจุดอื่นๆตาม มาตรฐานการมุงกระเบื้องหลังคาของผู้ผลิต หรือจุดที่สถาปนิกเห็นสมควรต้องติดตั้งแผ่นปิดรอยต่อ (Flashing) เพื่อการป้องกันรั่ว ในส่วนของแผ่นปิดรอยต่อที่ปิดคลุมกระเบื้องและกรอบ หากภายหลังติดตั้ง แล้วเสร็จสามารถมองเห็นได้ให้ใช้สีทาปูนได้ครอบสีเดียวกับกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา ทาทับแผ่นปิด รอยต่อให้ดูกลมกลืนกับสันหลังคา สำหรับสีทา ปูได้ครอบให้ใช้ผลิตภัณฑ์ตราสินค้าเดียวกับกระเบื้อง มุงหลังคาคอนกรีต

2.15.15 การติดตั้งแผ่นรองกันรั่วได้แป (Roof Sarking)

การติดตั้งแผ่นรองกันรั่วได้แป ถ้ามีลักษณะหลังคาดังต่อไปนี้หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ ติดตั้งสังกะสีแผ่นเรียบเบอร์ 30 กรอบหลังจันทัน โดยมีแปซีแพคโมเนียกดทับอยู่เพื่อป้องกันการรั่วซึมใน กรณีที่น้ำฝนรั่วซึมผ่านกระเบื้องมุงหลังคาลงมาได้ และระบายออกที่เชิงชาย ลักษณะหลังคาดังกล่าว ประกอบด้วย กรณีที่มีการระบายน้ำจากตะเข้รางของหลังคาครอบบนลงมาสู่หลังคาครอบล่าง ตลอดจนลักษณะ หลังคาอื่นๆ ตามมาตรฐานการมุงกระเบื้องหลังคาของผู้ผลิต หรือจุดที่สถาปนิกเห็นสมควรต้องติดตั้งแผ่น รองกันรั่วได้แปเพื่อการป้องกันการรั่ว การติดตั้งแผ่นรองกันรั่วได้แป ให้ปูแผ่นสังกะสีไว้บนหลังจันทัน และมีแปซีแพคโมเนียกดทับ โดยปูไปในทิศทางขนานกับแนวแป ให้สังกะสีแผ่นบนซ้อนทับแผ่นล่าง 20 ซม. ในกรณีที่มีการต่อระหว่างแผ่นให้พับตะเข้บซ้อนทับกัน 10 ซม. โดยไม่ต้องบัดกรีเชื่อมติดกัน การปูแผ่น สังกะสีต้องครอบคลุมพื้นที่ ที่มีปัญหาน้ำตกจากหลังคาบนกระแทกทั้งหมด และต้องปูยาวต่อเนื่องจนถึงเชิง ชาย ระวังไม่ให้แผ่นสังกะสีที่ติดตั้งแล้วเกิดทะลุเป็นรู โดยเด็ดขาด แผ่นสังกะสีที่อยู่บริเวณเชิงชาย ให้ยกพาด ไม้บัวเชิงชาย คัดคลุมหน้าไม้บัวเชิงชาย 1 ซม. และต้องไม่ทำให้เกิดเป็นแอ่งขังน้ำขึ้น

2.15.16 การปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก)

ให้ใช้แผ่นปิดเชิงชายพลาสติกปิดที่ด้านในไม้บัวเชิงชายใต้ท้องกระเบื้อง เพื่อปิดช่องว่าง ระหว่างลอนกระเบื้องกับขอบด้านบนของไม้บัวเชิงชายตลอดแนวเชิงชาย โดยใช้แผ่นปิดเชิงชายตรา สินค้าเดียวกับกระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต และต้องเลือกใช้แผ่นปิดเชิงชายให้เข้ากับรูปลอนของ กระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีตด้วยวัสดุกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา และครอบหลังคาประเภทต่างๆ เป็น ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวประกอบด้วยกระเบื้องมุง หลังคา ครอบกระเบื้อง และระบบครอบผนัง โดยรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดและประเภทของอุปกรณ์หลังคาจำแนกตามชนิดกระเบื้อง

อุปกรณ์หลังคา ที่ระบุใช้	รายละเอียด
1. แปซิแพคโมเนีย ขนาดความหนา 0.55 มม. พร้อมตะปูเกลียว ยึดแป	<ul style="list-style-type: none"> - แปซิแพคโมเนีย เป็นแปเหล็กชุบสังกะสีกันสนิมที่ผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสีที่ได้ มอก.50-2538 โดยเคลือบสังกะสีเทียบเท่าเกรด Z220 ขนาด 65 x 30 มม. หนา 0.55 มม. - ตะปูเกลียวยึดแป(Self-Drilling Batten Screw) เป็นตะปูเหล็กชุบสังกะสีกันสนิม ปลายส่วนสามารถเจาะเหล็กหนาไม่เกิน 3.2 มม. ได้โดยไม่ต้องเจาะรูนำ
2. แผ่นสะท้อนความร้อน รุ่น Housing Grade	-มีอลูมิเนียมพอยต์ 2 หน้า มีโครงสร้างทั้งหมด 6 ชั้น ผสมสารป้องกันการลามไฟ มีเส้นใยแก้ว 3 ทางช่วยเสริมความแข็งแรง และใช้ Polyethylene เป็นกาวเชื่อมประสาน โดยมีความหนาแน่น 170 กรัม/ตร.ม.
3. ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 2.25 นิ้ว	- ตะปูเหล็กชุบสังกะสีกันสนิม ขนาดเบอร์ 8 ยาว 2.25 นิ้ว
4. ขอยึดเชิงชาย	- ทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีกันสนิม มีตะปูในตัว ใช้เกาะยึดปลายกระเบื้องและตอกยึดติดกับไม้บัวเชิงชาย
5. ขอยึดกระเบื้อง	- ทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีกันสนิม ใช้ร่วมกับตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง
6. ชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ครอบแบบ Dry Tech System	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการติดตั้งครอบบริเวณสันหลังคาและตะเข้สัน หนึ่งชุดประกอบด้วย - แผ่นรองใต้ครอบ เป็นแผ่นใยสังเคราะห์กันน้ำเสริมตะแกรงอลูมิเนียมเพื่อให้สามารถดัดเข้ากับรูปลอนกระเบื้อง แนวกลางเป็นแถบระบายอากาศ มีแถบกาว Butyl Glueตลอดความยาวทั้ง 2 ด้านใช้ในการยึดเกาะ - เหล็กรับครอบ เป็นเหล็ก C-Line เคลือบสังกะสีกันสนิม ใช้เจาะตะปูเกลียวยึดครอบ - ขายึดเหล็ก ทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีกันสนิม ใช้ยึดเหล็กรับครอบติดกับโครงสร้างหลังคา - ตะปูเกลียวยึดแป ใช้ยึดขายึดเหล็กติดกับโครงหลังคา และยึดเหล็กรับครอบเข้ากับขายึดเหล็ก - ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 2.5 นิ้ว ปลายส่วน ใช้ยึดครอบติดกับเหล็กรับครอบ

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

อุปกรณ์หลังคา ที่ระบุใช้	รายละเอียด
7. ระบบครอบผนัง	<p>- ใช้ปิดแนวรอยต่อบริเวณที่พื้นหลังคาบรรจบกับผนัง หนึ่งชุดประกอบด้วย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครอบผนัง ประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> - ครอบโค้งผนัง ใช้ปิดคลุมรอยต่อบริเวณด้านหัวกระเบื้องชนผนัง - ครอบข้างผนัง ใช้ปิดคลุมรอยต่อบริเวณด้านข้างกระเบื้องชนผนัง 2. ชุดอุปกรณ์ยึดครอบผนัง ประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> - แผ่นปิดกันรั่ว ใช้ปิดกันรั่ว คุณสมบัติเหมือนแผ่นปิดรอยต่อ แต่หน้ากว้างเพียง 14 ซม. และยาว 5 ม. - ซิลิโคนซีแพคโมเนีย ใช้ยาแนวช่องว่างระหว่างผนังกับเหล็กทรงครอบผนัง เป็น ซิลิโคนประเภท Siliconized Acrylic Sealant - เหล็กทรงครอบผนัง ทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีกันสนิม ใช้เป็นตัวรองรับครอบผนังและปะกับให้แผ่นปิดกันรั่วติดแนบกับผนัง - ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 2.5 นิ้ว ปลายสว่าน ใช้ยึดครอบผนังติดกับเหล็กทรงครอบผนัง - พุกพลาสติกสำเร็จรูป เป็นพุกพลาสติกที่มีตะปูในตัว ใช้ตอกยึดเหล็กทรงครอบผนังให้ติดกับผนัง
8. แผ่นปิดรอยต่อ	<p>- ใช้ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องกับครอบ ทำจากแผ่นพลาสติกสังเคราะห์ ประเภท PIB (Polyisobuthylene) ยึดโครงแผ่นด้วยตะแกรงอลูมิเนียม พร้อมแฉกาว Butyl Glue ตลอดแนวทั้งสองด้าน ไม้ดัดซึมน้ำ ขนาด 28 ซม. X 40 ซม.</p>
9. แผ่นปิดหัวรางน้ำ ตะเข้	<p>- ใช้ปิดรอยต่อระหว่างบริเวณหัวรางน้ำตะเข้แทนการบัดกรี คุณสมบัติเหมือนแผ่นปิดรอยต่อ แต่หน้ากว้างเพียง 14 ซม. X 60 ซม.</p>
10. แผ่นปิดเชิงชาย	<p>- ใช้ปิดด้านในไม้บัวเชิงชายใต้ท้องกระเบื้อง แทนการทำไม้คว้านลอน ทำจากแผ่นพลาสติก PVC (Poly Vinyl Chloride)</p>
12. สีทาปูนใต้ครอบ	<p>- ทาแต่งขอบกระเบื้องตะเข้ราง ทาบนแผ่นปิดรอยต่อ เป็นสีประเภท Acrylic Water Base</p>

สำหรับกระเบื้องซีแพคโมเนีย ถ้าหลังคาของอาคารที่ก่อสร้างอยู่ในเงื่อนไขต่อไปนี้ ให้ถือว่าผู้รับจ้างต้องใช้ขอยึดกระเบื้องร่วมกับตะปูเกลียวยึดกระเบื้องในการยึดกระเบื้องทุกแผ่นด้วย กล่าวคือ หลังคาที่คลุมอาคารที่สูงเกิน 3 ชั้นขึ้นไป หลังคาของอาคารที่ตั้งอยู่ริม หรือ ใกล้ปากอ่าว

แม่น้ำ ชายทะเล ทะเลสาบ ในรัศมีห่างจากฝั่งไม่เกิน 500 เมตรตลอดจนอาคารในเงื่อนไขอื่น ๆ ที่สถาปนิกพิจารณาแล้ว เห็นสมควรที่ต้องมีการระบุใช้ กรณีที่ไม่ได้ใช้เปซีแพคโมเนีย ขนาดความหนา 0.55 มม. ให้เลือกใช้ขนาดตะปูเกลียวยึดกระเบื้องให้เหมาะสมกับแป โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดังนี้

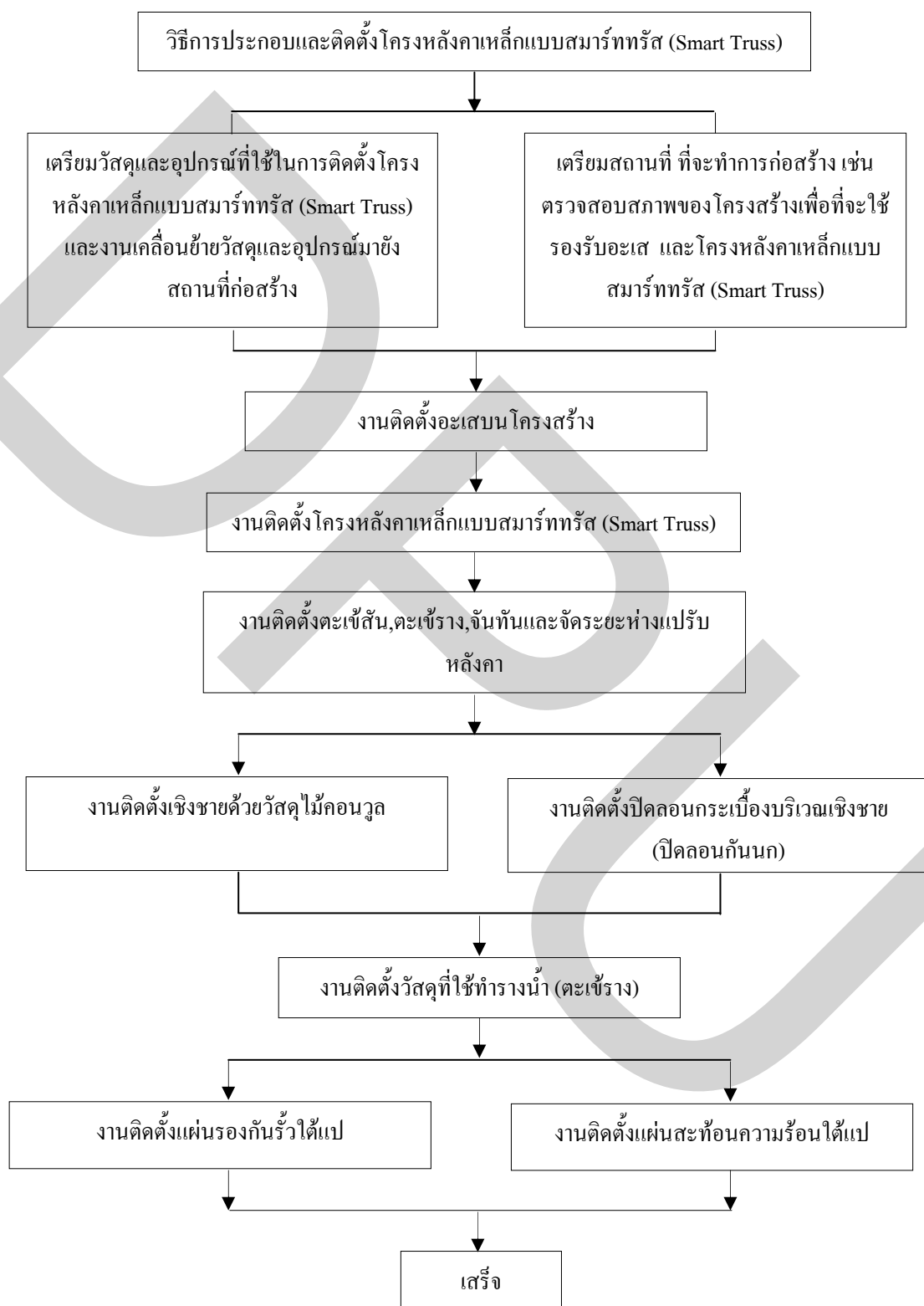
ตารางที่ 2.6 แสดงประเภทและขนาดของแป

ประเภทของแป	ขนาดและประเภท ตะปูเกลียวยึดกระเบื้องซีแพคโมเนีย
1. เปซีแพคโมเนีย ขนาดความหนา 0.70 มม.	ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 2.5 นิ้ว - ปลายสว่าน
2. แปเหล็กกลอง หรือ แปรูปตัวซี / รูปตัวยู หนาไม่เกิน 3.2 มม.	ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 2.5 นิ้ว - ปลายสว่าน
3. แปเหล็กฉาก 30 มม. หนาไม่เกิน 3.2 มม.	ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 4.0 นิ้ว - ปลายสว่าน
4. แปเหล็กฉาก 40 มม. หนาไม่เกิน 3.2 มม.	ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 4.0 นิ้ว - ปลายสว่าน
5. แปเหล็กฉาก 50 มม. หนาไม่เกิน 3.2 มม.	ไม่สามารถใช้อุปกรณ์ยึด ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันได้

2.16 เทคนิคการก่อสร้าง (Construction Techniques)

ในการที่จะเริ่มทำการก่อสร้างใดๆ จะต้องมีการวางแผนและตรวจสอบเตรียมความพร้อมในงานก่อสร้างนั้นๆ เสียก่อน เช่น การจัดเตรียมพื้นที่ ที่จะทำการก่อสร้าง การวางแผน การจัดเตรียมงาน การเตรียมความพร้อมของวัสดุและอุปกรณ์ ผู้ควบคุมงาน ช่าง และคนงาน ที่จะทำการก่อสร้างจะต้องมีประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญเฉพาะในแต่ละสายงานนั้นๆ เสียก่อน

จากผังแสดงโครงสร้างรายงานกิจกรรมย่อย (WBS) โดยจะแบ่งแยกงานออกเป็น 2 ส่วน คือ งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททราส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดและเทคนิคในการก่อสร้างได้ดังนี้



ภาพที่ 2.11 แสดงผังการไหล (Flow Diagram) ของวิธีการประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss)

2.16.1 งานประกอบโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss)

งานประกอบโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) เป็นโครงหลังคาเหล็กแบบกึ่งสำเร็จรูป เป็นระบบยึดด้วยนอตและสกรู โดยการผลิตด้วยเหล็กชนิดรับแรงดึงสูงรีดแผ่นเหล็กตามขนาดและความหนาที่กำหนดโดยทำการผลิตเป็นชิ้นๆ ตามความยาวและขนาดที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ จากนั้นทำการประกอบเป็นโครงหลังคาสำเร็จรูปตามชนิดและลักษณะหลังคาต่างๆ กรณีศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้เลือกโครงการที่จะทำการศึกษา 3 โครงการ คือ โครงการพฤษภรณ์ดา, โครงการชัยพฤกษ์บางใหญ่ และ โครงการมันทนา ของ บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน ซึ่งทางบริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน ได้ทำการสั่งประกอบโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) สำเร็จรูปจาก บริษัท ซีแพคโมเนีย จำกัด ตามสเป็คและข้อตกลงในรายการประกอบแบบก่อสร้างระหว่างบริษัทฯ ในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่มีขั้นตอนในการประกอบโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) จะทำการศึกษาเฉพาะการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) เป็นแบบโครงหลังคาสำเร็จรูปบนโครงสร้างเท่านั้น

2.16.2 งานติดตั้งอะเสบนโครงสร้าง

ในการติดตั้งอะเสจะต้องทำการตรวจสอบสภาพของโครงสร้างเสียก่อนว่า ได้มาตรฐานที่จะสามารถรองรับน้ำหนักของการติดตั้งอะเสและโครงหลังคาหรือไม่ โดยทำการตรวจสอบอายุของการบ่มคอนกรีตเสาและคาน ตำแหน่งของแผ่นเพรทบนหัวเสาว่ามีการวางตำแหน่งที่ถูกต้องไม่มีการเอียงศูนย์หรือบิดเบี้ยวไม่ตรงกับตำแหน่งของหัวเสา การเชื่อมและยึดติดกับหัวเสาได้มาตรฐานตรงกับในรายการประกอบแบบ เมื่อทำการตรวจสอบสภาพของโครงสร้างเป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น จึงจะสามารถทำการติดตั้งอะเสบนโครงสร้างได้

ขั้นตอนในการจัดเตรียมอุปกรณ์และการติดตั้งอะเสบนโครงสร้างซึ่งจะจำแนกได้ดังนี้

1) การเตรียมเหล็กตัวซี เพื่อใช้ทำเป็นอะเสตามขนาดที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบก่อสร้างในโครงการที่ทำการศึกษานี้ได้กำหนดขนาดเหล็กตัวซีไว้ดังนี้ ขนาด 75 x 45 x 15 x 2.3 มม. , 100 x 50 x 20 x 2.3 มม. , 125 x 50 x 20 x 2.3 มม. , 150 x 50 x 20 x 3.2 มม. , 150 x 65 x 20 x 3.2 มม. , 200 x 75 x 20 x 3.2 มม.

2) การเคลื่อนย้ายและลำเรียงเหล็กตัวซี (อะเส) มายังสถานที่ก่อสร้างในแนวราบโดยใช้คนยกเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายในแนวตั้งและการประกอบติดตั้งอะเสบนโครงสร้าง

3) การวัดขนาดความยาวและตัดเหล็กตัวซี (อะเส) ตามความยาวที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบในแต่ละด้านโดยใช้เครื่องตัดไฟฟ้า ตัดเป็นท่อนๆ ตามจำนวนของอะเสที่จะทำการติดตั้งบนโครงสร้าง

4) การทำความสะอาดเหล็กตัวซี (อะเส) การทำความสะอาดผิวที่จะทาสี ก่อนจะทาสีบนพื้นผิวใดๆ ต้องทำความสะอาดและขัดผิวโลหะให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือขัด เช่น จานคาร์บอนดัมหรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม จากนั้นให้ขัดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทรายเพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดด้วยลวดเป็นระยะเวลานานเพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้ ทำให้เหล็กขาดคุณสมบัติในการรับแรง ไม่ได้ตามที่มาตรฐานกำหนดไว้

5) การทาสีรองพื้นด้วยชนิด (Rustoleum) ในการทาสีรองพื้นนั้นจะต้องทำให้ทั่วตลอดความยาวของเหล็กตัวซี (อะเส) ทั้งภายนอกและภายใน โดยจะทำการทาสีๆ 2 ครั้งและทาสีด้วยสีจริงอีกครั้งเพื่อความหนาของสีป้องกันสนิมนั้นติดคงทนนานสามารถป้องกันสนิมที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อมีอายุการใช้งานนานๆ

6) การเคลื่อนย้ายอะเสในแนวตั้งไปวางบนโครงสร้างตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ จะทำการเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยกขึ้นเพื่อที่จะทำการประกอบอะเสบนโครงสร้างกับแผ่นเพรทหัวเสาที่ทำการติดตั้งไว้ก่อนหน้าแล้ว โดยจะทำการยึดติดด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในแต่ละตำแหน่งจนครบทุกตำแหน่งบนโครงสร้าง

7) การทาสีป้องกันสนิมซ้ำตามแนวรอยที่เชื่อมด้วยไฟฟ้าหรือตามรอยอื่นๆ ที่เกิดจากการเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้ายหรือระหว่างการติดตั้งสำหรับรอยเชื่อมและผิวเหล็กที่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากการเชื่อมต้องเตรียมผิวสำหรับสีใหม่เช่นเดียวกับผิวทั่วไปตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้น ก่อนที่จะทำการทาสีบนผิวที่ทาสีไว้ก่อนให้ขจัดสีที่ร่อนหลุดออกให้หมด และต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนที่ถูกน้ำมันและไขมันต่างๆ แล้วปล่อยให้แห้งสนิทก่อนจะทาสีทับซ้ำตามรอยเชื่อมและรอยถลอกต่างๆภายหลังเก็บสีรองพื้นแล้วเสร็จให้ทาสีจริงอีก 2 ครั้งด้วยสี (Emulsion) ของ ICI หรือเทียบเท่า



ภาพที่ 2.12 แสดงการติดตั้งอะเส

2.16.3 งานติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss)

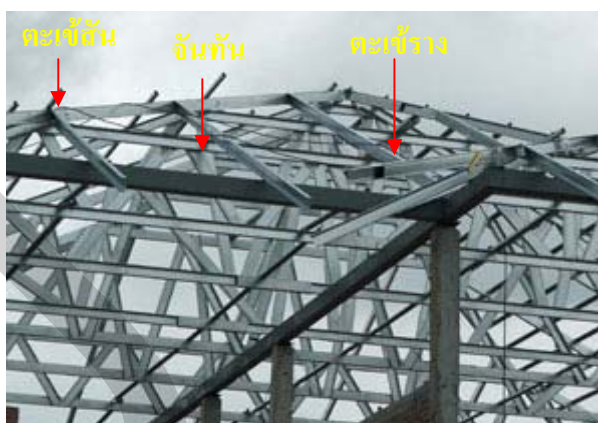
การเคลื่อนย้ายโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) ในแนวตั้งโดยใช้คนยกขึ้นจากสถานที่ก่อสร้างเพื่อที่จะทำการติดตั้ง โดยทำการยกโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) ไปวางบนอะเสที่ติดตั้งไว้ แล้วทำการวัดหาตำแหน่งเพื่อที่จะเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้าทำการติดตั้งและประกอบยึดด้วยน็อตและสกรู ชั้นน็อตและสกรูเข้าด้วยกันระหว่างโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) กับอะเสโดยมีแผ่นเพรทเป็นตัวเชื่อมต่อเข้าด้วยกันตามระยะและตำแหน่งที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบแต่มีระยะความห่างไม่เกิน 1.00 เมตร ในตัวแรกและตัวถัดไป ทำการติดตั้งตามขั้นตอนแรกจนครบทุกตัว



ภาพที่ 2.13 แสดงการติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss)

2.16.4 การประกอบและติดตั้งตะเข้สัน, ตะเข้ราง, และจันทัน

การประกอบและติดตั้ง ตะเข้สัน, ตะเข้ราง, และจันทัน โดยจะทำวัดด้วยตลับเมตรและตัดเหล็กตัวซีด้วยเครื่องตัดไฟฟ้า ซึ่งเป็นเหล็กเคลือบสังกะสีสำเร็จรูปใช้สำหรับงานหลังคาชนิดเดียวกับโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททริส (Smart Truss) ตามขนาดความยาวที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ จากนั้นทำการลำเรียงตะเข้สัน, ตะเข้ราง, และจันทัน ขึ้นสู่ด้านบนโครงหลังคาโดยตำแหน่งการวางของจันทันให้วางห่างกันระยะไม่เกิน 1 เมตร ทำการเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้าแล้วติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูจนครบทุกตำแหน่งที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ และในส่วนของตะเข้รางให้วางห่างกันระยะไม่เกิน 10 เซนติเมตรจนครบทุกตำแหน่ง



ภาพที่ 2.14 แสดงการติดตั้งตะเข้เส้น, ตะเข้ราง, และจันทัน

2.16.5 การติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคา

การติดตั้งแปรับกระเบื้องหลังคา โดยมีขนาด 65 x 30 x 0.55 มม. ซึ่งเป็นแปเหล็กเคลือบสังกะสีสำเร็จรูปใช้สำหรับหลังคาที่มีมุมไม่เกิน 45 องศา โดยการวางจันทันเหล็กสำเร็จรูปห่างกันไม่เกิน 1.00 เมตร การติดตั้งแปให้ยึดแปติดกับจันทันเหล็กสำเร็จรูปด้วยตะปูเกลียวเหล็กชุบสังกะสีกันสนิมปลายสว่านเจาะเหล็กหนาไม่เกิน 3.2 มม. ใช้สำหรับยึดแป การจัดระยะห่างของแปต้องจัดระยะแปให้ถูกต้องตามข้อกำหนดโดยจะทำการจัดระยะห่างของแปดังนี้ แถวแรกบริเวณเชิงชายให้ห่างจากขอบนอก ไม้บัวเชิงชายถึงหลังแป 34.5 ซม. แถวบนสุดบริเวณสันหลังคาให้ห่างระหว่างกัน 8 ซม. และแถวอื่นๆ ที่เหลือให้จัดระยะแปที่ความห่าง 32 - 34 ซม. เมื่อทำการติดตั้งและจัดระยะห่างแปเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้นก็จะถึงขั้นตอนของการติดตั้งเชิงชายต่อไป



ภาพที่ 2.15 แสดงการติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคา

2.16.6 การติดตั้งเชิงชาย (ด้วยไม้เชิงชายคอนวูล)

การติดตั้งไม้เชิงชาย ไม้เชิงชายเป็นส่วนประกอบหลักอย่างหนึ่งของหลังคาบ้านทำหน้าที่ปิดฝ้าชายคาและยึดแนวของปลายจันทันไว้ด้วยกันเพื่อไม่ให้เกิดการบิดโก่งในปัจจุบันนิยมใช้ไม้เนื้อแข็งขนาด 1 x 8 นิ้ว และ 1 x 6 นิ้ว มาทำเป็นเชิงชาย โดยนำมาติดตั้งซ้อนทับเข้าด้วยกันกับปลายจันทันเพื่อให้เกิดความแข็งแรงเพียงพอ และเพิ่มความสวยงามให้กับตัวบ้าน ไม้เชิงชายคอนวูลมี 2 ลักษณะคือ ไม้เชิงชายคอนวูล หน้า 6 นิ้ว ยาว 3.05 ม. หน้า 17 มม. ลายเส้นไม้ , ไม้เชิงชายคอนวูล หน้า 8 นิ้ว ยาว 3.05 ม. หน้า 17 มม. ลายเส้นไม้

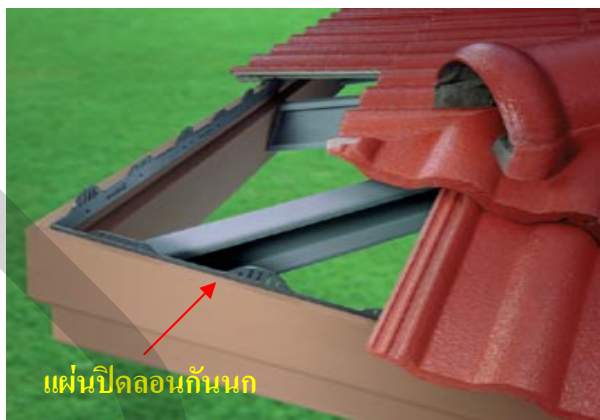
วิธีการติดตั้ง ทำการตรวจสอบโครงหลังคาก่อนทำการติดตั้งให้เรียบร้อย นำไม้เชิงชายคอนวูลหน้า 8 นิ้ว ที่ตัดไม้ขนาดตามต้องการมาติดตั้งโดยใช้สว่านเจาะเข้ากับโครงจันทันใช้ตะปูเกลียวยึดไม้เชิงชายคอนวูลติดกับโครงจันทันให้แน่น โดยยึดแบบฝังหัวตะปูเกลียวนำไม้เชิงชายคอนวูลหน้า 6 นิ้ว มาซ้อนทับกันตามแบบที่ต้องการแล้วยึดติดโดยใช้ตะปูเกลียวเริ่มติดตั้งแผ่นต่อไปโดยนำไม้เชิงชายคอนวูล ที่ได้รับการตัดเรียบร้อยแล้วมาติดตั้งตามวิธีการข้างต้นปิดรอยหัวตะปูด้วยอะครีลิก ซีแลนค์ หรือ โพลียูรีเทน แล้วจัดเรียบเสมอกับแผ่นดาดฟ้าด้วยสีน้ำหรือสีอะครีลิกทั่วไปเพื่อความสวยงาม



ภาพที่ 2.16 แสดงการติดตั้งเชิงชาย (ด้วยไม้เชิงชายคอนวูล)

2.16.7 การติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณด้านในของไม้เชิงชาย (ปิดลอนกันนก)

การติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) ใช้ปิดด้านในไม้บัวเชิงชายใต้ท้องกระเบื้องซีแพคโมเนียทำจากแผ่นพลาสติก PVC (Poly Vinyl Chloride) แทนการใช้ไม้คว้านเป็นลอน ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตสกรูด้านในของไม้เชิงชายตามแนวระดับของกระเบื้องซีแพคโมเนียทำการ ติดตั้งตลอดแนวเชิงชาย



ภาพที่ 2.17 แสดงการติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณด้านในของไม้เชิงชาย (แผ่นปิดลอนกันนํก)

2.16.8 การติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง)

โดยการใช้แผ่นเหล็กแบบไร้สนิม (Stainless Sheet) ขนาดไม่บางกว่า 0.03 มิลลิเมตร พับขึ้นรูปดังภาพที่ 2.1 การติดตั้งรางน้ำตะเข้ให้สอดใต้แผ่นกระเบื้อง การต่อระหว่างท่อนรางน้ำ ตะเข้ให้วางท่อนบนทับท่อนล่าง ซ้อนไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร ไม่ต้องบัดกรี พร้อมยึดรางน้ำ ตะเข้ที่บริเวณปลายขอบปีกรางทั้งสองข้างด้วยตะปูเกลียวให้ติดกับ โครงสร้างหลังคาให้แน่น ห้าม ตอกหรือเจาะรูบริเวณร่องรางน้ำตะเข้ หรือกระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดอันเป็นเหตุให้รางน้ำตะเข้ เกิดการรั่วซึมโดยเด็ดขาด ในกรณีที่มีการต่อรางน้ำตะเข้ในลักษณะเหมือนขาทางเกว เช่น บริเวณ รางน้ำตะเข้ของ (Dormer) เป็นต้น ให้ตัดรางน้ำตะเข้ทั้งสองขาในลักษณะเข้ามุม 45 องศา แล้วปิด ทับรอยต่อดังกล่าวตลอดแนวด้วยแผ่นปิดหัวรางน้ำตะเข้โดยไม่ต้องบัดกรีรอยต่อ



ภาพที่ 2.18 แสดงการติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง)

2.16.9 การติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนใต้แป

โดยการใช้แผ่นสะท้อนความร้อนซีแพคโมเนีย โดยทำการปูแผ่นสะท้อนความร้อนไว้ใต้แปแล้วทำการยึดด้วยลวดผูกติดตามตำแหน่งของระยะห่างแปโดยจะมีแนวแปกดทับอยู่ จากนั้นจึงทำการติดตั้งแผ่นรองกันรั่วใต้แปอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันน้ำซึมรั่วผ่านมาทางใต้แป



ภาพที่ 2.19 แสดงการติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนใต้แป

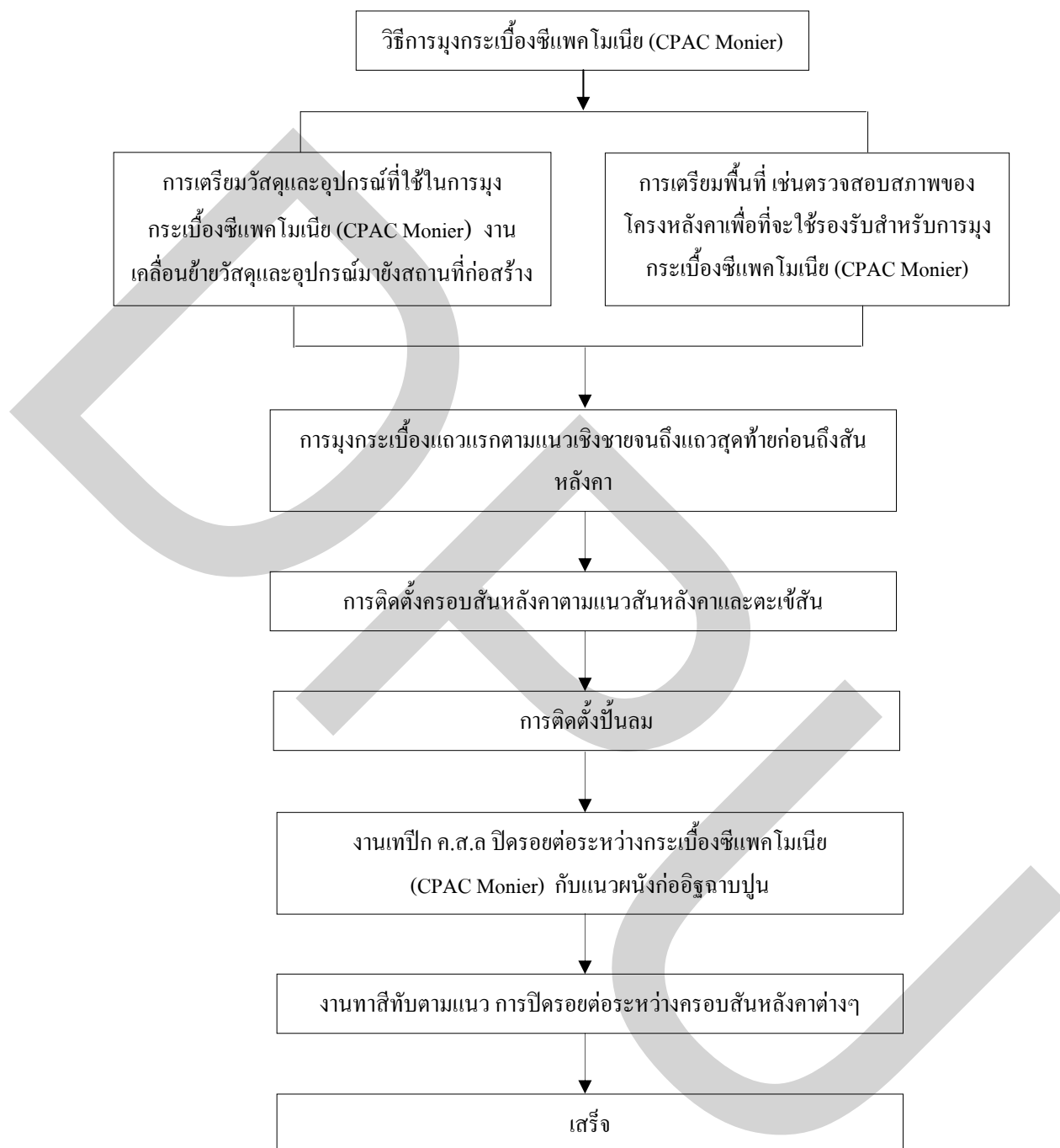
2.16.10 การติดตั้งแผ่นรองกันรั่วใต้แป

การติดตั้งแผ่นรองกันรั่วใต้แป (Roof Sarking) โดยทำการติดตั้งสังกะสีแผ่นเรียบเบอร์ 30 กรอบหลังจันทัน โดยมีแปซีแพคโมเนียกดทับอยู่เพื่อป้องกันการรั่วซึมในกรณีที่น้ำฝนรั่วซึมผ่านกระเบื้องมุงหลังคาลงมาได้ และระบายออกที่เชิงชาย กรณีที่มีการระบายน้ำจากตะเข้รางของหลังคาครอบบนลงมาสู่หลังคาครอบล่าง ตลอดจนลักษณะหลังคาอื่นๆ ตามมาตรฐานการมุงกระเบื้องหลังคา ควรที่จะต้องติดตั้งแผ่นรองกันรั่วใต้แปเพื่อป้องกันการรั่ว การติดตั้งแผ่นรองกันรั่วใต้แป ให้ปูแผ่นสังกะสีไว้บนหลังจันทัน และมีแปซีแพคโมเนียกดทับ โดยปูไปในทิศทางขนานกับแนวแป ให้สังกะสีแผ่นบนซ้อนทับแผ่นล่าง 20 ซม. ในกรณีที่มีการต่อระหว่างแผ่นให้ทับตะเข็บซ้อนทับกัน 10 ซม. โดยไม่ต้องบัดกรีเชื่อมติดกัน การปูแผ่นสังกะสีต้องครอบคลุมพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำตกจากหลังคาบนกระแทกทั้งหมด และต้องปูยาวต่อเนื่องจนถึงเชิงชาย ระวังไม่ให้แผ่นสังกะสีที่ติดตั้งแล้วเกิดทะลุเป็นรูโดยเด็ดขาด แผ่นสังกะสีที่อยู่บริเวณเชิงชาย ให้ยกพาดไม้บัวเชิงชาย คัดคลุมหน้าไม้บัวเชิงชาย 1 ซม. และต้องไม่ทำให้เกิดเป็นแอ่งขังน้ำขึ้น



