

การประยุกต์หลักการทางกายศาสตร์สำหรับกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง:  
กรณีศึกษางานก่ออิฐ



นายปิยพันธ์ บรรเทิงไพบูลย์

ศูนย์วิทยพัทยาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLYING ERGONOMIC PRINCIPLE FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT PROCESS  
IN CONSTRUCTION: A CASE STUDY OF BRICKLAYING

Mr. Piyaphan Bunternpiiboon



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering  
Department of Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
Chulalongkorn University  
Academic Year 2010  
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์หลักการทางกายศาสตร์สำหรับกระบวนการเพิ่ม  
อัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง: กรณีศึกษาโรงงานก่ออิฐ

โดย

นาย ปิยพันธ์ บรรเทิงไพบูลย์

สาขาวิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

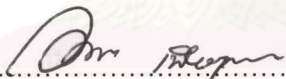
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)

ปิยพันธ์ บรรเทิงไพบูลย์ : การประยุกต์หลักการทางกายศาสตร์สำหรับกระบวนการเพิ่ม  
อัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง: กรณีศึกษางานก่ออิฐ. (APPLYING ERGONOMIC  
PRINCIPLE FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT PROCESS IN  
CONSTRUCTION: A CASE STUDY OF BRICKLAYING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
: ผศ. ดร.วัชระ เพียรสุภาพ, 257 หน้า.

อัตราผลผลิตเป็นดัชนีชี้วัดหนึ่งที่แสดงถึงประสิทธิภาพของกระบวนการก่อสร้าง วิธีการ  
เพิ่มอัตราผลผลิตนั้นมีหลากหลายวิธี งานวิจัยในอดีตพบว่า หลักการทางกายศาสตร์สามารถ  
นำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตได้ ซึ่งช่วยเพิ่มอัตราผลผลิต ไปพร้อมกับ  
ยกระดับสภาพการทำงาน หรือท่าทางการทำงานของคนงาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ  
วิเคราะห์ท่าทางการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์  
ระหว่างกายศาสตร์ และอัตราผลผลิต นอกจากนี้งานวิจัยยังพยายามเสนอแนะแนวทางในการ  
ปรับปรุงท่าทางการทำงาน โดยใช้หลักการทางกายศาสตร์ โดยงานวิจัยทำการศึกษางานก่ออิฐ  
ในหน่วยงานก่อสร้าง รวมทั้งการศึกษาทดลองก่ออิฐมวลดเบา และอิฐมอญในสภาวะจำลอง ซึ่ง  
งานวิจัยนี้ใช้วิธี Ovako Working posture Analysis System (OWAS) ในการประเมินค่าสภาพ  
ทางกายศาสตร์ และคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์ (IR) การเก็บข้อมูลใช้กล้องวิดีโอ  
ทัศน์เพื่อบันทึกภาพท่าทางในการทำงาน พร้อมกับการจดบันทึกอัตราผลผลิต โดยการเลือก  
ตัวอย่างภาพท่าทางอย่างเป็นระบบด้วยโปรแกรมตัดต่อ และนำข้อมูลภาพไปประเมินผล และ  
คำนวณค่าดัชนีความเสี่ยง (IR) ตามวิธี OWAS ข้อมูลที่ได้รับสามารถใช้วิเคราะห์สภาพทางกาย  
ศาสตร์ และท่าทางที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ในการก่ออิฐ นอกจากนี้งานวิจัยยังนำปัจจัย  
สำคัญมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กัน ได้แก่ ดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์, ความสูงของการ  
ก่ออิฐ และอัตราผลผลิต ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์มีค่าลดลง เมื่อ  
ระดับความสูงเพิ่มขึ้น โดยอัตราผลผลิตมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อระดับความสูงเปลี่ยนแปลง การ  
เปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ทั้งนี้เป็นเพราะลักษณะการก่ออิฐของคนงาน  
ผลลัพธ์ที่ได้รับแสดงให้เห็นว่ากระบวนการในการทำงานมีผลกับค่าอัตราผลผลิตมากกว่าสภาพ  
ทางกายศาสตร์ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงสภาพทางกาย  
ศาสตร์ โดยการปรับปรุงท่าทางการทำงาน ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ และ  
ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์

ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา....

ปีการศึกษา.....2553.....

ลายมือชื่อนิสิต.....พิมพ์พันธ์.....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

# # 5070352821 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS : ERGONOMIC / OWAS / WORKING POSTURE / POSTURE IMPROVEMENT

PIYAPHAN BUNTERNGPIBOON : APPLYING ERGONOMIC PRINCIPLE FOR  
PRODUCTIVITY IMPROVEMENT PROCESS IN CONSTRUCTION: A CASE STUDY  
OF BRICKLAYING. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. VACHARA PEANSUPAP,  
Ph.D., 257 pp.

Productivity is one of indexes which can indicate the efficiency of the construction process. In fact, there are many methods for improving construction productivity. Many previous researches showed that ergonomic principle could be applied to improve productivity, working conditions and working posture. This research aims to analyze working postures which have an effect on ergonomic environment, and explore the relationships between ergonomics and productivity. Moreover, this research attempts to find a recommendation for improving the working posture by applying ergonomic principles. In this research, the researcher selected a bricklaying task to be a case study. The Ovako Working posture Analysis System (OWAS) method was applied to assess ergonomic postures and calculate the ergonomic index risk (IR) of bricklaying task. The digital video was used as a tool to capture the work postures, while the productivity was recorded. These work postures recorded by digital video were systematically selected by snapshot program. Subsequently, the posture samplings were interpreted by using OWAS code and then the ergonomic index risk (IR) were calculated. The results of this research can be used for analyzing ergonomic environment and the work posture. In addition, the 3 main factors, namely ergonomic risk index, height of brick and productivity, were considered to analyze the relationships between them. The result of these relationships revealed that the IR decreased while the height of brick increased. The height of brick also affected the IR in 2 types, because of the work condition. This research shows that the method of work has more impact on the productivity than the ergonomic environment. Furthermore, this research provides the recommendation of posture improvement by using ergonomic principles.

Department : .....Civil Engineering..... Student's Signature  .....

Field of Study : ....Civil Engineering..... Advisor's Signature  .....

Academic Year : ..2010.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยดูแลการทำงานวิจัยอย่างใกล้ชิด ให้ คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี พร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำงาน ตลอดจนขอขอบพระคุณอย่าง สูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ ช่อวิเชียร ประธาน กรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ กรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว กรรมการ คณาจารย์ทุกท่าน และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ประสิทธิ์ประสาท วิชาความรู้แก่ผู้วิจัย ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณพ่อ สำหรับความเข้าใจ และให้เวลาให้การทำ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คุณแม่ สำหรับกำลังใจตลอดมา และน้องสาวที่น่ารักทั้ง 2 คนที่สนับสนุน ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย ทั้ง ในแง่กำลังกาย และกำลังใจ ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา

ดังนั้น ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่าน ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญภาพ.....	ต
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ปัญหาของการวิจัย.....	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 แนวคิดและทฤษฎีในการศึกษา.....	5
1.6 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	5
1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 การเพิ่มอัตราผลผลิต.....	8
2.1.1 แนวคิดในการเพิ่มอัตราผลผลิต.....	8
2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง.....	11
2.2 การยศาสตร์.....	12
2.2.1 คำจำกัดความ.....	12
2.2.2 ความสำคัญของการยศาสตร์.....	12
2.3 การประเมินค่าทางการยศาสตร์.....	14
2.3.1 การประเมินด้วยวิธีการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report).....	14
2.3.2 การประเมินด้วยวิธีสังเกตการณ์ (Observational Method).....	15
2.3.3 การประเมินด้วยวิธีการวัดโดยตรง (Direct Method).....	17

2.4 เทคนิคที่ใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่มีความเหมาะสมกับงานก่อสร้าง ....	18
2.4.1 NIOSH lifting index (The 1991 Revised NIOSH Lifting Equation).....	18
2.4.2 OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System).....	24
2.4.3 PATH (Posture, Activity, Tools and Handling) .....	30
2.5 ความสัมพันธ์ ระหว่างการยศาสตร์และการเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงาน.....	37
2.6 งานวิจัยในอดีตและข้อจำกัด.....	41
2.7 กรอบในการวิจัย .....	43
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	46
3.1 ลักษณะของงานวิจัย .....	46
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย .....	46
3.2.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
3.2.2 การทำสรุปขบวนการและขอบเขตการวิจัยเบื้องต้น.....	48
3.2.3 การทดลองเก็บข้อมูลเบื้องต้นและแก้ไขปรับปรุง .....	48
3.2.4 การสรุปกระบวนการและขอบเขตของการวิจัย โดยใช้ข้อมูลที่ได้จาก การเก็บข้อมูลเบื้องต้น .....	48
3.2.5 การเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลอง.....	48
3.2.6 การวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิจัย .....	53
3.3 สรุป .....	56
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางการยศาสตร์ของกระบวนการก่ออิฐมวลเบาในหน่วยงาน ก่อสร้าง .....	57
4.1 ลักษณะของข้อมูล .....	57
4.2 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย .....	60
4.3 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์.....	62
4.4 การวิเคราะห์ท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย.....	64
4.4.1 ท่าทางของหลัง .....	64
4.4.2 ท่าทางของแขน.....	66
4.4.3 ท่าทางของขา .....	67
4.4.4 น้ำหนักที่แบกทาน.....	68



4.5 การวิเคราะห์หรือห้สท่าทางของการก่ออิฐมวลเบา ในสภาวะจำลอง.....	69
4.5.1 ความอันตรายระดับ 1 .....	74
4.5.2 ความอันตรายระดับ 2 .....	75
4.5.3 ความอันตรายระดับ 3 .....	75
4.6 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออิฐมวลเบา .....	76
4.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการยศาสตร์ .....	78
4.7.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และความสูงของการก่ออิฐมวลเบา .....	78
4.7.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต .....	82
4.7.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต .....	87
4.8 สรุป .....	88
บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง .....	90
5.1 ลักษณะของข้อมูล .....	90
5.2 ข้อมูลที่ได้รับจากงานก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลอง.....	91
5.2.1 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในสภาวะจำลอง .....	93
5.2.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง .....	95
5.2.3 การวิเคราะห์ห้องค้ประกอบของท่าทางในสภาวะจำลอง .....	97
5.2.3.1 ท่าทางของหลัง.....	97
5.2.3.2 ท่าทางของแขน.....	98
5.2.3.3 ท่าทางของขา .....	99
5.2.3.4 น้ำหนักที่แบกทาน .....	101
5.2.4 การวิเคราะห์หรือห้สท่าทางของการก่ออิฐมวลเบา ในสภาวะจำลอง .....	102
5.2.4.1 ความอันตรายระดับ 1.....	107
5.2.4.2 ความอันตรายระดับ 2.....	108
5.2.4.3 ความอันตรายระดับ 3.....	108
5.2.5 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลอง .....	109
5.2.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ สภาพการยศาสตร์ .....	111

5.2.6.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความสูงของการก่ออริฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ .....	111
5.2.6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต .	116
5.2.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทาง การยศาสตร์ และอัตราผลผลิต .....	127
5.3 ข้อมูลที่ได้รับจากงานก่ออริฐมอญในสภาวะจำลอง .....	131
5.3.1 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในสภาวะจำลอง .....	134
5.3.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง .....	136
5.3.3 การวิเคราะห์ท่าทางในสภาวะจำลอง .....	137
5.3.3.1 ท่าทางของหลัง .....	137
5.3.3.2 ท่าทางของแขน .....	139
5.3.3.3 ท่าทางของขา .....	140
5.3.3.4 น้ำหนักที่แบกทาน .....	141
5.3.4 การวิเคราะห์รหัสท่าทางของการก่ออริฐมอญ ในสภาวะจำลอง .....	142
5.3.4.1 ความอันตรายระดับ 1 .....	148
5.3.4.2 ความอันตรายระดับ 2 .....	149
5.3.4.3 ความอันตรายระดับ 3 .....	149
5.3.5 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออริฐมอญในสภาวะจำลอง .....	150
5.3.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ สภาพการยศาสตร์ .....	152
5.3.6.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างความสูงของการก่ออริฐ และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ .....	152
5.3.6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต .	159
5.3.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยง ทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต .....	174
5.4 สรุป .....	176
บทที่ 6 การเปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลอง .....	179
6.1 การเปรียบเทียบดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ .....	179
6.2 การเปรียบเทียบอัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย .....	182