ภาพที่ 2.20 แสดงการติดตั้งแผ่นรองกันรั่วได้เป

แสดงผังการทำงานและลำดับขั้นตอนกระบวนการ ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค
โมเนียซึ่งจะแสดงไว้ใน (Flow Diagram) ของการทำงานได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.21 แสดงผังการไหล (Flow Diagram) ของวิธีการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย

2.16.11 การตรวจสอบความเรียบร้อยของโครงหลังคาและการขนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนีย

ก่อนที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนีย จะต้องมีการตรวจสอบความเรียบร้อยของงานโครงหลังคาและงานติดตั้งเปจากวิศวกรเสียก่อนที่จะเริ่มทำการมุงหลังคา โดยทำการตรวจสอบระหว่าง

ของแปลว่าได้มาตรฐานตรงกับรายการประกอบแบบหรือไม่ ตลอดจนการติดตั้งไม้เชิงชาย ไม้ป็นลมต่างๆ เมื่อผ่านการตรวจสอบจากวิศวกรแล้วนั้น จึงทำการลำเรียงกระเบื้องซีแพค โมเนียจากกองที่จัดเก็บ กระเบื้องซีแพค โมเนีย ที่อยู่ในบริเวณสถานที่ก่อสร้างโดยทำการลำเรียงกระเบื้องซีแพค โมเนียด้วยเครื่อง ลำเรียงแบบสายพานส่งในแนวตั้ง โดยจะใช้คนงานในการลำเรียงกระเบื้องซีแพค โมเนียทั้งด้านล่างและ ด้านบนโครงหลังคาจำนวน 10 คน โดยด้านล่างนั้นจะใช้คนงาน จำนวน 3 คนในการขนย้ายกระเบื้องซี แพค โมเนียจากกองที่จัดเก็บ จะทำการส่งแผ่นกระเบื้องครั้งละ 2 แผ่นส่งต่อกันมาในแนวราบเพื่อมาวาง ในเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่ง ในระบบเครื่องลำเรียงนั้นจะแบ่งเป็นช่วงความห่างช่วงละ 50 เซนติเมตรจะส่งกระเบื้องในแต่ละช่วงครั้งละ 2 แผ่น ตลอดแนวสายพานส่ง จากนั้นคนงานที่รอรับอยู่ ด้านบนโครงหลังคาจำนวน 7 คน จะทำการรับกระเบื้องซีแพค โมเนียจากเครื่องลำเรียง ส่งต่อกันไปเป็น ทอดๆ ในแนวราบบนโครงหลังคาเพื่อนำมาวางไว้บนแปตามจุดที่จะทำการมุงกระเบื้อง

2.16.12 การมุงกระเบื้องซีแพค โมเนีย

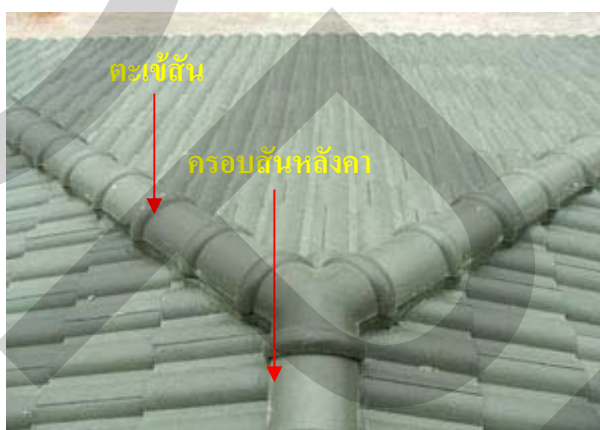
ทำการตรวจสอบและวิธีการมุงกระเบื้องในรายการประกอบแบบอย่างละเอียด จากนั้นทำ การมุงกระเบื้องซีแพค โมเนีย ในแถวแรกจะต้องมุงสลับบนให้ได้แนวตรงสวยงาม โดยจะเริ่มมุง กระเบื้องจากแถวล่างตามแนวเชิงชายทำการยึดด้วยตะปูเกลียวยึดขนาดเบอร์ 8 ยาว 2.25 นิ้ว โดยจะยึด กระเบื้องทุกแผ่น พร้อมยึดบริเวณชายกระเบื้องแถวแรกตลอดแนวเชิงชายทุกแผ่น ให้ติดกับไม้เชิงชาย และแนวด้านข้างป็นลมจนแล้วเสร็จในหนึ่งแถว ทำการมุงในแถวที่ 2 ต่อไป ตามขั้นตอนแรกจนครบ ทุกแถว ตลอดแนวถึงแนวคอบสันหลังคา ส่วนในแนวตะเข้รางจะต้องทำการวัดด้วยตลับเมตรและตัด กระเบื้องซีแพค โมเนีย ด้วยเครื่องตัดมอเตอร์ไฟเบอร์เพื่อเว้นร่องรางน้ำสำหรับตะเข้ราง



ภาพที่ 2.22 แสดงการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย

2.16.13 การติดตั้งครอบสันหลังคาและติดตั้งตะเข้สัน

ในการติดตั้งครอบบริเวณสันหลังคาและตะเข้สัน หนึ่งชุดประกอบด้วยแผ่นรองใต้ครอบ เป็นแผ่นใยสังเคราะห์กันน้ำเสริมตะแกรงอลูมิเนียมเพื่อให้สามารถค้ำเข้ากับรูปลอนกระเบื้อง แนวกลางเป็นแถบระบายอากาศ มีแถบกาว (Butyl Glue) ตลอดความยาวทั้ง 2 ด้าน เพื่อใช้ในการยึดเกาะเหล็กรับครอบ เป็นเหล็ก (C-Line) เคลือบสังกะสีกันสนิม ใช้เจาะตะปูเกลียวยึดครอบขาคัดเหล็ก ทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีกันสนิม ใช้ยึดเหล็กรับครอบติดกับโครงสร้างหลังคาตะปูเกลียวยึดแป ใช้ยึดขาคัดเหล็กติดกับโครงหลังคา และยึดเหล็กรับครอบเข้ากับขาคัดเหล็กตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 2.5 นิ้ว ปลายสว่าน ใช้ยึดครอบติดกับเหล็กรับครอบสันหลังคา



ภาพที่ 2.23 แสดงการติดตั้งครอบสันหลังคาและติดตั้งตะเข้สัน

2.16.14 การติดตั้งปั้นลมชนตะเข้สันและปั้นลมชนสันหลังคาโดยจะทำการติดตั้งตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) จัดกระเบื้องแถวบนสุดที่สันหลังคาให้ชิดกันมากที่สุด และตัดปลายไม้ปั้นลมและไม้บัวปั้นลมให้สูงจากหลังกระเบื้อง 3 เซนติเมตร
- 2) สอดแผ่นปิดรอยต่อซีแพคโมเนียไว้หลังไม้ปั้นลมประมาณ 5 เซนติเมตรนำครอบสันโค้งแผ่นสุดท้ายมาชนแนวปั้นลม
- 3) ขาขอบอีกด้านหนึ่งของแผ่นปิดรอยต่อซีแพคโมเนียขึ้นคลุมปลายครอบสันโค้งและรัดให้แนบกับครอบสันโค้ง
- 4) รีดแผ่นปิดรอยต่อซีแพคโมเนียส่วนล่างให้แนบกับลอนกระเบื้องจากนั้นจึงทำการติดตั้งครอบข้างบนปั้นลมโดยการใช้ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 2.5 นิ้ว ปลายสว่าน ใช้ยึดครอบติดกับเหล็กรับครอบสันหลังคา

2.16.15 การติดตั้งปั้นลมชนปีก ค.ส.ล.และปั้นลมเชิงชายโดยจะทำการติดตั้งตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ทำการจัดกระเบื้องในแนวปั้นลมให้เป็นลอนยก
- 2) ถอดหรือขยับกระเบื้องแผ่นบนในแนวเชิงชายออกก่อนเพื่อวางแผ่นปิดรอยต่อซีแพคโมเนียคลุมหัวกระเบื้องแผ่นล่าง
- 3) ริดแผ่นปิดรอยต่อซีแพคโมเนียให้แนบกับลอนกระเบื้องและมุมที่ไม้ทั้ง 2 แนวชนกัน พับขอบของแผ่นปิดรอยต่อซีแพคโมเนียขึ้นเล็กน้อยเพื่อค้ำน้ำย่อน
- 4) มุงกระเบื้องที่แนวเชิงชายกลับตำแหน่งเดิมจากนั้นจึงติดตั้งกรอบข้างตามแนวปั้นลมโดยการใช้ตะปูเกลียวยึดกระเบื้อง 2.5 นิ้ว ปลายสว่านใช้ยึดกับกรอบแนวปั้นลม



ภาพที่ 2.24 แสดงการติดตั้งปั้นลม

2.16.16 งานเทพีค ค.ส.ล. ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน

โดยส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายตามโครงการบ้านจัดสรรเพื่อลดปัญหาการรั่วซึมคือจะมีขนาดกว้างไม่เกิน 25 x 8 เซนติเมตร ความยาวนั้นขึ้นอยู่กับความยาวของผนัง หล่อเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กโดยมีขั้นตอนของการทำงานดังนี้

- 1) ทำการวัดและตัดเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ตามความยาวที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเพื่อใช้เป็นเหล็กตะแกรงตัดด้วยครีมนตัดเหล็ก
- 2) ทำการตัดลวดผูกเหล็กด้วยครีมนตัดลวดความยาว 7-10 เซนติเมตร เพื่อเตรียมไว้สำหรับผูกเหล็ก
- 3) ทำการวางเหล็กให้มีลักษณะเป็นช่องๆ คล้ายตะแกรงตามระยะห่างที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบแล้วใช้ครีมคิงและมัดจนแน่นครบทุกจุด

4) ทำการวัดและตัดไม้เพื่อใช้ประกอบเป็นไม้แบบเตรียมการเทคอนกรีต ขนาดของไม้แบบนั้นจะกว้างไม่เกิน 30 x 10 เซนติเมตรความยาวนั้นขึ้นอยู่กับความยาวของผนังจากนั้นวางเหล็กตะแกรงบนไม้แบบพร้อมที่จะรอกการเทคอนกรีต

5) งานผสมปูนเพื่อที่จะทำการหล่อคอนกรีตใช้อัตราส่วนผสมคอนกรีตคือ 1:3:5 โดยการใส่ทราย หิน และปูนซีเมนต์ ขนให้เข้ากันในกระบะผสมจากนั้นเติมน้ำให้เหลวสามารถเทลงในแบบหล่อคอนกรีตได้

6) งานเทคอนกรีตลงในไม้แบบ จะทำการเทคอนกรีตให้เต็มจนทั่วไม้แบบแล้วเกลี่ยให้เสมอกับระดับของไม้แบบรอกจนคอนกรีตแห้งแล้วจึงทำการแกะไม้แบบออก

7) งานผสมปูนฉาบใช้อัตราส่วนผสมคอนกรีตคือ 1:2:4 การผสมปูนฉาบจะต้องใช้น้ำสะอาดผสมปูนจะผสมปูนด้วยการใช้จอบหรือฟัวขนจนเนื้อปูนเป็นเนื้อเดียวกันไม่เป็นเม็ดการผสมปูนฉาบในแต่ละครั้งควรกะให้หมดภายในครึ่งชั่วโมง ถึงหนึ่งชั่วโมงครึ่งและส่วนผสมที่ใช้ไม่หมดก็ควรทิ้งไปเพราะการนำส่วนผสมเก่ามาผสมใหม่นั้นอาจจะทำให้ส่วนผสมใหม่เสียไปด้วยเนื่องจากส่วนผสมไว้นานอาจก่อตัวแข็งแล้วก็ทำให้ปูนฉาบไม่ติดเกาะผนัง

8) การฉาบผิวของปีก ค.ส.ล จะทำการสลัดน้ำให้ชุ่มในบริเวณที่จะทำการฉาบจากนั้นใช้ปูนฉาบมาป้ายให้ทั่วจนเต็มทำการขัดให้เรียบด้วยเกรียงฉาบพร้อมทั้งสลัดน้ำพอให้ปูนฉาบหมาดๆทำซ้ำจนผิวคอนกรีตเรียบเสมอกัน



ภาพที่ 2.25 แสดงการเทปีก ค.ส.ล ปัดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน

2.16.17 งานป็นปูนปิดรอยต่อตามแนวกรอบหลังคา

งานป็นปูนปิดรอยต่อตามแนวกรอบหลังคานั้นจะทำการปิดรอยต่อระหว่างกรอบหลังคา กับแนวการมุงกระเบื้องให้เรียบร้อยโดยจะเริ่มจากการใช้คอนกรีตเหลวพอประมาณมาอุดตามแนวของกรอบกระเบื้องและทำการตกแต่งให้เรียบเข้ากับแนวกรอบของสันหลังคา, ตะเข้สัน และกระเบื้องแล้วทาสีทับให้ทั้งคู่เป็นแนวเรียบเสมอกัน



ภาพที่ 2.26 แสดงการป็นปูนปิดรอยต่อตามแนวกรอบหลังคา

2.16.18 งานทาสีทับตามแนวการปิดรอยต่อระหว่างกรอบหลังคา กับแนวของการมุงกระเบื้อง

สีที่ใช้ควรเป็นสีเดียวกับกระเบื้องซีแพคโมเนียที่ใช้มุงหลังคาชนิดพิเศษ ทำการทาสีโดยใช้แปรงทาสีทาตามแนวให้ทั่วทั้งสองข้างตลอดแนวของกรอบสันหลังคาและแนวตะเข้สันจนดูเรียบร้อยเป็นเนื้อเดียวกัน



ภาพที่ 2.27 แสดงการทาสีทับตามแนวการปิดรอยต่อระหว่างกรอบหลังคา กับแนวของการมุงกระเบื้อง

2.16.19 งานเคลื่อนย้ายนั่งร้านในกิจกรรมงานต่าง ๆ

อุปกรณ์นั่งร้านเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงานในที่สูงตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไปโดยทำจากเหล็กรูปทรงกระบอกตัดต่อเชื่อมเป็นลักษณะของโต๊ะ สามารถนั่ง หรือยืนได้ รับน้ำหนักได้ เป็นอย่างดีที่สามารถทอดและประกอบต่อกันเป็นชั้นๆจนได้เท่ากับระดับของความสูงตามที่ต้องการ เคลื่อนย้ายไปได้กับทุกลักษณะของการทำงาน เช่น งานทาสี งานติดตั้งเชิงชาย งานฉาบปูน งานขนย้ายวัสดุต่างๆและงานอื่นๆ ฯลฯ ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป มีน้ำหนักเบา แข็งแรงทนทานเคลื่อนย้ายสะดวก ใช้คนประกอบนั่งร้าน 2-3 คนต่อชุด และสามารถทอดเก็บโดยไม่ต้องใช้พื้นที่มาก



ภาพที่ 2.28 แสดงการเคลื่อนย้ายนั่งร้านในกิจกรรมงานต่างๆ

2.17 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนต์ชัย แซ่อึ้ง และคนอื่นๆ (2542) การศึกษาอัตราผลผลิตงานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยศึกษาด้านแรงงานควบคู่กับเครื่องจักรของการทำงาน ในงาน 4 ประเภทคือ งานคอนกรีต งานไม้แบบ งานเหล็กเสริมพื้น (Post Tensioned) ได้ทำการเก็บข้อมูล 2 แบบ คือการเก็บข้อมูลจากรายงานประจำวันและจากการวัดวงรอบเวลาซึ่งนำค่ามาวิเคราะห์ทางสถิติ และนำไปหาอัตรางานก่อสร้างของแรงงานและเครื่องจักร จากผลการศึกษาได้นำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ได้ค่าอัตราผลผลิตตามลำดับงานดังนี้ (1) งานเทคอนกรีตโดยใช้ (Tower Crane) ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 8.33 คน-ชม./ลบ.ม. และของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 1.195 คน-ชม./ลบ.ม. (2) งานเทคอนกรีตโดยใช้รางส่ง ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 2.75 คน-ชม./ลบ.ม. และของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.523 คน-ชม./ลบ.ม.

(3) งานเทคอนกรีตโดยใช่ (Concrete Pume) ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 1.57 คน-ชม./ลบ.ม. และของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.291 คน-ชม./ลบ.ม. (4) งานไม้แบบเสา (แผ่นเหล็กสำเร็จรูปของไทย) ได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 2.52 คน-ชม./ตร.ม. และของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.783 คน-ชม./ ตร.ม. (5) งานประกอบแบบ (Precast Wall) ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 3.88 คน-ชม./ ตร.ม. และของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.777 คน-ชม./ ตร.ม. (6) งานประกอบแบบบันได ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 4.01 คน-ชม./ ตร.ม. และของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 2.719 คน-ชม./ ตร.ม. (7) งานประกอบแบบข้างคาน ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 1.94 คน-ชม./ ตร.ม. และของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 1.161 คน-ชม./ ตร.ม. (8) งานผูกเหล็กคาน ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 78.61 คน-ชม./ตันและของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 11.852 คน-ชม. / ตัน (9) งานเทคอนกรีตโดยใช่ (Tower Crane) ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 1.10 เครื่อง - ชม./ ลบ.ม. ของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.087 เครื่อง-ชม./ลบ.ม.(10) งานเทคอนกรีตโดยใช่ (Concrete Pume) ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.08 เครื่อง -ชม./ลบ.ม. ของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.037 เครื่อง - ชม / ลบ.ม. (11) งานไม้แบบเสา (แผ่นเหล็กสำเร็จรูป) ของไทยได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.31 เครื่อง-ชม./ ตร.ม. ของสหรัฐอเมริกาได้อัตราผลผลิตเท่ากับ 0.016 เครื่อง-ชม./ ตร.ม. ผลจากการศึกษาพบว่าการวัดค่าอัตราผลผลิต จากผลของรายงานประจำวันจะมีความน่าเชื่อถือน้อยกว่าการวัดอัตราผลผลิตจากการวัดรอบเวลา

เลิศเลอ เลิศเกียรติดำรง และคนอื่น ๆ (2543) ได้ทำการศึกษาและจัดทำค่าเวลามาตรฐานของงานก่อสร้างกรณีศึกษางานประกอบและติดตั้งแผง (Curtain Wall) โดยแบ่งงานออกเป็น 2 ส่วนคือ งานประกอบแผงในโรงงานโดยใช่เทคนิควงรอบเวลา และงานติดตั้งแผง (Curtain Wall) ที่หน่วยงานก่อสร้าง โดยใช่เทคนิคการศึกษาเวลา จากค่าเวลามาตรฐานที่ได้จะสามารถนำไปคำนวณเป็นอัตราผลผลิตต่อวันของงานประกอบและติดตั้งแผง (Curtain Wall) ชนิดและขนาดต่าง ๆ แต่จากการเก็บข้อมูลการทำงานจริงพบว่าผลผลิตต่อวันของงานประกอบแผง (Curtain Wall) ในโรงงาน จะได้ประมาณร้อยละ 51 ของค่าผลผลิตต่อวันที่ได้จากค่าเวลามาตรฐานและงานติดตั้งแผง (Curtain Wall) ที่หน่วยงานก่อสร้างจะได้ประมาณร้อยละ 25 ของค่าผลผลิตต่อวันที่คำนวณจากค่าเวลามาตรฐาน ดังนั้นการนำเวลามาตรฐานและอัตราผลผลิตมาตรฐานเหล่านี้ไปใช้งาน ควรต้องมีการปรับแก้สำหรับประสิทธิภาพในการทำงานจริงด้วย

มรกต ไชยสัตย์ และคนอื่น ๆ (2542) ได้ทำการศึกษาแนวทางการปรับปรุงผลผลิตการก่อสร้างของหน่วยงานตัวอย่าง เพื่อนำไปเป็นแนวทางพัฒนาการประยุกต์ใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการปรับปรุงผลผลิตในงานก่อสร้างต่อหน่วยงานอื่น ๆ ต่อไป โดยหน่วยงานตัวอย่างคือ โครงการ

ปรับปรุงตารางรถไฟระยะที่ 1 ตอนเหนือการรถไฟแห่งประเทศไทยซึ่งมีระยะทางทั้งสิ้น 147 กิโลเมตร จากการศึกษาและวิเคราะห์ ข้อมูลการปฏิบัติงาน ในแต่ละวัน โดยใช้แผนงานแบบ (Linear Schedule Method) (LSM) พบปัญหาการทำงานเสร็จล่าช้าในแต่ละวัน มีสาเหตุมาจากการทำงานของกลุ่มคนงาน จัดระยะห่างไม่เหมาะสมทำให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ตามมามีการหยุดรอคอยซึ่งได้แก่ปัญหานี้ โดยการวิเคราะห์แบบทีมงานสมดุลเพื่อเพิ่มอัตราความเร็วในการปฏิบัติงานให้สูงขึ้น ทำให้การปฏิบัติงานของขั้นตอนที่ตามมาทำได้รวดเร็วขึ้นตามส่งผลให้การปฏิบัติงานในแต่ละวันมี ผลผลิตสูงขึ้นกว่าเดิม 675 เมตร ต่อวัน เป็น 800 เมตรต่อวัน เมื่อผลงานต่อวันสูงขึ้น ทำให้สามารถลดต้นทุนในการก่อสร้างลงได้อีกด้วย

ธนพงษ์ สีหะบัณฑิต และคนอื่นๆ (2542) ได้ศึกษาและวิเคราะห์อัตราผลผลิตของงานก่อสร้างด้านสถาปัตยกรรมงานนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมจากงานตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยงานก่ออิฐฉาบปูน งานเสาเอ็นทับหลัง งานฉาบปูน งานปูกระเบื้อง งานตีคร่าวกันตอกและงานพ่นสี (Texture) โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูล 2 วิธี คือ การเก็บข้อมูลจากการบันทึกรายงานประจำวันและการเก็บข้อมูลจากการวิเคราะห์รอบเวลา ซึ่งวิธีหลังนี้ได้ใช้กล้องวิดีโอที่สนับประกอบในการเก็บข้อมูลด้วย จากการวิเคราะห์ของคณะทำงานได้แนะนำให้เก็บข้อมูลโดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยการวิเคราะห์รอบเวลา เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากบันทึกประจำวันมีความผิดพลาดได้สูง

โชติชัย เจริญงาม และคนอื่นๆ (2540) ได้ทำการศึกษาปัจจัยหน้างานที่มีผลกระทบต่อผลผลิตงานก่อสร้างของประเทศไทย จากการศึกษาในประเทศที่พัฒนาแล้วพบว่าปัจจัยหน้างานจะมีผลต่อผลผลิตงานก่อสร้างเป็นอย่างมาก สามารถสรุปปัจจัยหน้างานที่มีผลต่ออัตราผลผลิตการก่อสร้างมีดังนี้

- 1) สภาพหน้างาน (Site Layout)
- 2) การบริหารวัสดุ (Material Management)
- 3) การควบคุมหน้างาน (On-Site Supervision)
- 4) การวางแผนและแผนที่กำหนดเวลา (Planing and Scheduling)
- 5) การกระตุ้นการทำงาน (Worker Motivation)

จากการศึกษางานก่อสร้างใน 8 โครงการพบว่าใน 1 วันของการทำงาน (8 ชั่วโมง) จะมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 ชั่วโมงใช้ในการทำงานหรือ (25%) 2.5 ชั่วโมง (31%)ใช้ในการสนับสนุนการทำงานและเป็นเวลาที่ไม่ได้ผลผลิต 3.5 ชั่วโมง (44%) โดยร้อยละของการทำงานที่ไม่ได้ผลผลิตจะชี้ให้เห็นถึงการบริหารงานที่ไม่ดี

อินทรักษ์ สุมังคโล (2542) ได้เสนอผลการศึกษาเรื่องสาเหตุสำคัญที่ทำให้งานก่อสร้างล่าช้าในการก่อสร้างในประเทศไทย ๆ ไว้ในตารางที่ 2.7 โดยได้แสดงให้เห็นค่าร้อยละของ

โครงการที่ได้ทำการสำรวจไว้ว่าเกิดปัญหาความล่าช้าขึ้น ทั้งความล่าช้าแต่งบประมาณงานก่อสร้างไม่เพิ่มสูงขึ้นและความล่าช้าที่งบประมาณการก่อสร้างต้องเพิ่มสูงขึ้น โดยความเห็นจากในฝ่ายเจ้าของโครงการผู้รับเหมาก่อสร้างและที่ปรึกษาโครงการ แสดงให้เห็นว่าปัญหาความล่าช้าโดยภาพรวมที่เกิดขึ้นมีค่าร้อยละดังนี้ 37.70, 32.80 และ 58.12 ตามลำดับ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 42.87) ซึ่งค่าดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่าจำนวนโครงการเกือบครึ่งหนึ่งที่ได้ทำการสำรวจต้องประสบกับปัญหาความล่าช้า นอกจากความล่าช้าจะส่งผลกระทบต่อความต้องการสูญเสียเวลาแล้วผลกระทบอื่นที่ยากจะหลีกเลี่ยงได้ต่อมาอีกคืองบประมาณค่าก่อสร้างก็จะต้องเพิ่มเกินกว่างบประมาณจริง (Cost Overrun) ที่กำหนดไว้แต่แรก ซึ่งผลการสำรวจพบว่าความเห็นของฝ่ายเจ้าของโครงการ ผู้รับเหมาก่อสร้าง และที่ปรึกษาโครงการมีค่าเท่ากับร้อยละ 25.50, 15.25 และ 23.45 ตามลำดับ (ค่าเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับร้อยละ 21.40) มีความเห็นว่าโครงการก่อสร้างล่าช้าและเกินงบประมาณ

ตารางที่ 2.7 แสดงผลการสำรวจความล่าช้า

ผลการดำเนินโครงการ	ค่าร้อยละความเห็นของแต่ละฝ่าย		
	เจ้าของโครงการ	ผู้รับเหมา	ผู้ออกแบบ
ทันเวลา / ไม่เกินงบประมาณ	46.5	52.02	29.07
ทันเวลา / เกินงบประมาณ	15.8	15.18	12.81
ล่าช้า / ไม่เกินงบประมาณ	12.2	17.55	34.67
ล่าช้า / เกินงบประมาณ	25.5	15.25	23.45

พาสทรี หล่อธีรพงศ์ (2543) ได้นำเสนอไว้ว่าหัวข้อเรียกกร้อง (Clauses) ที่ถูกนำมาใช้กล่าวอ้างอิงในการเรียกกร้องมากที่สุด คือการเรียกกร้องเนื่องจากความล่าช้าซึ่งเท่ากับเป็นการเน้นย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของปัญหาได้อีกระดับหนึ่ง หากเกิดการเรียกกร้องขึ้นมากและบ่อยครั้งแล้วปัญหาที่จะต้องตามมาอย่างมากที่สุดที่จะหลีกเลี่ยงไม่ได้ คือความขัดแย้ง (Dispute) ขึ้นในแต่ละฝ่ายที่จะต้องทำงานร่วมกัน ซึ่งก็จะส่งผลกระทบต่อสัมพันธภาพการทำงานที่ราบรื่นในการทำงานโครงการร่วมกันในท้ายที่สุด กล่าวโดยสรุปแล้วปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างได้ก่อปัญหาขึ้นในหลายๆประเด็น โดยในประเด็นแรกทำให้ระยะเวลาดำเนินโครงการต้องขยายออกไปจากแผนงาน ส่วนประเด็นที่สองงบประมาณการก่อสร้างก็ต้องเพิ่มสูงขึ้นและตามมาด้วยประเด็นปัญหาการเรียกกร้องของผู้ที่อ้างว่าได้รับผลกระทบให้เสียหาย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความขัดแย้ง

ระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในทุกๆฝ่ายในการทำงาน ซึ่งผลเสียที่เกิดขึ้นจากผลของความล่าช้าในการก่อสร้างนั้นทุกๆฝ่ายที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องนั้นมีส่วนที่ร่วมก่อปัญหาให้เกิดขึ้นมาได้ทั้งหมด ในส่วนของวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาอาจจะมีแตกต่างกันในรายละเอียดของการทำงานในแต่ละฝ่าย อาทิเช่นในฝ่ายเจ้าของโครงการ ฝ่ายสถาปนิกและวิศวกรรมออกแบบ ฝ่ายบริหารและควบคุมโครงการ และฝ่ายผู้รับเหมาก่อสร้างโดยความเสียหายที่เกิดขึ้นในแต่ละฝ่ายก็มีความแตกต่างกันไป โดยฝ่ายเจ้าของโครงการจะได้รับผลกระทบต่อแผนการในการเข้าใช้ประโยชน์ในโครงการซึ่งอาจทำให้สูญเสียโอกาสทางธุรกิจด้านผู้บริหารและด้านควบคุมโครงการอาจได้รับผลกระทบต่อชื่อเสียงในอาชีพการทำงานและในส่วนตัวความเสียหายที่เกิดขึ้นกับฝ่ายผู้รับเหมาก่อสร้างก็คือค่าดำเนินการต่างๆ ค่าแรงงาน ค่าใช้จ่ายด้านเครื่องจักรที่เพิ่มสูงขึ้น การเสียชื่อเสียงและเสียค่าปรับ เป็นต้น วิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาค่าช้าก็เช่นกัน มีรูปแบบในการป้องกันและแก้ไขปัญหาความล่าช้าที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าเราจะพิจารณาถึงการแก้ปัญหาในส่วนของฝ่ายใดซึ่งจะมีรูปแบบการแก้ปัญหาเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป

วีระ ภูวพัฒนชาติ (2548) ได้ทำการศึกษาและประมาณค่าอัตราผลผลิตของงานก่ออิฐมวลเบา ได้ทำการเก็บข้อมูลและนำข้อมูลเวลามาตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ จากนั้นจึงทำการรวมเวลาของกิจกรรมย่อยเป็นสมการรวมของงานก่ออิฐมวลเบา งานเสาเอ็น งานคานเอ็นและงานฉาบผนังอิฐมวลเบา ซึ่งนำไปใช้วิเคราะห์หาค่าเวลาพื้นฐานต่อหน่วยเฉลี่ย ได้เป็นอัตราผลผลิตต่อวัน และคน-ชม. ตามลำดับงานดังนี้ (1) งานก่ออิฐมวลเบาในชั้นที่ 1 กรณีขนอิฐมวลเบาโดยคน ได้ค่าอัตราผลผลิตที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 7.5 ซม. สูงสุดเท่ากับ 35.93 ตร.ม./วัน , ที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 20 ซม. ต่ำสุดเท่ากับ 27.14 ตร.ม./วัน กรณีขนอิฐมวลเบาโดยรถเข็น ได้ค่าอัตราผลผลิตที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 7.5 ซม. สูงสุดเท่ากับ 35.43 ตร.ม./วัน ที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 20 ซม. ต่ำสุดเท่ากับ 20.47 ตร.ม./วัน (2) งานก่ออิฐมวลเบาในชั้นที่ 2 กรณีขนอิฐมวลเบาโดยคนในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ได้ค่าอัตราผลผลิตที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 7.5 ซม. สูงสุดเท่ากับ 29.41 ตร.ม./วัน , ที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 20 ซม. ต่ำสุดเท่ากับ 20.22 ตร.ม./วัน กรณีขนอิฐมวลเบาโดยรถเข็นในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ขนโดยใช้คน ได้ค่าอัตราผลผลิตที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 7.5 ซม. สูงสุดเท่ากับ 29.32 ตร.ม./วัน ที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 20 ซม. ต่ำสุดเท่ากับ 20.52 ตร.ม./วัน (3) งานก่ออิฐมวลเบาในชั้นที่ 2 กรณีขนอิฐมวลเบาโดยคนในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ขนอิฐมวลเบาโดยใช้รถได้ค่าอัตราผลผลิตที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 7.5 ซม. สูงสุดเท่ากับ 31.89 ตร.ม./วัน , ที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 20 ซม. ต่ำสุดเท่ากับ 21.33 ตร.ม./วัน (4) งานก่ออิฐมวลเบาในชั้นที่ 2 กรณีขนอิฐมวลเบาในชั้นที่ 1 โดยรถเข็น และชั้นที่ 2 โดยใช้รถได้ค่าอัตราผลผลิตที่ขนาดอิฐมวลเบาหนา 7.5 ซม. สูงสุดเท่ากับ



บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการและวิธีวิจัย

3.1.1 ที่มาของแหล่งข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัย การประมาณค่าเวลามาตรฐานและหาค่าอัตราผลผลิตโดยวิธีการสังเคราะห์ของงานประกอบและติดตั้ง โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) โดยกลุ่มคนงานที่เป็นที่เป็นเพศชาย สัญชาติไทย มีสภาพร่างกายแข็งแรง มีความชำนาญ และผ่านการฝึกอบรมในการพัฒนาฝีมือการทำงานมาแล้ว มีประสบการณ์ในการทำงานเฉพาะด้านสูง ที่จะสามารถทำงานนั้นให้เสร็จตามปริมาณงานและคุณภาพภายในเวลาที่กำหนดได้ เพื่อให้การศึกษาค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตเป็นไปอย่างเหมาะสมและสามารถเชื่อถือได้ โดยจะทำการเก็บข้อมูลจากสถานที่ก่อสร้างจริง ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากโครงการก่อสร้างทั้งหมด 3 โครงการ ได้แก่ โครงการพฤษภรณ์ดา วงแหวนรัตนวิเบศร์ บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน โครงการชัยพฤษภรณ์ดา วงแหวน แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน และโครงการมณฑนา ปิ่นเกล้าพระราม 5 บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน รวมถึงการทำความเข้าใจในเนื้อหาของงานที่จะทำการวิจัยจากหนังสือ เอกสารตำราเรียน ทำการรวบรวมและศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะทำการศึกษา บทความ งานวิจัย และมาตรฐานงานต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทยและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเวลาการทำงานและค่าอัตราผลผลิตในการทำงาน รวมถึงการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเก็บข้อมูลทางด้านเวลาและอัตราผลผลิตของงานก่อสร้างต่อไป

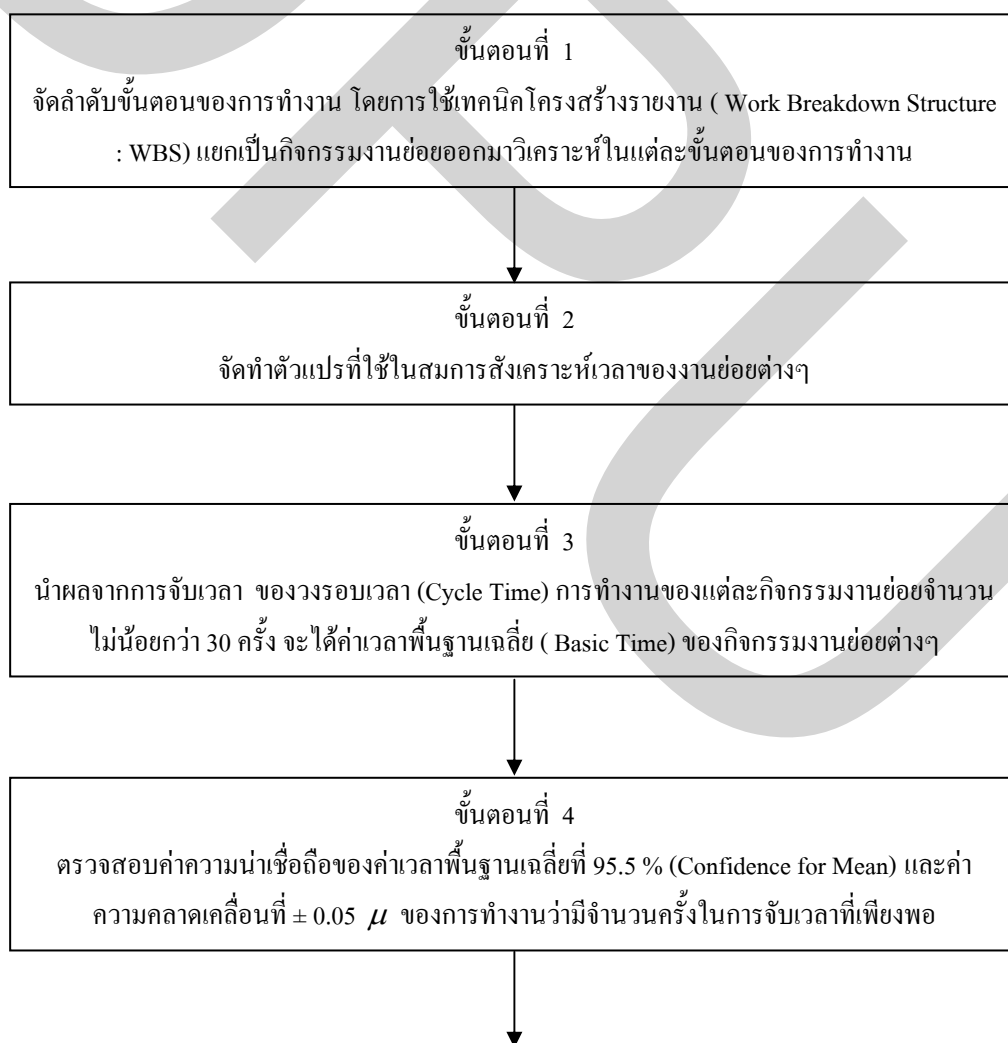
3.1.2 วิธีการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะเริ่มจากการเข้าไปยังโครงการก่อสร้างจริง เพื่อทำการพิจารณาถึงลำดับขั้นตอนของการทำงาน การออกแบบผังการทำงาน รายละเอียดของลำดับขั้นตอนการทำงาน กรณีงานที่ต้องทำพร้อมๆ กันในพื้นที่ทำงานเดียวกัน หรือลำดับขั้นตอนการทำงานหลักของกลุ่มงานอื่นที่เข้าทำงานร่วมกัน ดังนั้นการเก็บข้อมูลจะต้องมีการวางแผนในการสังเกตเก็บข้อมูลและจดบันทึกเป็นอย่างดีเพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง โดยวิธีการเก็บข้อมูลคือได้จากการสังเกตที่หน้างาน จากนั้นจะบันทึกข้อมูลลงในตารางรอบเวลา (Cycle Time) เพื่อที่จะใช้วิเคราะห์หาค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ย

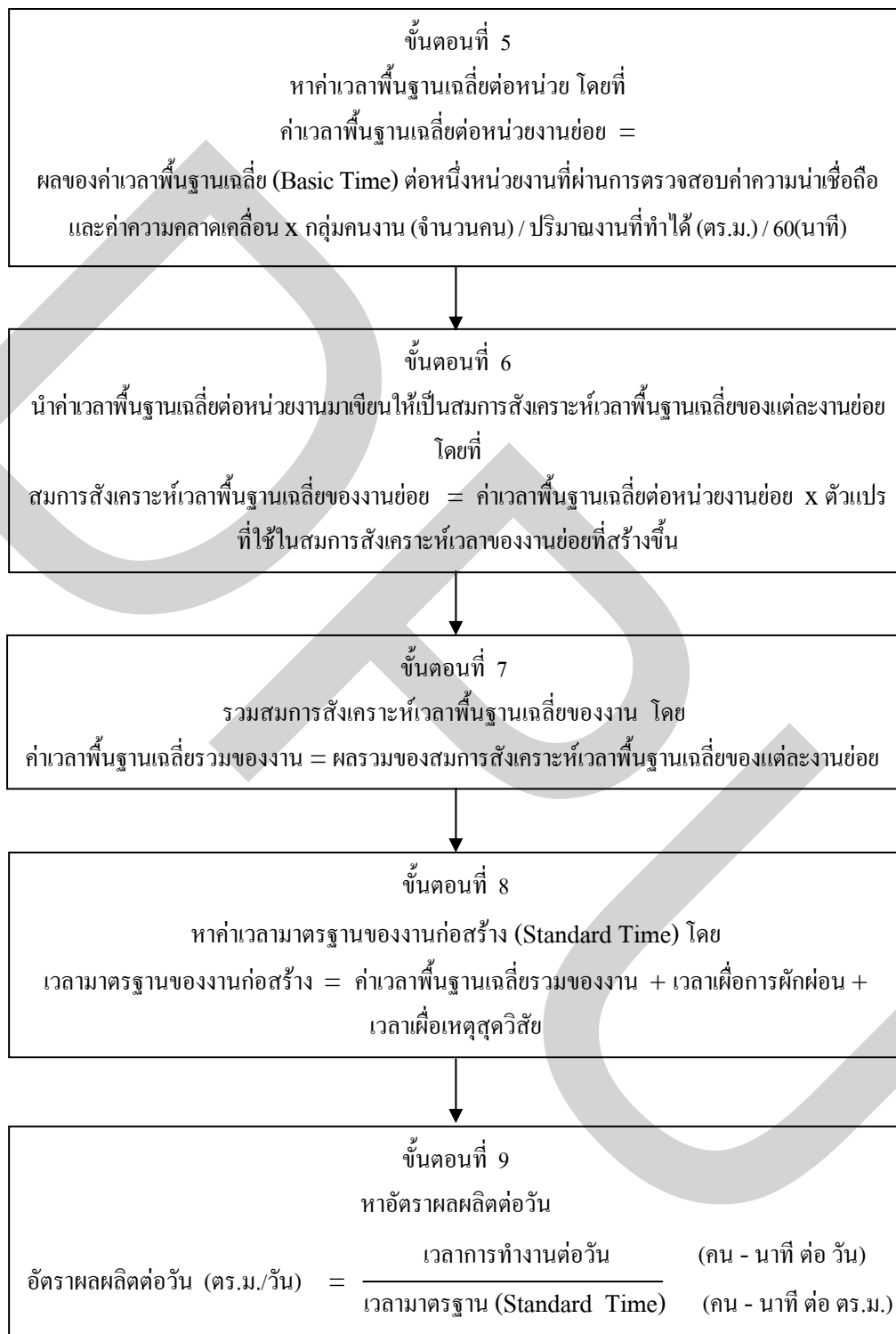
(Basic Time) เมื่อได้เวลาค่าพื้นฐานในแต่ละกิจกรรมงานย่อยในจำนวนที่มากพอแล้วจึงทำการตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือและค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลทางสถิติ จากนั้นจึงจัดทำเป็นสมการสังเคราะห์เวลาต่อไป

3.2 วิธีการสังเคราะห์เวลาและการหาค่าอัตราผลิต

วิธีการสังเคราะห์เวลาและการหาค่าอัตราผลิตตามทฤษฎีของการสังเคราะห์เวลานั้นสามารถนำมาเขียนให้เป็นตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการของการสังเคราะห์เวลาในการหาค่าเวลาดมาตรฐานและค่าอัตราผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CAPAC Monier) ได้ตามลำดับและขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสังเคราะห์เวลาและการหาค่าอัตราผลิต



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนที่ 1. การวิเคราะห์กิจกรรมงานย่อยของแต่ละกิจกรรมงาน โดยใช้เทคนิค โครงสร้างรายงาน (Work Breakdown Structure : WBS)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ถึงขั้นตอนพื้นฐานในการทำงาน ของงานประกอบ และติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) โดยวิธีการวิเคราะห์หางานย่อยของแต่ละกิจกรรมงานตามเทคนิคโครงสร้างรายงาน (Work Breakdown Structure : WBS) เพื่อให้ทราบถึงลำดับขั้นตอนของการทำงานก่อนและหลังที่แท้จริง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงโครงสร้างรายงานกิจกรรมงานย่อย (Work Breakdown Structure : WBS)

กลุ่มงานหลักที่ 1 งานประกอบและติดตั้งอะเส แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 7 กิจกรรมงานย่อย			
ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
1.1			งานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก
	1.2		งานวัดขนาดและตัดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) เป็นท่อนๆ ด้วยเครื่องตัดไฟฟ้า
		1.2.1	งานทำความสะอาดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ผิวที่จะทาสีกันสนิม (ขัดด้วยกระดาษทรายแล้วปัดด้วย แปรงลวดเหล็กทองเหลือง)
		1.2.2	งานทาสีรองพื้น (Rustoleum) (2 ครั้ง) แล้วทาสีด้วยสีจริง
	1.3		งานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวตั้งมาวางบนโครงสร้างตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก
	1.4		งานติดตั้งเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) กับ โครงสร้างบนแผ่นเพรทที่เชื่อมฝังคียบนหัวเสา (ติดตั้งด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า)
		1.4.1	งานทาสี (Rustoleum) ซ้ำตามแนวรอยที่เชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

กลุ่มงานหลักที่ 2 งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 9 กิจกรรมงานย่อย			
ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
2.1			งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก
2.2			งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้งเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก
	2.3		งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูระหว่างโครงหลังคากับอะเส
		2.3.1	งานประกอบและติดตั้งตะเข้สัน, ตะเข้ราง, และจันทัน
		2.3.2	งานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคาติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูกับโครงหลังคา (Smart Truss)
2.4			งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง)
2.5			งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้งเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง)
	2.6		งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูระหว่างโครงหลังคากับผนังคอนกรีต โดยมีแผ่นเพรทเป็นตัวเชื่อมประสาน (หลังคาชั้นล่าง)
		2.6.1	งานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคาติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูกับโครงหลังคา (Smart Truss) (หลังคาชั้นล่าง)
กลุ่มงานหลักที่ 3 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 7 กิจกรรมงานย่อย			
ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
3.1			งานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนวูล (หลังคาชั้นบน)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
	3.2		งานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก)(หลังคาชั้นบน)
3.3			งานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนวูล (หลังคาชั้นล่าง)
	3.4		งานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก)(หลังคาชั้นล่าง)
	3.5		งานติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง)
	3.6		งานติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน (ติดตั้งใต้โครงหลังคา)
	3.7		งานติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว (ติดตั้งใต้โครงหลังคา)
กลุ่มงานหลักที่ 4 งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 12 กิจกรรมงานย่อย			
ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
4.1			งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาจัดเรียงในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอย่างเป็นระเบียบ (เคลื่อนย้ายในแนวราบโดยคน)
	4.2		งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่งในแนวตั้ง
		4.2.1	งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนียเคลื่อนย้ายโดยคน
	4.3		งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวตั้งเคลื่อนย้ายลำเรียงโดยใช้คน (หลังคาชั้นล่าง)
		4.3.1	งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนียเคลื่อนย้ายโดยคน (หลังคาชั้นล่าง)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
	4.4		งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรู
		4.4.1	งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา, ตะเข้สัน, และตะเข้ราง โดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรู (วัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์)
		4.4.2	งานติดตั้งกรอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน
	4.5		งานติดตั้งปั้นลม
	4.6		งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรู (หลังคาชั้นล่าง)
		4.6.1	งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา, ตะเข้สัน, และตะเข้ราง โดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรู (วัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์)(หลังคาชั้นล่าง)
		4.6.2	งานติดตั้งกรอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน (หลังคาชั้นล่าง)
กลุ่มงานหลักที่ 5 งานปีก ค.ส.ล ปีตรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 9 กิจกรรมงานย่อย			
ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
5.1			งานวัดและตัดเหล็กเส้นเพื่อทำเป็นเหล็กตะแกรง
5.2			งานตัดลวดผูกเหล็ก
	5.3		งานผูกเหล็กตะแกรง

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับชั้นตอนของ กิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
	5.4		งานประกอบไม้แบบ
	5.5		งานผสมคอนกรีตสำหรับงานเทปิก ค.ส.ล.
		5.5.1	งานเทคอนกรีตลงในแบบหล่อ ปิก ค.ส.ล เพื่อปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพค โมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน
	5.6		งานถอด ไม้แบบ
	5.7		งานผสมปูนฉาบ
		5.7.1	งานฉาบปิก ค.ส.ล ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบ ปูน
กลุ่มงานหลักที่ 6 งานปั้นปูนปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคาที่กับกระเบื้องซีแพคโมเนียและรอยต่อของ ตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 2 กิจกรรมงานย่อย			
ลำดับชั้นตอนของ กิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
6.1			งานผสมคอนกรีตสำหรับงานปั้นปูนปิดรอยต่อ
	6.2		งานปั้นปูนปิดรอยต่อกรอบสันหลังคาและตะเข้สัน
กลุ่มงานหลักที่ 7 งานทาสี แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 2 กิจกรรมงานย่อย			
ลำดับชั้นตอนของ กิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
7.1			งานทาสีตามแนวที่ปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับแนวกระเบื้องซี แพคโมเนีย

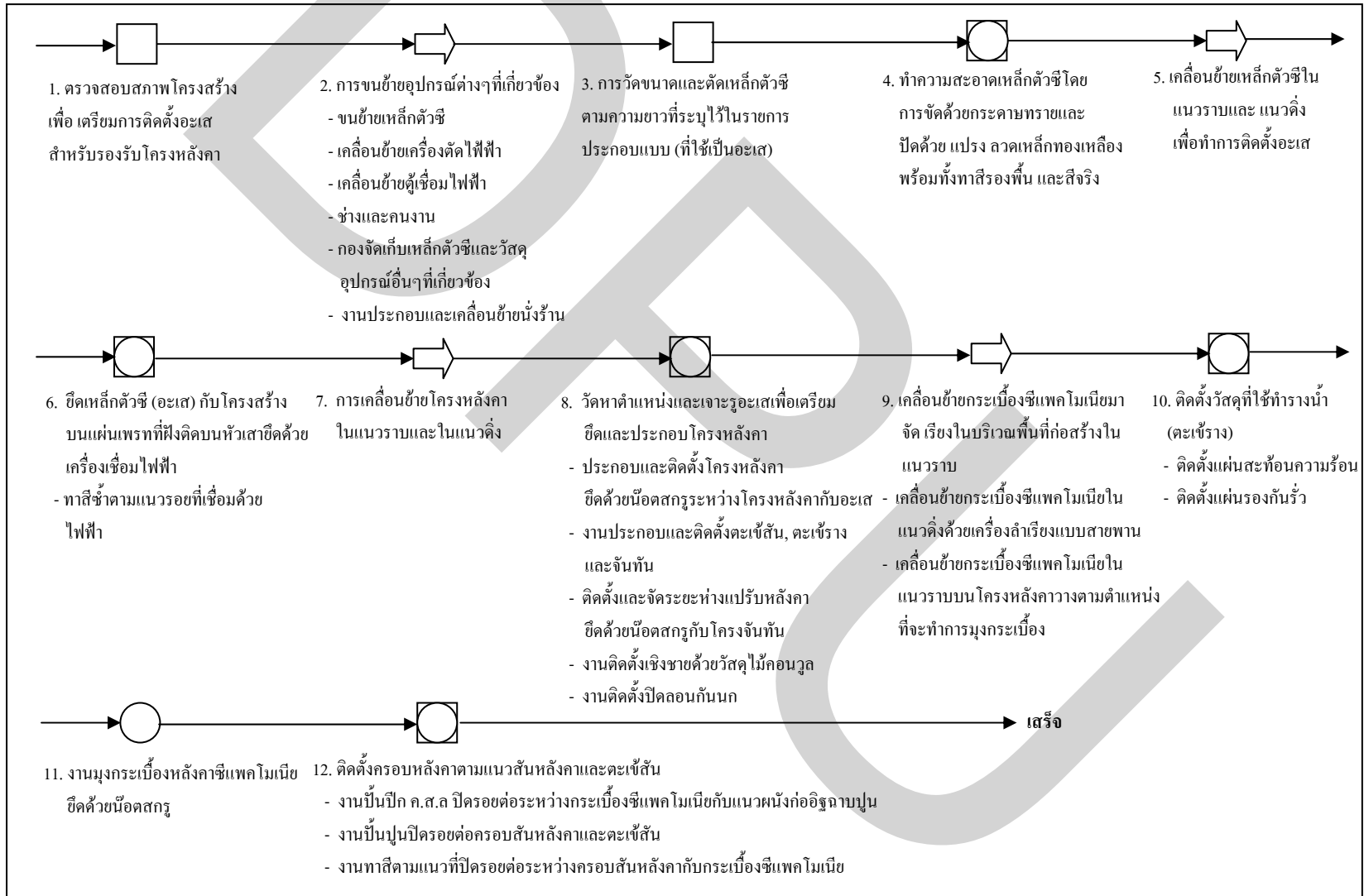
ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
7.2			งานทาสีปีก ค.ส.ล ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน
กลุ่มงานหลักที่ 8 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 5 กิจกรรมงานย่อย			
ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อย (WBS)			รายละเอียดของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย
1	2	3	
8.1			งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งอะเส
8.2			งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคั้ง
8.3			งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนวูลและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นบน)
8.4			งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนวูลและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง)
8.5			งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวคั้ง(หลังคาชั้นล่าง)

3.3 แสดงถึงลำดับขั้นตอนของการทำงานและกระบวนการผลิตอย่างสังเขป (Operation Flow)

แสดงถึงลำดับและขั้นตอนของการทำงานในกระบวนการผลิตของแต่ละกิจกรรมงานย่อยเพื่อให้ทราบถึงลำดับขั้นตอน ก่อน หลัง ในการทำงานของการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) อย่างสังเขป ดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 แสดงถึงลำดับขั้นตอนของการทำงาน



ขั้นตอนที่ 2 จัดทำตัวแปรที่ใช้ในสมการสังเคราะห์เวลาของกิจกรรมงานย่อยต่างๆ

ในการเขียนสมการสังเคราะห์เวลานั้นจะต้องสร้างตัวแปรที่ใช้ในการสังเคราะห์เวลาเพื่อใช้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ในสมการสังเคราะห์เวลาในแต่ละกิจกรรมงานย่อยต่าง ๆ จนครบทุกกิจกรรมงานย่อย จากนั้นจะทำการรวมสมการในขั้นตอนต่อไป ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปตัวแปรที่ใช้ในสมการสังเคราะห์เวลาของกิจกรรมงานย่อยต่าง ๆ

ลำดับ ที่	สัญลักษณ์ ของตัวแปร	รายละเอียดของตัวแปร
1	d_1	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวราบ (ม.)
2	N_c	จำนวนที่วัดและตัดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) (ท่อน)
3	nc	จำนวนที่ทำความสะอาดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) (ท่อน)
4	nc_1	จำนวนที่ทาสี (ท่อน)
5	D_h	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวตั้ง (ม.)
6	N_{ew}	จำนวนจุดต่อแบบเชื่อมเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) (จุด)
7	nc_2	จำนวนที่ทาสี (ท่อน)
8	d_2	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบ (ม.)
9	D_{h_1}	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้ง (ม.)
10	N_f	จำนวนชุดที่ใช้ประกอบและติดตั้งโครงหลังคา(Smart Truss) (ชุด)
11	N_{f_1}	จำนวนชั้นที่ใช้ประกอบและติดตั้งตะเข้สั้น, ตะเข้ราง, และจันทัน (ชั้น)
12	N_{f_2}	จำนวนชั้นที่ใช้ประกอบติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคา (ชั้น)
13	d_3	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบ (ม.)
14	D_{h_2}	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้ง (ม.)
15	N_{f_3}	จำนวนชุดที่ใช้ประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) (ชุด)
16	N_{f_4}	จำนวนชั้นที่ใช้ประกอบติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคา (ชั้น)
17	L_1	ความยาวของการติดตั้งเชิงชาย (ม.)
18	L_2	ความยาวของการติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ม.)
19	L_3	ความยาวของการติดตั้งเชิงชาย (ม.)
20	L_4	ความยาวของการติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ม.)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สัญลักษณ์ ของตัวแปร	รายละเอียดของตัวแปร
21	L_5	ความยาวของการติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ม.)
22	A_1	พื้นที่ของการติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน (ตร.ม.)
23	A_2	พื้นที่ของการติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว (ตร.ม.)
24	d_4	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวราบ (ม.)
25	Dh_3	ระยะทางในการลำเลียงกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวตั้ง (ม.)
26	d_5	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวราบ (ม.)
27	Dh_4	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวตั้ง (ม.)
28	d_6	ระยะทางในการเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวราบ (ม.)
29	A_3	พื้นที่ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติ(ตร.ม.)
30	A_4	พื้นที่ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน และตะเข้ราง (ตร.ม.)
31	A_5	พื้นที่ของการติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน (ตร.ม.)
32	A_6	พื้นที่ของการติดตั้งบันลม (ตร.ม.)
33	A_7	พื้นที่ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติ(ตร.ม.)
34	A_8	พื้นที่ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา,ตะเข้ สัน , และตะเข้ราง (ตร.ม.)
35	A_9	พื้นที่ของการติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน (ตร.ม.)
36	Nc_1	จำนวนที่วัดและตัดเหล็กเส้นเพื่อทำเป็นเหล็กตะแกรง (เส้น)
37	Nc_2	จำนวนที่วัดและตัดลวดผูกเหล็ก (กก.)
38	Np	จำนวนจุดที่ทำการผูกเหล็กตะแกรง (ตร.ม.)
39	A_{10}	พื้นที่ของการประกอบไม้แบบ (ตร.ม.)
40	A_{11}	พื้นที่ของการเทคอนกรีต (ตร.ม.)
41	A_{12}	พื้นที่ของการเทคอนกรีต (ตร.ม.)
42	A_{13}	พื้นที่ของการเทคอนกรีต (ตร.ม.)
43	A_{14}	พื้นที่ของการฉาบคอนกรีต (ตร.ม.)
44	A_{15}	พื้นที่ของการฉาบคอนกรีต (ตร.ม.)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สัญลักษณ์ ของตัวแปร	รายละเอียดของตัวแปร
45	A ₁₆	พื้นที่ของการปั้นปูนปิดรอยต่อกรอบสันหลังคาและตะเข้สัน (ตร.ม.)
46	A ₁₇	พื้นที่ของการปั้นปูนปิดรอยต่อกรอบสันหลังคาและตะเข้สัน (ตร.ม.)
47	A ₁₈	พื้นที่ของการทาสีตามแนวที่ปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับ แนว กระเบื้องซีแพคโมเนีย (ตร.ม.)
48	A ₁₉	พื้นที่ของการทาสีปีก ค.ส.ล ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนัง ก่ออิฐฉาบปูน (ตร.ม.)
49	H	ความสูงของงานติดตั้งอะเส ,จำนวนชั้นของนั่งร้าน (ม.)
50	H ₁	ความสูงของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวดิ่ง ,จำนวนชั้นของ นั่งร้าน (ม.)
51	H ₂	ความสูงของงานติดตั้งเชิงชาย,จำนวนชั้นของนั่งร้าน (หลังคาชั้นบน) (ม.)
52	H ₃	ความสูงของงานติดตั้งเชิงชาย,จำนวนชั้นของนั่งร้าน (หลังคาชั้นล่าง) (ม.)
53	H ₄	ความสูงของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวดิ่ง (หลังคาชั้นล่าง), จำนวนชั้นของนั่งร้าน (ม.)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการเข้าไปสังเกตและจับเวลาในการปฏิบัติงานพร้อมทั้งจดบันทึกข้อมูลเวลาการทำงานจากสภาพหน้างานก่อสร้างจริง ในกระบวนการทำงานทุกๆ ขั้นตอนอย่างละเอียด ของงานประกอบและติดตั้ง โครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) โดยจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ห้วงรอบเวลาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูล โดยผู้วิจัยจะทำการจดบันทึกข้อมูลในการปฏิบัติงานและเวลาในการทำงานในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมงานย่อยลงในแบบฟอร์ม (Time Study Sheet) และตารางวงรอบเวลา (Cycle Time) เพื่อที่จะใช้วิเคราะห์หาค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ย (Basic Time) เมื่อได้ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยในแต่ละกิจกรรมงานย่อยเป็นจำนวนที่เพียงพอแล้ว (ขั้นต่ำต้องไม่น้อยกว่า 30 ข้อมูล) ดังจะแสดงในตารางที่ 3.3 ขั้นตอนต่อไปจะทำการตรวจสอบค่า

ความน่าเชื่อถือและค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลทางสถิติว่าข้อมูลที่ได้ทำการเก็บมานั้นเพียงพอต่อการวิจัยแล้ว

3.4.1 ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือรวมทั้งหาค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วยของแต่ละกิจกรรมงานย่อยและเขียนสมการสังเคราะห์เวลาโดยวิธีทางสถิติ

ในการตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือและค่าความคลาดเคลื่อนนั้น สามารถตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ เพื่อได้ค่าวงรอบเวลาที่ถูกต้อง ที่ช่วงระดับของความน่าเชื่อถือที่ 95.5 % และเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5 % ดังสมการที่ 2.9 สามารถสรุปได้ดังนี้คือค่าที่ผ่านการตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือมาแล้วนั้นจะต้องมีค่าน้อยกว่าจำนวนของข้อมูลที่ทำกรเก็บมาจริงจากหน้าการก่อสร้างจึงจะถือว่าข้อมูลที่ทำกรเก็บมานั้นมีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ แต่ถ้าผลจากการตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือนั้น มีค่ามากกว่าจำนวนของข้อมูลที่ทำกรเก็บมา นั่นถือว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นไม่มีค่าความน่าเชื่อถือ จำเป็นจะต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่ม เพื่อให้ข้อมูลที่เก็บมานั้นมีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติและมีค่าที่เพียงพอกับการวิจัยในครั้งนี้ การจัดทำสมการสังเคราะห์เวลานั้นจะนำข้อมูลจากวงรอบเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วยในแต่ละกิจกรรมงานย่อยที่ผ่านการตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือและค่าความคลาดเคลื่อนทางสถิติมาทำเป็นสมการสังเคราะห์เวลาของแต่ละกิจกรรมงานย่อย และสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วยของแต่ละกิจกรรมงานย่อยโดยจะทำการแบ่งเป็น 8 กลุ่มงานหลัก และแยกออกเป็น 53 กิจกรรมงานย่อย ดังจะแสดงได้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละกลุ่มกิจกรรมงานหลักได้ดังนี้

กลุ่มงานหลักที่ 1 งานประกอบและติดตั้งอะเส แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมดได้ 7 กิจกรรมงานย่อย ดังนี้ กลุ่มงานหลักที่ 2- 8 นั้น จะแสดงไว้ใน ภาคผนวก ก.

ตารางที่ 3.3 งานย่อยที่ 1 งานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซีในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง = 74 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี เคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก กำหนดให้เท่ากับเวลาของการเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี เคลื่อนย้ายโดยคนครั้งละ 1 ท่อนต่อคนงาน 2 คน ความยาว 6 เมตร ระยะทางในการเคลื่อนย้ายไปและกลับเท่ากับ 20 เมตร (เริ่มจากการยกเหล็กตัวซีแล้วทำการเคลื่อนย้ายจากรอบบรรทุกมาวางยังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างจากนั้นจะทำการเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซีในรอบถัดไป)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	120	100	120	14400
2	110	100	110	12100
3	115	100	115	13225
4	123	100	123	15129
5	109	100	109	11881
6	124	100	124	15376
7	121	100	121	14641
8	119	100	119	14161
9	100	100	100	10000
10	106	100	106	11236
11	111	100	111	12321
12	119	100	119	14161
13	122	100	122	14884
14	112	100	112	12544
15	115	100	115	13225
16	117	100	117	13689
17	102	100	102	10404
18	104	100	104	10816
19	121	100	121	14641
20	119	100	119	14161
21	115	100	115	13225
22	103	100	103	10609
23	108	100	108	11664
24	116	100	116	13456
25	117	100	117	13689

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
26	123	100	123	15129
27	120	100	120	14400
28	120	100	120	14400
30	121	100	121	14641
31	126	100	126	15876
32	122	100	122	14884
33	121	100	121	14641
34	120	100	120	14400
รวม			3940	458170
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			115.89 วินาที เท่ากับ 1.94 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5% และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสมการที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 3940$, $\sum X^2 = 458170$

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{2}{0.05} (34)(458170) - (3940)^2}}{(3940)} \right]^2$$

$$= 6 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \quad \text{แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

ขั้นตอนที่ 5 การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 115.89	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง	= 74 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (115.89 x 4) / 74	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 6.27	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 6.27 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 0.104	คน-นาที ต่อ ม.

ขั้นตอนที่ 6 จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยกได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.104d_1 \quad \text{คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย d_1 = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวราบ 20 ม.

ตารางที่ 3.4 งานย่อยที่ 2 งานวัดขนาดและตัดเหล็กตัวซีเป็นท่อนๆ ด้วยเครื่องตัดไฟฟ้า

ลักษณะของงาน : งานวัดและตัดเหล็กตัวซี โดยใช้เครื่องตัดไฟฟ้าเป็นท่อนๆ

กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง = 74 ม

1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานวัดขนาดและตัดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ด้วยเครื่องตัดไฟฟ้าเป็นท่อนๆ

กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานวัดขนาดเหล็กและตัดเหล็กตัวซี ครั้งละ 1 ท่อนตามความยาวที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ (เริ่มจากการใช้ตลับเมตรวัดความยาวตามที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ แล้วใช้ดินสอขีดเส้นตามแนวที่วัดจากนั้นใช้เครื่องตัดไฟฟ้าตัดตามความยาวที่วัดได้จนขาดเป็นท่อนๆ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	47	100	47	2209
2	44	100	44	1936
3	38	100	38	1444
4	52	100	52	2704
5	45	100	45	2025
6	48	100	48	2304
7	42	100	42	1764
8	37	100	37	1369
9	50	100	50	2500
10	50	100	50	2500
11	41	100	41	1681
12	41	100	41	1681
13	44	100	44	1936
14	49	100	49	2401
15	46	100	46	2116
16	50	100	50	2500
17	42	100	42	1764
18	56	100	56	3136
19	48	100	48	2304
20	44	100	44	1936
21	43	100	43	1849
22	46	100	46	2116
23	52	100	52	2704
24	42	100	42	1764

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	41	100	41	1681
26	40	100	40	1600
27	44	100	44	1936
28	41	100	41	1681
29	38	100	38	1444
30	43	100	43	1849
31	47	100	47	2209
32	50	100	50	2500
33	39	100	39	1521
34	46	100	46	2116
35	53	100	53	2809
36	47	100	47	2209
37	38	100	38	1444
38	47	100	47	2209
รวม			1711	77851
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			45.03 วินาที เท่ากับ 0.75 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 1711$, $\sum X^2 = 77851$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(77851) - (1711)^2}}{(1711)} \right]^2$$

= 17 ครั้ง < 38 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานวัดขนาดและตัดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) เป็นท่อนๆ ด้วยเครื่องตัดเหล็ก สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 45.03	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง	= 74 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (45.03 x 2) / 74	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 1.22	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 1.22 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 0.021	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานวัดขนาดและตัดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) เป็นท่อนๆ ด้วยเครื่องตัดเหล็ก ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.021N_c \text{ คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย N_c = จำนวนที่วัดและตัดเหล็กตัวซีที่ (ใช้เป็นอะเส) 13 ท่อน

ตารางที่ 3.5 งานย่อยที่ 3 งานทำความสะอาดเหล็กตัวซี ผิวที่จะทาสีกันสนิม

ลักษณะของงาน : งานทำความสะอาดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ผิวที่จะทาสีกันสนิม (ขัดด้วยกระดาษทรายปิดด้วยแปรงลวดเหล็กทองเหลือง)				
กลุ่มคนงาน : 1 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง = 74 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานทำความสะอาดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) กำหนดให้เท่ากับเวลาของการทำความสะอาดโดยการขัดด้วยกระดาษทรายแล้วปิดด้วยแปรงลวดเหล็กทองเหลืองครั้งละ 1 ท่อนความยาว 6 เมตร (เริ่มจากการใช้กระดาษทรายขัดที่ผิวของเหล็กตัวซีจนผิวของเหล็กสะอาดทุกด้านทั้งด้านนอกและด้านใน แล้วปิดด้วยแปรงลวดเหล็กทองเหลืองจนสะอาดไม่เหลือเศษสนิมและเศษผงเหล็กที่ติดอยู่กับเหล็กตัวซีทุกท่อน)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	255	100	255	65025
2	258	100	258	66564
3	300	100	300	90000
4	230	100	230	52900
5	240	100	240	57600
6	340	100	340	115600
7	245	100	245	60025
8	265	100	265	70225
9	240	100	240	57600
10	231	100	231	53361
11	240	100	240	57600
12	275	100	275	75625
13	238	100	238	56644
14	254	100	254	64516
15	227	100	227	51529
16	260	100	260	67600
17	246	100	246	60516
18	226	100	226	51076
19	262	100	262	68644
20	223	100	223	49729
21	231	100	231	53361
22	234	100	234	54756
23	235	100	235	55225

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	254	100	254	64516
25	236	100	236	55696
26	241	100	241	58081
27	226	100	226	51076
28	230	100	230	52900
29	225	100	225	50625
30	230	100	230	52900
31	251	100	251	63001
รวม			7648	1904516
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			246.70 วินาที เท่ากับ 4.12 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจกตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพ เหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{\sqrt{2}} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 31$, $\sum X = 7648$, $\sum X^2 = 1904516$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(31)(1904516) - (7648)^2}}{(7648)} \right]^2$$

$$= 15 \text{ ครั้ง} < 31 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทำความสะอาดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ผิวที่จะทาสีกันสนิม (ขัดด้วยกระดาษทรายแล้วปิดด้วยแปรงลวดเหล็กทองเหลือง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 246.70	วินาที
หน่วยผลงานที่ได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง	= 74 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (246.70 x 1) / 74	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 3.34	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 3.34 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 0.056	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทำความสะอาดเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ผิวที่จะทาสีกันสนิม (ขัดด้วยกระดาษทรายแล้วปิดด้วยแปรงลวดเหล็กทองเหลือง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.056nc \text{ คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย nc = จำนวนที่ทำความสะอาดเหล็กตัวซี (ใช้เป็นอะเส) 13 ท่อน

ตารางที่ 3.6 งานย่อยที่ 4 งานทาสีรองพื้น (Rustoleum) 2 ครั้งแล้วทาสีด้วยสีจริง

ลักษณะของงาน : งานทาสีรองพื้น (Rustoleum) 2 ครั้ง แล้วทาสีด้วยสีจริง				
กลุ่มคนงาน : 2 คน , หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง = 74 ม.				
1 รอบเวลา คือ : 1 รอบของงานทาสีรองพื้น กำหนดให้เท่ากับเวลาของการทาสีรองพื้น (Rustoleum) 2 ครั้ง แล้วทาสีด้วยสีจริงจนแล้วเสร็จ ครั้งละ 1 ท่อนความยาว 6 เมตร (เริ่มจากการทาสีรองพื้นครั้งที่ 1 รองนสีแห้งหมาดๆ แล้วจึงทาสีทับครั้งที่ 2 รองนสีแห้งต่อจากนั้นทาสีทับด้วยสีจริงอีกหนึ่งครั้งโดยทั่วตลอดความยาวของอะเสทั้งด้านนอกและด้านในจนแล้วเสร็จ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	924	100	924	853776
2	869	100	869	755161
3	827	100	827	683929
4	831	100	831	690561
5	715	100	715	511225
6	894	100	894	799236
7	746	100	746	556516
8	804	100	804	646416
9	735	100	735	540225
10	825	100	825	680625
11	800	100	800	640000
12	712	100	712	506944
13	864	100	864	746496
14	822	100	822	675684
15	683	100	683	466489
16	902	100	902	813604
17	788	100	788	620944
18	810	100	810	656100
19	703	100	703	494209
20	863	100	863	744769
21	783	100	783	613089
22	729	100	729	531441
23	783	100	783	613089
24	744	100	744	553536
25	765	100	765	585225

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
26	793	100	793	628849
27	796	100	796	633616
28	864	100	864	746496
29	756	100	756	571536
30	750	100	750	562500
31	782	100	782	611524
32	700	100	700	490000
33	850	100	850	722500
34	792	100	792	627264
35	785	100	785	616225
36	800	100	800	640000
37	795	100	795	632025
รวม			29384	23461824
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			794.16 วินาที เท่ากับ 13.24 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5 % เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 37$, $\sum X = 29384$, $\sum X^2 = 23461824$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(37)(23461824) - (29384)^2}}{(29384)} \right]^2$$

$$= 8.66 \text{ ครั้ง} < 37 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทาสีรองพื้น(Rustoleum) (2 ครั้ง) แล้วทาสีด้วยสีจริง สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 794.16	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง	= 74 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (794.16 x 2) / 74	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 21.47	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 21.47/60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 0.360	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทาสีรองพื้น (Rustoleum) (2 ครั้ง) แล้วทาสีด้วยสีจริง ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.360nc_1 \text{ คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย nc_1 = จำนวนที่ทาสี 13 ท่อน

ตารางที่ 3.7 งานย่อยที่ 5 งานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซีในแนวตั้งมาวางบนโครงสร้าง

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี ในแนวตั้งมาวางบนโครงสร้าง				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง = 74 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส)ในแนวตั้งมาวางบนโครงสร้าง				
กำหนดให้เท่ากับเวลาของการเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวตั้งเคลื่อนย้ายครั้งละ 1 ท่อนความยาว 6 เมตร ระยะทางที่เคลื่อนย้ายจากแนวราบถึงชั้นบนโครงสร้าง 10 เมตร (เริ่มจากการยกเหล็กตัวซี แล้วเคลื่อนย้ายในแนวราบจากนั้นจึงทำการลำเรียงส่งเหล็กตัวซีขึ้นสู่ด้านบนโครงสร้างโดยให้คนงานรอรับอยู่ด้านบน แล้วจึงวางตามตำแหน่งเพื่อรอทำการติดตั้งด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าต่อไปจนแล้วเสร็จในหนึ่งรอบ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	290	100	290	84100
2	334	100	334	111556
3	226	100	226	51076
4	316	100	316	99856
5	256	100	256	65536
6	231	100	231	53361
7	212	100	212	44944
8	241	100	241	58081
9	215	100	215	46225
10	213	100	213	45369
11	212	100	212	44944
12	234	100	234	54756
13	263	100	263	69169
14	234	100	234	54756
15	230	100	230	52900
16	249	100	249	62001
17	245	100	245	60025
18	243	100	243	59049
19	263	100	263	69169
20	251	100	251	63001
21	224	100	224	50176
22	251	100	251	63001
23	241	100	241	58081

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	248	100	248	61504
25	272	100	272	73984
26	246	100	246	60516
27	265	100	265	70225
28	240	100	240	57600
29	250	100	250	62500
30	235	100	235	55225
31	240	100	240	57600
32	270	100	270	72900
33	250	100	250	62500
34	201	100	201	40401
รวม			8391	2096087
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			246.80 วินาที เท่ากับ 4.12 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตร ที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n'} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 8391$, $\sum X^2 = 2096087$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(2096087) - (8391)^2}}{(8391)} \right]^2$$

$$= 20 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวตั้งมาวางบนโครงสร้างตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในรายการประเภทเคลื่อนย้าย โดยใช้คนยก สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 246.80	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง	= 74 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (246.80 x 4) / 74	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 13.35	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 13.35 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 0.230	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวตั้งมาวางบนโครงสร้างตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในรายการประเภทเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.230Dh \text{ คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย Dh = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวตั้ง 10 ม.

ตารางที่ 3.8 งานย่อยที่ 6 งานติดตั้งเหล็กตัวซีกับโครงสร้าง

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) กับ โครงสร้างบนแผ่นเพรทที่เชื่อมฝังติดบนหัวเสา (ติดตั้งด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า)

กลุ่มคนงาน : .3 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง = 74 ม.