6.3 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของท่าทาง .....	184
6.4 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์รหัสท่าทาง .....	188
6.5 การเปรียบเทียบอัตราผลผลิต .....	191
6.6 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อกออิฐ และค่าดัชนี ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ .....	192
6.7 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อกออิฐ และอัตราผลผลิต ....	194
6.8 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต .....	196
6.8 สรุป .....	199
<b>บทที่ 7 การวิเคราะห์ และปรับปรุงท่าทางการทำงานก่อกออิฐ .....</b>	<b>201</b>
7.1 การวิเคราะห์และปรับปรุงท่าทางการทำงานของก่อกออิฐมวลเบา.....	201
7.1.1 ระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน.....	202
7.1.2 ระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน.....	205
7.1.3 ระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน.....	208
7.2 การวิเคราะห์และปรับปรุงท่าทางการทำงานของก่อกออิฐมอญ.....	211
7.2.1 ระดับความสูง 1 ถึง 9 ก้อน.....	211
7.2.2 ระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน.....	214
7.2.3 ระดับความสูง 18 ถึง 34 ก้อน.....	217
7.3 สรุป .....	220
<b>บทที่ 8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>221</b>
8.1 สรุปผลการวิจัย.....	221
8.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	224
8.3 ข้อจำกัดงานวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	224
<b>รายการอ้างอิง.....</b>	<b>226</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>229</b>
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณรหัสท่าทางจากภาพ .....	230

ภาคผนวก ข ข้อมูลอัตราผลผลิต.....	233
ภาคผนวก ค การใช้งานโปรแกรม WinOWAS® .....	249
ภาคผนวก ง ตัวอย่างผลลัพธ์จากโปรแกรม WinOWAS .....	254
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	257



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงสูตรและวิธีการคำนวณค่าตัวแปรของวิธี NIOSH..... 21
2.2	แสดงตัวคูณความถี่ (Frequency Multiplier) ..... 21
2.3	แสดงตัวคูณเชื่อมต่อ..... 22
2.4	แสดงการแบ่งประเภทของการเชื่อมโยงระหว่างมือกับวัตถุ ..... 22
2.5	แสดงรหัสสำหรับหลัง (Back) พร้อมภาพประกอบ ..... 25
2.6	แสดงรหัสสำหรับแขน (Arm) พร้อมภาพประกอบ ..... 25
2.7	แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) พร้อมภาพประกอบ ..... 26
2.8	แสดงรหัสสำหรับน้ำหนัก (Load) พร้อมภาพประกอบ ..... 27
2.9	แสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทางเปรียบเทียบกับรหัสของท่าทาง ..... 28
2.10	แสดงสีที่ใช้ในแต่ละระดับความอันตราย ..... 29
2.11	แสดงรหัสสำหรับลำตัว (Trunk) ..... 32
2.12	แสดงรหัสสำหรับคอ (Neck) ..... 32
2.13	แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) ..... 33
2.14	แสดงรหัสสำหรับแขน (Arms) ..... 34
3.1	แสดงประเภทของอิฐมวลเบาที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ..... 51
4.1	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล ..... 58
4.2	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูลเรียงลำดับจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มาก ไปน้อย ..... 59
4.3	แสดงตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูล 1” ..... 60
4.4	แสดงตัวอย่างการหารหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย รูปภาพจาก กลุ่มข้อมูลที่ 1 ..... 61
4.5	แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับความอันตราย ..... 62
4.6	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ แต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 63
4.7	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย..... 64
4.8	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 65

ตารางที่	หน้า
4.9	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 66
4.10	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา..... 67
4.11	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนระดับน้ำหนักที่แบกทาน ..... 69
4.12	แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 70
4.13	แสดงรหัสท่าทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความ เสี่ยงทางการเกษตรในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ทั้งหมด)..... 73
4.14	แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลอัตราผลิต “กลุ่มข้อมูลที่ 2” ..... 77
4.15	แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรในแต่ละช่วงความสูง “กลุ่มข้อมูล 1”..... 79
4.16	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรของแต่ละระดับความสูง..... 80
4.17	แสดงค่าอัตราผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 83
4.18	ตารางสรุปอัตราผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่อกออิฐ..... 85
5.1	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล ..... 92
5.2	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล เรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยง จากมากไปน้อย..... 92
5.3	แสดงตัวอย่างตารางเก็บข้อมูล “กลุ่มข้อมูล 1” ..... 93
5.4	แสดงตัวอย่างการหารหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย จากรูปภาพ กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 ..... 94
5.5	แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับ ..... 94
5.6	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 96
5.7	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย..... 96
5.8	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 98
5.9	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 99

ตารางที่	หน้า
5.10	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา..... 100
5.11	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของรูปแบบน้ำหนักที่แบกทาน..... 101
5.12	แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 102
5.13	แสดงรหัสท่าทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความ เสี่ยงทางการเกษตรในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ทั้งหมด)..... 106
5.14	แสดงตัวอย่างการข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูล 1-2” ..... 110
5.15	แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงในช่วงความสูง 1 ก่อน กลุ่มข้อมูล 1-1 ..... 112
5.16	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร ของแต่ละระดับความสูงในการก่ออิฐ ..... 112
5.17	แสดงค่าอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล (สภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา) ..... 117
5.18	ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่ออิฐมวลเบา..... 120
5.19	แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยง ..... 128
5.20	แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร (ข้อมูลเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1) ..... 129
5.21	แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร (ข้อมูลเฉลี่ยจาก กลุ่มข้อมูลทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1) ..... 129
5.22	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล ..... 131
5.23	แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล เรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร จากมากไปน้อย..... 132
5.24	แสดงตัวอย่างตารางเก็บข้อมูล “กลุ่มข้อมูล 1-1” ..... 133
5.25	แสดงตัวอย่างการหารรหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย จากรูปภาพ ..... 134
5.26	แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับ ..... 135
5.27	แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร แต่ละกลุ่มข้อมูล..... 136
5.28	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย..... 137

ตารางที่	หน้า
5.29	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 138
5.30	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง ..... 139
5.31	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา..... 140
5.32	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนของรูปแบบน้ำหนักที่แบกทาน..... 142
5.33	แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 143
5.34	แสดงรหัสท่าทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความ เสี่ยงทางการเกษตรในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ทั้งหมด)..... 147
5.35	แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูลที่ 1-1” ..... 151
5.36	แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรในแต่ละช่วงความสูง กลุ่มข้อมูล 1-1 ..... 153
5.37	ตารางสรุปดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรในแต่ละระดับความสูงของการก่อกออิฐมอญ ของแต่ละกลุ่มข้อมูล..... 154
5.38	แสดงค่าอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล (สภาวะจำลองการก่อกออิฐมอญ)..... 160
5.39	ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่อกออิฐมอญ..... 168
5.40	แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร..... 175
6.1	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร ..... 180
6.2	แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย..... 183
6.3	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลองค์ประกอบท่าทาง ..... 185
6.4	แสดงการเปรียบเทียบรหัสท่าทาง ..... 189
6.5	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลอัตราผลผลิต ..... 191
6.6	แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อกออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร ..... 193
6.7	แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อกออิฐ และอัตราผลผลิต ..... 195