1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการติดตั้งเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) กับ โครงสร้างบนแผ่นเพรทที่เชื่อมฝังติดบนหัวเสา กำหนดให้เท่ากับ เวลาของการติดตั้งเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ครั้งละ 1 ทุ่มความยาว 6 เมตร (เริ่มตั้งแต่การจัดวางตำแหน่งของเหล็กตัวซีบนแผ่นเพรทที่เชื่อมฝังติดบนหัวเสาจากนั้นทำการเชื่อมเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) กับแผ่นเพรทด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจนครบทุกตำแหน่งของเสา)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	37	100	37	1369
2	39	100	39	1521
3	40	100	40	1600
4	45	100	45	2025
5	55	100	55	3025
6	48	100	48	2304
7	56	100	56	3136
8	39	100	39	1521
9	38	100	38	1444
10	46	100	46	2116
11	39	100	39	1521
12	38	100	38	1444
13	43	100	43	1849
14	41	100	41	1681
15	45	100	45	2025
16	46	100	46	2116
17	47	100	47	2209
18	48	100	48	2304
19	55	100	55	3025
20	53	100	53	2809
21	52	100	52	2704
22	44	100	44	1936
23	48	100	48	2304

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	45	100	45	2025
25	47	100	47	2209
26	39	100	39	1521
27	40	100	40	1600
28	39	100	39	1521
29	41	100	41	1681
30	46	100	46	2116
31	47	100	47	2209
รวม			1386	62870
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			44.8 วินาที เท่ากับ 0.75 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{\sqrt[0.05]{n'}} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 31$, $\sum X = 1386$, $\sum X^2 = 62870$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{\sqrt[0.05]{(31)(62870) - (1386)^2}}}{(1386)} \right]^2$$

$$= 24 \text{ ครั้ง} < 31 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) กับโครงสร้างบนแผ่นเพรทที่เชื่อมฝังติดบนหัวเสา (ติดตั้งด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 44.8	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง	= 74 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (44.8 x 3) / 74	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 1.82	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 1.82 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 0.030	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) กับโครงสร้างบนแผ่นเพรทที่เชื่อมฝังติดบนหัวเสา (ติดตั้งด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.030 \text{New} \text{ คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย New = จำนวนจุดต่อแบบเชื่อมเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) 20 จุด

ตารางที่ 3.9 งานย่อยที่ 7 งานทาสี (Rustoleum) ซ้ำตามแนวรอยที่เชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ลักษณะของงาน : งานทาสี (Rustoleum) ซ้ำตามแนวรอยที่เชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง = 74 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการทาสี (Rustoleum) ซ้ำตามแนวรอยที่เชื่อมด้วยไฟฟ้า กำหนดให้เท่ากับ				
เวลาของการทาสีตามจุดที่มีรอยเชื่อมจนสีเดิมไหม้จนหลุดร่อนออก (เริ่มจากการใช้แปรงลวดเหล็กทองเหลือง				
ขัดตามแนวรอยเชื่อมเพื่อจัดเศษรอยเชื่อมออกให้สะอาดแล้วจึงทาสีซ้ำจนครบทุกจุดที่เชื่อม)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	49	100	49	2401
2	52	100	52	2704
3	44	100	44	1936
4	56	100	56	3136
5	35	100	35	1225
6	48	100	48	2304
7	49	100	49	2401
8	57	100	57	3249
9	52	100	52	2704
10	51	100	51	2601
11	51	100	51	2601
12	57	100	57	3249
13	53	100	53	2809
14	49	100	49	2401
15	39	100	39	1521
16	49	100	49	2401
17	37	100	37	1369
18	51	100	51	2601
19	53	100	53	2809
20	39	100	39	1521
21	41	100	41	1681
22	35	100	35	1225
23	37	100	37	1369
24	41	100	41	1681
25	61	100	61	3721

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
26	50	100	50	2500
27	45	100	45	2025
28	60	100	60	3600
29	35	100	35	1225
30	57	100	57	3249
31	55	100	55	3025
32	40	100	40	1600
33	36	100	36	1296
34	32	100	32	1024
35	50	100	50	2500
36	35	100	35	1225
37	38	100	38	1444
38	39	100	39	1521
39	42	100	42	1764
40	45	100	45	2025
รวม			1845	87643
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			46.13 วินาที เท่ากับ 0.77 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 1854$, $\sum X^2 = 87643$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(87643) - (1854)^2}}{(1854)} \right]^2$$

= 32 ครั้ง < 40 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทาสี (Rustoleum) ซ้ำตาม
แนวรอยที่เชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 46.13	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความยาวของพื้นที่ในการติดตั้ง	= 74 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (46.13 x 2) / 74	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 1.25	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 1.25 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 0.021	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานทาสี (Rustoleum) ซ้ำตามแนวรอยที่เชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.021nc_2 \quad \text{คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย $nc_2 =$ จำนวนที่ทาสี 13 ท่อน

ตารางที่ 3.10 สรุปผลการสังเคราะห์เวลาของกิจกรรมงานย่อยของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา
เหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย

กลุ่มงานหลักที่ 1 งานประกอบและติดตั้งอะเส แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 7 กิจกรรมงานย่อย						
ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาที)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
1	งานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวราบ เคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก	1.94	74	ม.	0.104	0.104d ₁
2	งานวัดขนาดและตัดเหล็ก ตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) เป็น ท่อนๆ ด้วยเครื่องตัดไฟฟ้า	0.75	74	ม.	0.021	0.021Nc
3	งานทำความสะอาดเหล็ก ตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ผิวที่ จะทาสีกันสนิม (ขัดด้วย กระดาษทรายแล้วปิดด้วย แปรงลวดเหล็กทองเหลือง)	4.12	74	ม.	0.056	0.056nc
4	งานทาสีรองพื้น (Rustoleum)(2 ครั้ง) แล้ว ทาสีด้วยสีจริง	13.24	74	ม.	0.360	0.360nc ₁
5	งานเคลื่อนย้ายเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ในแนวตั้ง มาวางบนโครงสร้างตาม ตำแหน่งที่ระบุไว้ใน รายการประเภทเคลื่อนย้าย โดยใช้คนยก	4.12	74	ม.	0.230	0.230Dh
6	งานติดตั้งเหล็กตัวซี (ที่ใช้ เป็นอะเส) กับโครงสร้าง บนแผ่นเพรทที่เชื่อมฝังติด บนหัวเสา (ติดตั้งด้วยเครื่อง เชื่อมไฟฟ้า)	0.75	74	ม.	0.030	0.030New

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาที)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
7	งานทาสี(Rustoleum) ฆ่า ตามแนวรอยที่เชื่อมด้วย เครื่องเชื่อม ไฟฟ้า	0.77	74	ม.	0.021	0.021nc ₂
กลุ่มงานหลักที่ 2 งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา Smart Truss แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 9 กิจกรรมงานย่อย						
ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาที)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
8	งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบ เคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก	2.022	100	ตร.ม.	0.081	0.081d ₂
9	งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้ง เคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก	3.38	100	ตร.ม.	0.135	0.135Dh ₁
10	งานประกอบและติดตั้ง โครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึด ด้วยน็อตและสกรูระหว่าง โครงหลังคากับอะเส	1.78	100	ตร.ม.	0.071	0.071Nf
11	งานประกอบและติดตั้ง ตะเข้สัน, ตะเข้ราง, และ จันทัน	6.41	100	ตร.ม.	0.320	0.320NF ₁

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาที)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
12	งานติดตั้งและจัดระยะห่าง ของแปรับหลังคาติดตั้งโดย การขันยึดด้วยน็อตและสกรู กับโครงหลังคา (Smart Truss)	5.78	100	ตร.ม.	0.290	$0.290Nf_2$
13	งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบ เคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง)	1.87	20	ตร.ม.	0.380	$0.380d_3$
14	งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้ง เคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง)	4.45	20	ตร.ม.	0.089	$0.089Dh_2$
15	งานประกอบและติดตั้ง โครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึด ด้วยน็อตและสกรูระหว่าง โครงหลังคา กับผนัง คอนกรีต โดยมีแผ่นเพรท เป็นตัวเชื่อมประสาน (หลังคาชั้นล่าง)	5.11	20	ตร.ม.	1.021	$1.021Nf_3$
16	งานติดตั้งและจัดระยะห่าง ของแปรับหลังคาติดตั้งโดย การขันยึดด้วยน็อตและสกรู กับโครงหลังคา (Smart Truss) (หลังคาชั้นล่าง)	4.129	20	ตร.ม.	0.826	$0.826Nf_4$

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

กลุ่มงานหลักที่ 3 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 7 กิจกรรมงานย่อย						
ลำดับที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐานต่อหน่วย(นาที)	สมการสังเคราะห์เวลา
			ปริมาณงานที่ทำ	หน่วยของงาน		
17	งานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนวูล (หลังคาชั้นบน)	4.99	50	ตร.ม.	0.399	0.399L ₁
18	งานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นบน)	3.02	24	ตร.ม.	0.251	0.251L ₂
19	งานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนวูล (หลังคาชั้นล่าง)	4.921	30	ตร.ม.	0.492	0.492L ₃
20	งานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง)	3.18	30	ตร.ม.	0.180	0.180L ₄
21	งานติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง)	9.7	10	ตร.ม.	2.907	2.907L ₅
22	งานติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน (ติดตั้งใต้โครงหลังคา)	14.53	50	ตร.ม.	1.162	1.162A ₁
23	งานติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว (ติดตั้งใต้โครงหลังคา)	15.264	40	ตร.ม.	1.586	1.586A ₂

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

กลุ่มงานหลักที่ 4 งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 12 กิจกรรมงานย่อย						
ลำดับที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐานต่อหน่วย(นาที)	สมการสังเคราะห์เวลา
			ปริมาณงานที่ทำ	หน่วยของงาน		
24	งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาจัดเรียงในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอย่างเป็นระเบียบ (เคลื่อนย้ายในแนวราบโดยคน)	0.84	100	ตร.ม.	0.050	0.050d ₄
25	งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่งในแนวตั้ง	0.756	100	ตร.ม.	0.037	0.037Dh ₃
26	งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนียเคลื่อนย้ายโดยคน	0.741	100	ตร.ม.	0.044	0.044d ₅
27	งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวตั้งเคลื่อนย้ายลำเรียงโดยใช้คน (หลังคาชั้นล่าง)	1.46	20	ตร.ม.	0.366	0.366Dh ₄
28	งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนียเคลื่อนย้ายโดยคน (หลังคาชั้นล่าง)	0.75	20	ตร.ม.	0.150	0.150d ₆

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาที)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
29	งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้อง ซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่ การมุงปกติโดยการขันยึด ด้วยน็อตและสกรู	1.00	10	ตร.ม.	0.501	0.501A ₃
30	งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้อง ซีแพคโมเนียตามแนวสัน หลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ ราง โดยการขันยึดด้วยน็อต และสกรู (วัดและตัดแผ่น กระเบื้องซีแพคโมเนียด้วย มอเตอร์ไฟเบอร์)	2.093	8	ตร.ม.	0.523	0.523A ₄
31	งานติดตั้งกรอบหลังคาตาม แนวสันหลังคาและแนว ตะเข้สัน	3.145	8	ตร.ม.	0.786	0.786A ₅
32	งานติดตั้งปั้นลม	0.875	10	ตร.ม.	0.175	0.175A ₆
33	งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้อง ซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่ การมุงปกติโดยการขันยึด ด้วยน็อตและสกรู (หลังคา ชั้นล่าง)	0.98	10	ตร.ม.	0.196	0.196A ₇
34	งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้อง ซีแพคโมเนียตามแนวสัน หลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ ราง โดยการขันยึดด้วยน็อต และสกรู (วัดและตัดแผ่น กระเบื้องซีแพคโมเนียด้วย มอเตอร์ไฟเบอร์) (หลังคา ชั้นล่าง)	2.211	7	ตร.ม.	0.632	0.632A ₈

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาท)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาท)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
35	งานติดตั้งครอบหลังคาตาม แนวสันหลังคาและแนว ตะเข้สัน (หลังคาชั้นล่าง)	3.11	6	ตร.ม.	1.037	1.037A ₉
กลุ่มงานหลักที่ 5 งานปีก ค.ส.ล ปีรยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน แยกเป็น กิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 9 กิจกรรมงานย่อย						
ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาท)	ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน	เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาท)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
36	งานวัดและตัดเหล็กเส้น เพื่อทำเป็นเหล็กตะแกรง	1.06	8.75	ตร.ม.	0.250	0.250Nc ₁
37	งานตัดลวดผูกเหล็ก	0.79	5	ตร.ม.	0.160	0.160Nc ₂
38	งานผูกเหล็กตะแกรง	0.75	5	ตร.ม.	0.150	0.150Np
39	งานประกอบไม้แบบ	15.84	3	ตร.ม.	9.900	9.900A ₁₀
40	งานผสมคอนกรีตสำหรับ งานเทพีก ค.ส.ล.	19.6	8	ตร.ม.	4.900	4.900A ₁₁
41	งานเทคอนกรีตลงในแบบ หล่อ ปีก ค.ส.ล เพื่อปิด รอยต่อระหว่างกระเบื้องซี แพคโมเนีย กับแนวผนัง ก่ออิฐฉาบปูน	2.18	4	ตร.ม.	2.180	2.180A ₁₂
42	งานถอดไม้แบบ	10.98	6	ตร.ม.	3.660	3.660A ₁₃
43	งานผสมปูนฉาบ	21.36	8	ตร.ม.	5.340	5.340A ₁₄
44	งานฉาบปีก ค.ส.ล ปิด รอยต่อระหว่างกระเบื้องซี แพคโมเนียกับแนวผนังก่อ อิฐฉาบปูน	23.51	7	ตร.ม.	6.720	6.720A ₁₅

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

กลุ่มงานหลักที่ 6 งานปั้นปูนปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคากับกระเบื้องซีแพคโมเนียและรอยต่อของ ตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 2 กิจกรรมงานย่อย						
ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาที)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
45	งานผสมคอนกรีตสำหรับ งานปั้นปูนปิดรอยต่อ	15.14	2	ตร.ม.	15.140	15.140A ₁₆
46	งานปั้นปูนปิดรอยต่อกรอบ สันหลังคาและตะเข้สัน	1.076	3	ตร.ม.	3.229	3.229A ₁₇
กลุ่มงานหลักที่ 7 งานทาสี แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 2 กิจกรรมงานย่อย						
ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาที)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
47	งานทาสีตามแนวที่ปิด รอยต่อระหว่างกรอบสัน หลังคา,ตะเข้สันกับแนว กระเบื้องซีแพคโมเนีย	1.091	3	ตร.ม.	0.363	0.363A ₁₈
48	งานทาสีปีก ก.ส.ล ปิด รอยต่อระหว่างกระเบื้องซี แพคโมเนียกับแนวผนัง ก่ออิฐฉาบปูน	1.16	4	ตร.ม.	0.290	0.290A ₁₉

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

กลุ่มงานหลักที่ 8 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ แยกเป็นกิจกรรมงานย่อย ทั้งหมด 5 กิจกรรมงานย่อย						
ลำดับ ที่	กิจกรรมในการทำงาน	เวลาพื้นฐาน เฉลี่ยต่อ หน่วย(นาที)	ผลงานที่ทำได้		เวลาพื้นฐาน ต่อหน่วย (นาที)	สมการ สังเคราะห์ เวลา
			ปริมาณ งานที่ทำ	หน่วย ของงาน		
49	งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งอะเส	3.07	7	ม.	1.756	1.756H
50	งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้ง	3.053	8	ม.	1.527	1.527H ₁
51	งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนกรีตและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นบน)	3.147	6.7	ม.	1.880	1.880H ₂
52	งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนกรีตและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง)	3.191	5	ม.	2.553	2.553H ₃
53	งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวตั้ง (ชั้นล่าง)	3.213	4	ม.	3.213	3.213H ₄

ขั้นตอนที่ 7 รวมสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย ของงานประกอบและติดตั้ง โครงหลังคา (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย ได้ดังนี้

กลุ่มงานหลักที่ 1 งานประกอบและติดตั้งอะเส แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 7 กิจกรรมงานย่อย จะได้

$$\begin{aligned} \text{เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} &= 0.104d_1 + 0.021Nc + 0.056nc + 0.360nc_1 + 0.230Dh + 0.030New \\ &+ 0.021nc_2 \end{aligned}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการสังเคราะห์

$$\begin{aligned} &= (0.104 \times 20) + (0.021 \times 13) + (0.056 \times 13) + (0.360 \times 13) + (0.230 \times \\ &10) + (0.030 \times 20) + (0.021 \times 13) \\ &= 10.934 \quad \text{คน- นาที ต่อ ม.} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 2 งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) แยกเป็นกิจกรรมงานย่อย ทั้งหมด 9 กิจกรรมงานย่อย จะได้

$$\begin{aligned} \text{เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} &= 0.081d_2 + 0.135Dh_1 + 0.071Nf + 0.320Nf + 0.290Nf_2 + 0.380d_3 \\ &+ 0.089Dh_2 + 1.021Nf_3 + 0.826Nf_4 \end{aligned}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการสังเคราะห์

$$\begin{aligned} &= (0.081 \times 20) + (0.135 \times 15) + (0.071 \times 10) + (0.320 \times 50) + (0.290 \times \\ &70) + (0.380 \times 20) + (0.089 \times 10) + (1.021 \times 20) + (0.826 \times 30) \\ &= 97.045 \quad \text{คน - นาที ต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 3 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 7 กิจกรรมงานย่อย จะได้

$$\text{เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} = 0.399L_1 + 0.251L_2 + 0.492L_3 + 0.180L_4 + 2.907L_5 + 1.162A_1 + 1.586A_2$$

แทนค่าตัวแปรในสมการสังเคราะห์

$$\begin{aligned} &= (0.399 \times 50) + (0.251 \times 24) + (0.492 \times 30) + (0.180 \times 30) + (2.907 \\ &\times 10) + (1.162 \times 50) + (1.586 \times 40) \\ &= 196.74 \quad \text{คน - นาที ต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 4 งานมุ่งหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 12 กิจกรรมงานย่อย จะได้

$$\begin{aligned} \text{เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} &= 0.050d_4 + 0.037Dh_3 + 0.044d_5 + 0.366Dh_4 + 0.150d_6 + 0.501A_3 \\ &+ 0.523A_4 + 0.786A_5 + 0.175A_6 + 0.196A_7 + 0.632A_8 + 1.037A_9 \end{aligned}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการสังเคราะห์

$$\begin{aligned} &= (0.050 \times 8) + (0.037 \times 20) + (0.044 \times 10) + (0.366 \times 10) + (0.150 \times 10) \\ &+ (0.501 \times 10) + (0.523 \times 8) + (0.786 \times 8) + (0.175 \times 10) + \\ &(0.196 \times 10) + (0.632 \times 7) + (1.037 \times 6) \\ &= 36.58 \text{ คน - นาที ต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 5 งานปิก ค.ส.ล ปีตรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 9 กิจกรรมงานย่อย จะได้

$$\begin{aligned} \text{เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} &= 0.250Nc_1 + 0.160Nc_2 + 0.150Np + 9.900A_{10} + 4.900A_{11} + \\ &2.180A_{12} + 3.660A_{13} + 5.340A_{14} + 6.720A_{15} \end{aligned}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการสังเคราะห์

$$\begin{aligned} &= (0.250 \times 170) + (0.160 \times 50) + (0.150 \times 10) + (9.900 \times 15) + \\ &(4.900 \times 15) + (2.180 \times 15) + (3.660 \times 15) + (5.340 \times 20) + (6.720 \times 20) \\ &= 604.15 \text{ คน - นาที ต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 6 งานป็นปูนปีตรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียและรอยต่อของตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 2 กิจกรรมงานย่อย จะได้

$$\text{เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} = 15.140A_{16} + 3.229A_{17}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการสังเคราะห์

$$\begin{aligned} &= (15.140 \times 5) + (3.229 \times 5) \\ &= 91.845 \text{ คน - นาที ต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 7 งานทาสี แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 2 กิจกรรมงานย่อย จะได้

$$\text{เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} = 0.363A_{18} + 0.290A_{19}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการสังเคราะห์

$$= (0.363 \times 5) + (0.290 \times 8)$$

$$= 4.135 \text{ คน - นาที ต่อ ตร.ม.}$$

กลุ่มงานหลักที่ 8 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ แยกเป็นกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 5 กิจกรรมงานย่อยจะได้

$$\text{เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} = 1.756H + 1.527H_1 + 1.880H_2 + 2.553H_3 + 3.213H_4$$

แทนค่าตัวแปรในสมการสังเคราะห์

$$= (1.756 \times 7) + (1.527 \times 8) + (1.880 \times 6.7) + (2.553 \times 5) + (3.213 \times 4)$$

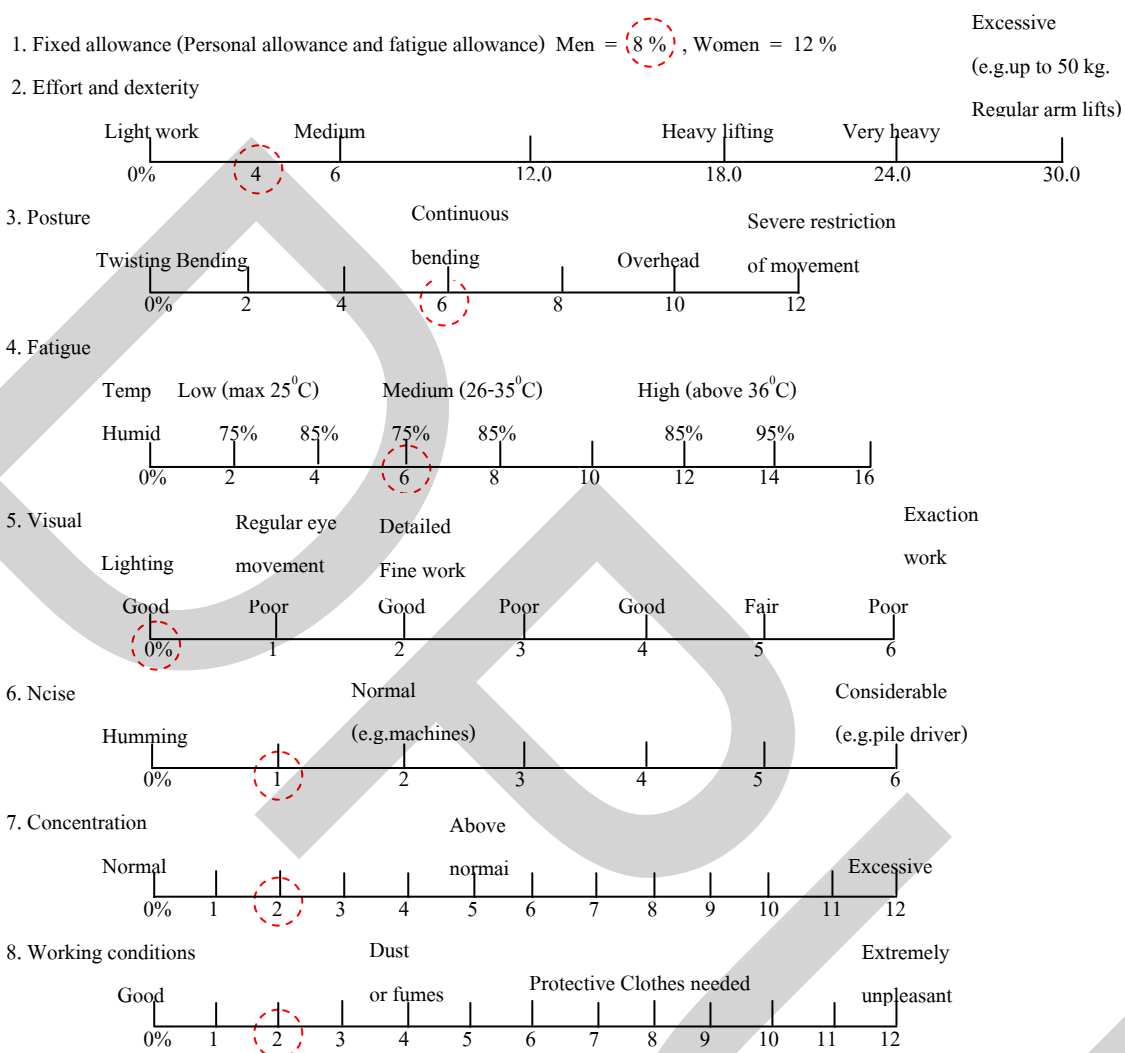
$$= 58.721 \text{ คน - นาที ต่อ ม.}$$

3.5 หาค่าเวลามาตรฐาน (Standard Time) และหาค่าอัตราผลิต

เมื่อได้ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวมของแต่ละกลุ่มงานหลักต่างๆ จนครบทุกกลุ่มงานแล้ว จากนั้นจะนำมาวิเคราะห์หาค่าเวลามาตรฐาน (Standard Time) และค่าอัตราผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) ได้ดังนี้

3.5.1 เวลามาตรฐาน (Standard Time)

ค่าเวลามาตรฐานของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) โดยจะนำค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวมของแต่ละกลุ่มงานหลักต่างๆ มาบวกกับค่าเวลาเพื่อการพักผ่อน (Relaxation Allowance) และค่าเวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย (Contingency Allowances) ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดของ Harris and MaCaffer (1995) ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงเวลาเพื่อการพักผ่อนของ (Harris and MaCaffer 1995)

ที่มา : Olomolaiye , and others (1998: 81)

3.5.2 เวลาเพื่อการพักผ่อน (Relaxation Allowance)

เวลาเนื่องจากการพักผ่อนเกิดได้จากปัจจัยต่างๆ ในหน้างานก่อสร้างประกอบด้วยดังนี้
 หมายเลข 1 คือ เวลาเผื่อที่เป็นเวลาเผื่อสำหรับทำธุรกิจส่วนตัว เช่น ตั้มน้ำ เข้าห้องน้ำ
 จะกำหนดให้เวลาเผื่อสำหรับผู้ชายเท่ากับร้อยละ 8 จึงให้เวลาเผื่อเท่ากับร้อยละ 8

หมายเลข 2 คือเวลาเพื่อเนื่องจากประเภทของการทำงานว่าเป็นงานหนักหรือว่างานเบา ซึ่งงานประกอบและติดตั้งอะเสถือว่าเป็นงานที่หนักปานกลางจึงให้เวลาเพื่อเท่ากับร้อยละ 4

หมายเลข 3 คือ ลักษณะและท่าทางในการทำงานของงานในแต่ละประเภท เช่น งานที่ทำเหนือหัวซึ่งยากต่อการทำงาน หรืองานที่มีท่าทางก้มๆ เงยๆ ในงานประกอบและติดตั้งอะเสเป็นงานที่ทำค่อนข้างทำงานลำบากเพราะจะต้องมีการลำเรียงเหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) ขึ้นสู่ที่สูงและมีลักษณะของการทำงาน ไม่คล่องตัวเท่าที่ควรจึงให้เวลาเพื่อเท่ากับร้อยละ 6

หมายเลข 4 คือ ความเหนื่อยล้าที่เกิดจากอุบัติเหตุในการทำงาน เนื่องจากสภาพหน้างานที่ไปเก็บข้อมูลอยู่ระหว่าง 30 – 36 องศาเซลเซียส จึงให้เวลาเพื่อเท่ากับร้อยละ 6

หมายเลข 5 คือ สภาพในการมองเห็นของการทำงาน ในสภาพหน้างานที่ทำการเก็บข้อมูลนั้น เนื่องจากเป็นเวลากลางวันดังนั้นในการมองเห็นของการทำงานจึงมองเห็นได้อย่างชัดเจน จึงให้เวลาเพื่อเท่ากับร้อยละ 0

หมายเลข 6 คือ เสี่ยงรบกวนในการทำงาน จากสภาพหน้างานที่ทำการเก็บข้อมูลนั้นไม่ได้ อยู่ใกล้กับเครื่องจักรหนักและเสียงดัง ดังนั้นจึงให้เวลาเพื่อเท่ากับร้อยละ 1

หมายเลข 7 คือ ความตั้งใจในการทำงาน ซึ่งช่างและคนงานมีความตั้งใจในการทำงานมากจึงให้เวลาเพื่อเท่ากับร้อยละ 2

หมายเลข 8 คือ สภาพแวดล้อมของการทำงาน เช่น ที่ทำงานมีฝุ่นละอองหรือควัน ในสภาพหน้างานที่ทำการเก็บข้อมูลนั้นมีฝุ่นและละอองอยู่บ้างจึงให้เวลาเพื่อเท่ากับร้อยละ 2

จากเกณฑ์และข้อกำหนดข้างต้นนั้นสามารถรวมร้อยละของการเผื่อค่าเวลาการพักผ่อน จากสภาพการทำงานได้เป็นร้อยละ 29 % และค่าเวลาเพื่อเหตุสุควิสัยเท่ากับ 5 % ของเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวมดังนั้นการเผื่อค่าเวลาการพักผ่อนและค่าเวลาเพื่อเหตุสุควิสัยในการทำงานทั้ง 8 กลุ่มงานหลักสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 สรุปการเพื่อค่าเวลาในแต่ละกลุ่มกิจกรรมงานหลักต่าง ๆ

ลำดับ ที่	รายละเอียดของกิจกรรม งานหลัก	ร้อยละการเพื่อค่าเวลาการพักผ่อน (%)								รวมร้อยละ การเพื่อค่า เวลาการ พักผ่อน (%)	ร้อยละการ เพื่อค่าเวลา เหตุสุดวิสัย (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	กลุ่มงานหลักที่ 1 งาน ประกอบและติดตั้งอะเส	8	4	6	6	0	1	2	2	29	5
2	กลุ่มงานหลักที่ 2 งาน ประกอบและติดตั้งโครง หลังคา (Smart Truss)	8	4	6	6	0	1	2	2	29	5
3	กลุ่มงานหลักที่ 3 งาน ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ งานหลังคา	8	4	6	6	0	1	2	2	29	5
4	กลุ่มงานหลักที่ 4 งานมุง หลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย	8	4	6	6	0	1	2	2	29	5
5	กลุ่มงานหลักที่ 5 งานปีก ค.ส.ล ปัดรอยต่อระหว่าง กระเบื้องซีแพคโมเนียกับ แนวผนังก่ออิฐฉาบปูน	8	4	6	6	0	1	2	2	29	5
6	กลุ่มงานหลักที่ 6 งานปั้น ปูนปิดรอยต่อระหว่าง ครอบสันหลังคาทับ กระเบื้องซีแพคโมเนียและ รอยต่อของตะเข้สันกับ กระเบื้องซีแพคโมเนีย	8	4	6	6	0	1	2	2	29	5
7	กลุ่มงานหลักที่ 7 งานทาสี	8	4	6	6	0	1	2	2	29	5
8	กลุ่มงานหลักที่ 8 งาน ประกอบและเคลื่อนย้าย นั่งร้านในแต่ละกิจกรรม งานต่างๆ	8	4	6	6	0	1	2	2	29	5

ขั้นตอนที่ 8 หาค่าเวลามาตรฐานของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย (CPAC Monier)

กลุ่มงานหลักที่ 1 งานประกอบและติดตั้งอะเส

$$\begin{aligned} \text{เวลามาตรฐานของงานประกอบและติดตั้งอะเส} &= \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} + \text{เวลาเผื่อการ} \\ &\quad \text{พักผ่อน} + \text{เวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย} \\ &= 10.934 + (29\%)(10.934) + (5\%)(10.934) \\ &= 14.65 \quad \text{คน-นาที ต่อ ม.} \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 9 หาค่าอัตราผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย (CPAC Monier)

จากค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้สามารถนำไปหาเป็นค่าอัตราผลิตที่ควรจะได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลิตต่อวัน ได้ดังนี้

$$\text{อัตราผลิตต่อวัน (ตร.ม./วัน)} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน (คน - นาที ต่อ วัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน - นาที ต่อ ตร.ม.)}}$$

กรณีเป็นการหาค่าเวลามาตรฐานของทีมงาน ซึ่งจะประกอบด้วยทีมงานมากกว่า 1 คน สมการอัตราผลิตต่อวัน โดยทีมงานที่กำหนดสามารถหาได้ดังนี้

$$\text{อัตราผลิตที่ทำได้ต่อวันโดยทีมงานกำหนด} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน- นาที ต่อ วัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาที ต่อตร.ม.)}}$$

การคำนวณในการหาค่าอัตราผลิตต่อวัน โดยทีมงานที่ทำงานทั้งหมด 4 คน ของงานประกอบและติดตั้งอะเส โดยจะทำการคำนวณได้ดังนี้

กลุ่มคนงานและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสมจะประกอบด้วย

- (1) ช่างเชื่อม 2 คน
- (2) คนงาน 2 คน

- (3) เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้าและเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในการประกอบและติดตั้งอะเส
- (4) เหล็กตัวซี (ที่ใช้เป็นอะเส) , สลักสนิม

รวมชั่วโมงในการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง และสามารถหาค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งอะเสได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราผลผลิตที่ทำได้ต่อวันโดยทีมงานกำหนด} &= \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน-นาที่ ต่อวัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาที่ ต่อม.)}} \\ &= \frac{8 \times 4 \times 60}{14.65} \\ &= 131 \text{ ม. ต่อ วัน} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 2 งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss)

เวลามาตรฐานของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss)

$$\begin{aligned} &= \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} + \text{เวลาเผื่อการพักผ่อน} \\ &\quad + \text{เวลาเผื่อเหตุสุดวิสัย} \\ &= 97.045 + (29\%)(97.045) + (5\%)(97.045) \\ &= 130 \text{ คน-นาที่ ต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

จากค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้สามารถนำไปหาค่าอัตราผลผลิตที่ควรจะได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลผลิตต่อวันได้ดังนี้

การคำนวณในการหาค่าอัตราผลผลิตต่อวันโดยทีมงานที่ทำงานทั้งหมด 6 คน ของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) โดยจะทำการคำนวณได้ดังนี้

กลุ่มคนงานและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสมจะประกอบด้วย

- (1) ช่างประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็ก 2 คน
- (2) คนงาน 4 คน
- (3) เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้า
- (4) โครงหลังคา (Smart Truss) แปเหล็ก, เหล็กที่ใช้เป็นจันทัน, ตะเข้สนิม, ตะเข้ราง

รวมชั่วโมงในการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง และสามารถหาค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ได้ดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิตที่ทำได้อันหนึ่งโดยทีมงานกำหนด} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน-นาทิต่อวัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาทิต่อตร.ม.)}}$$

$$= \frac{8 \times 6 \times 60}{130}$$

$$= 22.15 \text{ ตร.ม. ต่อ วัน}$$

กลุ่มงานหลักที่ 3 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา

เวลามาตรฐานของงานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา

$$\begin{aligned} &= \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} + \text{เวลาเพื่อการพักผ่อน} \\ &\quad + \text{เวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย} \\ &= 196.74 + (29\%)(196.74) + (5\%)(196.74) \\ &= 263.62 \text{ คน-นาทิต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

จากค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้สามารถนำไปหาเป็นค่าอัตราผลผลิตที่ควรจะทำได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลผลิตต่อวันได้ดังนี้

การคำนวณในการหาอัตราผลผลิตต่อวัน โดยทีมงานที่ทำงานทั้งหมด 4 คน ของงานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา โดยจะทำการคำนวณได้ดังนี้

กลุ่มคนงานและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสมจะประกอบด้วย

- (1) ช่างประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา 2 คน
- (2) คนงาน 2 คน
- (3) วัสดุไม้คอนกรีต(ใช้เป็นเชิงชาย)
- (4) วัสดุปิดลอนเชิงชาย
- (5) วัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ(ตะเข้ราง)
- (6) แผ่นสะท้อนความร้อน
- (7) แผ่นรองกันรั่ว

รวมชั่วโมงในการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง และสามารถหาอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคาได้ดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิตที่ทำได้อันหนึ่งโดยทีมงานกำหนด} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน-นาทิต่อวัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาทิต่อตร.ม.)}}$$

$$= \frac{8 \times 4 \times 60}{263.62}$$

$$= 7.28 \quad \text{ตร.ม. ต่อ วัน}$$

กลุ่มงานหลักที่ 4 งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย

เวลามาตรฐานของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย

$$= \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} + \text{เวลาเพื่อการพักผ่อน}$$

$$+ \text{เวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย}$$

$$= 36.58 + (29\%)(36.58) + (5\%)(36.58)$$

$$= 49.01 \quad \text{คน-นาที่ ต่อ ตร.ม.}$$

จากค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้สามารถนำไปหาเป็นค่าอัตราผลผลิตที่ควรทำได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลผลิตต่อวันได้ดังนี้

การคำนวณในการหาค่าอัตราผลผลิตต่อวันโดยที่ทีมงานที่ทำงานทั้งหมด 4 คน ของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย โดยจะทำการคำนวณได้ดังนี้

กลุ่มคนงานและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสมจะประกอบด้วย

- (1) ช่างมุงหลังคา 4 คน
- (2) กระเบื้องซีแพค โมเนีย
- (3) วัสดุครอบสันหลังชนิดต่างๆ
- (4) เครื่องลำเรียงแบบสายพานส่ง (เคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพค โมเนียในแนวโค้ง)
- (5) มอเตอร์ไฟเบอร์ (สำหรับตัดแผ่นกระเบื้องซีแพค โมเนีย)
- (6) น็อตและสกรู, ประแจ

รวมชั่วโมงในการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง และสามารถหาค่าอัตราผลผลิตของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพค โมเนีย ได้ดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิตที่ทำได้ต่อวันโดยที่ทีมงานกำหนด} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน-นาที่ต่อวัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาที่ต่อตร.ม.)}}$$

$$= \frac{8 \times 4 \times 60}{49.01}$$

$$= 39.18 \quad \text{ตร.ม. ต่อ วัน}$$

กลุ่มงานหลักที่ 5 งานปึก ค.ส.ล ปีครอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน
 เวลามาตรฐานของงานปึก ค.ส.ล ปีครอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน
 = ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม + เวลาเพื่อการพักผ่อน
 + เวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย
 = 604.15 + (29 %)(604.15) + (5 %)(604.15)
 = 809.56 คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้สามารถนำไปหาเป็นค่าอัตราผลผลิตที่ควรจะได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลผลิตต่อวัน ได้ดังนี้

การคำนวณในการหาอัตราผลผลิตต่อวัน โดยทีมงานที่ทำงานทั้งหมด 4 คน ของงานปึก ค.ส.ล ปีครอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน โดยจะทำการคำนวณได้ดังนี้
 กลุ่มคนงานและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสมจะประกอบด้วย

- (1) ช่างฉาบปูน 2 คน
- (2) คนงาน 2 คน
- (3) ปูนซีเมนต์, เหล็กเส้น (ใช้ทำเป็นเหล็กตะแกรง) พร้อมทั้งวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ที่

เกี่ยวข้องกับงานปึก ค.ส.ล.