ตารางที่	หน้า
6.8	แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต ..... 197
7.1	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน ..... 203
7.2	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 4141) ..... 205
7.3	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141) ..... 205
7.4	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน ..... 206
7.5	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141) ..... 208
7.6	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน ..... 209
7.7	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ก้อนถึง 9 ก้อน..... 212
7.8	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 4141) ..... 214
7.9	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141) ..... 214
7.10	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน ..... 215
7.11	แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141) ..... 217
7.12	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 19 ก้อนถึง 34 ก้อน ..... 218

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	แสดงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม..... 10
2.2	แสดงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง..... 10
2.3	แสดงการสังเกตเกี่ยวกับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี NIOSH Index..... 20
2.4	แสดงการสังเกตเกี่ยวกับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี NIOSH index (การบิดตัว)..... 20
2.5	แสดงองค์ประกอบของรหัสท่าทางเทคนิค OWAS..... 27
2.6	แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค OWAS ..... 30
2.7	แสดงตัวอย่างกระดาษจุดบันทึก ที่ใช้ในเทคนิค PATH ..... 35
2.8	แสดงผลที่ได้รับจากการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี PATH ..... 36
2.9	แสดงผลของระยะทางในการเคลื่อนที่ ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ ..... 38
2.10	แสดงผลของความสูงที่เอื้อม ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ ..... 38
2.11	แสดงผลของน้ำหนักของไขควง ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้..... 39
2.12	แสดงการบาดเจ็บที่เกิดจากการออกแรงเกินขีดจำกัด โดยแยกเป็นประเภทของงาน... 44
2.13	แสดงการบาดเจ็บของหลังในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยแยกเป็นประเภทของงาน..... 44
3.1	แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ..... 47
3.2	แสดงแผนก่อกอฐิฐที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ..... 49
3.3	แสดงแผนผังการจัดเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ..... 50
3.4	แสดงสภาพโดยทั่วไปของการจัดการทดลอง..... 50
3.5	แสดงการเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต..... 52
4.1	แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 1 และกลุ่มข้อมูล 2..... 58
4.2	แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 3 ..... 58
4.3	แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 4 ..... 59
4.4	แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 5 ..... 59
4.5	แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย ตามแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 62
4.6	แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มากไปยังค่าน้อย..... 63
4.7	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “หลัง” ..... 65
4.8	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “แขน” ..... 66

ภาพที่	หน้า
4.9	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “ขา” ..... 67
4.10	แสดงอัตราส่วนของแต่ละระดับน้ำหนักที่แบกทาน ..... 68
4.11	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1..... 74
4.12	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2..... 75
4.13	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3..... 76
4.14	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์..... 80
4.15	แสดงสภาพการก่อกออิฐที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งคนงานใช้วิธีนั่งยอง และสภาพของหลัง อยู่ในสภาพที่โค้ง ..... 81
4.16	แสดงสภาพการก่อกออิฐที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งคนงานใช้วิธีก้ม และสภาพหลังอยู่ใน สภาพที่โค้ง (กลุ่มข้อมูล 4 รหัสท่าทาง 2121 ระดับความอันตราย 2) ..... 82
4.17	แสดงการก่อกออิฐที่อยู่ในระดับหน้าอก ซึ่งคนงานยืนก่อกออิฐได้ปกติ (กลุ่มข้อมูล 1 รหัสท่าทาง 1121 ระดับความอันตราย 1) ..... 82
4.18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและอัตราการผลิต ..... 86
4.19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความอันตราย และอัตราการผลิต ..... 87
5.1	แสดงสภาพการทำงานของคนงานก่อกอิฐมวลเบา ..... 91
5.2	แสดงสภาพการทำงานของคนงานก่อกอิฐมอญ ..... 91
5.3	แสดงอัตราส่วนของแต่ละค่าระดับความอันตราย ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 95
5.4	แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงมาก ไปยังค่าน้อย ..... 96
5.5	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “หลัง” ..... 97
5.6	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “แขน” ..... 99
5.7	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “ขา” ..... 100
5.8	แสดงอัตราส่วนของแต่ละรูปแบบน้ำหนักที่แบกทาน ..... 101
5.9	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1..... 107
5.10	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2..... 108
5.11	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3..... 109
5.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์..... 113
5.13	แสดงสภาพการก่อกอิฐมวลเบาที่ระดับความสูงต่ำ คนงานต้องนั่งยอง หรือต้องก้ม .... 114
5.14	แสดงการก่อกอิฐมวลเบาที่ระดับความสูงระดับหน้าอก คนงานยืนก่อกอิฐได้ปกติ..... 114
5.15	แสดงการก่อกอิฐมวลเบาที่ระดับสูง คนงานจำเป็นต้องเอื้อมเพื่อก่อกอิฐมวลเบา ที่ระดับสูง ..... 114

ภาพที่	หน้า
5.16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ สำหรับคนงานแต่ละคน ..... 115
5.17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต..... 120
5.18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตสำหรับคนงานแต่ละคน ..... 121
5.19	แสดงลักษณะท่าทางในการทำงานของคนงาน คนที่ 1 และ 2..... 122
5.20	แสดงลักษณะท่าทางในการทำงานของคนงาน คนที่ 3 และ 4..... 123
5.21	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 124
5.22	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล (เฉพาะข้อมูล 1-1 และ 2-1) ..... 125
5.23	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของค่าเฉลี่ยของ แต่ละกลุ่มข้อมูล(เฉพาะข้อมูล 1-1 และ 2-1)..... 125
5.24	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล (ไม่พิจารณากลุ่มข้อมูลเลขประจำตัว 1 และ 2) ..... 126
5.25	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของค่าเฉลี่ยของแต่ละ กลุ่มข้อมูล (ไม่พิจารณากลุ่มข้อมูลเลขประจำตัว 1 และ 2) ..... 127
5.26	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยง (IR) และอัตราผลผลิต ..... 128
5.27	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต (ข้อมูลเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1) ..... 130
5.28	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต (ข้อมูลเฉลี่ยจากทุกกลุ่มข้อมูล ยกเว้นกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1)..... 130
5.29	แสดงอัตราส่วนของแต่ละค่าระดับความอันตราย ตามแต่ละกลุ่มข้อมูล ..... 135
5.30	แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงมาก ไปยังค่าน้อย ..... 136
5.31	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “หลัง” ..... 138
5.32	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “แขน” ..... 139
5.33	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “ขา” ..... 140
5.34	แสดงอัตราส่วนของแต่ละระดับน้ำหนักที่แบกทาน..... 142
5.35	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1..... 148
5.36	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2..... 149
5.37	แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3..... 150