รวมชั่วโมงในการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง และสามารถหาอัตราผลผลิตของงานปึก ค.ส.ล. ปีครอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราผลผลิตที่ทำต่อวันโดยทีมงานกำหนด} &= \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน- นาที ต่อ วัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาที ต่อตร.ม.)}} \\ &= \frac{8 \times 4 \times 60}{809.56} \\ &= 2.37 \quad \text{ตร.ม. ต่อ วัน} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 6 งานปั้นปูนปีครอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคาที่กระเบื้องซีแพคโมเนียและ
 รอยต่อของตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย

เวลามาตรฐานของงานปั้นปูนปีครอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคาที่กระเบื้องซีแพคโมเนียและ
 รอยต่อของตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย = ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม + เวลาเพื่อการพักผ่อน
 + เวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย

$$= 91.845 + (29\%)(91.845) + (5\%)(91.845)$$

$$= 123.07 \quad \text{คน-นาที่ ต่อ ตร.ม.}$$

จากค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้สามารถนำไปหาเป็นค่าอัตราผลผลิตที่ควรจะได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลผลิตต่อวันได้ดังนี้

การคำนวณในการหาค่าอัตราผลผลิตต่อวัน โดยทีมงานที่ทำงานทั้งหมด 3 คน ของงานปั้นปูนปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคาที่กระเบื้องซีแพคโมเนียและรอยต่อของตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย โดยจะทำการคำนวณได้ดังนี้

กลุ่มคนงานและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสมจะประกอบด้วย

- (1) ช่างปั้นปูน 1 คน
- (2) คนงาน 2 คน
- (3) ปูนซีเมนต์พร้อมวัสดุอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานปั้นปูนปิดรอยต่อต่างๆ

รวมชั่วโมงในการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง และสามารถหาค่าอัตราผลผลิตของงานปั้นปูนปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคาที่กระเบื้องซีแพคโมเนียและรอยต่อของตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย ได้ดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิตที่ทำได้ต่อวันโดยทีมงานกำหนด} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน-นาที่ ต่อ วัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาที่ ต่อ ตร.ม.)}}$$

$$= \frac{8 \times 3 \times 60}{123.07}$$

$$= 11.70 \quad \text{ตร.ม. ต่อ วัน}$$

กลุ่มงานหลักที่ 7 งานทาสี

$$\begin{aligned} \text{เวลามาตรฐานของงานทาสี} &= \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} + \text{เวลาเพื่อการพักผ่อน} + \text{เวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย} \\ &= 4.135 + (29\%)(4.135) + (5\%)(4.135) \\ &= 5.54 \quad \text{คน-นาที่ ต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

จากค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้สามารถนำไปหาเป็นค่าอัตราผลผลิตที่ควรจะได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลผลิตต่อวันได้ดังนี้

การคำนวณในการหาค่าอัตราผลผลิตต่อวัน โดยที่ทีมงานที่ทำงานทั้งหมด 2 คน ของงานทาสี โดยจะทำการคำนวณได้ดังนี้

กลุ่มคนงานและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสมจะประกอบด้วย

- (1) ช่างทาสี 2 คน
- (2) สีพร้อมอุปกรณ์การทาสี

รวมชั่วโมงในการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง และสามารถหาค่าอัตราผลผลิตของงานทาสี ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราผลผลิตที่ทำได้ต่อวันโดยที่ทีมงานกำหนด} &= \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน-นาฬิกา ต่อวัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาฬิกา ต่อตร.ม.)}} \\ &= \frac{8 \times 2 \times 60}{5.54} \\ &= 173.29 \quad \text{ตร.ม. ต่อ วัน} \end{aligned}$$

กลุ่มงานหลักที่ 8 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ

เวลามาตรฐานของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ

$$\begin{aligned} &= \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม} + \text{เวลาเพื่อการพักผ่อน} \\ &\quad + \text{เวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย} \\ &= 58.721 + (29\%)(58.721) + (5\%)(58.721) \\ &= 78.69 \quad \text{คน-นาฬิกา ต่อ ม.} \end{aligned}$$

จากค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้สามารถนำไปหาค่าอัตราผลผลิตที่ควรจะได้ในแต่ละวัน โดยจะแสดงในรูปของอัตราผลผลิตต่อวันได้ดังนี้

การคำนวณในการหาค่าอัตราผลผลิตต่อวัน โดยที่ทีมงานที่ทำงานทั้งหมด 4 คน ของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ โดยจะทำการคำนวณได้ดังนี้

กลุ่มคนงานและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสมจะประกอบด้วย

- (1) คนงาน 4 คน
- (2) นั่งร้านพร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการประกอบชุดนั่งร้าน

รวมชั่วโมงในการทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง และสามารถหาค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ ได้ดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิตที่ทำได้ต่อวันโดยทีมงานกำหนด} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน} \times \text{จำนวนทีมงาน (คน-นาทิต่อวัน)}}{\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time) (คน-นาทิต่อม.)}}$$

$$= \frac{8 \times 4 \times 60}{78.69}$$

$$= 24.40 \text{ ม. ต่อ วัน}$$

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประมาณค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิต โดยวิธีการสังเคราะห์ของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย โดยผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในวงรอบเวลาที่ได้จากการจับเวลาของการทำงานในทุกๆขั้นตอนนั้น จะได้เป็นค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยจากนั้นจะนำมาสร้างเป็นสมการสังเคราะห์เวลา เพื่อนำมาหาค่าเวลามาตรฐานของการทำงาน ที่ได้แสดงไว้ข้างต้นในบทที่ 3 แล้ว สามารถสรุปผลเป็นค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย ดังจะแสดงในตารางที่ 4.1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 สรุปค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย

ลำดับ ที่	รายละเอียดของกิจกรรมงาน หลัก	ชั่วโมง คนทำงานต่อ หน่วย	อัตรา ผลผลิตต่อ วัน	หน่วยของ การทำงาน	รายละเอียดของ ทีมงาน
1	กลุ่มงานหลักที่ 1 งานประกอบ และติดตั้งอะเส	0.24	131	ม.	คนทำงาน ช่างเชื่อม 2 คน คนงาน 2 คน (ชั่วโมงคนทำงาน ต่อวัน = 24) เครื่องมือ, อุปกรณ์ เครื่องตัดไฟฟ้า และเครื่องเชื่อม ไฟฟ้า, เหล็กตัวซี, สี่ ก้านสนิม

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายละเอียดของกิจกรรมงาน หลัก	ชั่วโมง คนทำงานต่อ หน่วย	อัตรา ผลผลิตต่อ วัน	หน่วยของ การทำงาน	รายละเอียดของ ทีมงาน
2	กลุ่มงานหลักที่ 2 งานประกอบ และติดตั้ง โครงหลังคา (Smart Truss)	2.16	22.15	ตร.ม.	คนทำงาน ช่างติดตั้ง 2 คน คนงาน 4 คน (ชั่วโมงคนทำงาน ต่อวัน = 24) เครื่องมือ, อุปกรณ์ เครื่องตัดไฟฟ้า, โครงหลังคา (Smart Truss), แป เหล็ก, ขันขัน, ตะขี้ สั้น, ตะเข้ราง
3	กลุ่มงานหลักที่ 3 งานประกอบ และติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา	4.39	7.28	ตร.ม.	คนทำงาน ช่างติดตั้ง 2 คน คนงาน 2 คน (ชั่วโมงคนทำงาน ต่อวัน = 24) เครื่องมือ, อุปกรณ์ วัสดุไม้คอนวูด วัสดุปิดลอนเชิง ชายวัสดุที่ใช้ทำ รางน้ำ แผ่น สะท้อนความ ร้อน, แผ่นรองกัน รั่ว

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายละเอียดของกิจกรรมงาน หลัก	ชั่วโมง คนทำงานต่อ หน่วย	อัตรา ผลผลิตต่อ วัน	หน่วยของ การทำงาน	รายละเอียดของ ทีมงาน
4	กลุ่มงานหลักที่ 4 งานมุงหลังคา ด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย	0.82	39.18	ตร.ม.	คนทำงาน ช่างมุงกระเบื้อง 4 คน (ชั่วโมงคนทำงาน ต่อวัน = 24) เครื่องมือ, อุปกรณ์ กระเบื้องซีแพคโม เนีย, วัสดุครอบสัน หลังคาชนิดต่างๆ เครื่องลำเรียงแบบ สายพานส่ง มอเตอร์ไฟเบอร์
5	กลุ่มงานหลักที่ 5 งานปีก ค.ส.ล ปัดรอยต่อระหว่าง กระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนว ผนังก่ออิฐฉาบปูน	13.49	2.37	ตร.ม.	คนทำงาน ช่างฉาบปูน 2 คน คนงาน 2 คน (ชั่วโมงคนทำงาน ต่อวัน = 24) เครื่องมือ, อุปกรณ์ ปูนซีเมนต์, เหล็กเส้นพร้อม ด้วยวัสดุและ อุปกรณ์อื่นๆที่ เกี่ยวข้องกับงาน ปีก ค.ส.ล.

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายละเอียดของกิจกรรมงาน หลัก	ชั่วโมง คนทำงานต่อ หน่วย	อัตรา ผลผลิตต่อ วัน	หน่วยของ การทำงาน	รายละเอียดของ ทีมงาน
6	กลุ่มงานหลักที่ 6 งานปั้นปูน ปิดรอยต่อระหว่างกรอบสัน หลังคาที่กระเบื้องซีแพค โมเนียและรอยต่อของตะเข้สัน กับกระเบื้องซีแพค โมเนีย	2.05	11.70	ตร.ม.	คนทำงาน ช่างปั้นปูน 1 คน คนงาน 2 คน (ชั่วโมงคนทำงาน ต่อวัน = 24) เครื่องมือ, อุปกรณ์ ปูนซีเมนต์พร้อม ด้วยวัสดุและ อุปกรณ์อื่นๆที่ เกี่ยวข้องกับงาน ปั้นปูนปิดรอยต่อ
7	กลุ่มงานหลักที่ 7 งานทาสี	0.09	173.29	ตร.ม.	คนทำงาน ช่างทาสี 2 คน (ชั่วโมงคนทำงาน ต่อวัน = 24) เครื่องมือ, อุปกรณ์ สี, พร้อมทั้ง อุปกรณ์ในการ ทาสี

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายละเอียดของกิจกรรมงาน หลัก	ชั่วโมง คนทำงานต่อ หน่วย	อัตรา ผลผลิตต่อ วัน	หน่วยของ การทำงาน	รายละเอียดของ ทีมงาน
8	กลุ่มงานหลักที่ 8 งานประกอบ และเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละ กิจกรรมงานต่างๆ	1.31	24.40	ม.	คนทำงาน คนงาน 4 คน (ชั่วโมงคนทำงาน ต่อวัน = 24) เครื่องมือ, อุปกรณ์ นั่งร้านพร้อม อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ในการประกอบชุด นั่งร้าน

จากตารางที่ 4.1 เป็นผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 3 ในการประมาณค่าเวลามาตรฐาน และค่าอัตราผลผลิตของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วย กระเบื้องซีแพคโมเนีย สามารถนำไปสรุปเป็นค่าอัตราผลผลิตและปริมาณงานที่ทำได้ต่อ วัน คน- ชม.ต่อหน่วย ของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) และงานมุงหลังคา ด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย ได้ในบทที่ 5 ต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประมาณค่าเวลามาตรฐาน (Standard Time) และค่าอัตราผลิตโดยวิธีการสังเคราะห์ของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) เพื่อให้ทราบถึงค่าเวลามาตรฐานและค่าอัตราผลิตของการทำงาน รวมทั้งให้ทราบถึงปริมาณงานที่ทำได้ต่อวันอย่างแท้จริงสามารถให้ผู้วางแผนงาน วางแผนการทำงานและจัดกำลังคนทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำขึ้น อีกทั้งยังช่วยในการกำหนดตารางเวลาการทำงาน (Scheduling) และลดปัญหาในการส่งมอบงานล่าช้า สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตในงานก่อสร้างต่อไป

การวิจัยครั้งนี้เริ่มจากการศึกษาข้อมูลและเทคนิคในการทำงาน จากคู่มือการติดตั้งมาตรฐาน “ระบบงานโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) และงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier)” ของ บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด ต่อจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์แยกเป็นกิจกรรมงานย่อย โดยใช้เทคนิคโครงสร้างรายงาน (Work Breakdown Structure : WBS) แยกเป็นลำดับขั้นตอนของการทำงาน และจัดทำแผนกระบวนการผลิตอย่างสังเขป (Operation Flow) เพื่อแสดงถึงลำดับขั้นตอนของการทำงาน ในกระบวนการผลิตของแต่ละกิจกรรมงานย่อย ทำให้ทราบถึงลำดับขั้นตอน ก่อน หลัง ของการทำงาน โดยจะทำการเก็บข้อมูลภาคสนามจากสถานที่ก่อสร้างจริง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโครงการก่อสร้างทั้งหมด 3 โครงการดังได้แก่ (1)โครงการพฤษภรณ์ดาวแหวนรัตนวิเบศร์ บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน (2)โครงการชัยพฤกษ์บางใหญ่ บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน (3)โครงการมณฑนา ปิ่นเกล้า พระราม 5 บริษัท แลนด์ แอน เฮาส์ จำกัด มหาชน ข้อมูลที่ได้จากการจับเวลาในวงรอบเวลาของการทำงาน (ไม่น้อยกว่า 30 ครั้ง) จะได้เป็นค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของการทำงานในแต่ละกิจกรรมงานย่อย จากนั้นจะนำมาทำการตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือที่ระดับ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับ ± 5 % แล้วนำมาเขียนเป็นสมการสังเคราะห์เวลาของกิจกรรมงานย่อยโดยวิธีทางสถิติ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะได้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาของกิจกรรมงานย่อย ทั้งหมด 8 กลุ่มงานหลัก ซึ่งแยกออกเป็น 53 กิจกรรมงานย่อย ได้ดังนี้

1. กลุ่มงานหลักที่ 1 งานประกอบและติดตั้งอะเส แยกเป็นสมการสังเคราะห์เวลาได้ทั้งหมด 7 กิจกรรมงานย่อย
2. กลุ่มงานหลักที่ 2 งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) แยกเป็นสมการสังเคราะห์เวลาได้ทั้งหมด 9 กิจกรรมงานย่อย
3. กลุ่มงานหลักที่ 3 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา แยกเป็นสมการสังเคราะห์เวลาได้ทั้งหมด 7 กิจกรรมงานย่อย
4. กลุ่มงานหลักที่ 4 งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย แยกเป็นสมการสังเคราะห์เวลาได้ทั้งหมด 12 กิจกรรมงานย่อย
5. กลุ่มงานหลักที่ 5 งานปิก ค.ส.ล ปัดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน แยกเป็นสมการสังเคราะห์เวลาได้ทั้งหมด 9 กิจกรรมงานย่อย
6. กลุ่มงานหลักที่ 6 งานปั้นปูนปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคากับกระเบื้องซีแพคโมเนียและรอยต่อของตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย แยกเป็นสมการสังเคราะห์เวลาได้ทั้งหมด 2 กิจกรรมงานย่อย
7. กลุ่มงานหลักที่ 7 งานทาสี แยกเป็นสมการสังเคราะห์เวลาได้ทั้งหมด 2 กิจกรรมงานย่อย
8. กลุ่มงานหลักที่ 8 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ แยกเป็นสมการสังเคราะห์เวลาได้ทั้งหมด 5 กิจกรรมงานย่อย

จากนั้นจะคำนวณหาค่าเวลามาตรฐาน โดยนำค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวมของแต่ละกลุ่มงานหลักต่างๆ มาบวกกับค่าเวลาเพื่อการพักผ่อน (Relaxation Allowance) และค่าเวลาเพื่อเหตุสุดวิสัย (Contingency Allowances) ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดของ Harris and MaCaffer (1995)

เมื่อได้ค่าเวลามาตรฐานแล้วจึงไปคำนวณหาค่าอัตราผลิตในรูปแบบ ต่อวันและคน- ชม.ต่อหน่วย ของการทำงานได้ดังนี้

กลุ่มงานหลักที่	รวมสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน	เวลาพื้นฐานเฉลี่ยรวม (นาท)	เวลาเพื่อการพักผ่อน (%)	เวลาเสียเหตุสุดวิสัย (%)	เวลามาตรฐาน (นาท)	เวลาการทำงานต่อวันxจำนวนทีมงาน/เวลามาตรฐาน	ค่าอัตราผลิต (หน่วยของงาน/วัน)
1	$(0.104 \times 20) + (0.021 \times 13) + (0.056 \times 13) + (0.360 \times 13) + (0.230 \times 10) + (0.030 \times 20) + (0.021 \times 13)$	10.934	29	5	14.65	8 x 4 x 60 /14.65	131
2	$(0.081 \times 20) + (0.135 \times 15) + (0.071 \times 10) + (0.320 \times 50) + (0.290 \times 70) + (0.380 \times 20) + (0.089 \times 10) + (1.021 \times 20) + (0.826 \times 30)$	97.045	29	5	130	8 x 4 x 60 /130	22.15
3	$(0.399 \times 50) + (0.251 \times 24) + (0.492 \times 30) + (0.180 \times 30) + (2.907 \times 10) + (1.162 \times 50) + (1.586 \times 40)$	196.74	29	5	263.62	8 x 4 x 60 /263.62	7.28
4	$(0.050 \times 8) + (0.037 \times 20) + (0.044 \times 10) + (0.366 \times 10) + (0.150 \times 10) + (0.501 \times 10) + (0.523 \times 8) + (0.786 \times 8) + (0.175 \times 10) + (0.196 \times 10) + (0.632 \times 7) + (1.037 \times 6)$	36.58	29	5	49.01	8 x 4 x 60 /49.01	39.18
5	$(0.250 \times 170) + (0.160 \times 50) + (0.150 \times 10) + (9.900 \times 15) + (4.900 \times 15) + (2.180 \times 15) + (3.660 \times 15) + (5.340 \times 20) + (6.720 \times 20)$	604.15	29	5	809.56	8 x 4 x 60 /809.56	2.37
6	$(15.140 \times 5) + (3.229 \times 5)$	91.845	29	5	123.07	8 x 4 x 60 /123.07	11.7
7	$(0.363 \times 5) + (0.290 \times 8)$	4.135	29	5	5.54	8 x 4 x 60 /5.54	173.29
8	$(1.756 \times 7) + (1.527 \times 8) + (1.880 \times 6.7) + (2.553 \times 5) + (3.213 \times 4)$	58.721	29	5	78.69	8 x 4 x 60 /78.69	24.4

ตารางที่ 5.1 สรุปสมการสังเคราะห์เวลาและค่าอัตราผลิต

1. งานประกอบและติดตั้งอะเส โดยใช้ทีมงานซึ่งจะประกอบด้วย ช่างเชื่อม 2 คน,คนงาน 2 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานคือ เครื่องตัดไฟฟ้า,เครื่องเชื่อมไฟฟ้า ได้ค่าเวลายามาตรฐานเท่ากับ 0.24 คน-ชม.ต่อ ม. และค่าอัตราผลผลิตเท่ากับ 131 ม. ต่อวัน หรือเท่ากับ 32.75 ม.ต่อ คน-วัน

2. งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส (Smart Truss) โดยใช้ทีมงานซึ่งจะประกอบด้วย ช่างติดตั้ง 2 คน,คนงาน 4 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานคือ เครื่องตัดไฟฟ้า และอุปกรณ์ในการติดตั้ง ได้ค่าเวลายามาตรฐานเท่ากับ 2.16 คน-ชม.ต่อ ตร.ม. และค่าอัตราผลผลิตเท่ากับ 22.15 ตร.ม. ต่อวันหรือเท่ากับ 3.69 ตร.ม. ต่อ คน-วัน

3. งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา โดยใช้ทีมงานซึ่งจะประกอบด้วย ช่างติดตั้ง 2 คน, คนงาน 2 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานคือ เครื่องมือเบาพร้อมทั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ได้ค่าเวลายามาตรฐานเท่ากับ 4.39 คน-ชม.ต่อ ตร.ม. และค่าอัตราผลผลิตเท่ากับ 7.28 ตร.ม. ต่อวัน หรือเท่ากับ 1.82 ตร.ม. ต่อ คน-วัน

4. งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย โดยใช้ทีมงานซึ่งจะประกอบด้วย ช่างมุงหลังคา 4 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานคือ เครื่องลำเรียงแบบสายพานส่ง,มอเตอร์ไฟเบอร์, เครื่องมือเบาพร้อมทั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ได้ค่าเวลายามาตรฐานเท่ากับ 0.81 คน-ชม.ต่อ ตร.ม. และค่าอัตราผลผลิตเท่ากับ 39.18 ตร.ม. ต่อวัน หรือเท่ากับ 9.79 ตร.ม.ต่อ คน-วัน

5. งานปิก ค.ส.ล ปีตรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน โดยใช้ทีมงานซึ่งจะประกอบด้วยช่างฉาบปูน 2 คน,คนงาน 2 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานคือ เครื่องมือเบาพร้อมทั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในงานปิก ค.ส.ล.ได้ค่าเวลายามาตรฐานเท่ากับ 13.49 คน-ชม.ต่อ ตร.ม. และค่าอัตราผลผลิตเท่ากับ 2.37 ตร.ม. ต่อวัน หรือเท่ากับ 0.59 ตร.ม. ต่อ คน-วัน

6. งานปั้นปูนปีตรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคากับกระเบื้องซีแพคโมเนียและรอยต่อของตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย โดยใช้ทีมงานซึ่งจะประกอบด้วย ช่างปั้นปูน 1 คน,คนงาน 2 คนเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานคือ เครื่องมือเบาพร้อมทั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในงานปั้นปูนได้ค่าเวลายามาตรฐานเท่ากับ 2.05 คน-ชม. ต่อตร.ม. และค่าอัตราผลผลิตเท่ากับ 11.70 ตร.ม.ต่อวัน หรือเท่ากับ 3.9 ตร.ม. ต่อ คน-วัน

7. งานทาสี โดยใช้ทีมงานซึ่งจะประกอบด้วย ช่างทาสี 2 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานคือ เครื่องมือเบาพร้อมทั้งชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในงานทาสี ได้ค่าเวลายามาตรฐานเท่ากับ 0.09 คน-ชม.ต่อตร.ม. และค่าอัตราผลผลิตเท่ากับ 173.29 ตร.ม. ต่อวัน หรือเท่ากับ 86.64 ตร.ม. ต่อ คน-วัน

8. งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านโดยใช้ทีมงานซึ่งจะประกอบด้วยคนงาน 4 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานคือ ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบนั่งร้านได้ค่าเวลายามาตรฐานเท่ากับ 1.31 คน-ชม.ต่อ ม. และค่าอัตราผลผลิตเท่ากับ 24.40 ม. ต่อวัน หรือเท่ากับ 6.1 ม. ต่อ คน-วัน

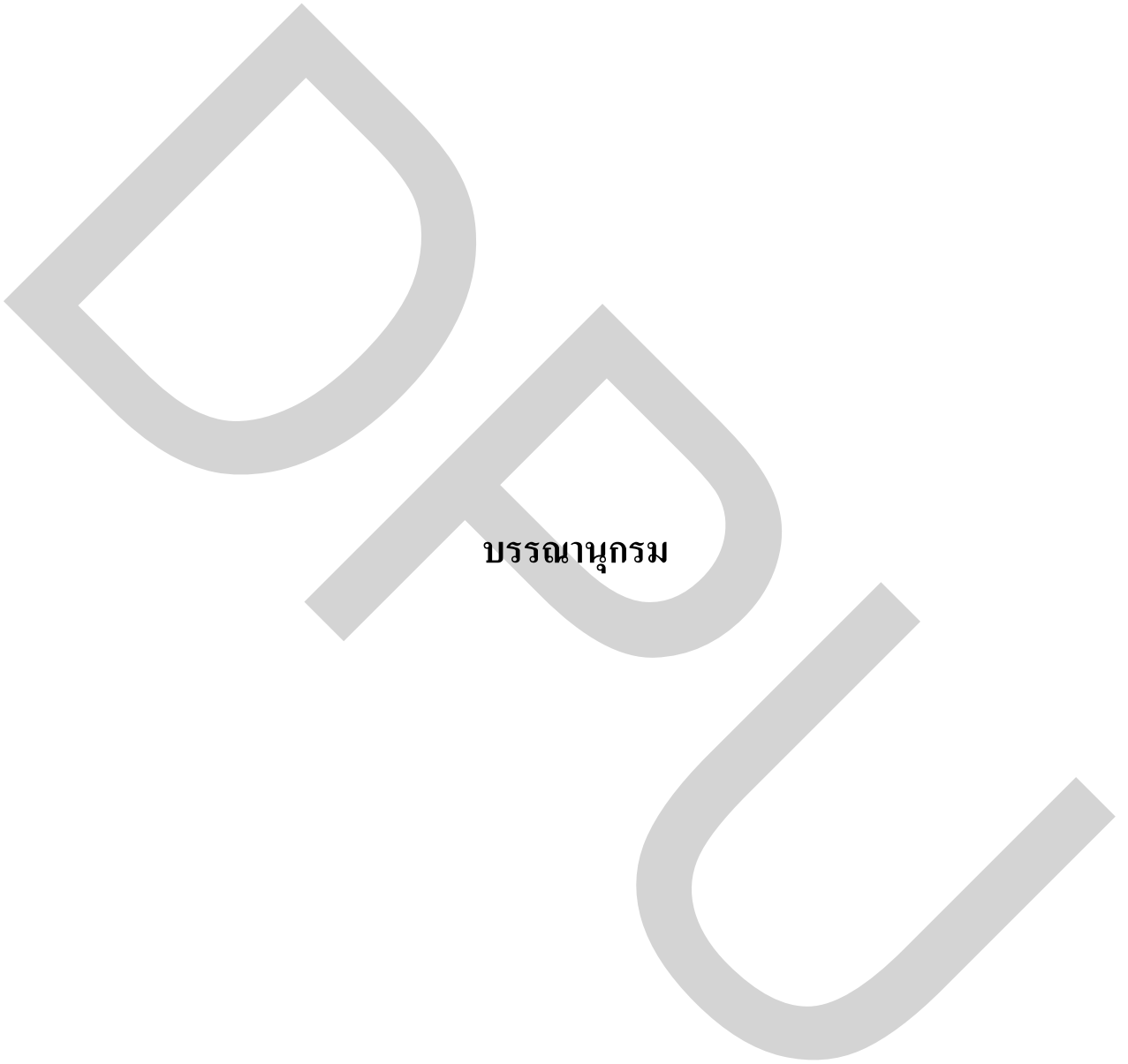
ในการวิจัยครั้งนี้ผลจากการสังเคราะห์เวลาที่ได้จากการคำนวณตามทฤษฎีข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้อย่างครบถ้วนแล้ว

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการหาค่าเวลามาตรฐานนั้นควรมีการศึกษาและนำค่าเวลาพื้นฐานทั้ง 3 ระดับจากตารางวงรอบเวลา ในระดับของค่าเวลา Maximum, Middle, Minimum ทั้ง 3 ค่ามาคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานแล้วนำผลจากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าเวลามาตรฐานที่แท้จริงของการทำงาน

5.2.2 ควรมีการศึกษาและวิจัยการประมาณค่าเวลาเพื่อการพักผ่อนและค่าเวลาเพื่อเหตุผลวิสัย โดยใช้บุคลากรของคนไทยที่เป็นเพศชายและเพศหญิง เป็นเครื่องมือสำหรับการวิจัยในการหาค่าเวลาเพื่อการพักผ่อนและค่าเวลาเพื่อเหตุผลวิสัยในการทำงาน เพื่อนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์มาตรฐานในการหาค่าเวลาในการทำงานของบุคลากรของประเทศไทยและใช้อ้างอิงในการทำวิจัยในประเทศไทยต่อไป

5.2.3 ผลจากการศึกษาพบว่าค่าเวลามาตรฐานที่ได้จากการคำนวณ เป็นการประมาณค่าเวลา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประมาณช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทำงานให้กับโครงการก่อสร้าง สามารถช่วยให้ผู้วางแผนงานใช้อ้างอิงในการวางแผนการทำงานให้มีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อเทียบกับการวางแผนงานแบบใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียว ดังนั้นควรมีการศึกษาเวลาการทำงานในแต่ละส่วนงานก่อสร้างอื่นๆ จนครบทุกส่วนงาน แล้วนำผลของค่าเวลามาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อให้ได้ค่าเวลามาตรฐานของการทำงานที่แท้จริง สามารถนำไปใช้เป็นตัวกำหนดเวลาการทำงานได้อย่างชัดเจนขึ้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- กานดา พูนลาภทวี. (2530) **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2539) **การวิเคราะห์สถิติ, สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิภพ สุนทรสมัย. (2546) **วัสดุวิศวกรรมการก่อสร้าง**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย – ญี่ปุ่น (ส.ส.ท.).
- วิจิตร ตันตสุทธี, จรูญ มหิทรภาพองกุล, ชูเวช ชาญสง่าเวช, และวันชัย วิจิรวนิช. (2542) **การศึกษาการทำงาน**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันชัย วิจิรวนิช. (2543) **การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม : เทคนิคและกรณีศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วินิต ช่อวิเชียร และ วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร. (2538) **การประมาณราคาก่อสร้าง**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สัมพันธ์พาณิชย์.
- วิสูตร จิระคำเกิง. (2546) **การวัดอัตราผลผลิตงานก่อสร้าง**. กรุงเทพมหานคร : วรรณกวี ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วิสูตร จิระคำเกิง. (2544) **การวางแผนงานและแผนกำหนดเวลางานก่อสร้าง**. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : วรรณกวี.
- โชติชัย เจริญงาม. (2540) **และสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ร่วมกับภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ. ปัจจัยหน่วยงานที่มีผลกระทบต่อผลผลิตงานก่อสร้างของประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- แรงงาน, กระทรวง. **พัฒนาฝีมือแรงงาน, กรม. กำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงาน, ฝ่าย.คณะกรรมการส่งเสริมการฝึกอาชีพ. (2544) มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติที่ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการส่งเสริมการฝึกอาชีพ**. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงแรงงาน.

บรรณานุกรม (ต่อ)

บริษัท กระเบื้องหลังคาซีแพค จำกัด (2543) “คู่มือการการติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) และงานหลังคา ซีแพคโมเนีย”

บริษัท สยามสแกนคอนสตรัคชั่น แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (2548) “ข้อมูลการวางแผนงานมุงกระเบื้องหลังคา”

วิทยานิพนธ์

ณัฐพล ขวัญทองกุล. (2546) การศึกษาผลผลิตภาพและแนวทางในการวัดผลผลิตภาพในงานก่อสร้างอาคาร. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณรงค์ศักดิ์ เหล่าดี, และไมตรี คงฤทธิ์. (2544) การศึกษาและจัดทำเวลามาตรฐานของงานก่อสร้างกรณีศึกษางานติดตั้งแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบ Hollow Core. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรังสิต.

ธนพงษ์ สีหะบัณฑิต. (2542) เฉลิมพล สัสสมมิต,และเสาวลักษณ์ เดชชูไชย. การศึกษาและวิเคราะห์ อัตราผลผลิตของงานก่อสร้างด้านสถาปัตยกรรม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรังสิต.

ปกรณ์พงศ์ โพธิ์พฤกษ์ (2540) การฝึกฝีมือแรงงานด้านการก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสันน์ สายปะทุมทิพย์. (2545) การประยุกต์ใช้หลักการลดรอบเวลาการทำงานในหน่วยงานก่อสร้าง วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

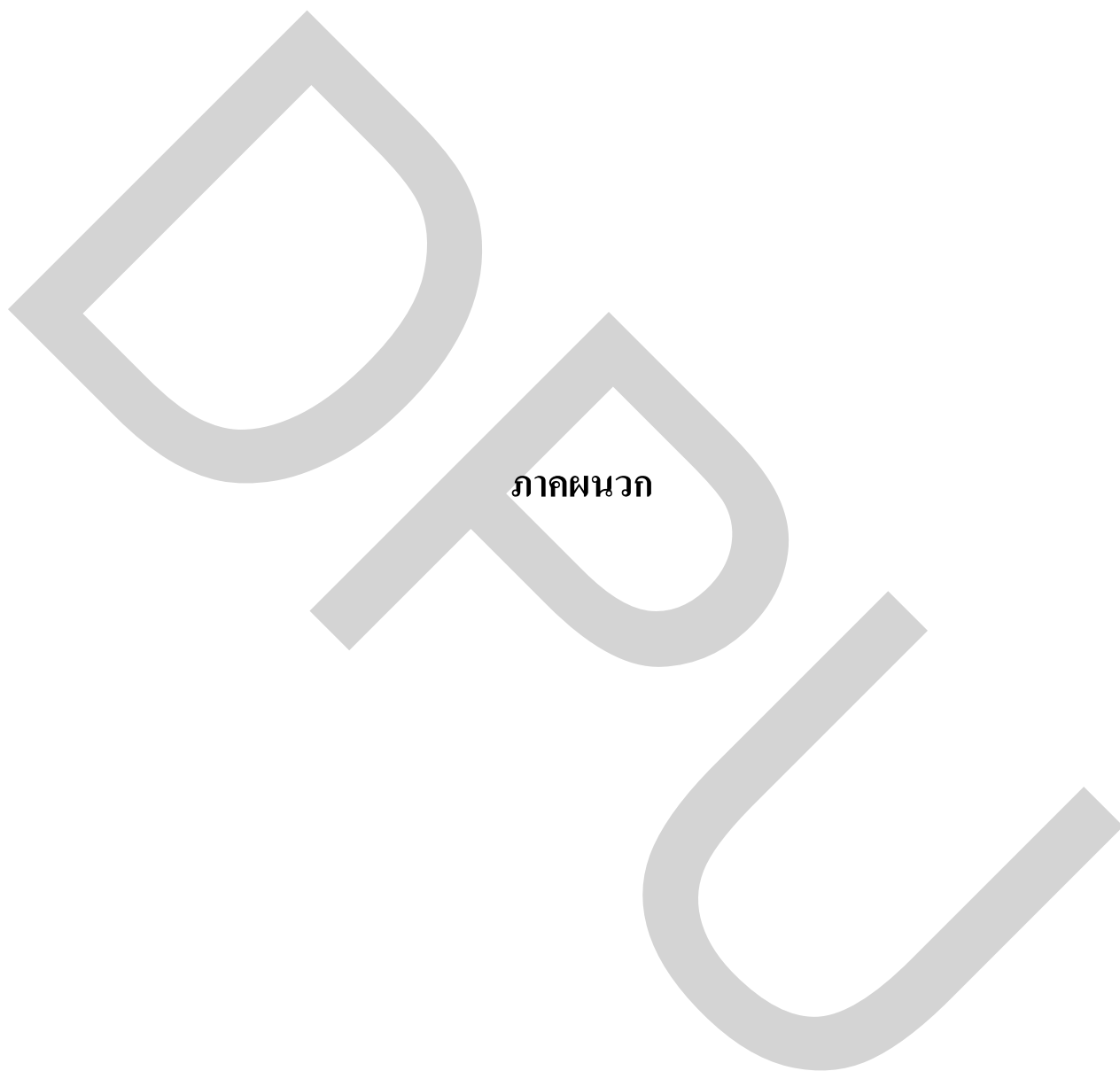
- มนชัย แซ่อึ้ง, จิโรจ จิตตชนพงษ์, ธวัชชัย สุขพรสินชัย, และจิกรรัตน์ พัวช่วย. (2542) การศึกษาวิเคราะห์อัตราผลผลิตงานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก : กรณีศึกษาอาคารจอดรถ มหาวิทยาลัยรังสิต. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรังสิต.
- มรกต ไชยสัตย์, วรุต อุดมดี, และวุฒิชัย ประสิทธิ์กูรีปรีชา. (2542) การปรับปรุงผลผลิตงานก่อสร้าง กรณีศึกษาโครงการการปรับปรุงทางรถไฟระยะที่ 1 (ตอนเหนือ) การรถไฟแห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรังสิต.
- เลิศเลอ เลิศเกียรติดำรงศรี, สันหัทสน์ เขี่ยมสะอาด, และศราวุธ มุ่งัญญา. (2543) การศึกษาเวลามาตรฐานของงานก่อสร้าง กรณีศึกษางานประกอบติดตั้ง Curtail Wall วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วีระ ภูวพัฒนชาติ. (2548) การวิเคราะห์และประมาณค่าอัตราผลผลิตของงานก่ออิฐมวลเบาโดยวิธีการสังเคราะห์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรังสิต.
- สุรสา มหากันธา. (2541) การปรับปรุงกำลังการผลิตโดยลดเวลาสูญเสีย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม. ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

- Harris, F.C. (1995) and McCaffer, R. **Moder Construction Managemant. 4th** ed. Oxford : Blackwell Science.
- Olomolaiyr, Paul O. (1998) Ananda, K. W., Jayawarda, Ne. and Harris, Frank C. **Construction Productivity Managemant.** Singapore: Addison Wesley.
- Parker, H.W. and Oglesby, C.H. (1972) **Methods Improvement for Construction Managers.** New York : McGraw – hill Book.
- Shingo, S. (1989) **A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Point of View.** Fourth Printing, Japan Management Association, Japan, PP. 38 – 60, 287 - 292.
- Teoh, Khen Huat. (1984) **A study of The Construction Productivity In Malaysia and Thailand.** Master of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Thomas, H.R. (2000) Schedule Acceleration, Work Flow, and Labor Productivity. **Journal of Construction Engineering and Management** 126 (July) : 261-267.
- Thomas, H.R. and Raynar, K.A. (1997) Schedule Overtime and Labor Productivity : Quantitative Analysis. **Journal of Construction Engineering and Management** 123 (June) : 181-188.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการถ่วงเคราะห์
เวลาของกิจกรรมงานย่อยโดยวิธีทางสถิติ



**กลุ่มงานหลักที่ 2 งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคาเหล็กแบบสมาร์ททรัส
(Smart Truss) การตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการสังเคราะห์
เวลาของกิจกรรมงานย่อยโดยวิธีทางสถิติ**

ตารางที่ ก-1 งานย่อยที่ 8 งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบ

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 100 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก โดยคนเคลื่อนย้ายครั้งละ 1 ชุด ต่อคนงาน 2 คน ระยะทางที่เคลื่อนย้ายไปและกลับเท่ากับ 20 เมตร (เริ่มตั้งแต่ การเคลื่อนย้ายโครงหลังเหล็กมาจากกองเก็บวัสดุมาวางในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างจากนั้นเดินกลับไปยังกองเก็บ วัสดุเพื่อเตรียมเคลื่อนย้ายโครงหลังคาในรอบถัดไป)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	125	100	125	15625
2	120	100	120	14400
3	113	100	113	12769
4	115	100	115	13225
5	105	100	105	11025
6	141	100	141	19881
7	121	100	121	14641
8	117	100	117	13689
9	121	100	121	14641
10	124	100	124	15376
11	122	100	122	14884
12	136	100	136	18496
13	109	100	109	11881
14	110	100	110	12100
15	115	100	115	13225
16	114	100	114	12996
17	110	100	110	12100
18	108	100	108	11664
19	118	100	118	13924
20	146	100	146	21316
21	123	100	123	15129
22	109	100	109	11881
23	132	100	132	17424
24	109	100	109	11881

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	137	100	137	18769
26	110	100	110	12100
27	109	100	109	11881
28	132	100	132	17424
29	144	100	144	20736
30	125	100	125	15625
31	126	100	126	15876
32	110	100	110	12100
33	148	100	148	21904
34	116	100	116	13456
35	126	100	126	15876
36	120	100	120	14400
รวม			4366	534320
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			121.28 วินาที เท่ากับ 2.022 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5 % เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 36$, $\sum X = 4366$, $\sum X^2 = 534320$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(36)(534320) - (4366)^2}}{(4366)} \right]^2$$

$$= 15 \text{ ครั้ง} < 36 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 121.28	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 100 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (121.28 x 4) / 100	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 4.8512	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 4.8512 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.081	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยกได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.081d_2 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย d_2 = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายโครงหลังคาเหล็กแบบ (Smart Truss) ในแนวราบ 20 ม.

ตารางที่ ก-2 งานย่อยที่ 9 งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคิง

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X^2 (วินาที) ²
1	250	100	250	62500
2	190	100	190	36100
3	212	100	212	44944
4	211	100	211	44521
5	195	100	195	38025
6	199	100	199	39601
7	230	100	230	52900
8	225	100	225	50625
9	228	100	228	51984
10	198	100	198	39204
11	197	100	197	38809
12	189	100	189	35721
13	179	100	179	32041
14	187	100	187	34969
15	185	100	185	34225
16	181	100	181	32761
17	179	100	179	32041
18	175	100	175	30625
19	168	100	168	28224
20	175	100	175	30625
21	210	100	210	44100
22	241	100	241	58081
23	221	100	221	48841

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	199	100	199	39601
25	198	100	198	39204
26	197	100	197	38809
27	215	100	215	46225
28	232	100	232	53824
29	231	100	231	53361
30	197	100	197	38809
31	199	100	199	39601
32	200	100	200	40000
33	207	100	207	42849
34	202	100	202	40804
35	187	100	187	34969
36	198	100	198	39204
37	209	100	209	43681
38	200	100	200	40000
รวม			7696	1572408
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			202.53 วินาที เท่ากับ 3.38 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 7696$, $\sum X^2 = 1572408$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(1572408) - (7696)^2}}{(7696)} \right]^2$$

= 15 ครั้ง < 38 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา Smart Truss ในแนวตั้งเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 202.53	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 100 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (202.53 x 4) / 100	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 8.1012	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 8.1012 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.135	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้งเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยกได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.135 Dh_1 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย Dh_1 = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวตั้ง 15 ม.

ตารางที่ ก-3 งานย่อยที่ 10 งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X^2 (วินาที) ²
1	115	100	115	13225
2	119	100	119	14161
3	121	100	121	14641
4	109	100	109	11881
5	110	100	110	12100
6	99	100	99	9801
7	107	100	107	11449
8	100	100	100	10000
9	113	100	113	12769
10	118	100	118	13924
11	100	100	100	10000
12	98	100	98	9604
13	104	100	104	10816
14	99	100	99	9801
15	105	100	105	11025
16	102	100	102	10404
17	99	100	99	9801
18	119	100	119	14161
19	114	100	114	12996
20	106	100	106	11236
21	103	100	103	10609
22	100	100	100	10000
23	99	100	99	9801

ลักษณะของงาน : งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน๊อตและ สกรูระหว่างโครงหลังคากับอะเส

กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 100 ตร.ม.

1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) กำหนดให้เท่ากับเวลาของการติดตั้งครั้งละ 1 ชุดต่อคนงาน 4 คน (เริ่มตั้งแต่การจัดวางโครงหลังคาเหล็กตามตำแหน่งบนอะเสโดยมีแผ่นเพรทเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างโครงหลังคาเหล็กกับอะเสจากนั้นทำการเจาะรูตามตำแหน่งที่จะติดตั้งแล้วทำการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นครบทุกจุดที่ติดตั้ง)

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	95	100	95	9025
25	114	100	114	12996
26	100	100	100	10000
27	116	100	116	13456
28	102	100	102	10404
29	101	100	101	10201
30	103	100	103	10609
31	102	100	102	10404
32	113	100	113	12769
33	99	100	99	9801
34	100	100	100	10000
35	104	100	104	10816
36	111	100	111	12321
37	114	100	114	12996
รวม			3933	420003
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			106.30 วินาที เท่ากับ 1.78 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 37$, $\sum X = 3933$, $\sum X^2 = 420003$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(37)(420003) - (3933)^2}}{(3933)} \right]^2$$

$$= 8 \text{ ครั้ง} < 37 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา Smart Truss ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูระหว่างโครงหลังคา กับอะเส สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 106.30	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 100 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (106.30 x 4) / 100	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 4.252	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 4.252 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.071	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูระหว่างโครงหลังคา กับอะเส ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.071 N_f \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย $N_f =$ จำนวนชุดที่ใช้ประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) 10 ชุด

ตารางที่ ก-4 งานย่อยที่ 11 งานประกอบและติดตั้งตะเข้สั้น, ตะเข้ราง, และจันทัน

ลักษณะของงาน : งานประกอบและติดตั้งตะเข้สั้น, ตะเข้ราง, และจันทัน				
กลุ่มคนงาน : 5 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 100 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและติดตั้งตะเข้สั้น, ตะเข้ราง, จันทัน (เริ่มจากการขนย้ายเหล็กที่ใช้เป็นตะเข้สั้น, ตะเข้ราง, และจันทันตามลำดับงานจากกองเก็บวัสดุในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างระยะทาง 10 เมตรทำการส่งตะเข้สั้น, ตะเข้ราง, จันทันจากด้านล่างมาวางพักไว้บนพื้นชั้นสองจากนั้นทำการวัดและตัดตะเข้สั้น, ตะเข้ราง, จันทันด้วยเครื่องตัดเหล็กไฟฟ้าตามความยาวที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ แล้วทำการส่งตะเข้สั้น, ตะเข้ราง, จันทันขึ้นสู่ด้านบนโครงหลังคาทางนั่งร้านทำการวัดหาตำแหน่งแล้วเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้าจากนั้นขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนครบทุกตำแหน่งบน โครงสร้างหลังคา)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	260	100	260	67600
2	286	100	286	81796
3	300	100	300	90000
4	250	100	250	62500
5	275	100	275	75625
6	340	100	340	115600
7	245	100	245	60025
8	265	100	265	70225
9	323	100	323	104329
10	343	100	343	117649
11	350	100	350	122500
12	360	100	360	129600
13	385	100	385	148225
14	395	100	395	156025
15	298	100	298	88804
16	338	100	338	114244
17	350	100	350	122500
18	385	100	385	148225
19	395	100	395	156025
20	389	100	389	151321
21	350	100	350	122500
22	375	100	375	140625

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
23	395	100	395	156025
24	390	100	390	152100
25	397	100	397	157609
26	389	100	389	151321
27	399	100	399	159201
28	425	100	425	180625
29	450	100	450	202500
30	475	100	475	225625
31	421	100	421	177241
32	425	100	425	180625
33	400	100	400	160000
34	468	100	468	219024
35	453	100	453	205209
36	455	100	455	207025
37	465	100	465	216225
38	475	100	475	225625
39	498	100	498	248004
40	455	100	455	207025
41	426	100	426	181476
42	423	100	423	178929
43	400	100	400	160000
44	339	100	339	114921
45	403	100	403	162409
46	423	100	423	178929
47	398	100	398	158404
48	415	100	415	172225
49	403	100	403	162409
50	411	100	411	168921
51	401	100	401	160801
52	400	100	400	160000
53	399	100	399	159201

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
54	379	100	379	143641
55	415	100	415	172225
56	411	100	411	168921
รวม			21538	8480364
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			384.60 วินาที เท่ากับ 6.41 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n'} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 56$, $\sum X = 21538$, $\sum X^2 = 8480364$

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{2}{0.05}(56)(8480364) - (21538)^2}}{(21538)} \right]^2$$

$$= 38 \text{ ครั้ง} < 56 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน ประกอบและติดตั้งตะเข้
สัน, ตะเข้ราง, และจันทัน สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	384.60	วินาที
หน่วยผลงานที่ได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	=	100	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	$(384.60 \times 5) / 100$	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	19.23	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	$19.23 / 60$	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	0.320	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานประกอบและติดตั้งตะเข้สัน, ตะเข้ราง, และจันทัน ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.320Nf_1 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย Nf_1 = จำนวนชิ้นที่ใช้ประกอบและติดตั้งตะเข้สัน, ตะเข้ราง, และจันทัน 50 ชิ้น

ตารางที่ ก-5 งานย่อยที่ 12 งานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคา

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคาติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูกับโครงหลังคา Smart Truss เคลื่อนย้ายในแนวดิ่งโดยใช้คนยก

กลุ่มคนงาน : 5 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 100 ตร.ม.

1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและติดตั้งแป ทำการติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูกับโครงหลังคา (Smart Truss) กำหนดให้เท่ากับเวลาของการติดตั้งครั้งละ 1 ชั้นต่อคนงาน 5 คน (เริ่มจากการขนย้ายแปจากกองเก็บวัสดุในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างระยะทาง 10 เมตร จะทำการส่งแปจากด้านล่างมาวางพักไว้บนพื้นชั้นสองจากนั้นทำการวัดและตัดแปตามความยาวที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ แล้วทำการส่งแปขึ้นสู่ด้านบนโครงหลังคาทางนั่งร้านทำการวัดหาระยะและจัดตำแหน่งโดยจะทำการเจาะรูด้วยสว่าน ไฟฟ้าแล้วขันยึดด้วยน๊อตและสกรูให้แน่นจนครบทุกตำแหน่ง)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	280	100	280	78400
2	295	100	295	87025
3	299	100	299	89401
4	268	100	268	71824
5	275	100	275	75625
6	298	100	298	88804
7	279	100	279	77841
8	265	100	265	70225
9	275	100	275	75625
10	285	100	285	81225
11	297	100	297	88209
12	250	100	250	62500
13	289	100	289	83521
14	311	100	311	96721
15	298	100	298	88804
16	338	100	338	114244
17	362	100	362	131044
18	287	100	287	82369
19	395	100	395	156025
20	389	100	389	151321

ตารางที่ ก-5 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
21	351	100	351	123201
22	376	100	376	141376
23	398	100	398	158404
24	390	100	390	152100
25	397	100	397	157609
26	389	100	389	151321
27	399	100	399	159201
28	423	100	423	178929
29	442	100	442	195364
30	400	100	400	160000
31	411	100	411	168921
32	412	100	412	169744
33	410	100	410	168100
34	414	100	414	171396
35	431	100	431	185761
36	421	100	421	177241
37	399	100	399	159201
38	398	100	398	158404
39	358	100	358	128164
40	368	100	368	135424
41	391	100	391	152881
42	299	100	299	89401
43	354	100	354	125316
44	324	100	324	104976
45	326	100	326	106276
46	333	100	333	110889
47	337	100	337	113569
48	341	100	341	116281
49	340	100	340	115600

ตารางที่ ก-5 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
50	343	100	343	117649
51	335	100	335	112225
52	331	100	331	109561
53	312	100	312	97344
รวม			19054	6744488
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			346.44 วินาที เท่ากับ 5.78 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจกตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 53$, $\sum X = 19054$, $\sum X^2 = 6744488$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(53)(6744488) - (19054)^2}}{(19054)} \right]^2$$

$$= 35 \text{ ครั้ง} < 53 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรรูปหลังคาติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูกับโครงหลังคา (Smart Truss) เคลื่อนย้ายในแนวดิ่งโดยใช้คนยก สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 346.44	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 100 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (346.44 x 5) / 100	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 17.33	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 17.33 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.290	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรรูปหลังคาติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูกับโครงหลังคา (Smart Truss) เคลื่อนย้ายในแนวดิ่งโดยใช้คนยก ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.290Nf_2 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย Nf_2 = จำนวนชั้นที่ใช้ประกอบติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรรูปหลังคา 70 ชั้น

ตารางที่ ก-6 งานย่อยที่ 13 งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบ

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 20 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก โดยเคลื่อนย้ายครั้งละ 1 ชุดต่อคนงาน 2 คน ระยะทางที่เคลื่อนย้ายไปและกลับเท่ากับ 20 เมตร (เริ่มตั้งแต่การเคลื่อนย้ายโครงหลังเหล็กมาจากกองเก็บวัสดุมาวางในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างจากนั้นเดินกลับไปยังกองเก็บวัสดุเพื่อเตรียมเคลื่อนย้ายโครงหลังคาในรอบถัดไป)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	112	100	112	12544
2	120	100	120	14400
3	114	100	114	12996
4	100	100	100	10000
5	121	100	121	14641
6	113	100	113	12769
7	100	100	100	10000
8	99	100	99	9801
9	104	100	104	10816
10	123	100	123	15129
11	105	100	105	11025
12	107	100	107	11449
13	101	100	101	10201
14	100	100	100	10000
15	123	100	123	15129
16	125	100	125	15625
17	127	100	127	16129
18	124	100	124	15376
19	127	100	127	16129
20	115	100	115	13225
21	107	100	107	11449
22	105	100	105	11025
23	124	100	124	15376

ตารางที่ ก-6 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	117	100	117	13689
25	100	100	100	10000
26	98	100	98	9604
27	99	100	99	9801
28	119	100	119	14161
29	115	100	115	13225
30	109	100	109	11881
31	103	100	103	10609
32	117	100	117	13689
33	112	100	112	12544
34	108	100	108	11664
35	101	100	101	10201
36	112	100	112	12544
37	124	100	124	15376
38	127	100	127	16129
39	108	100	108	11664
40	119	100	119	14161
รวม			4484	506176
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			112.1 วินาที เท่ากับ 1.87 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 4484$, $\sum X^2 = 506176$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(506176) - (4484)^2}}{(4484)} \right]^2$$

= 12 ครั้ง < 40 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 112.1	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 20	ตร.ม
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (112.1 x 4) / 20	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 22.42	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 22.42 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.380	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.380d_3 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย $d_3 =$ ระยะทางในการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวราบ 20 ม.

ตารางที่ ก-7 งานย่อยที่ 14 งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคั้ง

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคั้งเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 20 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคั้งเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก โดยใช้คนเคลื่อนย้ายครั้งละ 1 ชุด ระยะทางจากแนวราบถึงโครงหลังคาเท่ากับ 10 เมตร (เริ่มจากการยกโครงหลังคาในแนวราบเคลื่อนย้ายมายังบริเวณที่จะทำการลำเรียงขึ้นสู่ด้านบนจากนั้นจะทำการลำเรียงโดยการส่งทางนั่งร้านขึ้นสู่ด้านบนโครงสร้างโดยใช้คนงานรอรับโครงหลังคาจากด้านล่างมาวางตามตำแหน่ง)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	275	100	275	75625
2	320	100	320	102400
3	286	100	286	81796
4	269	100	269	72361
5	279	100	279	77841
6	263	100	263	69169
7	263	100	263	69169
8	390	100	390	152100
9	296	100	296	87616
10	299	100	299	89401
11	280	100	280	78400
12	257	100	257	66049
13	286	100	286	81796
14	249	100	249	62001
15	259	100	259	67081
16	239	100	239	57121
17	275	100	275	75625
18	199	100	199	39601
19	225	100	225	50625
20	229	100	229	52441
21	255	100	255	65025
22	296	100	296	87616
23	258	100	258	66564

ตารางที่ ก-7 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	263	100	263	69169
25	276	100	276	76176
26	291	100	291	84681
27	285	100	285	81225
28	246	100	246	60516
29	239	100	239	57121
30	254	100	254	64516
31	248	100	248	61504
32	255	100	255	65025
33	239	100	239	57121
34	254	100	254	64516
35	245	100	245	60025
36	298	100	298	88804
37	360	100	360	129600
38	264	100	264	69696
39	238	100	238	56644
40	268	100	268	71824
41	175	100	175	30625
42	245	100	245	60025
รวม			11190	3036236
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			266.43 วินาที เท่ากับ 4.45 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 42$, $\sum X = 11190$, $\sum X^2 = 3036236$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(42)(3036236) - (11190)^2}}{(11190)} \right]^2$$

= 30 ครั้ง < 42 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคั้งเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 266.43	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 20 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (266.43 x 4) / 20	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 53.29	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 53.29 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.89	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคั้งเคลื่อนย้ายโดยใช้คนยก (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.089 Dh_2 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย Dh_2 = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคั้ง 10 ม.

ตารางที่ ก-8 งานย่อยที่ 15 งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss)

<p>ลักษณะของงาน : งานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูระหว่างโครงหลังคา กับผนังคอนกรีต โดยมีแผ่นเพรทเป็นตัวเชื่อมประสาน(หลังคาชั้นล่าง)</p> <p>กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 20 ตร.ม.</p> <p>1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูระหว่างโครงหลังคาเหล็กกับผนังคอนกรีต กำหนดให้เท่ากับเวลาของการติดตั้งครั้งละ 1 ชุด (เริ่มตั้งแต่การวัดหาตำแหน่งและระยะของผนังคอนกรีตเพื่อที่จะทำการจัดวางโครงหลังคาตามตำแหน่ง โดยมีแผ่นเพรทเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างโครงหลังคาเหล็กกับผนังคอนกรีตจากนั้นจึงทำการเจาะรูที่ผนังคอนกรีตตามตำแหน่งที่จะติดตั้งแล้วขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นครบทุกตำแหน่งที่ทำการติดตั้ง)</p>				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	299	100	299	89401
2	320	100	320	102400
3	296	100	296	87616
4	320	100	320	102400
5	322	100	322	103684
6	315	100	315	99225
7	319	100	319	101761
8	322	100	322	103684
9	352	100	352	123904
10	325	100	325	105625
11	299	100	299	89401
12	298	100	298	88804
13	360	100	360	129600
14	312	100	312	97344
15	315	100	315	99225
16	311	100	311	96721
17	306	100	306	93636
18	309	100	309	95481
19	310	100	310	96100
20	314	100	314	98596
21	307	100	307	94249

ตารางที่ ก-8 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
22	306	100	306	93636
23	301	100	301	90601
24	351	100	351	123201
25	312	100	312	97344
26	321	100	321	103041
27	297	100	297	88209
28	298	100	298	88804
29	239	100	239	57121
30	254	100	254	64516
31	259	100	259	67081
32	255	100	255	65025
33	291	100	291	84681
34	300	100	300	90000
รวม			10415	3212117
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			306.33 วินาที เท่ากับ 5.11 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5 % เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n'} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 10415$, $\sum X^2 = 3212117$

$$n = \left[\frac{2}{0.05 \sqrt{(34)(3212117) - (10415)^2}} \right]^2$$

$$= 11 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยนอตและสกรูระหว่างโครงหลังคา กับผนังคอนกรีต โดยมีแผ่นเพรทเป็นตัวเชื่อมประสาน (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 306.33	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 20 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (306.33 x 4) / 20	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 61.266	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 61.266 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 1.021	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) ติดตั้งโดยการขันยึดด้วยนอตและสกรูระหว่างโครงหลังคา กับผนังคอนกรีต โดยมีแผ่นเพรทเป็นตัวเชื่อมประสาน (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 1.021 Nf_3 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย Nf_3 = จำนวนชุดที่ใช้ประกอบและติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) 20 ชุด

ตารางที่ ก-9 งานย่อยที่ 16 งานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคา

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคาติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูกับโครงหลังคา Smart Truss (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 20 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคาติดตั้งโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรู กำหนดให้เท่ากับเวลาของการติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรับหลังคา ครั้งละ 1 ชั้น (โดยเริ่มจากการขนย้ายแปจากด้านล่างมาวางพักไว้บนพื้นชั้น 2 จากนั้นทำการวัดความยาวของแปแล้วตัดด้วยเครื่องตัดไฟฟ้า ทำการลำเรียงแปขึ้นสู่ด้านบนโครงสร้างโดยการส่งลำเรียงทางนั่งร้านมาจัดวางตามตำแหน่งที่ระบุไว้ จากนั้นทำการเจาะรู แล้วขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นครบทุกตำแหน่งของการติดตั้ง)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	202	100	202	40804
2	251	100	251	63001
3	305	100	305	93025
4	189	100	189	35721
5	213	100	213	45369
6	341	100	341	116281
7	255	100	255	65025
8	265	100	265	70225
9	210	100	210	44100
10	231	100	231	53361
11	241	100	241	58081
12	275	100	275	75625
13	236	100	236	55696
14	254	100	254	64516
15	185	100	185	34225
16	261	100	261	68121
17	246	100	246	60516
18	226	100	226	51076
19	221	100	221	48841
20	229	100	229	52441
21	255	100	255	65025

ตารางที่ ก-9 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
22	259	100	259	67081
23	258	100	258	66564
24	263	100	263	69169
25	276	100	276	76176
26	291	100	291	84681
27	285	100	285	81225
28	246	100	246	60516
29	239	100	239	57121
30	254	100	254	64516
31	248	100	248	61504
32	255	100	255	65025
33	239	100	239	57121
34	254	100	254	64516
35	245	100	245	60025
36	298	100	298	88804
37	213	100	213	45369
38	264	100	264	69696
39	238	100	238	56644
40	268	100	268	71824
41	175	100	175	30625
42	245	100	245	60025
รวม			10404	2619302
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			247.72 วินาที เท่ากับ 4.129 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 42$, $\sum X = 10404$, $\sum X^2 = 2619302$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(42)(2619302) - (10404)^2}}{(10404)} \right]^2$$

= 27 ครั้ง < 42 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรรูปหลังคาติดตั้ง โดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูกับโครงหลังคา (Smart Truss) (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 247.72	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 20 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (247.72 x 4) / 20	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 49.544	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 49.544 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.826	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งและจัดระยะห่างของแปรรูปหลังคาติดตั้ง โดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรูกับโครงหลังคา (Smart Truss) (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.826Nf_4 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย Nf_4 = จำนวนชั้นที่ใช้ประกอบติดตั้งและจัดระยะห่างของแป็บหลังคา 30 ชั้น





**กลุ่มงานหลักที่ 3 งานประกอบและติดตั้งอุปกรณ์งานหลังคา
การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการสังเคราะห์
เวลาของกิจกรรมย่อยโดยวิธีทางสถิติ**

ตารางที่ ก-10 งานย่อยที่ 17 งานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (หลังคาชั้นบน)

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (หลังคาชั้นบน)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน , หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่ = 50 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการติดตั้งครั้งละ 1 ท่อน ความยาว 6 เมตร (เริ่มจากการขนย้ายเชิงชายจากโรงเก็บวัสดุมายังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างแล้ว จากนั้นทำการวัดและตัดเชิงชายด้วยเลื่อยยนต์จากด้านล่างตามความยาวที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ แล้วทำการลำเรียงส่งขึ้นสู่ด้านบนทางนั่งร้าน จากนั้นทำการติดตั้งเชิงชายกับแนวชายหลังคาที่ทำการติดตั้งไว้แล้ว ทำการเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้าแล้วขันยึดด้วยน็อตและสกรูจนแน่นตลอดแนวความยาวของการติดตั้งเชิงชายจนแล้วเสร็จ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	299	100	299	89401
2	295	100	295	87025
3	296	100	296	87616
4	289	100	289	83521
5	287	100	287	82369
6	300	100	300	90000
7	305	100	305	93025
8	306	100	306	93636
9	312	100	312	97344
10	282	100	282	79524
11	287	100	287	82369
12	265	100	265	70225
13	298	100	298	88804
14	315	100	315	99225
15	306	100	306	93636
16	300	100	300	90000
17	289	100	289	83521
18	320	100	320	102400
19	315	100	315	99225
20	313	100	313	97969
21	296	100	296	87616
22	256	100	256	65536
23	278	100	278	77284

ตารางที่ ก-10 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	291	100	291	84681
25	319	100	319	101761
26	319	100	319	101761
27	320	100	320	102400
28	321	100	321	103041
29	309	100	309	95481
30	310	100	310	96100
31	324	100	324	104976
รวม			9568	2871988
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			299 วินาที เท่ากับ 4.99 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสมการที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 31$, $\sum X = 9568$, $\sum X^2 = 2871988$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(31)(2871988) - (9568)^2}}{(9568)} \right]^2$$

$$= 8 \text{ ครั้ง} < 31 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (หลังคาชั้นบน) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	299	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่	=	50	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	$(299 \times 4) / 50$	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	23.92	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	$23.92 / 60$	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	0.399	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (หลังคาชั้นบน) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.399L_1 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย L_1 = ความยาวของการติดตั้งเชิงชาย 50 ม.

ตารางที่ ก-11 งานย่อยที่ 18 งานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก)

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นบน)				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่ = 24 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (เริ่มจากการขน				
ย้ายปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชายมายังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างด้านล่าง จากนั้นจะทำการลำเรียงขึ้นสู่ด้านบน				
โครงหลังคาทางนั้งร้าน แล้วทำการติดตั้งปิดลอนกันนกด้านในให้ได้ระดับกับสูงกว่าแนวเชิงชาย 5 เซนติเมตร				
ที่ติดตั้งไว้แล้ว สำหรับรองรับและปิดลอนแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนีย โดยจะทำการเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้า				
แล้วขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นตลอดแนวความยาวของเชิงชายจนแล้วเสร็จ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	190	100	190	36100
2	188	100	188	35344
3	180	100	180	32400
4	179	100	179	32041
5	169	100	169	28561
6	192	100	192	36864
7	194	100	194	37636
8	191	100	191	36481
9	185	100	185	34225
10	182	100	182	33124
11	194	100	194	37636
12	176	100	176	30976
13	168	100	168	28224
14	153	100	153	23409
15	159	100	159	25281
16	168	100	168	28224
17	175	100	175	30625
18	193	100	193	37249
19	184	100	184	33856
20	159	100	159	25281
21	196	100	196	38416
22	159	100	159	25281
23	183	100	183	33489

ตารางที่ ก-11 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	180	100	180	32400
25	183	100	183	33489
26	180	100	180	32400
27	190	100	190	36100
28	178	100	178	31684
29	175	100	175	30625
30	170	100	170	28900
31	183	100	183	33489
32	191	100	191	36481
33	188	100	188	35344
34	179	100	179	32041
35	180	100	180	32400
36	181	100	181	32761
37	183	100	183	33489
38	189	100	189	35721
39	195	100	195	38025
40	190	100	190	36100
รวม			7232	1312172
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			180.8 วินาที เท่ากับ 3.02 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 7232$, $\sum X^2 = 1312172$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(1312172) - (7232)^2}}{7232} \right]^2$$

= 6 ครั้ง < 40 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นบน) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 180.8	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่	= 24	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (180.8 x 2) / 24	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 15.07	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 15.07 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.251	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นบน) ได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐาน = 0.251L₂ คน-นาที ต่อ ตร.ม

โดย L₂ = ความยาวของการติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย 24 ม.

ตารางที่ ก-12 งานย่อยที่ 19 งานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (หลังคาชั้นล่าง)

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 3 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่ = 30 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (เริ่มจากการขนย้ายเชิงชายจากโรงเก็บวัสดุมายังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างแล้ว จากนั้นทำการวัดและตัดเชิงชายด้วยเลื่อยถันดาจากด้านล่างตามความยาวที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ แล้วทำการลำเรียงส่งขึ้นสู่ด้านบนทางนั่งร้าน จากนั้นทำการติดตั้งเชิงชายกับแนวชายหลังคาที่ทำการติดตั้งไว้แล้ว ทำการเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้าแล้วขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นตลอดแนวความยาวของการติดตั้งเชิงชายจนแล้วเสร็จ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	295	100	295	87025
2	257	100	257	66049
3	268	100	268	71824
4	258	100	258	66564
5	292	100	292	85264
6	315	100	315	99225
7	317	100	317	100489
8	312	100	312	97344
9	324	100	324	104976
10	315	100	315	99225
11	313	100	313	97969
12	326	100	326	106276
13	295	100	295	87025
14	281	100	281	78961
15	294	100	294	86436
16	302	100	302	91204
17	300	100	300	90000
18	312	100	312	97344
19	314	100	314	98596
20	300	100	300	90000
21	305	100	305	93025
22	307	100	307	94249
23	295	100	295	87025

ตารางที่ ก-12 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	298	100	298	88804
25	296	100	296	87616
26	293	100	293	85849
27	301	100	301	90601
28	311	100	311	96721
29	304	100	304	92416
30	307	100	307	94249
31	310	100	310	96100
32	312	100	312	97344
33	280	100	280	78400
34	276	100	276	76176
35	278	100	278	77284
36	294	100	294	86436
37	289	100	289	83521
38	176	100	176	30976
39	295	100	295	87025
รวม			11517	3425613
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			295.30 วินาที เท่ากับ 4.921 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5 % เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 39$, $\sum X = 11517$, $\sum X^2 = 3425613$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(39)(3425613) - (11517)^2}}{(11517)} \right]^2$$

$$= 12 \text{ ครั้ง} < 39 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 295.30	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่	= 30	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (295.30 x 3) / 30	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 29.53	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 29.53 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.492	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งเชิงชายด้วยวัสดุไม้คอนกรีต (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.492L_3 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย $L_3 =$ ความยาวของการติดตั้งเชิงชาย 30 ม.

ตารางที่ ก-13 งานย่อยที่ 20 งานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง)

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 3 คน , หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่ = 30 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (เริ่มจากการขนย้ายปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) จากโรงเก็บวัสดุมายังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างด้านล่าง จากนั้นจะทำการลำเรียงขึ้นสู่ด้านบนโครงหลังคาทางนั้งร้าน แล้วทำการติดตั้งปิดลอนกันนกด้านในให้ได้ระดับกับสูงกว่าแนวเชิงชาย 5 เซนติเมตร ที่ติดตั้งไว้แล้ว สำหรับรองรับและปิดลอนแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนีย โดยจะทำการเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้าแล้วขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นตลอดแนวความยาวของเชิงชายจนแล้วเสร็จ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	112	100	112	12544
2	120	100	120	14400
3	105	100	105	11025
4	99	100	99	9801
5	101	100	101	10201
6	102	100	102	10404
7	113	100	113	12769
8	111	100	111	12321
9	100	100	100	10000
10	106	100	106	11236
11	110	100	110	12100
12	114	100	114	12996
13	102	100	102	10404
14	120	100	120	14400
15	121	100	121	14641
16	98	100	98	9604
17	89	100	89	7921
18	109	100	109	11881
19	112	100	112	12544
20	111	100	111	12321
21	123	100	123	15129
22	110	100	110	12100
23	100	100	100	10000

ตารางที่ ก-13 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	108	100	108	11664
25	109	100	109	11881
26	110	100	110	12100
27	120	100	120	14400
28	114	100	114	12996
29	111	100	111	12321
30	100	100	100	10000
31	98	100	98	9604
32	97	100	97	9409
33	100	100	100	10000
34	123	100	123	15129
รวม			3678	400246
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			108.18 วินาที เท่ากับ 3.18 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 3678$, $\sum X^2 = 400246$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(400246) - (3678)^2}}{(3678)} \right]^2$$

$$= 10 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งปิดตอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดตอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 108.18	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่	= 30	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (108.18 x 3) / 30	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 10.818	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 10.818 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.180	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งปิดตอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดตอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.180L_4 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย $L_4 =$ ความยาวของการติดตั้งปิดตอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย 30 ม.

ตารางที่ ก-14 งานย่อยที่ 21 งานติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง)

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง)				
กลุ่มคนงาน : 3 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่ = 10 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง) (เริ่มจากการวัดและตัดวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง) ด้วยกรรไกรตัดเหล็กตามตำแหน่งความยาวของร่องตะเข้ราง จากนั้นทำการสอดตะเข้รางเข้าไป ได้โครงหลังคาพร้อมยึดรั้งรางน้ำตะเข้ที่บริเวณปลายขอบปีกทรงทั้งสองข้างด้วยตะปูเกลียวให้ติดกับ โครงสร้างหลังคาให้แน่นจนแล้วเสร็จทุกจุดของรางน้ำ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	590	100	590	348100
2	550	100	550	302500
3	555	100	555	308025
4	567	100	567	321489
5	600	100	600	360000
6	595	100	595	354025
7	499	100	499	249001
8	489	100	489	239121
9	569	100	569	323761
10	673	100	673	452929
11	525	100	525	275625
12	524	100	524	274576
13	513	100	513	263169
14	516	100	516	266256
15	523	100	523	273529
16	541	100	541	292681
17	589	100	589	346921
18	580	100	580	336400
19	591	100	591	349281
20	599	100	599	358801
21	615	100	615	378225
22	610	100	610	372100
23	650	100	650	422500
24	612	100	612	374544
25	600	100	600	360000

ตารางที่ ก-14 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
26	611	100	611	373321
27	603	100	603	363609
28	605	100	605	366025
29	612	100	612	374544
30	620	100	620	384400
31	633	100	633	400689
32	599	100	599	358801
33	600	100	600	360000
34	615	100	615	378225
รวม			19773	11563173
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			581.56 วินาที เท่ากับ 9.70 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 19773$, $\sum X^2 = 11563173$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(11563173) - (19773)^2}}{(19773)} \right]^2$$

$$= 9 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง) สามารถทำได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน} &= 581.56 && \text{วินาที} \\ \text{หน่วยผลงานที่ทำได้เทียบกับความยาวในการติดตั้งเท่ากับพื้นที่} &= 10 \text{ ตร.ม.} \\ \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย} &= (581.56 \times 3) / 10 && \text{คน-วินาที ต่อ ตร.ม.} \\ &= 174.468 && \text{คน-วินาที ต่อ ตร.ม.} \\ \text{หรือ} &= 174.468 / 60 && \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.} \\ &= 2.907 && \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.} \end{aligned}$$

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ (ตะเข้ราง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 2.907L_5 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย L_5 = ความยาวของการติดตั้งวัสดุที่ใช้ทำรางน้ำ 10 ม.

ตารางที่ ก-15 งานย่อยที่ 22 งานติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน (ติดตั้งใต้โครงหลังคา)

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน (ติดตั้งใต้โครงหลังคา)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 50 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน (ติดตั้งใต้โครงหลังคา) กำหนดให้เท่ากับเวลาของการติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนครั้งละ 1 แผ่นขนาด 1.2 x 2.4 เมตร (เริ่มตั้งแต่การวัดขนาดของพื้นที่ในการติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนจากนั้นทำการตัดแผ่นสะท้อนความร้อนด้วยกรรไกรตัดเหล็กให้เท่ากับพื้นที่ในการติดตั้งแล้วทำการยึดติดด้วยลวดเหล็กกับโครงหลังคาตามระยะห่างของแปจนครบทุกจุดให้แน่น)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	750	100	750	562500
2	789	100	789	622521
3	800	100	800	640000
4	825	100	825	680625
5	867	100	867	751689
6	876	100	876	767376
7	798	100	798	636804
8	799	100	799	638401
9	900	100	900	810000
10	876	100	876	767376
11	890	100	890	792100
12	879	100	879	772641
13	865	100	865	748225
14	856	100	856	732736
15	875	100	875	765625
16	904	100	904	817216
17	799	100	799	638401
18	798	100	798	636804
19	759	100	759	576081
20	950	100	950	902500
21	987	100	987	974169
22	956	100	956	913936
23	890	100	890	792100
24	897	100	897	804609

ตารางที่ ก-15 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	894	100	894	799236
26	798	100	798	636804
27	895	100	895	801025
28	891	100	891	793881
29	912	100	912	831744
30	911	100	911	829921
31	895	100	895	801025
32	987	100	987	974169
33	923	100	923	851929
34	953	100	953	908209
รวม			29644	25972378
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			871.88 วินาที เท่ากับ 14.53 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 29644$, $\sum X^2 = 25972378$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(25972378) - (29644)^2}}{(29644)} \right]^2$$

$$= 8 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน (ติดตั้งใต้โครงหลังคา) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	871.88	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	=	50 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	(871.88 x 4) / 50	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	69.75	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	69.75 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	1.162	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน (ติดตั้งใต้โครงหลังคา) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 1.162A_1 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_1 =$ พื้นที่ของการติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน 50 ตร.ม.

ตารางที่ ก-16 งานย่อยที่ 23 งานติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว (ติดตั้งใต้โครงหลังคา)

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว (ติดตั้งใต้โครงหลังคา)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 40 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว (ติดตั้งใต้โครงหลังคา) กำหนดให้เท่ากับ เวลาของการติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว ครั้งละ 1 แผ่นขนาด 1.2 x 2.4 เมตร (เริ่มตั้งแต่การวัดขนาดของพื้นที่ในการติดตั้งแผ่นรองกันรั่วจากนั้นทำการตัดแผ่นรองกันรั่วด้วยกรรไกรตัดเหล็กให้เท่ากับพื้นที่ในการติดตั้งแล้วทำการวางทับไว้บนจันทันแล้วใช้แปกกดทับจนแน่นทุกจุดของการติดตั้ง)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	934	100	934	872356
2	950	100	950	902500
3	945	100	945	893025
4	955	100	955	912025
5	928	100	928	861184
6	919	100	919	844561
7	890	100	890	792100
8	897	100	897	804609
9	941	100	941	885481
10	934	100	934	872356
11	915	100	915	837225
12	971	100	971	942841
13	945	100	945	893025
14	900	100	900	810000
15	923	100	923	851929
16	937	100	937	877969
17	928	100	928	861184
18	950	100	950	902500
19	916	100	916	839056
20	895	100	895	801025
21	899	100	899	808201
22	904	100	904	817216
23	908	100	908	824464
24	910	100	910	828100

ตารางที่ ก-16 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	915	100	915	837225
26	913	100	913	833569
27	896	100	896	802816
28	894	100	894	799236
29	897	100	897	804609
30	895	100	895	801025
31	890	100	890	792100
32	789	100	789	622521
33	897	100	897	804609
34	890	100	890	792100
35	908	100	908	824464
36	903	100	903	815409
37	980	100	980	960400
38	897	100	897	804609
39	980	100	980	960400
40	897	100	897	804609
รวม			36635	33594633
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			951.88 วินาที เท่ากับ 15.264 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 36635$, $\sum X^2 = 33594633$

$$n = \left[\frac{2}{0.05} \frac{\sqrt{(40)(33594633) - (36635)^2}}{(36635)} \right]^2$$

$$= 2 \text{ ครั้ง} < 40 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว (ติดตั้งได้โครงหลังคา) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	951.88	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	=	40 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	(951.88 x 4) / 40	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	95.188	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	95.188 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	1.586	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว (ติดตั้งได้โครงหลังคา) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 1.586A_2 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_2 =$ พื้นที่ของการติดตั้งแผ่นรองกันรั่ว 40 ตร.ม.

หมายเหตุ : งานย่อยที่ 24 - 53 จะอยู่ในซีดีข้อมูลแนบ



กลุ่มงานหลักที่ 4 งานมุ่งหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนีย
การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการสังเคราะห์
เวลาของกิจกรรมย่อยโดยวิธีทางสถิติ

ตารางที่ ก-17 งานย่อยที่ 24 งานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียมาจัดเรียงในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียมาจัดเรียงในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง				
กลุ่มคนงาน : 6 คน , หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 100 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียมาจัดเรียงในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอย่างเป็นระเบียบ (เคลื่อนย้ายในแนวราบโดยคน) กำหนดให้เท่ากับเวลาของการเคลื่อนย้ายครั้งละ 2 แผ่นระยะทาง 8 เมตร (เริ่มจากการยกแผ่นกระบือซึ่งแพคโมเนียจากรถบรรทุกทุกครั้งละ 2 แผ่น แล้วทำการรับและส่งต่อกันมาเป็นทอดๆ มาวางกองจัดเรียงไว้ในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอย่างเป็นระเบียบจากนั้นเตรียมขนย้ายในรอบต่อไปจนแล้วเสร็จ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	48	100	48	2304
2	44	100	44	1936
3	53	100	53	2809
4	55	100	55	3025
5	42	100	42	1764
6	60	100	60	3600
7	47	100	47	2209
8	44	100	44	1936
9	43	100	43	1849
10	56	100	56	3136
11	47	100	47	2209
12	56	100	56	3136
13	45	100	45	2025
14	47	100	47	2209
15	52	100	52	2704
16	57	100	57	3249
17	53	100	53	2809
18	58	100	58	3364
19	45	100	45	2025
20	53	100	53	2809
21	47	100	47	2209
22	45	100	45	2025
23	57	100	57	3249

ตารางที่ ก-17 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	52	100	52	2704
25	52	100	52	2704
26	54	100	54	2916
27	47	100	47	2209
28	56	100	56	3136
29	43	100	43	1849
30	56	100	56	3136
31	46	100	46	2116
32	41	100	41	1681
33	58	100	58	3364
34	55	100	55	3025
รวม			1714	87430
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			50.411 วินาที เท่ากับ 0.840 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสมการที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} \left[n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 \right]}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 1714$, $\sum X^2 = 87430$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(87430) - (1714)^2}}{(1714)} \right]^2$$

$$= 19 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพค โมนีมาจัดเรียงในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอย่างเป็นระเบียบ (เคลื่อนย้ายในแนวราบโดยคน) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 50.411	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 100 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (50.411 x 6) / 100	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 3.024	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 3.024 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.050	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพค โมนีมาจัดเรียงในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอย่างเป็นระเบียบ (เคลื่อนย้ายในแนวราบโดยคน) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.050d_4 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย d_4 = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมนีในแนวราบ 8 ม.