ภาพที่	หน้า
5.38	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และความสูงของการก่ออิฐมอญ..... 156
5.39	แสดงสภาพการก่ออิฐมอญที่ระดับความสูงต่ำ คนงานต้องนั่งยอง หรือต้องก้ม ..... 157
5.40	แสดงการก่ออิฐมอญที่ระดับความสูงระดับหน้าอก คนงานยื่นก้ออิฐได้ปกติ ..... 157
5.41	แสดงการก่ออิฐมอญที่ระดับสูง คนงานจำเป็นต้องเอื้อมเพื่อก่ออิฐที่ระดับดังกล่าว... 157
5.42	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร..... 158
5.43	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต..... 170
5.44	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตสำหรับคนงานแต่ละคน..... 171
5.45	แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงานของคนงาน คนที่ 1 และ 2..... 172
5.46	แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงานของคนงาน คนที่ 3 และ 4..... 173
5.47	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต.... 176
7.1	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน ..... 204
7.2	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน ..... 207
7.3	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน ..... 210
7.4	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ก้อนถึง 9 ก้อน..... 213
7.5	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน ..... 216
7.6	แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 19 ก้อนถึง 34 ก้อน ..... 219

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อัตราผลผลิตเป็นดัชนีชี้วัดหนึ่งที่แสดงถึงประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งอัตราผลผลิตที่สูงย่อมแสดงถึงการมีประสิทธิภาพในการทำงาน อย่างไรก็ตามกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธีซึ่งอาจมีข้อจำกัด และผลลัพธ์ที่ได้รับแตกต่างกันไป โดยการเพิ่มอัตราผลผลิตเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ถึงขั้นตอนในการทำงาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดียิ่งขึ้น จากการศึกษาของ Generalis และ Mylonakis (2007) พบว่าวิธีการเพิ่มอัตราผลผลิตที่ใช้กันโดยทั่วไป มีอยู่มากกว่า 50 วิธีการ โดยจัดหมวดหมู่ได้เป็น 5 หมวดหมู่ คือ 1) หมวดการใช้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี(Technology-based) 2) หมวดการพัฒนาศักยภาพของลูกจ้าง (Employee-based) 3) หมวดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product-based) 4) หมวดการพัฒนากระบวนการทำงาน (Task-based) 5) หมวดการพัฒนาด้วยวัสดุ (Material-based) ซึ่งการศึกษาด้านการยศาสตร์เป็นหนึ่งในหมวดหมู่ของวิธีการเพิ่มอัตราผลผลิตแบบกระบวนการทำงาน (Task-based) นอกจากนี้แนวคิดในการแบ่งหมวดหมู่ของกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิต ยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) แนวทางการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต (Factor Approach) และ 2) แนวทางการวิเคราะห์ถึงกระบวนการที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต (Process Approach) (Hasiholan, 2006)

จากนิยามของสมาคมการยศาสตร์สากล (The International Ergonomics Association, 2000) การยศาสตร์หมายถึง หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับส่วนอื่นของระบบ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ทฤษฎี หลักการ ข้อมูล และวิธีการต่างๆ เพื่อยกระดับสภาพการทำงานและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ (The International Ergonomics Association, 2000) จากความหมายข้างต้นหลักการของการยศาสตร์จึงเป็นการหาจุดที่เข้ากันได้ดีที่สุดระหว่างผู้ที่ปฏิบัติงาน กับสภาพการทำงาน และทำให้ผู้ที่ปฏิบัติงานนั้นอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย สะดวกสบาย และมีอัตราผลผลิตดีที่สุด (Albert และ Estill, 2007) ดังนั้นการยศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนากระบวนการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้น โดยมีการยกระดับสภาพการทำงานไปพร้อมกับการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

การวิจัยที่ผ่านมาพบว่าหลักการทางกายศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตได้ แต่งานวิจัยดังกล่าวทำการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ผลจากอุตสาหกรรมอื่นที่มีใช้อุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยการประยุกต์ใช้หลักการทางกายศาสตร์เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงานสามารถสรุปได้ ดังนี้ Resnick และ Zanotti (1997) ทำการวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตในการทำงาน โดยงานวิจัยดังกล่าวนำผู้ถูกทดลองมาทำการติดตั้งขั้วไฟฟ้าที่ต้องมีการนำไขควงมาไขให้หน้าสัมผัสของขั้วไฟฟ้าสัมผัสกันได้อย่างสมบูรณ์จำนวน 10 ครั้ง และจับเวลาที่ใช้ในการทำงานดังกล่าว ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวเน้นการหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมที่กำหนดให้แล้วเสร็จ กับระยะทางในการเคลื่อนที่ ความสูงในการเคลื่อนไหว และน้ำหนักที่ยกของแรงงาน ผลการวิจัยพบว่าการปรับเปลี่ยนสภาพทางกายศาสตร์เช่น ระยะทางในการเคลื่อนที่ ความสูงในการเคลื่อนไหว และน้ำหนักที่ยก จะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมดังกล่าวให้แล้วเสร็จ

นอกจากนี้ Yeow และ Sen (2003) ทำการวิจัยสภาพการยศาสตร์ในโรงงานผลิตแผงวงจรรวม เพื่อการปรับปรุงสภาพการทำงาน เช่น การปรับปรุงผังของสถานีทำงาน (Work Station) การจัดระบบการเก็บอุปกรณ์-วัสดุ ให้มีความชัดเจนในการหยิบ ฯลฯ ซึ่งงานวิจัยทำการวัดค่าอัตราผลผลิต ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง โดยผลการศึกษพบว่าภายหลังจากการปรับปรุงสภาพการทำงาน คนงานจะมีอัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้น แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์ และอัตราผลผลิต ในขณะที่ Rhijn et. al. (2005) ทำการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตโดยอาศัยหลักการทางกายศาสตร์ในสายการผลิตอุปกรณ์ให้แสงสว่างฉุกเฉิน (The production of emergency lighting devices) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยอาศัยหลักการทางกายศาสตร์สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้ จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพทางกายศาสตร์ และอัตราผลผลิตของการทำงาน โดยรูปแบบของความสัมพัทธ์นั้นเป็นไปในลักษณะที่แปรตามกัน กล่าวคือหากผู้ปฏิบัติงานทำงานในสภาพทางกายศาสตร์ที่ดีขึ้น อัตราผลผลิตที่ได้รับควรมีค่าสูงขึ้น

ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างนั้นม้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์อยู่พอสมควร แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับ การประเมินค่าของกายศาสตร์ (Gilkey et al., 2003), การลดการเกิดอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน (Mirka et al., 2003) และ การศึกษาอาการบาดเจ็บอันเกิดมาจากสภาพที่ผิดหลักการทางกายศาสตร์ (Spielholz et al., 2006) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยยังไม่พบงานวิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่วิจัยเกี่ยวกับการนำหลักการทางกายศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตของอุตสาหกรรมก่อสร้าง แม้ว่าจะมีการวิจัยในอุตสาหกรรมอื่นๆที่กล่าวถึงการประยุกต์ใช้หลักการทางกายศาสตร์ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิต แต่ด้วยสภาพการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างมีปัจจัยที่แตกต่างกับงานใน

อุตสาหกรรมอื่น จึงไม่สามารถนำผลการวิจัยจากอุตสาหกรรมอื่นมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการขาดการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้หลักการทางกายศาสตร์ดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนากระบวนการทำงาน และการเพิ่มอัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น อาจเกิดข้อจำกัดต่อการประยุกต์ใช้หลักการทางกายศาสตร์ในการพัฒนากระบวนการทำงานเพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต และเนื่องจากการยศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ช่วยยกระดับสภาพการทำงานของมนุษย์ การนำหลักการทางกายศาสตร์มาใช้จะช่วยยกระดับสภาพการทำงานให้มีความสะดวกสบายมากขึ้น ดังนั้นการนำหลักการทางกายศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต จึงเป็นกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตที่นอกจากมีผลต่อการเพิ่มอัตราผลผลิตโดยตรงแล้ว ยังทำให้ผู้ที่ต้องปฏิบัติงานมีสภาพการทำงานที่เหมาะสม และสะดวกสบายมากขึ้น ซึ่งเป็นจุดเด่นของการใช้หลักการทางกายศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเพิ่มอัตราผลผลิตแบบอื่นๆ

## 1.2 ปัญหาของการวิจัย

ปัญหาของการวิจัยนี้ ประกอบไปด้วย 2 ปัญหาหลัก คือการประเมินองค์ประกอบท่าทางการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานในกิจกรรมก่อสร้าง, การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการยศาสตร์และอัตราผลผลิตที่ได้รับ

โดยปัญหาแรกเกี่ยวข้องกับการประเมินองค์ประกอบท่าทางการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานในกิจกรรมก่อสร้าง ซึ่งพบว่ายังไม่มีการประเมินท่าทางการทำงาน งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินสภาพทางกายศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง นอกจากนั้นยังเป็นงานวิจัยในประเทศที่พัฒนาแล้ว และไม่พบการวิจัยหัวข้อดังกล่าวในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งมีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่แตกต่างกัน อาทิเช่น ประเทศที่พัฒนาแล้วมีการนำเครื่องมือและเครื่องจักรมาใช้ในงานก่อสร้างค่อนข้างมาก แต่ในทางตรงกันข้ามประเทศที่กำลังพัฒนามีงานก่อสร้างที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก ผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินสภาพทางกายศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานในประเทศที่พัฒนาแล้วอาจมีความแตกต่างไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศที่กำลังพัฒนาเช่นประเทศไทยได้ นอกจากนี้หากไม่มีการประเมินท่าทางการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ อาจส่งผลให้การปรับปรุงท่าทางการทำงานเพื่อลดระดับความเสี่ยงทางกายศาสตร์ไม่อาจกระทำได้

สำหรับปัญหาต่อมาเรื่องกาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการยศาสตร์และอัตราผลผลิต นั้นเป็นหัวข้อที่มีการวิจัยน้อย ซึ่งการขาดการวิจัยในหัวข้อดังกล่าวอาจส่งผลให้เกิดข้อจำกัดในการพัฒนากระบวนการทำงานเพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตโดยใช้หลักการทางกายศาสตร์ จากที่ได้กล่าว



มาแล้ว การเพิ่มอัตราผลผลิตนั้น มีอยู่หลากหลายวิธี โดยการให้ความสำคัญกับอัตราผลผลิตเป็นหลักโดยมีได้คำนึงถึงสภาพการทำงานของแรงงาน ซึ่งการไม่ได้ให้ความสำคัญกับสภาพทางการยศาสตร์ของการทำงานอาจส่งผลเสียต่อการทำงานเพราะคนงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดความเมื่อยล้าหรือความไม่สะดวกสบายซึ่งก่อให้เกิดข้อจำกัดต่ออัตราผลผลิต อีกทั้งการทำงานที่อยู่ในสภาพที่ผิดหลักทางการยศาสตร์เป็นระยะเวลายาวนานนั้นอาจส่งผลเสียต่อตัวผู้ทำงานในสภาวะดังกล่าว ยกตัวอย่างเช่นความเมื่อยล้าไม่สะดวกสบาย, การบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นแบบทันทีทันใด หรืออาการบาดเจ็บที่สะสมในระยะยาว เป็นต้น จากที่ได้กล่าวมาแล้ว การพัฒนากระบวนการทำงานและการเพิ่มอัตราผลผลิตโดยที่มิได้คำนึงถึงสภาพทางการยศาสตร์นั้น อาจเป็นการผลักดันคนงานเข้าไปสู่สภาพการทำงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายและในท้ายที่สุดก็จะส่งผลกลับมาสู่การลดลงของอัตราผลผลิตในระยะยาว

การนำหลักการทางการยศาสตร์มาช่วยในการพัฒนากระบวนการทำงานนั้น นอกจากจะสามารถช่วยในการเพิ่มอัตราผลผลิตได้แล้ว ยังเป็นการพัฒนากระบวนการทำงานที่มีมุมมองใหม่ที่นอกจากให้ความสำคัญเพียงอัตราผลผลิต แต่ยังให้ความสำคัญกับสภาพการทำงานของคนงานซึ่งอาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าเป็นการปรับปรุงสภาพการทำงานของคนงานให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยมีผลลัพธ์แฝงคือการได้อัตราผลผลิตที่มากขึ้น นอกจากนี้การวิเคราะห์ถึงสภาพทางการยศาสตร์ที่เหมาะสมจะทำให้ผู้ปฏิบัติงาน ทำงานอยู่ในสภาพการทำงานที่ดีซึ่งจะส่งผลย้อนกลับมาสู่อัตราผลผลิตที่ดีขึ้นอีกด้วย