ตารางที่ ก-18 งานย่อยที่ 25 งานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียด้วยเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่งในแนวตั้ง

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียด้วยเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่งในแนวตั้ง				
กลุ่มคนงาน : 5 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 100 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียด้วยเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่งในแนวตั้ง กำหนดให้เท่ากับการเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนีย ครั้งละ 2 แผ่น โดยเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่ง ระยะทางในการลำเรียงจากกองเก็บวัสดุด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนโครงหลังคา ระยะทาง 20 เมตร (เริ่มจากการยกแผ่นกระบือซึ่งแพคโมเนียครั้งละ 2 แผ่นจากกองเก็บวัสดุรับและส่งต่อกันมาเป็นทอดๆ มาวางบนสายพานส่งลำเรียงครั้งละ 2 แผ่น ขึ้นสู่ด้านบนโครงหลังคา)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	43	100	43	1849
2	51	100	51	2601
3	40	100	40	1600
4	41	100	41	1681
5	39	100	39	1521
6	38	100	38	1444
7	42	100	42	1764
8	41	100	41	1681
9	38	100	38	1444
10	30	100	30	900
11	41	100	41	1681
12	45	100	45	2025
13	47	100	47	2209
14	49	100	49	2401
15	50	100	50	2500
16	51	100	51	2601
17	48	100	48	2304
18	43	100	43	1849
19	51	100	51	2601
20	53	100	53	2809
21	44	100	44	1936
22	43	100	43	1849
23	57	100	57	3249

ตารางที่ ก-18 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	48	100	48	2304
25	45	100	45	2025
26	43	100	43	1849
27	46	100	46	2116
28	49	100	49	2401
29	48	100	48	2304
30	47	100	47	2209
31	45	100	45	2025
32	44	100	44	1936
33	43	100	43	1849
34	40	100	40	1600
35	48	100	48	2304
36	51	100	51	2601
37	52	100	52	2704
38	49	100	49	2401
รวม			1723	79127
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			45.342 วินาที เท่ากับ 0.756 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 1723$, $\sum X^2 = 79127$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(79127) - (1723)^2}}{(1723)} \right]^2$$

$$= 21 \text{ ครั้ง} < 38 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่งในแนวตั้ง สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 45.342	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 100 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (45.342 x 5) / 100	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
	= 2.267	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
หรือ	= 2.267 / 60	คน-นาที ต่อ ตร. ม.
	= 0.037	คน-นาที ต่อ ตร. ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยเครื่องลำเรียงแบบสายพานส่งในแนวตั้ง ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.037Dh_3 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย Dh_3 = ระยะทางในการลำเรียงกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวตั้ง 20 ม.

ตารางที่ ก-19 งานย่อยที่ 26 งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคา

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนียเคลื่อนย้ายโดยคน

กลุ่มคนงาน : 6 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 100 ตร.ม.

1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียโดยคน กำหนดให้เท่ากับเวลาของการเคลื่อนย้ายครั้งละ 2 แผ่นระยะทางในการลำเรียงบนโครงหลังคา 10 เมตร (เริ่มจากการลำเรียงกระเบื้องซีแพคโมเนียครั้งละ 2 แผ่นโดยการรับและส่งกระเบื้องต่อกันเป็นทอดๆมาวางตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องบนโครงหลังคาคจนครบทุกตำแหน่ง)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	44	100	44	1936
2	46	100	46	2116
3	48	100	48	2304
4	43	100	43	1849
5	50	100	50	2500
6	51	100	51	2601
7	43	100	43	1849
8	40	100	40	1600
9	39	100	39	1521
10	35	100	35	1225
11	38	100	38	1444
12	40	100	40	1600
13	41	100	41	1681
14	45	100	45	2025
15	51	100	51	2601
16	49	100	49	2401
17	43	100	43	1849
18	46	100	46	2116
19	50	100	50	2500
20	54	100	54	2916
21	44	100	44	1936
22	43	100	43	1849
23	56	100	56	3136

ตารางที่ ก-19 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	40	100	40	1600
25	41	100	41	1681
26	43	100	43	1849
27	45	100	45	2025
28	47	100	47	2209
29	49	100	49	2401
30	47	100	47	2209
31	44	100	44	1936
32	40	100	40	1600
33	39	100	39	1521
34	41	100	41	1681
35	43	100	43	1849
36	50	100	50	2500
37	49	100	49	2401
38	39	100	39	1521
39	40	100	40	1600
รวม			1736	78138
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			44.51 วินาที เท่ากับ 0.741 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5 % เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 39$, $\sum X = 1736$, $\sum X^2 = 78138$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(39)(78138) - (1736)^2}}{(1736)} \right]^2$$

= 18 ครั้ง < 39 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนียเคลื่อนย้ายโดยคนสามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 44.51	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 100	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (44.51 x 6) / 100	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
	= 2.67	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
หรือ	= 2.67 / 60	คน-นาที ต่อ ตร. ม.
	= 0.044	คน-นาที ต่อ ตร. ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพคโมเนียเคลื่อนย้ายโดยคน ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.044d_5 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย d_5 = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวราบ 10 ม.

ตารางที่ ก-20 งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวดิ่ง (หลังคาชั้นล่าง)

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวดิ่งเคลื่อนย้ายลำเรียงโดยใช้คน (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 5 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 20 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวดิ่งเคลื่อนย้ายลำเรียงโดยใช้คน				
กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนีย ครั้งละ 2 แผ่น ระยะทางในการเคลื่อนย้าย 10 ม. (เริ่มจากการยกแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียจากกองเก็บวัสดุครั้งละ 2 แผ่น ทำการรับและส่งต่อกันเป็นทอดๆ ทางนั่งร้านมาวางบน โครงหลังคาเพื่อเตรียมการมุงกระเบื้องต่อไป)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	80	100	80	6400
2	83	100	83	6889
3	81	100	81	6561
4	90	100	90	8100
5	93	100	93	8649
6	91	100	91	8281
7	95	100	95	9025
8	89	100	89	7921
9	80	100	80	6400
10	86	100	86	7396
11	89	100	89	7921
12	84	100	84	7056
13	87	100	87	7569
14	85	100	85	7225
15	91	100	91	8281
16	94	100	94	8836
17	89	100	89	7921
18	97	100	97	9409
19	98	100	98	9604
20	95	100	95	9025
21	91	100	91	8281
22	90	100	90	8100
23	89	100	89	7921

ตารางที่ ก-20 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	79	100	79	6241
25	89	100	89	7921
26	79	100	79	6241
27	76	100	76	5776
28	97	100	97	9409
29	91	100	91	8281
30	84	100	84	7056
31	89	100	89	7921
32	85	100	85	7225
33	84	100	84	7056
34	88	100	88	7744
รวม			2988	263642
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			87.88 วินาที เท่ากับ 1.46 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5 % เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 2988$, $\sum X^2 = 263642$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(263642) - (2988)^2}}{(2988)} \right]^2$$

= 7 ครั้ง < 34 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวคิงเคลื่อนย้ายลำเรียงโดยใช้คน (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 87.88	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 20 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (87.88 x 5) / 20	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
	= 21.97	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
หรือ	= 21.97 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.366	คน-นาที ต่อ ตร. ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวคิงเคลื่อนย้ายลำเรียงโดยใช้คน (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.366Dh_4 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย Dh_4 = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวคิง 10 ม.

ตารางที่ ก-21 งานย่อยที่ 28 งานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคา

ลักษณะของงาน : งานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุง				
กระบือซึ่งแพคโมเนียมเคลื่อนย้ายโดยคน (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 20 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานเคลื่อนย้ายกระบือซึ่งแพคโมเนียมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระบือซึ่งแพคโมเนียมเคลื่อนย้ายโดยคน กำหนดให้เท่ากับเวลาของการเคลื่อนย้ายครั้งละ 2 แผ่น				
ระยะทางในการลำเรียงบนโครงหลังคา 10 เมตร (เริ่มจากการลำเรียงกระบือซึ่งแพคโมเนียมครั้งละ 2 แผ่นโดยการรับและส่งกระบือซึ่งวางนั้งร้านต่อกันเป็นทอดๆมาวางตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระบือซึ่งบนโครงหลังคาจนครบทุกตำแหน่ง)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	40	100	40	1600
2	39	100	39	1521
3	41	100	41	1681
4	40	100	40	1600
5	45	100	45	2025
6	51	100	51	2601
7	50	100	50	2500
8	49	100	49	2401
9	47	100	47	2209
10	45	100	45	2025
11	38	100	38	1444
12	39	100	39	1521
13	50	100	50	2500
14	51	100	51	2601
15	44	100	44	1936
16	40	100	40	1600
17	41	100	41	1681
18	47	100	47	2209
19	49	100	49	2401
20	53	100	53	2809
21	51	100	51	2601

ตารางที่ ก-21 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
22	49	100	49	2401
23	39	100	39	1521
24	37	100	37	1369
25	44	100	44	1936
26	40	100	40	1600
27	45	100	45	2025
28	41	100	41	1681
29	43	100	43	1849
30	44	100	44	1936
31	46	100	46	2116
32	50	100	50	2500
33	52	100	52	2704
34	55	100	55	3025
รวม			1535	70129
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			45.147 วินาที เท่ากับ 0.75 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{\sqrt{n'}} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 1535$, $\sum X^2 = 70129$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(70129) - (1535)^2}}{(1535)} \right]^2$$

$$= 20 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพค โมนีมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพค โมนีเคลื่อนย้ายโดยคน (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	45.147	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	=	20	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	(45.147 x 4) / 20	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
	=	9.029	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
หรือ	=	9.029 / 60	คน-นาที ต่อ ตร. ม.
	=	0.150	คน-นาที ต่อ ตร. ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพค โมนีมาวางบนโครงหลังคาตามตำแหน่งที่จะทำการมุงกระเบื้องซีแพค โมนีเคลื่อนย้ายโดยคน (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.150d_6 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย d_6 = ระยะทางในการเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพค โมนีในแนวราบ 10 ม.

ตารางที่ ก-22 งานย่อยที่ 29 งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวกว้างที่การมุงปกติ

ลักษณะของงาน : งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวกว้างที่การมุงปกติโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรู				
กลุ่มคนงาน : 5 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 10 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานมุงหลังคาที่กำหนดให้เท่ากับ เวลาของการมุงหลังคาครั้งละ 1 แผ่น (เริ่มตั้งแต่การนำแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางทับบนแปตามตำแหน่งของแนวเชิงชายและแนวที่จะทำการมุงกระเบื้องในแต่ละแถวต่อไป จากนั้นใช้ค้อนยางเคาะแผ่นกระเบื้องให้ตรงตามแนวสววยงามแล้วทำการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นทุกแผ่นจากนั้นทำการมุงกระเบื้องในแต่ละแถวต่อไป)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	51	100	51	2601
2	53	100	53	2809
3	50	100	50	2500
4	55	100	55	3025
5	60	100	60	3600
6	61	100	61	3721
7	60	100	60	3600
8	59	100	59	3481
9	58	100	58	3364
10	61	100	61	3721
11	63	100	63	3969
12	65	100	65	4225
13	67	100	67	4489
14	65	100	65	4225
15	66	100	66	4356
16	59	100	59	3481
17	64	100	64	4096
18	61	100	61	3721
19	58	100	58	3364
20	59	100	59	3481
21	54	100	54	2916
22	56	100	56	3136
23	63	100	63	3969

ตารางที่ ก-22 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	65	100	65	4225
25	67	100	67	4489
26	69	100	69	4761
27	59	100	59	3481
28	55	100	55	3025
29	61	100	61	3721
30	56	100	56	3136
31	64	100	64	4096
32	67	100	67	4489
33	60	100	60	3600
34	60	100	60	3600
35	65	100	65	4225
36	59	100	59	3481
37	58	100	58	3364
38	55	100	55	3025
รวม			2288	138568
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			60.21 วินาที เท่ากับ 1.00 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 2288$, $\sum X^2 = 138568$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(138568) - (2288)^2}}{(2288)} \right]^2$$

$$= 10 \text{ ครั้ง} < 38 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรู สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 60.21	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 10 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (60.21 x 5) / 10	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 30.105	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 30.105 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.501	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรู

ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.501A_3 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_3 =$ พื้นที่ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติ 10 ตร.ม.

ตารางที่ ก-23 งานย่อยที่ 30 งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ราง

<p>ลักษณะของงาน : งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ราง โดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรู (วัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์)</p> <p>กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 8 ตร.ม.</p> <p>1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ราง กำหนดให้เท่ากับ เวลาของงานมุงหลังคาครั้งละ 1 แผ่น (เริ่มตั้งแต่การวัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์ให้ได้มุมตามแนวที่จะทำการมุงของแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้รางและแนวที่จะทำการมุงกระเบื้องในแถวต่อไปจากนั้นวางแผ่นกระเบื้องตามตำแหน่งที่จะทำการมุงแล้วขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นทุกแผ่น)</p>				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	130	100	130	16900
2	134	100	134	17956
3	121	100	121	14641
4	120	100	120	14400
5	125	100	125	15625
6	122	100	122	14884
7	134	100	134	17956
8	140	100	140	19600
9	134	100	134	17956
10	137	100	137	18769
11	120	100	120	14400
12	127	100	127	16129
13	121	100	121	14641
14	125	100	125	15625
15	134	100	134	17956
16	130	100	130	16900
17	134	100	134	17956
18	125	100	125	15625
19	137	100	137	18769
20	112	100	112	12544
21	122	100	122	14884

ตารางที่ ก-23 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
22	132	100	132	17424
23	124	100	124	15376
24	134	100	134	17956
25	136	100	136	18496
26	132	100	132	17424
27	131	100	131	17161
28	120	100	120	14400
29	130	100	130	16900
30	100	100	100	10000
31	102	100	102	10404
32	101	100	101	10201
33	112	100	112	12544
34	115	100	115	13225
35	127	100	127	16129
36	129	100	129	16641
37	131	100	131	17161
38	133	100	133	17689
รวม			4773	603247
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			125.60 วินาที เท่ากับ 2.093 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 4773$, $\sum X^2 = 603247$

$$n = \left[\frac{0.05 \sqrt{(38)(603247) - (4773)^2}}{(4773)} \right]^2$$

= 10 ครั้ง < 38 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา, ตะเข้สัน, และตะเข้ราง โดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรู (วัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 125.60	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 8 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (125.60 x 2) / 8	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 31.4	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 31.4 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.523	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา, ตะเข้สัน, และตะเข้ราง โดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรู (วัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.523A_4 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย A_4 = พื้นที่ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา, ตะเข้สัน,
และตะเข้ราง 8 ตร.ม.



ตารางที่ ก-24 งานย่อยที่ 31งานติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 8 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน กำหนดให้เท่ากับ เวลาของงานติดตั้งครอบหลังคารั้งละ 1 แผ่น (เริ่มตั้งแต่การวัดและตัดแต่งครอบหลังคาด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์ตามตำแหน่งที่จะทำการมุงหลังคาจากนั้นวางครอบหลังคาแล้วทำการจัดครอบหลังคาให้แน่นสนิทและขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นทุกแผ่น)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	190	100	190	36100
2	191	100	191	36481
3	193	100	193	37249
4	189	100	189	35721
5	187	100	187	34969
6	178	100	178	31684
7	186	100	186	34596
8	189	100	189	35721
9	180	100	180	32400
10	185	100	185	34225
11	195	100	195	38025
12	193	100	193	37249
13	180	100	180	32400
14	183	100	183	33489
15	187	100	187	34969
16	185	100	185	34225
17	198	100	198	39204
18	190	100	190	36100
19	193	100	193	37249
20	195	100	195	38025
21	190	100	190	36100
22	199	100	199	39601
23	198	100	198	39204
24	197	100	197	38809

ตารางที่ ก-24 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	195	100	195	38025
26	187	100	187	34969
27	186	100	186	34596
28	176	100	176	30976
29	179	100	179	32041
30	188	100	188	35344
31	180	100	180	32400
32	185	100	185	34225
33	183	100	183	33489
34	181	100	181	32761
35	187	100	187	34969
36	189	100	189	35721
37	195	100	195	38025
38	198	100	198	39204
39	196	100	196	38416
40	194	100	194	37636
รวม			7550	1426592
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			188.75 วินาที เท่ากับ 3.145 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n'} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 7550$, $\sum X^2 = 1426592$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(1426592) - (7550)^2}}{(7550)} \right]^2$$

$$= 2 \text{ ครั้ง} < 40 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งกรอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	188.75	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	=	8 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	$(188.75 \times 2) / 8$	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	47.187	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	$47.187 / 60$	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	0.786	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งกรอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.786A_5 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_5 =$ พื้นที่ของการติดตั้งกรอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน 8 ตร.ม.

ตารางที่ ก-25 งานย่อยที่ 32 งานติดตั้งปั้นลม

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งปั้นลม				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 10 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานติดตั้งปั้นลม กำหนดให้เท่ากับ เวลาของงานติดตั้งปั้นลมครั้งละ 1 แผ่น (เริ่มตั้งแต่การนำแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียที่ใช้เป็นปั้นลมมาวางครอบทับบนแผ่นกระเบื้องที่มุงไว้แล้วตามแนวของการติดตั้งปั้นลมให้แนบสนิทจากนั้นทำการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นครบทุกแผ่น)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	45	100	45	2025
2	43	100	43	1849
3	40	100	40	1600
4	48	100	48	2304
5	49	100	49	2401
6	44	100	44	1936
7	41	100	41	1681
8	45	100	45	2025
9	49	100	49	2401
10	45	100	45	2025
11	50	100	50	2500
12	51	100	51	2601
13	59	100	59	3481
14	60	100	60	3600
15	53	100	53	2809
16	57	100	57	3249
17	58	100	58	3364
18	49	100	49	2401
19	45	100	45	2025
20	41	100	41	1681
21	40	100	40	1600
22	61	100	61	3721
23	60	100	60	3600
24	59	100	59	3481
25	55	100	55	3025
26	54	100	54	2916

ตารางที่ ก-25 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
27	45	100	45	2025
28	56	100	56	3136
29	47	100	47	2209
30	64	100	64	4096
31	60	100	60	3600
32	63	100	63	3969
33	56	100	56	3136
34	64	100	64	4096
35	60	100	60	3600
36	61	100	61	3721
37	63	100	63	3969
38	56	100	56	3136
39	49	100	49	2401
40	56	100	56	3136
รวม			2101	112531
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			52.525 วินาที เท่ากับ 0.875 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 2101$, $\sum X^2 = 112531$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(112531) - (2101)^2}}{(2101)} \right]^2$$

= 32 ครั้ง < 40 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งปั้นลม สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	52.525	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	=	10 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	(52.525 x 2) / 10	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	10.505	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	10.505 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	0.175	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งปั้นลม ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.175A_6 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_6 =$ พื้นที่ของการติดตั้งปั้นลม 10 ตร.ม.

ตารางที่ ก-26 งานย่อยที่ 33 งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติ

ลักษณะของงาน : งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรู (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 10 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติ				
กำหนดให้เท่ากับ เวลาของการมุงหลังคาล้างละ 1 แผ่น (เริ่มตั้งแต่การนำแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียมาวางทับบนแปตามตำแหน่งของแนวเชิงชายและแนวที่จะทำการมุงกระเบื้องในแถวต่อไป จากนั้นใช้ค้อนยางเคาะแผ่นกระเบื้องให้ตรงตามแนวสวยงามแล้วทำการขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นทุกแผ่นจากนั้นทำการมุงกระเบื้องในแถวต่อไป)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	59	100	59	3481
2	55	100	55	3025
3	58	100	58	3364
4	61	100	61	3721
5	65	100	65	4225
6	60	100	60	3600
7	62	100	62	3844
8	57	100	57	3249
9	58	100	58	3364
10	55	100	55	3025
11	51	100	51	2601
12	59	100	59	3481
13	50	100	50	2500
14	62	100	62	3844
15	60	100	60	3600
16	67	100	67	4489
17	69	100	69	4761
18	59	100	59	3481
19	53	100	53	2809
20	51	100	51	2601
21	54	100	54	2916
22	52	100	52	2704

ตารางที่ ก-26(ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
23	57	100	57	3249
24	60	100	60	3600
25	61	100	61	3721
26	64	100	64	4096
27	67	100	67	4489
28	65	100	65	4225
29	59	100	59	3481
30	55	100	55	3025
31	58	100	58	3364
32	58	100	58	3364
33	59	100	59	3481
34	54	100	54	2916
35	63	100	63	3969
36	60	100	60	3600
37	63	100	63	3969
38	61	100	61	3721
รวม			2241	132955
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			58.97 วินาที เท่ากับ 0.98 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n'} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 2241$, $\sum X^2 = 132955$

$$n = \left[\frac{2}{0.05} \frac{\sqrt{(38)(132955) - (2241)^2}}{(2241)} \right]^2$$

$$= 10 \text{ ครั้ง} < 38 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของของงานมุงหลังคาด้วย
กระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติโดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรู (หลังคาชั้นล่าง)
สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 58.97	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	= 10 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (58.97 x 2) / 10	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 11.794	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 11.794 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.196	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติโดยการขันยึดด้วยน๊อตและ
สกรู (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.196A_7 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_7 =$ พื้นที่ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวพื้นที่การมุงปกติ
10 ตร.ม.

ตารางที่ ก-27 งานย่อยที่ 34 งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ราง

<p>ลักษณะของงาน : งานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ราง โดยการขันยึดด้วยน๊อตและสกรู (วัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์) (หลังคาชั้นล่าง)</p> <p>กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 7 ตร.ม.</p> <p>1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ราง กำหนดให้เท่ากับ เวลาของงานมุงหลังคาครั้งละ 1 แผ่น (เริ่มตั้งแต่การวัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์ให้ได้มุมตามแนวที่จะทำการมุงของแนวสันหลังคา,ตะเข้สัน,และตะเข้ราง และแนวที่จะทำการมุงกระเบื้องในแถวต่อไป จากนั้นวางแผ่นกระเบื้องตามตำแหน่งที่จะทำการมุงแล้วขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นทุกแผ่น)</p>				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	135	100	135	18225
2	138	100	138	19044
3	135	100	135	18225
4	130	100	130	16900
5	138	100	138	19044
6	126	100	126	15876
7	135	100	135	18225
8	140	100	140	19600
9	129	100	129	16641
10	140	100	140	19600
11	131	100	131	17161
12	135	100	135	18225
13	132	100	132	17424
14	133	100	133	17689
15	129	100	129	16641
16	125	100	125	15625
17	128	100	128	16384
18	135	100	135	18225
19	138	100	138	19044
20	141	100	141	19881
21	139	100	139	19321

ตารางที่ ก- 27 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
22	135	100	135	18225
23	137	100	137	18769
24	130	100	130	16900
25	132	100	132	17424
26	135	100	135	18225
27	137	100	137	18769
28	145	100	145	21025
29	135	100	135	18225
30	127	100	127	16129
31	122	100	122	14884
32	124	100	124	15376
33	134	100	134	17956
34	138	100	138	19044
35	125	100	125	15625
36	120	100	120	14400
37	121	100	121	14641
รวม			4909	652617
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			132.68 วินาที เท่ากับ 2.211 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 37$, $\sum X = 4909$, $\sum X^2 = 652617$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(37)(652617) - (4909)^2}}{(4909)} \right]^2$$

$$= 4 \text{ ครั้ง} < 37 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา, ตะเข้สัน, และตะเข้ราง โดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรู (วัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์) (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	132.68	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	=	7 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	$(132.68 \times 2) / 7$	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	37.908	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	$37.908 / 60$	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	0.632	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา, ตะเข้สัน, และตะเข้ราง โดยการขันยึดด้วยน็อตและสกรู (วัดและตัดแผ่นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์) (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.632A_8 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_8 =$ พื้นที่ของการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียตามแนวสันหลังคา, ตะเข้สัน , และตะเข้ราง 7 ตร.ม.

ตารางที่ ก-28 งานย่อยที่ 35 งานติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน (หลังคาชั้นล่าง)

ลักษณะของงาน : งานติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา = 6 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานติดตั้งครอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน กำหนดให้เท่ากับ เวลาของงานติดตั้งครอบหลังคาครั้งละ 1 แผ่น (เริ่มตั้งแต่การวัดและตัดแต่งครอบหลังคาด้วยมอเตอร์ไฟเบอร์ตามตำแหน่งที่จะทำการมุงหลังคาจากนั้นวางครอบหลังคาแล้วทำการจัดครอบหลังคาให้แน่นสนิทและขันยึดด้วยน๊อตและสกรูจนแน่นทุกแผ่น)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	195	100	195	38025
2	196	100	196	38416
3	193	100	193	37249
4	189	100	189	35721
5	194	100	194	37636
6	197	100	197	38809
7	185	100	185	34225
8	189	100	189	35721
9	180	100	180	32400
10	181	100	181	32761
11	179	100	179	32041
12	175	100	175	30625
13	185	100	185	34225
14	178	100	178	31684
15	190	100	190	36100
16	191	100	191	36481
17	195	100	195	38025
18	185	100	185	34225
19	186	100	186	34596
20	189	100	189	35721
21	184	100	184	33856
22	183	100	183	33489
23	181	100	181	32761
24	179	100	179	32041

ตารางที่ ก-28 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	175	100	175	30625
26	189	100	189	35721
27	186	100	186	34596
28	182	100	182	33124
29	191	100	191	36481
30	190	100	190	36100
31	189	100	189	35721
32	185	100	185	34225
33	185	100	185	34225
34	186	100	186	34596
35	180	100	180	32400
36	184	100	184	33856
37	193	100	193	37249
38	194	100	194	37636
39	190	100	190	36100
40	189	100	189	35721
รวม			7467	1395209
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			186.6 วินาที เท่ากับ 3.11 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} \left(n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 \right)}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 7467$, $\sum X^2 = 1395209$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(1395209) - (7467)^2}}{(7467)} \right]^2$$

$$= 2 \text{ ครั้ง} < 40 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$


การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งกรอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	186.6	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการมุงหลังคา	=	6 ตร.ม	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	$(186.6 \times 2) / 6$	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	62.2	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	$62.2 / 60$	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	1.037	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานติดตั้งกรอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 1.037A_9 \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_9 =$ พื้นที่ของการติดตั้งกรอบหลังคาตามแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สัน 6 ตร.ม.



กลุ่มงานหลักที่ 5 งานปีก ค.ส.ล ปิตรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับ
แนวผนังก่ออิฐฉาบปูน การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการ
ตั้งเคราะห์เวลาของกิจกรรมย่อยโดยวิธีทางสถิติ

ตารางที่ ก-29 งานย่อยที่ 36 งานวัดและตัดเหล็กเส้นเพื่อทำเป็นเหล็กตะแกรง

ลักษณะของงาน : งานวัดและตัดเหล็กเส้นเพื่อทำเป็นเหล็กตะแกรง				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ศ.ด. = 8.75 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานวัดและตัดเหล็กตะแกรง กำหนดให้เท่ากับเวลาของการวัดและตัดเหล็กตะแกรงครั้งละ 5 เส้น (เริ่มจากการใช้ตลับเมตรวัดความยาวของเหล็กเส้นตามที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบแล้วมาร์คตำแหน่งที่จะทำการตัดเหล็กจากนั้นทำการตัดเหล็กเส้นด้วยกรรไกรตัดเหล็กเป็นท่อนๆ จนครบตามจำนวน)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	65	100	65	4225
2	62	100	62	3844
3	60	100	60	3600
4	68	100	68	4624
5	59	100	59	3481
6	63	100	63	3969
7	68	100	68	4624
8	64	100	64	4096
9	62	100	62	3844
10	60	100	60	3600
11	65	100	65	4225
12	69	100	69	4761
13	68	100	68	4624
14	69	100	69	4761
15	65	100	65	4225
16	68	100	68	4624
17	63	100	63	3969
18	58	100	58	3364
19	56	100	56	3136
20	67	100	67	4489
21	64	100	64	4096
22	62	100	62	3844
23	61	100	61	3721

ตารางที่ ก-29 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	60	100	60	3600
25	63	100	63	3969
26	65	100	65	4225
27	60	100	60	3600
28	63	100	63	3969
29	61	100	61	3721
30	67	100	67	4489
31	62	100	62	3844
32	61	100	61	3721
33	63	100	63	3969
34	64	100	64	4096
รวม			2155	136949
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			63.39 วินาที เท่ากับ 1.06 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสมการที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} \left[n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 \right]}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 2155$, $\sum X^2 = 136949$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(136949) - (2155)^2}}{(2155)} \right]^2$$

$$= 5 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานวัดและตัดเหล็กเส้นเพื่อทำเป็นเหล็กตะแกรง สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	63.39	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ศ.ล.	=	8.75	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	(63.39 x 2) / 8.75	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	14.49	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	14.49 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	0.250	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานวัดและตัดเหล็กเส้นเพื่อทำเป็นเหล็กตะแกรง ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.250 Nc_1 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย Nc_1 = จำนวนที่วัดและตัดเหล็กเส้นเพื่อทำเป็นเหล็กตะแกรง 170 เส้น

ตารางที่ ก-30 งานย่อยที่ 37 งานตัดลวดผูกเหล็ก

ลักษณะของงาน : งานตัดลวดผูกเหล็ก				
กลุ่มคนงาน : 1 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ส.ล. = 5 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานตัดลวดผูกเหล็กครั้ง 1 มัดน้ำหนักเท่ากับ 5 กก.(เริ่มจากการใช้ตลับเมตรวัดความยาวของลวดผูกเหล็กจากนั้นทำการตัดลวดผูกเหล็กด้วยกรรไกรตัดเหล็กเป็นท่อนๆ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	42	100	42	1764
2	45	100	45	2025
3	39	100	39	1521
4	38	100	38	1444
5	46	100	46	2116
6	49	100	49	2401
7	50	100	50	2500
8	44	100	44	1936
9	41	100	41	1681
10	47	100	47	2209
11	42	100	42	1764
12	45	100	45	2025
13	43	100	43	1849
14	49	100	49	2401
15	46	100	46	2116
16	51	100	51	2601
17	52	100	52	2704
18	58	100	58	3364
19	60	100	60	3600
20	59	100	59	3481
21	60	100	60	3600
22	48	100	48	2304
23	47	100	47	2209
24	46	100	46	2116
25	43	100	43	1849
26	58	100	58	3364
27	55	100	55	3025

ตารางที่ ก-30 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
28	59	100	59	3481
29	58	100	58	3364
30	45	100	45	2025
31	41	100	41	1681
32	39	100	39	1521
33	39	100	39	1521
34	40	100	40	1600
35	48	100	48	2304
36	41	100	41	1681
37	42	100	42	1764
38	45	100	45	2025
รวม			1800	86936
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			47.37 วินาที เท่ากับ 0.79 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 1800$, $\sum X^2 = 86936$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(86936) - (1800)^2}}{(1800)} \right]^2$$

$$= 32 \text{ ครั้ง} < 38 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานตัดลวดผูกเหล็ก
สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	47.37	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการทดสอบกรีต ปีก ค.ศ.ล.	=	5	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	$(47.37 \times 1) / 5$	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	9.48	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	$9.48 / 60$	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	0.160	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานตัดลวดผูกเหล็ก ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.160Nc_2 \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย Nc_2 = จำนวนที่วัดและตัดลวดผูกเหล็ก 50 กก.

ตารางที่ ก-31 งานย่อยที่ 38 งานผูกเหล็กตะแกรง

ลักษณะของงาน : งานผูกเหล็กตะแกรง				
กลุ่มคนงาน : 1 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ส.ล. = 5 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการผูกเหล็กตะแกรงที่ละ 1 จุด (เริ่มจากการวัดหาระยะห่างของช่องเหล็กตะแกรงแล้วนำเหล็กมาวางทับกันจากนั้นใช้ลวดผูกเหล็กผูกให้แน่นแล้วขันด้วยครีมหูกเหล็ก)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	39	100	39	1521
2	40	100	40	1600
3	35	100	35	1225
4	39	100	39	1521
5	41	100	41	1681
6	40	100	40	1600
7	37	100	37	1369
8	35	100	35	1225
9	31	100	31	961
10	32	100	32	1024
11	30	100	30	900
12	41	100	41	1681
13	45	100	45	2025
14	43	100	43	1849
15	47	100	47	2209
16	50	100	50	2500
17	52	100	52	2704
18	56	100	56	3136
19	55	100	55	3025
20	51	100	51	2601
21	53	100	53	2809
22	45	100	45	2025
23	46	100	46	2116
24	48	100	48	2304
25	49	100	49	2401
26	47	100	47	2209
27	52	100	52	2704

ตารางที่ ก-31 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
28	50	100	50	2500
29	51	100	51	2601
30	46	100	46	2116
31	49	100	49	2401
32	47	100	47	2209
33	50	100	50	2500
34	52	100	52	2704
35	54	100	54	2916
36	39	100	39	1521
37	38	100	38	1444
38	42	100	42	1764
39	50	100	50	2500
รวม			1747	80101
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			44.80 วินาที เท่ากับ 0.75 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 39$, $\sum X = 1747$, $\sum X^2 = 80101$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(39)(80101) - (1747)^2}}{(1747)} \right]^2$$

= 38 ครั้ง < 39 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานผูกเหล็กตะแกรง สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 44.80	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ส.ล.	= 5	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (44.80 x 1) / 5	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
	= 8.96	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
หรือ	= 8.96 / 60	คน-นาที ต่อ ตร. ม.
	= 0.150	คน-นาที ต่อ ตร. ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานผูกเหล็กตะแกรง ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.150N_p \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย N_p = จำนวนจุดที่ทำการผูกเหล็กตะแกรง 10 ตร.ม.

ตารางที่ ก-32 งานย่อยที่ 39 งานประกอบไม้แบบ

ลักษณะของงาน : งานประกอบไม้แบบ				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ส.ล. = 3 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบไม้แบบเท่ากับพื้นที่ของการเทคอนกรีต 1 ตารางเมตร (เริ่มจากการใช้ตลับเมตรวัดไม้ที่จะทำเป็นไม้แบบแล้วตัดด้วยเลื่อยถ่านจนได้ครบทุกด้านต่อจากนั้นทำการประกอบไม้แบบตามพื้นที่ที่จะทำการเทคอนกรีต โดยการตอกด้วยตะปูทุกด้านจนแน่นพร้อมที่จะทำการเทคอนกรีต)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	780	100	780	608400
2	785	100	785	616225
3	850	100	850	722500
4	900	100	900	810000
5	950	100	950	902500
6	920	100	920	846400
7	940	100	940	883600
8	911	100	911	829921
9	900	100	900	810000
10	895	100	895	801025
11	899	100	899	808201
12	789	100	789	622521
13	798	100	798	636804
14	863	100	863	744769
15	856	100	856	732736
16	850	100	850	722500
17	865	100	865	748225
18	950	100	950	902500
19	964	100	964	929296
20	983	100	983	966289
21	900	100	900	810000
22	940	100	940	883600
23	920	100	920	846400
24	912	100	912	831744
25	920	100	920	846400
26	896	100	896	802816

ตารางที่ ก-32 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
27	941	100	941	885481
28	890	100	890	792100
29	899	100	899	808201
30	796	100	796	633616
31	903	100	903	815409
32	905	100	905	819025
33	908	100	908	824464
34	895	100	895	801025
รวม			30273	27044693
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			890.39 วินาที เท่ากับ 15.84 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ ± 5 % เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 30273$, $\sum X^2 = 27044693$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(27044693) - (30273)^2}}{(30273)} \right]^2$$

$$= 6 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \quad \text{แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบไม้แบบ สามารถทำได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน} &= 890.39 && \text{วินาที} \\ \text{หน่วยผลงานที่ทำได้ที่พื้นที่ในการทดสอบกรีด ปีค.ศ.ล.} &= 3 \text{ ตร.ม.} \\ \text{ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย} &= (890.39 \times 2) / 3 && \text{คน-วินาที ต่อ ตร. ม.} \\ &= 593.60 && \text{คน-วินาที ต่อ ตร. ม.} \\ \text{หรือ} &= 593.60 / 60 && \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.} \\ &= 9.900 && \text{คน-นาที ต่อ ตร. ม.} \end{aligned}$$

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบไม้แบบ ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 9.900A_{10} \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_{10} =$ พื้นที่ของการประกอบไม้แบบ 15 ตร.ม.

ตารางที่ ก-33 งานย่อยที่ 40 งานผสมคอนกรีตสำหรับงานเทปึก ค.ส.ล.

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	995	100	995	990025
2	1000	100	1000	1000000
3	1200	100	1200	1440000
4	1100	100	1100	1210000
5	1250	100	1250	1562500
6	1255	100	1255	1575025
7	1300	100	1300	1690000
8	1240	100	1240	1537600
9	1220	100	1220	1488400
10	1100	100	1100	1210000
11	1150	100	1150	1322500
12	1230	100	1230	1512900
13	1240	100	1240	1537600
14	1204	100	1204	1449616
15	1150	100	1150	1322500
16	1125	100	1125	1265625
17	1123	100	1123	1261129
18	1128	100	1128	1272384
19	1204	100	1204	1449616
20	1209	100	1209	1461681
21	1300	100	1300	1690000
22	1205	100	1205	1452025
23	1223	100	1223	1495729
24	1225	100	1225	1500625
25	1240	100	1240	1537600

ลักษณะของงาน : งานผสมคอนกรีตสำหรับงานเทปึก ค.ส.ล.

กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปึก ค.ส.ล. = 8 ตร.ม.

1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการผสมคอนกรีตสำหรับงานเทปึก ค.ส.ล. (เริ่มตั้งแต่การเททรายและหินที่เตรียมไว้ประมาณครึ่งหนึ่งของทรายและหินทั้งหมดที่จะใช้แล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอจนทั่ว จากนั้นเทพูนซีเมนต์ทั้งหมดแล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอทั่ว จากนั้นเททรายและหินที่เหลือทั้งหมดทับลงบนปูนซีเมนต์แล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอทั่ว จากนั้นค่อยเติมน้ำแล้วผสมต่อไปจนเข้ากันได้ดี) ผสม 1 ครั้ง สามารถผสมได้ = 0.140 ลบ.ม

ตารางที่ ก-33 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
26	1250	100	1250	1562500
27	1300	100	1300	1690000
28	1110	100	1110	1232100
29	1000	100	1000	1000000
30	995	100	995	990025
31	1000	100	1000	1000000
32	1200	100	1200	1440000
33	1235	100	1235	1525225
34	1263	100	1263	1595169
รวม			39969	47270099
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			1175.56 วินาที เท่ากับ 19.60 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 39969$, $\sum X^2 = 47270099$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(34)(47270099) - (39969)^2}}{(39969)} \right]^2$$

$$= 10 \text{ ครั้ง} < 34 \text{ ครั้ง} \quad \text{แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานผสมคอนกรีตสำหรับงานเทปึก ค.ส.ล. สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	1175.56	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปึก ค.ส.ล.	=	8	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	$(1175.56 \times 2) / 8$	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
	=	293.89	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
หรือ	=	$293.89 / 60$	คน-นาที ต่อ ตร. ม.
	=	4.900	คน-นาที ต่อ ตร. ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานผสมคอนกรีตสำหรับงานเทปึก ค.ส.ล. ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 4.900A_{11} \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_{11} =$ พื้นที่ของการเทคอนกรีต 15 ตร.ม.

ตารางที่ ก-34 งานย่อยที่ 41 งานเทคอนกรีตลงในแบบหล่อ ปีก ค.ส.ล

ลักษณะของงาน : งานเทคอนกรีตลงในแบบหล่อ ปีก ค.ส.ล เพื่อปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน

กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ส.ล. = 4 ตร.ม.

1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานเทคอนกรีตลงในแบบหล่อปีก ค.ส.ล. เท่ากับเวลาในการขนคอนกรีตจำนวน 2 ถังปูน ระยะทางระหว่างสถานที่ก่อสร้างและที่ผสมเท่ากับ 6 เมตร (เริ่มตั้งแต่การตักคอนกรีตเหลวจากที่ผสมมาใส่ที่ถังปูนจำนวน 2 ถัง จึงยกถังปูนจากที่ผสมมายังแบบ ที่จะทำการเทคอนกรีตต่อจากนั้นทำการเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้วทำการปรับเกลี่ยคอนกรีตให้ได้ระดับเสมอกับไม้แบบ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	135	100	135	18225
2	126	100	126	15876
3	129	100	129	16641
4	130	100	130	16900
5	135	100	135	18225
6	134	100	134	17956
7	129	100	129	16641
8	125	100	125	15625
9	120	100	120	14400
10	129	100	129	16641
11	125	100	125	15625
12	135	100	135	18225
13	130	100	130	16900
14	130	100	130	16900
15	131	100	131	17161
16	132	100	132	17424
17	134	100	134	17956
18	135	100	135	18225
19	136	100	136	18496
20	140	100	140	19600
21	142	100	142	20164
22	141	100	141	19881

ตารางที่ ก-34 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
23	132	100	132	17424
24	134	100	134	17956
25	137	100	137	18769
26	143	100	143	20449
27	129	100	129	16641
28	127	100	127	16129
29	123	100	123	15129
30	130	100	130	16900
31	131	100	131	17161
32	130	100	130	16900
33	119	100	119	14161
34	120	100	120	14400
35	121	100	121	14641
36	120	100	120	14400
37	124	100	124	15376
38	135	100	135	18225
รวม			4958	648348
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			130.48 วินาที เท่ากับ 2.18 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n'} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 4958$, $\sum X^2 = 648348$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(648348) - (4958)^2}}{(4958)} \right]^2$$

$$= 4 \text{ ครั้ง} < 38 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเทคนิคติดตั้งในแบบหล่อ ปีก ค.ส.ล เพื่อปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนีย กับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	130.48	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคนิค ปีก ค.ส.ล.	=	4	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	(130.48 x 4) / 4	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	130.48	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	130.48 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	2.180	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานเทคนิคติดตั้งในแบบหล่อ ปีก ค.ส.ล เพื่อปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนีย กับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 2.180A_{12} \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_{12} =$ พื้นที่ของการเทคนิค 15 ตร.ม.

ตารางที่ ก-35 งานย่อยที่ 42 งานถอดไม้แบบ

ลักษณะของงาน : งานถอดไม้แบบ				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ศ.ล. = 6 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานถอดไม้แบบ กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานถอดแบบครั้งละ 1 แผ่น (เริ่มตั้งแต่การใช้ค้อนตอกที่ไม้แบบในแต่ละด้านจนไม้แบบขยับได้จากนั้นใช้ค้อนงัดไม้แบบออกจากคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว จนไม้แบบหลุดออกจากคอนกรีต)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	650	100	650	422500
2	662	100	662	438244
3	630	100	630	396900
4	700	100	700	490000
5	690	100	690	476100
6	650	100	650	422500
7	652	100	652	425104
8	630	100	630	396900
9	600	100	600	360000
10	615	100	615	378225
11	790	100	790	624100
12	750	100	750	562500
13	783	100	783	613089
14	670	100	670	448900
15	698	100	698	487204
16	684	100	684	467856
17	635	100	635	403225
18	687	100	687	471969
19	650	100	650	422500
20	670	100	670	448900
21	661	100	661	436921
22	630	100	630	396900
23	640	100	640	409600
24	630	100	630	396900
25	621	100	621	385641
26	640	100	640	409600

ตารางที่ ก-35 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
27	600	100	600	360000
28	670	100	670	448900
29	680	100	680	462400
30	641	100	641	410881
31	634	100	634	401956
32	652	100	652	425104
33	693	100	693	480249
34	633	100	633	400689
35	632	100	632	399424
36	613	100	613	375769
37	641	100	641	410881
38	621	100	621	385641
รวม			25028	16554172
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			658.64 วินาที เท่ากับ 10.98 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 25028$, $\sum X^2 = 16554172$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(16554172) - (25028)^2}}{(25028)} \right]^2$$

= 7 ครั้ง < 38 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานถอดไม้แบบ สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	658.64	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการเทคอนกรีต ปีก ค.ส.ล.	=	6	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	(658.64 x 2) / 6	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	219.55	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	219.55 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	3.660	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานถอดไม้แบบ ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 3.660A_{13} \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย $A_{13} =$ พื้นที่ของการเทคอนกรีต 15 ตร.ม.

ตารางที่ ก-36 งานย่อยที่ 43 งานผสมปูนฉาบ

ลักษณะของงาน : งานผสมปูนฉาบ				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการฉาบปูนปีก ค.ส.ล. = 8 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของการผสมปูนฉาบ. 1 ลูก (เริ่มตั้งแต่การเททรายละเอียดที่เตรียมไว้ประมาณ				
ครึ่งหนึ่งของทรายทั้งหมดที่จะใช้แล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอจนทั่วจากนั้นเทพูนซีเมนต์ทั้งหมดแล้วเกลี่ยให้				
สม่ำเสมอจนทั่วจากนั้นเททรายที่เหลือทั้งหมดทับลงบนปูนซีเมนต์แล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอจนทั่วจากนั้นค่อย				
เติมน้ำแล้วผสมต่อไปจนเข้ากันได้) ในการผสม 1 ครั้ง สามารถผสมได้ = 0.140 ลบ.ม				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	1250	100	1250	1562500
2	1200	100	1200	1440000
3	1100	100	1100	1210000
4	1300	100	1300	1690000
5	1350	100	1350	1822500
6	1400	100	1400	1960000
7	1340	100	1340	1795600
8	1370	100	1370	1876900
9	1290	100	1290	1664100
10	1256	100	1256	1577536
11	1240	100	1240	1537600
12	1235	100	1235	1525225
13	1204	100	1204	1449616
14	1203	100	1203	1447209
15	1025	100	1025	1050625
16	1100	100	1100	1210000
17	1200	100	1200	1440000
18	1250	100	1250	1562500
19	1300	100	1300	1690000
20	1320	100	1320	1742400
21	1340	100	1340	1795600
22	1300	100	1300	1690000
23	1300	100	1300	1690000
24	1320	100	1320	1742400
25	1300	100	1300	1690000

ตารางที่ ก-36 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
26	1290	100	1290	1664100
27	1250	100	1250	1562500
28	1300	100	1300	1690000
29	1350	100	1350	1822500
30	1400	100	1400	1960000
31	1450	100	1450	2102500
32	1400	100	1400	1960000
33	1300	100	1300	1690000
34	1350	100	1350	1822500
35	1300	100	1300	1690000
36	1250	100	1250	1562500
37	1200	100	1200	1440000
38	1300	100	1300	1690000
39	1250	100	1250	1562500
40	1360	100	1360	1849600
รวม			51243	65931011
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			1281.08 วินาที เท่ากับ 21.36 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 51243$, $\sum X^2 = 65931011$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(65931011) - (51243)^2}}{(51243)} \right]^2$$

= 7 ครั้ง < 40 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานผสมปูนฉาบ สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	1281.08	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการฉาบปูนปีก ค.ส.ล.	=	8	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	(1281.08 x 2) / 8	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	=	320.27	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	=	320.27 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	=	5.340	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานผสมปูนฉาบ ได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐาน = 5.340A₁₄ คน-นาที ต่อ ตร.ม

โดย A₁₄ = พื้นที่ของการฉาบคอนกรีต 20 ตร.ม.

ตารางที่ ก-37งานย่อยที่ 44งานฉาบปีกค.ส.ล ปีตรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	1400	100	1400	1960000
2	1359	100	1359	1846881
3	1400	100	1400	1960000
4	1356	100	1356	1838736
5	1390	100	1390	1932100
6	1300	100	1300	1690000
7	1450	100	1450	2102500
8	1360	100	1360	1849600
9	1400	100	1400	1960000
10	1500	100	1500	2250000
11	1520	100	1520	2310400
12	1510	100	1510	2280100
13	1400	100	1400	1960000
14	1300	100	1300	1690000
15	1420	100	1420	2016400
16	1350	100	1350	1822500
17	1250	100	1250	1562500
18	1300	100	1300	1690000
19	1400	100	1400	1960000
20	1450	100	1450	2102500
21	1350	100	1350	1822500
22	1400	100	1400	1960000
23	1420	100	1420	2016400
24	1410	100	1410	1988100

ตารางที่ ก-37 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	1300	100	1300	1690000
26	1400	100	1400	1960000
27	1450	100	1450	2102500
28	1500	100	1500	2250000
29	1300	100	1300	1690000
30	1500	100	1500	2250000
31	1550	100	1550	2402500
32	1450	100	1450	2102500
33	1350	100	1350	1822500
34	1450	100	1450	2102500
35	1380	100	1380	1904400
36	1420	100	1420	2016400
37	1500	100	1500	2250000
38	1530	100	1530	2340900
39	1521	100	1521	2313441
40	1423	100	1423	2024929
รวม			56419	79793787
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			1410.48 วินาที เท่ากับ 23.51 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} \left(n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 \right)}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 56419$, $\sum X^2 = 79793787$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(79793787) - (56419)^2}}{(56419)} \right]^2$$

$$= 5 \text{ ครั้ง} < 40 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานฉาบปีก ค.ส.ล ปีตรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 1410.48	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการฉาบปูนปีก ค.ส.ล.	= 7 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (1410.48 x 2) / 7	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 403	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 403 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 6.720	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานฉาบปีก ค.ส.ล ปีตรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 6.720A_{15} \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย $A_{15} =$ พื้นที่ของการฉาบคอนกรีต 20 ตร.ม.

กลุ่มงานหลักที่ 6 งานฟื้นฟูปีตรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคากับกระเบื้อง

ซีแพคโมเนียและรอยต่อของตะเข้สันกับกระเบื้องซีแพคโมเนีย

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการลังเคราะห์

เวลาของกิจกรรมย่อยโดยวิธีทางสถิติ

ตารางที่ ก-38 งานย่อยที่ 45 งานผสมคอนกรีตสำหรับงานปั้นปูนปิดรอยต่อ

ลักษณะของงาน : งานผสมคอนกรีตสำหรับงานปั้นปูนปิดรอยต่อ				
กลุ่มคนงาน : 2 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการปั้นปูนปิดรอยต่อ = 2 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานผสมคอนกรีตสำหรับงานปั้นปูนปิดรอยต่อ กำหนดให้เท่ากับเวลาของการผสมคอนกรีตสำหรับงานปั้นปูนปิดรอยต่อ 1 ลูก (เริ่มตั้งแต่การเททรายละเอียดที่เตรียมไว้ประมาณครึ่งหนึ่งของทรายทั้งหมดที่จะใช้แล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอจนทั่ว จากนั้นเทพูนซีเมนต์ทั้งหมดแล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอจนทั่วจากนั้นเททรายที่เหลือทั้งหมดทับลงบนปูนซีเมนต์แล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอจนทั่วจากนั้นค่อยเติมน้ำแล้วผสมต่อไปจนเข้ากันได้) ในการผสม 1 ครั้ง สามารถผสมได้ = 0.140 ลบ.ม				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	850	100	850	722500
2	590	100	590	348100
3	900	100	900	810000
4	950	100	950	902500
5	911	100	911	829921
6	953	100	953	908209
7	899	100	899	808201
8	879	100	879	772641
9	800	100	800	640000
10	963	100	963	927369
11	940	100	940	883600
12	920	100	920	846400
13	910	100	910	828100
14	895	100	895	801025
15	789	100	789	622521
16	961	100	961	923521
17	943	100	943	889249
18	941	100	941	885481
19	900	100	900	810000
20	905	100	905	819025
21	901	100	901	811801
22	981	100	981	962361
23	930	100	930	864900

ตารางที่ ก-38 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	968	100	968	937024
25	978	100	978	956484
26	986	100	986	972196
27	985	100	985	970225
28	918	100	918	842724
29	917	100	917	840889
30	902	100	902	813604
31	905	100	905	819025
32	900	100	900	810000
รวม			29070	26579596
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			908.44 วินาที เท่ากับ 15.14 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสมการที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 32$, $\sum X = 29070$, $\sum X^2 = 26579596$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(32)(26579596) - (29070)^2}}{(29070)} \right]^2$$

$$= 11 \text{ ครั้ง} < 32 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานผสมคอนกรีตสำหรับงาน
ปั้นปูนปิดรอยต่อ สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 908.44	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการปั้นปูนปิดรอยต่อ	= 2 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (908.44 x 2) / 2	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 908.44	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 908.44 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 15.140	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานผสมคอนกรีตสำหรับงานปั้นปูนปิดรอยต่อ ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 15.140A_{16} \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม.}$$

โดย A_{16} = พื้นที่ของการปั้นปูนปิดรอยต่อครอบสันหลังคาและตะเข้สัน 5 ตร.ม.

ตารางที่ ก-39 งานย่อยที่ 46 งานปั้นปูนปิดรอยต่อกรอบสันหลังคาและตะเข้สัน

ลักษณะของงาน : งานปั้นปูนปิดรอยต่อกรอบสันหลังคาและตะเข้สัน				
กลุ่มคนงาน : 1 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการปั้นปูนปิดรอยต่อ = 3 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานปั้นปูนปิดรอยต่อกรอบสันหลังคาและตะเข้สัน กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานปั้นปูนปิดรอยต่อกรอบสันหลังคาและตะเข้สันครั้งละ 1 ถังปูน (เริ่มตั้งแต่การใช้เกรียงตักปูนจากถังใส่ปูนแล้วป้ายปูนปิดรอยต่อตามแนวกรอบสันหลังคาและตะเข้สัน ใช้เกรียงแต่งผิวของคอนกรีตให้เรียบเสมอกับแนวสันหลังคาและแนวตะเข้สันจนเรียบร้อยตลอดทั้งแนว)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	55	100	55	3025
2	61	100	61	3721
3	60	100	60	3600
4	58	100	58	3364
5	59	100	59	3481
6	66	100	66	4356
7	65	100	65	4225
8	68	100	68	4624
9	67	100	67	4489
10	63	100	63	3969
11	61	100	61	3721
12	65	100	65	4225
13	67	100	67	4489
14	70	100	70	4900
15	59	100	59	3481
16	57	100	57	3249
17	69	100	69	4761
18	69	100	69	4761
19	60	100	60	3600
20	61	100	61	3721
21	62	100	62	3844
22	66	100	66	4356
23	67	100	67	4489
24	69	100	69	4761

ตารางที่ ก-39 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	71	100	71	5041
26	61	100	61	3721
27	60	100	60	3600
28	65	100	65	4225
29	62	100	62	3844
30	60	100	60	3600
31	69	100	69	4761
32	70	100	70	4900
33	71	100	71	5041
34	73	100	73	5329
35	69	100	69	4761
36	59	100	59	3481
37	65	100	65	4225
38	70	100	70	4900
39	65	100	65	4225
40	69	100	69	4761
รวม			2583	167627
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			64.58 วินาที เท่ากับ 1.076 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n'} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 2583$, $\sum X^2 = 167627$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(167627) - (2583)^2}}{(2583)} \right]^2$$

$$= 9 \text{ ครั้ง} < 40 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานป้อนปุ๋ยต่อครอบ
สันหลังคาและตะเข้สัน สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 64.58	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ในการป้อนปุ๋ยต่อ	= 3 ตร.ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (64.58 x 1) / 3	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
	= 193.74	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
หรือ	= 193.74 / 60	คน-นาที ต่อ ตร. ม.
	= 3.229	คน-นาที ต่อ ตร. ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานป้อนปุ๋ยต่อครอบสันหลังคาและตะเข้สัน ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 3.229A_{17} \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย $A_{17} =$ พื้นที่ของการป้อนปุ๋ยต่อครอบสันหลังคาและตะเข้สัน 5 ตร.ม.



กลุ่มงานหลักที่ 7 งานทาสี

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการสังเคราะห์

เวลาของกิจกรรมย่อยโดยวิธีทางสถิติ

ตารางที่ ก-40 งานย่อยที่ 47 งานทาสีปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับแนวกระเบื้องซีแพคโมเนีย

ลักษณะของงาน : งานทาสีตามแนวที่ปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับแนวกระเบื้องซีแพคโมเนีย				
กลุ่มคนงาน : 1 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการทาสี = 3 ตร.ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานทาสีตามแนวที่ปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับแนวกระเบื้องซีแพคโมเนีย กำหนดให้เท่ากับเวลาของการทาสีตามแนวที่ปิดรอยต่อครั้งละ 1 แถว (เริ่มตั้งแต่การใช้แปรงทาสีจุ่มสีแล้วทาตามแนวรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับแนวกระเบื้องซีแพคโมเนียสองรอบให้ดูเป็นสีเนื้อเดียวกันจนแล้วเสร็จ)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	66	100	66	4356
2	65	100	65	4225
3	63	100	63	3969
4	65	100	65	4225
5	69	100	69	4761
6	66	100	66	4356
7	65	100	65	4225
8	68	100	68	4624
9	69	100	69	4761
10	66	100	66	4356
11	64	100	64	4096
12	65	100	65	4225
13	67	100	67	4489
14	69	100	69	4761
15	68	100	68	4624
16	69	100	69	4761
17	67	100	67	4489
18	69	100	69	4761
19	65	100	65	4225
20	65	100	65	4225
21	67	100	67	4489
22	68	100	68	4624
23	65	100	65	4225

ตารางที่ ก-40 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	64	100	64	4096
25	60	100	60	3600
26	61	100	61	3721
27	60	100	60	3600
28	65	100	65	4225
29	62	100	62	3844
30	60	100	60	3600
31	69	100	69	4761
32	70	100	70	4900
33	71	100	71	5041
34	69	100	69	4761
35	65	100	65	4225
36	61	100	61	3721
37	60	100	60	3600
38	63	100	63	3969
39	64	100	64	4096
40	66	100	66	4356
รวม			2620	171968
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			65.50 วินาที เท่ากับ 1.091 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสมการที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 2620$, $\sum X^2 = 171968$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(171968) - (2620)^2}}{(2620)} \right]^2$$

= 4 ครั้ง < 40 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทาสีตามแนวที่ปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับแนวกระเบื้องซีแพค โมนีเย สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 65.50	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการทาสี	= 3	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (65.50 x 1) / 3	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
	= 21.83	คน-วินาที ต่อ ตร.ม.
หรือ	= 21.83 / 60	คน-นาที ต่อ ตร.ม.
	= 0.363	คน-นาที ต่อ ตร.ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทาสีตามแนวที่ปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับแนวกระเบื้องซีแพค โมนีเย ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.363A_{18} \quad \text{คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย A_{18} = พื้นที่ของการทาสีตามแนวที่ปิดรอยต่อระหว่างกรอบสันหลังคา, ตะเข้สันกับแนวกระเบื้องซีแพค โมนีเย 5 ตร.ม.

ตารางที่ ก-41 งานย่อยที่ 48 งานทาสีปีก ค.ส.ล ปีครอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	69	100	69	4761
2	68	100	68	4624
3	71	100	71	5041
4	70	100	70	4900
5	69	100	69	4761
6	68	100	68	4624
7	67	100	67	4489
8	68	100	68	4624
9	69	100	69	4761
10	66	100	66	4356
11	70	100	70	4900
12	72	100	72	5184
13	74	100	74	5476
14	70	100	70	4900
15	69	100	69	4761
16	71	100	71	5041
17	68	100	68	4624
18	73	100	73	5329
19	75	100	75	5625
20	69	100	69	4761
21	68	100	68	4624
22	69	100	69	4761
23	67	100	67	4489
24	65	100	65	4225

ลักษณะของงาน : งานทาสีปีก ค.ส.ล ปีครอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน
 กลุ่มคนงาน : 1 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการทาสี = 4 ตร.ม.
 1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานทาสีปีก ค.ส.ล ปีครอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานทาสีปีก ค.ส.ล ปีครอยต่อครั้งละ 1 ตารางเมตร (เริ่มตั้งแต่การใช้แปรงทาสีจุ่มสีแล้วทาสีที่ปีก ค.ส.ล. ปีครอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูนรอบให้ดูเป็นสีเนื้อเดียวกันจนแล้วเสร็จ)

ตารางที่ ก-41 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
25	64	100	64	4096
26	63	100	63	3969
27	65	100	65	4225
28	65	100	65	4225
29	67	100	67	4489
30	70	100	70	4900
31	74	100	74	5476
32	75	100	75	5625
33	71	100	71	5041
34	70	100	70	4900
35	72	100	72	5184
36	72	100	72	5184
37	71	100	71	5041
38	75	100	75	5625
39	76	100	76	5776
รวม			2715	189397
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			69.615 วินาที เท่ากับ 1.160 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 39$, $\sum X = 2715$, $\sum X^2 = 189397$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(39)(189397) - (2715)^2}}{(2715)} \right]^2$$

$$= 4 \text{ ครั้ง} < 39 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทาสีปีก ค.ส.ล ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	=	69.615	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับพื้นที่ของการทาสี	=	4	ตร.ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	=	$(69.615 \times 1) / 4$	คน-วินาที ต่อ ตร. ม
.	=	17.403	คน-วินาที ต่อ ตร. ม.
หรือ	=	$17.403 / 60$	คน-นาที ต่อ ตร. ม.
	=	0.290	คน-นาที ต่อ ตร. ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานทาสีปีก ค.ส.ล ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 0.290A_{19} \text{ คน-นาที ต่อ ตร.ม}$$

โดย A_{19} = พื้นที่ของการทาสีปีก ค.ส.ล ปิดรอยต่อระหว่างกระเบื้องซีแพคโมเนียกับแนวผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 ตร.ม.



กลุ่มงานหลักที่ 8 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านในแต่ละกิจกรรมงานต่างๆ

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและจัดทำสมการสังเคราะห์

เวลาของกิจกรรมย่อยโดยวิธีทางสถิติ

ตารางที่ ก-42 งานย่อยที่ 49 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งอะเส

ลักษณะของงาน : งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งอะเส				
กลุ่มคนงาน : 4 คน , หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน = 7 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งอะเส กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านครั้งละ 1 ชุดเท่ากับความสูง 2 เมตร (เริ่มจากการขนย้ายอุปกรณ์นั่งร้านจากโรงเก็บวัสดุมายังสถานที่ก่อสร้างแล้วทำการประกอบนั่งร้านที่ละชุด จนได้ระดับของความสูงเท่ากับระดับของการติดตั้งอะเสจากนั้นจะทำการเคลื่อนย้ายนั่งร้านไปตามจุดต่างๆจนครบทุกตำแหน่งของการติดตั้งอะเส)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	190	100	190	36100
2	186	100	186	34596
3	179	100	179	32041
4	180	100	180	32400
5	182	100	182	33124
6	180	100	180	32400
7	185	100	185	34225
8	181	100	181	32761
9	183	100	183	33489
10	182	100	182	33124
11	185	100	185	34225
12	189	100	189	35721
13	190	100	190	36100
14	191	100	191	36481
15	187	100	187	34969
16	180	100	180	32400
17	179	100	179	32041
18	175	100	175	30625
19	180	100	180	32400
20	189	100	189	35721
21	187	100	187	34969
22	182	100	182	33124
23	178	100	178	31684

ตารางที่ ก-42 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
24	179	100	179	32041
25	180	100	180	32400
26	183	100	183	33489
27	187	100	187	34969
28	186	100	186	34596
29	187	100	187	34969
30	181	100	181	32761
31	190	100	190	36100
32	196	100	196	38416
33	195	100	195	38025
34	192	100	192	36864
35	190	100	190	36100
36	185	100	185	34225
37	183	100	183	33489
38	180	100	180	32400
39	182	100	182	33124
40	180	100	180	32400
รวม			7376	1361088
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			184.4 วินาที เท่ากับ 3.07 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสมการที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 40$, $\sum X = 7376$, $\sum X^2 = 1361088$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(40)(1361088) - (7376)^2}}{(7376)} \right]^2$$

= 2 ครั้ง < 40 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและเคลื่อนย้าย
นักร้านของงานติดตั้งอะเส สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 184.4	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน	= 7 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (184.4 x 4) / 7	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 105.37	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 105.37/60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 1.756	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนักร้านของงานติดตั้งอะเส ได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐาน = 1.756 H คน-นาที ต่อ ม.

โดย H = ความสูงของงานติดตั้งอะเส , จำนวนชั้นของนักร้าน 7 ม.

ตารางที่ ก-43 งานย่อยที่ 50 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้าน

ลักษณะของงาน : งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวดิ่ง				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน = 8 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวดิ่ง กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านครั้งละ 1 ชุดเท่ากับความสูง 2 เมตร (เริ่มจากการขนย้ายอุปกรณ์นั่งร้านจากโรงเก็บวัสดุมายังสถานที่ก่อสร้างแล้วทำการประกอบนั่งร้านที่ละชุดจนได้ระดับของความสูงเท่ากับระดับของการติดตั้งโครงหลังคา (Smart Truss) จากนั้นจะทำการเคลื่อนย้ายนั่งร้านไปตามจุดต่างๆจนครบทุกตำแหน่งของการติดตั้งโครงหลังคา)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	187	100	187	34969
2	189	100	189	35721
3	190	100	190	36100
4	189	100	189	35721
5	188	100	188	35344
6	180	100	180	32400
7	185	100	185	34225
8	187	100	187	34969
9	180	100	180	32400
10	183	100	183	33489
11	181	100	181	32761
12	180	100	180	32400
13	179	100	179	32041
14	188	100	188	35344
15	187	100	187	34969
16	180	100	180	32400
17	181	100	181	32761
18	180	100	180	32400
19	179	100	179	32041
20	175	100	175	30625
21	176	100	176	30976
22	187	100	187	34969

ตารางที่ ก-43 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
23	180	100	180	32400
24	179	100	179	32041
25	183	100	183	33489
26	180	100	180	32400
27	183	100	183	33489
28	185	100	185	34225
29	180	100	180	32400
30	183	100	183	33489
31	181	100	181	32761
32	182	100	182	33124
33	179	100	179	32041
34	187	100	187	34969
35	189	100	189	35721
36	190	100	190	36100
37	185	100	185	34225
38	184	100	184	33856
รวม			6961	1275755
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			183.184 วินาที เท่ากับ 3.053 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{n'} \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 6961$, $\sum X^2 = 1275755$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(1275755) - (6961)^2}}{(6961)} \right]^2$$

$$= 1 \text{ ครั้ง} < 38 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและเคลื่อนย้าย
นักร้านของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคิง สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 183.184	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน	= 8 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (183.184 x 4) / 8	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 91.952	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 91.952 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 1.527	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนักร้านของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคา (Smart Truss) ในแนวคิง
ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 1.527H_1 \text{ คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย H_1 = ความสูงของงานเคลื่อนย้ายโครงหลังคาเหล็กแบบ (Smart Truss) ในแนวคิง ,
จำนวนชั้นของนักร้าน 8 ม.

ตารางที่ ก-44 งานย่อยที่ 51 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชาย

ลักษณะของงาน : งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนกรีตและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นบน)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน = 6.7 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านครั้งละ 1 ชุดเท่ากับความสูง 2 เมตร (เริ่มจากการขนย้ายอุปกรณ์นั่งร้านจากโรงเก็บวัสดุมายังสถานที่ก่อสร้างแล้วทำการประกอบนั่งร้านที่ละชุดจนได้ระดับของความสูงเท่ากับระดับของการติดตั้งเชิงชายและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย จากนั้นจะทำการเคลื่อนย้ายนั่งร้านไปตามจุดต่างๆ จนครบทุกตำแหน่งของการติดตั้งไม้เชิงชายและติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	190	100	190	36100
2	192	100	192	36864
3	190	100	190	36100
4	189	100	189	35721
5	188	100	188	35344
6	181	100	181	32761
7	187	100	187	34969
8	188	100	188	35344
9	189	100	189	35721
10	190	100	190	36100
11	193	100	193	37249
12	195	100	195	38025
13	197	100	197	38809
14	190	100	190	36100
15	194	100	194	37636
16	196	100	196	38416
17	195	100	195	38025
18	197	100	197	38809
19	190	100	190	36100
20	189	100	189	35721

ตารางที่ ก-44 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
21	188	100	188	35344
22	185	100	185	34225
23	191	100	191	36481
24	190	100	190	36100
25	195	100	195	38025
26	179	100	179	32041
27	183	100	183	33489
28	185	100	185	34225
29	180	100	180	32400
30	183	100	183	33489
31	186	100	186	34596
32	182	100	182	33124
33	179	100	179	32041
34	187	100	187	34969
35	189	100	189	35721
36	190	100	190	36100
37	185	100	185	34225
38	184	100	184	33856
รวม			7161	1350365
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			188.842 วินาที เท่ากับ 3.147 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{\alpha} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 38$, $\sum X = 7161$, $\sum X^2 = 1350365$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(38)(1350365) - (7161)^2}}{(7161)} \right]^2$$

= 2 ครั้ง < 38 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและเคลื่อนย้าย
นั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้ค้อนวูลและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอน
กันนก) (หลังคาชั้นบน) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 188.842	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน	= 6.7	ม.
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (188.842 x 4) / 6.7	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 112.741	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 112.741/60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 1.880	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้ค้อนวูลและงานติดตั้งปิดลอน
กระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นบน) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 1.880H_2 \quad \text{คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย $H_2 =$ ความสูงของงานติดตั้งเชิงชาย, จำนวนชั้นของนั่งร้าน 6.7 ม.

ตารางที่ ก-45 งานย่อยที่ 52 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชาย

ลักษณะของงาน : งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนกรีตและงานติดตั้ง ปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน , หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน = 5 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนกรีต และงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง) กำหนดให้เท่ากับเวลาของงาน ประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านครั้งละ 1 ชุดเท่ากับความสูง 2 เมตร (เริ่มจากการขนย้ายอุปกรณ์นั่งร้านจากโรง เก็บวัสดุมายังสถานที่ก่อสร้างแล้วทำการประกอบนั่งร้านที่ละชุดจนได้ระดับของความสูงเท่ากับระดับของงาน ติดตั้งเชิงชายและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (หลังคาชั้นล่าง) จากนั้นจะทำการเคลื่อนย้าย นั่งร้านไปตามจุดต่างๆจนครบทุกตำแหน่งของการติดตั้งเชิงชายและติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	199	100	199	39601
2	195	100	195	38025
3	198	100	198	39204
4	190	100	190	36100
5	192	100	192	36864
6	189	100	189	35721
7	196	100	196	38416
8	189	100	189	35721
9	195	100	195	38025
10	187	100	187	34969
11	180	100	180	32400
12	185	100	185	34225
13	187	100	187	34969
14	190	100	190	36100
15	195	100	195	38025
16	197	100	197	38809
17	195	100	195	38025
18	192	100	192	36864
19	190	100	190	36100
20	189	100	189	35721

ตารางที่ ก-45 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
21	198	100	198	39204
22	195	100	195	38025
23	194	100	194	37636
24	192	100	192	36864
25	196	100	196	38416
26	189	100	189	35721
27	188	100	188	35344
28	187	100	187	34969
29	185	100	185	34225
30	189	100	189	35721
31	195	100	195	38025
32	190	100	190	36100
รวม			6128	1174134
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			191.5 วินาที เท่ากับ 3.191 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 32$, $\sum X = 6128$, $\sum X^2 = 1174134$

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{(32)(1174134) - (6128)^2}}{(6128)} \right]^2$$

$$= 1 \text{ ครั้ง} < 32 \text{ ครั้ง} \text{ แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ}$$

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและเคลื่อนย้าย
นั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนวูลและงานติดตั้งปิดลอนกระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอน
กันนก) (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 191.5	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน	= 5 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (191.5 x 4) / 5	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 153.2	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 153.2 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 2.553	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานติดตั้งเชิงชายด้วยไม้คอนวูลและงานติดตั้งปิดลอน
กระเบื้องบริเวณเชิงชาย (ปิดลอนกันนก) (หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 2.553H_3 \text{ คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย $H_3 =$ ความสูงของงานติดตั้งเชิงชาย, จำนวนชั้นของนั่งร้าน 5 ม.

ตารางที่ ก-46 งานย่อยที่ 53 งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายกระบือึงซีแพคโมเนีย

ลักษณะของงาน : งานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายกระบือึงซีแพคโมเนียในแนวตั้ง (หลังคาชั้นล่าง)				
กลุ่มคนงาน : 4 คน, หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน = 4 ม.				
1 รอบเวลาคือ : 1 รอบของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายกระบือึงซีแพคโมเนียในแนวตั้ง (หลังคาชั้นล่าง) กำหนดให้เท่ากับเวลาของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านครั้งละ 1 ชุด เท่ากับความสูง 2 เมตร (เริ่มจากการขนย้ายอุปกรณ์นั่งร้านจากโรงเก็บวัสดุมายังสถานที่ก่อสร้างแล้วทำการประกอบนั่งร้านที่ละชุดจนได้ระดับของความสูงเท่ากับระดับของโครงหลังคาชั้นล่าง จากนั้นจะทำการเคลื่อนย้ายนั่งร้านไปตามจุดต่างๆ ที่จะทำการเคลื่อนย้ายกระบือึงซีแพคโมเนีย)				
วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
1	189	100	189	35721
2	196	100	196	38416
3	197	100	197	38809
4	191	100	191	36481
5	190	100	190	36100
6	197	100	197	38809
7	195	100	195	38025
8	190	100	190	36100
9	196	100	196	38416
10	188	100	188	35344
11	184	100	184	33856
12	187	100	187	34969
13	187	100	187	34969
14	192	100	192	36864
15	195	100	195	38025
16	197	100	197	38809
17	196	100	196	38416
18	195	100	195	38025
19	190	100	190	36100
20	190	100	190	36100
21	198	100	198	39204
22	195	100	195	38025

ตารางที่ ก-46 (ต่อ)

วงรอบเวลาที่	วงรอบเวลา (วินาที)	อัตราการทำงาน (%)	วงรอบเวลาพื้นฐาน X (วินาที)	X ² (วินาที) ²
23	196	100	196	38416
24	193	100	193	37249
25	196	100	196	38416
26	195	100	195	38025
27	190	100	190	36100
28	193	100	193	37249
29	192	100	192	36864
30	191	100	191	36481
31	195	100	195	38025
32	190	100	190	36100
33	195	100	195	38025
34	194	100	194	37636
รวม			6555	1264169
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงาน			192.794 วินาที เท่ากับ 3.213 นาที	

หมายเหตุ (%) อัตราการทำงาน อ้างอิงมาจากตารางที่ 2.1 แสดงการประมาณค่าอัตราการทำงานที่ 100 % คือ (มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพสภาพเหมือนกับคนงานที่ได้รับค่าแรงที่พอใจ ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และได้มาตรฐาน)

ตรวจสอบค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติที่ 95.5 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 5\%$ เพื่อพิสูจน์จำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ โดยการหาจำนวนครั้งที่ต้องการได้จากสูตรที่ 2.9

$$n = \left[\frac{\sqrt{\frac{k}{s} n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

แทนค่าลงในสูตรโดยที่ค่า $n' = 34$, $\sum X = 6555$, $\sum X^2 = 1264169$

$$n = \left[\frac{0.05 \sqrt{(34)(1264169) - (6555)^2}}{(6555)} \right]^2$$

= 1 ครั้ง < 34 ครั้ง แสดงว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ

การสร้างสมการสังเคราะห์เวลาจากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยของงานประกอบและเคลื่อนย้าย
นั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวดิ่ง (หลังคาชั้นล่าง) สามารถทำได้ดังนี้

ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยผลงาน	= 192.794	วินาที
หน่วยผลงานที่ทำได้เท่ากับความสูงของงาน	= 4 ม.	
ค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยต่อหน่วย	= (192.794 x 4) / 4	คน-วินาที ต่อ ม.
	= 192.794	คน-วินาที ต่อ ม.
หรือ	= 192.794 / 60	คน-นาที ต่อ ม.
	= 3.213	คน-นาที ต่อ ม.

จากค่าเวลาพื้นฐานเฉลี่ยข้างต้นสามารถเขียนให้เป็นสมการสังเคราะห์เวลาพื้นฐานเฉลี่ย
ของงานประกอบและเคลื่อนย้ายนั่งร้านของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวดิ่ง
(หลังคาชั้นล่าง) ได้ดังนี้

$$\text{ค่าเวลาพื้นฐาน} = 3.213H_4 \quad \text{คน-นาที ต่อ ม.}$$

โดย H_4 = ความสูงของงานเคลื่อนย้ายกระเบื้องซีแพคโมเนียในแนวดิ่ง (หลังคาชั้นล่าง),
จำนวนชั้นของนั่งร้าน 4 ม.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ธรรมบุญ สังขรักษ์

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยฉะเชิงเทรา
ปีที่สำเร็จการศึกษา 2546

ประวัติการทำงาน

วิศวกรโยธา

บริษัท สยามสแกนด์ เคนิเวียร์ คอนสตรัคชัน
แอนด์ เอ็นจิเนียริง จำกัด

ตำแหน่งหน้าที่ทำงานปัจจุบัน

เจ้าหน้าที่ประเมินราคา (อสังหาริมทรัพย์)

บริษัท ไทยประเมินราคา ลินฟินส์ลิฟ จำกัด

เจ้าหน้าที่นิติกรรม

บริษัท เอส.วี.ที.พร็อพเพอร์ตี้ 2003 จำกัด