### 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- (1) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบท่าทางในการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ในกิจกรรมก่อสร้าง
- (2) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์และอัตราผลผลิตที่ได้รับในงานก่อสร้าง
- (3) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการวิเคราะห์ และการปรับปรุงท่าทางการทำงานในกิจกรรมก่อสร้าง โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตอยู่ในกิจกรรมของการทำงานในงานก่อสร้าง โดยกิจกรรมที่เลือกมาทำการศึกษาคือการก่ออิฐ ซึ่งศึกษาถึงสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตของคนงาน

ก่อสร้างที่ทำงานก่อสร้าง โดยในการวิจัยจะทำการวัดอัตราผลผลิตและมีการประเมินสภาพทางการยศาสตร์ในการก่อสร้าง ทั้งในหน่วยงานก่อสร้าง และในสถานะจำลองการก่อสร้าง

### 1.5 แนวคิดและทฤษฎีในการศึกษา

- (1) แนวคิดในการประเมินค่าสภาพทางการยศาสตร์ในงานก่อสร้าง
- (2) แนวคิดในการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างการยศาสตร์และอัตราผลผลิต
- (3) แนวคิดในการเสนอแนะแนวทางในการวิเคราะห์ และการปรับปรุงท่าทางการทำงานในกิจกรรมก่อสร้าง โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์

### 1.6 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

(1) การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นเป็นขั้นตอนของการศึกษาความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องทราบ โดยหัวข้อหลักที่ทำการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

- 1) การเพิ่มอัตราผลผลิต โดยทำการศึกษาในเรื่องของประเภทของการเพิ่มอัตราผลผลิต รวมทั้งรูปแบบ และกระบวนการในการเพิ่มอัตราผลผลิต
- 2) การยศาสตร์ ทำการศึกษาตั้งแต่ ที่มาของการศึกษาด้านการยศาสตร์, ความหมาย, ความสำคัญ และการประเมินค่าสภาพทางการยศาสตร์
- 3) ความสัมพันธ์ระหว่างการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต ในหัวข้อนี้เนื่องจากยังไม่มีผู้วิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้าง จึงทำการศึกษางานวิจัยที่มีผู้ทำการวิจัยไว้ในอุตสาหกรรมอื่น เพื่อนำแนวคิดและวิธีการมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้

(2) การออกแบบกระบวนการและขอบเขตของการวิจัยเบื้องต้น การออกแบบกระบวนการวิจัยอาศัยข้อมูลจากการศึกษางานวิจัยในอดีต และปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อออกแบบกระบวนการทดลองที่เหมาะสมกับจุดประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากมีกิจกรรมมากมายในงานก่อสร้าง ในขั้นตอนนี้จะมีการกำหนดขอบเขตงานวิจัยให้มีความเหมาะสมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการวิจัยตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยในขั้นตอนของการเก็บข้อมูล สามารถที่จะแสดงได้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงาน
- 2) การเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต
- (3) เก็บข้อมูลเบื้องต้นและแก้ไขปรับปรุงกระบวนการวิจัย เนื่องจากรูปแบบการวิจัยในหัวข้อนี้ยังไม่มีผู้ใดเคยทำการวิจัยมาก่อน กระบวนการวิจัยที่ได้ออกแบบไว้เบื้องต้น จึงต้องได้รับ

การทดสอบความเหมาะสมและถูกต้องโดยการนำไปทดลองเก็บข้อมูลเบื้องต้นก่อนว่า กระบวนการที่ได้ออกแบบไว้ มีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ซึ่งขั้นตอนในการเก็บข้อมูลนั้นจะทำตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้อที่ (2)

(4) การสรุปกระบวนการและขอบเขตของการวิจัยอย่างชัดเจนภายหลังจากที่ได้ทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้น และการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการและขอบเขตของงานวิจัยจนได้ตามวัตถุประสงค์

(5) การทำการวิจัย โดยมีกระบวนการเก็บข้อมูลตามที่กำหนด และนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ และศึกษาใน 3 หัวข้อ ดังนี้

1) วิเคราะห์องค์ประกอบท่าทางในการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ในกิจกรรมก่อสร้าง

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์และอัตราผลผลิตที่ได้รับในงานก่อสร้าง

3) เสนอแนะแนวทางในการวิเคราะห์ และการปรับปรุงท่าทางการทำงานในกิจกรรมก่อสร้าง โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์

(6) นำเสนอผลการวิจัยของการประยุกต์ใช้หลักการทางการยศาสตร์ในการเพิ่มอัตราผลผลิต

(7) สรุปผลการวิจัย และดำเนินการจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

### 1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ทราบถึงองค์ประกอบท่าทางในการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ในกิจกรรมก่อสร้าง

(2) ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์และอัตราผลผลิตที่ได้รับ ในงานก่อสร้าง

(3) ทราบถึงแนวทาง และกระบวนการในการวิเคราะห์ และการปรับปรุงท่าทางการทำงานในกิจกรรมก่อสร้าง โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์

### 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ลักษณะ และรูปแบบองค์ประกอบท่าทางในการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ในกิจกรรมก่อสร้าง

(2) รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์และอัตราผลผลิต ในงานก่อสร้างภายใต้กิจกรรมที่ทำการศึกษา

(3) แนวทางในการวิเคราะห์ และการปรับปรุงท่าทางการทำงานในกิจกรรมก่อสร้าง โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์



ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบรรยายบทความที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเพื่อเป็นการให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มอัตราการผลิต และการยศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งองค์ความรู้ออกเป็น 7 หัวข้อ ดังนี้

#### 2.1 การเพิ่มอัตราการผลิต

แนวคิดของการเพิ่มอัตราการผลิตเริ่มต้นขึ้นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการสังเกตวิธีการทำงานของพนักงานในเหมืองแร่แห่งหนึ่ง ซึ่งพบว่าพนักงานแต่ละคนใช้พลั่วตักแร่ด้วยวิธีการและท่าทางที่แตกต่างกันทำให้ได้แร่ในจำนวนที่ไม่เท่ากัน ผู้สังเกตจึงได้ความคิดว่าหากสามารถค้นหารูปแบบวิธีการทำงานที่ได้ผลดีที่สุด และกำหนดให้ทุกคนปฏิบัติตาม จะทำให้ได้ผลผลิตแรมมากที่สุด จากแนวความคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การกำหนดมาตรฐานวิธีการทำงานเพื่อให้สามารถควบคุมและวัดผลงานได้ แนวความคิดดังกล่าวจึงเป็นจุดเริ่มต้นของการเพิ่มอัตราการผลิตด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (จำลองณ์ ขุนพลแก้ว และคณะ, 2005)

ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง การเพิ่มอัตราการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน มีอยู่หลายแนวคิด (Generalis และ Mylonakis, 2007) โดยวิธีการเพิ่มอัตราผลิตนั้นมีมากกว่า 50 วิธี และสามารถจัดหมวดหมู่ได้เป็น 5 กลุ่ม คือ 1) การใช้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Technology-based) 2) การพัฒนาศักยภาพของลูกจ้าง (Employee-based) 3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product-based) 4) การพัฒนาระบบการทำงาน (Task-based) 5) การพัฒนาด้วยวัสดุ (Material-based) ซึ่งการยศาสตร์ก็เป็นหนึ่งในกลุ่มของวิธีการเพิ่มอัตราผลิตแบบกระบวนการทำงาน (Task-based)

##### 2.1.1 แนวคิดในการเพิ่มอัตราการผลิต

อัตราการผลิต (Productivity) นั้นมีหลายความหมายขึ้นกับงานที่แตกต่างกัน อุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน และสภาพแวดล้อมที่ต่างกันด้วย โดยความหมายของอัตราการผลิตอาจขึ้นอยู่กับ สิ่งที่ต้องการวัด และวัตถุประสงค์ของการวัด (Thomas, 1990)

สำหรับแบบจำลองของอัตราผลผลิตมีหลายระดับ และหลายความหมาย ขึ้นกับดัชนีชี้วัดที่นำมาใช้และผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งสามารถแบ่งตามระดับของการวิเคราะห์ได้ดังนี้ (Thomas, 1990)

(1) แบบจำลองอัตราผลผลิตเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Model)

เป็นการคำนวณอัตราผลผลิตที่เปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตที่ให้กับทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต โดยการเปรียบเทียบที่อยู่ในรูปค่าของเงิน ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Total factor productivity (TFP)} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Labor + Material + Equipment + Energy + Capital}}$$

(2) แบบจำลองอัตราผลผลิตของโครงการ (Project-Specific Model)

เป็นการวิเคราะห์อัตราผลผลิตของโครงการที่เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ให้กับมูลค่าของต้นทุนที่ใช้ในการผลิต ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Labor + Material + Equipment}}$$

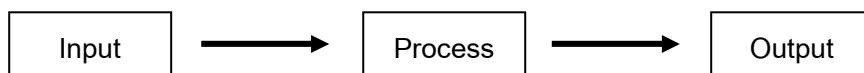
(3) แบบจำลองอัตราผลผลิตของกิจกรรม (Activity-Oriented Model)

เป็นการวิเคราะห์อัตราผลผลิตของกิจกรรมที่เปรียบเทียบระหว่างปริมาณผลผลิตที่ได้รับกับแรงงานที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรมนั้น สามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{Labor productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Work - Hour}}$$

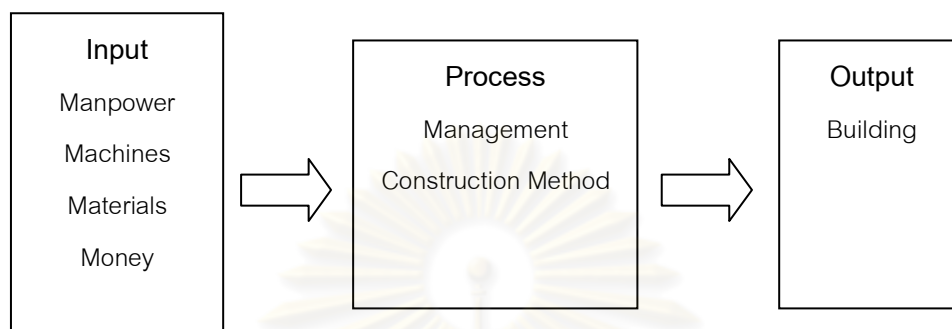
ในงานวิจัยนี้ความหมายของอัตราผลผลิตในแบบจำลองกิจกรรม(Activity-Oriented Model) เป็นอัตราผลผลิตที่คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณงานที่ทำได้ เปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้น

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแบบง่ายนั้นประกอบไปด้วย Input, Process และ Output ซึ่งสามารถแสดงด้วยแผนภาพได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม (ที่มา: Hasiholan, 2006)

สำหรับในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้น แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตสามารถแสดงให้เห็นความละเอียดยิ่งขึ้นได้ ดังนี้



รูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง  
(ที่มา: Hasiholan, 2006)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า แนวคิดในการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางคือการศึกษาเชิงปัจจัย (Factor Approach) และการศึกษาเชิงกระบวนการ (Process Approach) สำหรับแนวทางแรกเป็นการเพิ่มอัตราผลผลิตโดยการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต (Factor Approach) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตที่ได้รับ เช่น การขาดแคลนวัสดุก่อสร้าง การขาดแรงดึงดูดใจในการทำงาน สภาพอากาศที่ร้อน เป็นต้น อีกแนวทางหนึ่งเป็นการวิเคราะห์ถึงกระบวนการทำงาน (Process) ที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต (Process Approach) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงกระบวนการที่มีผลต่ออัตราผลผลิต (Hasiholan, 2006)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับหลักการและวิธีการ ในเพิ่มอัตราผลผลิต ผู้วิจัยพบว่าการเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงานควรต้องเริ่มต้นศึกษาจากการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการผลิตราก่อนเป็นอันดับแรก ผลการวิเคราะห์ช่วยให้ทราบถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต ไม่ว่าจะเป็น ผลกระทบในแง่บวก หรือผลกระทบในแง่ลบ นอกจากนี้งานวิจัยเชิงปัจจัยยังทำการวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิต โดยปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรง จะมีความสำคัญมาก ส่วนปัจจัยใดที่มีความสำคัญน้อยจะส่งผลกระทบต่ออัตราผลผลิตน้อยลงตามลำดับ

การศึกษาเชิงกระบวนการเป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนของการทำงาน ว่าต้องมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการอย่างไร จึงจะได้รับอัตราผลผลิตสูงสุด นอกจากนี้การศึกษาเชิง

กระบวนการยังเป็นการศึกษาเวลาที่สูญเสียนั้นในกระบวนการแล้วทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการลดการสูญเสีย (Waste)

การวิจัยนี้มีลักษณะของการปรับปรุงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการผลิต โดยเป็นปัจจัยด้านท่าทางในการทำงาน ที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ แต่ไม่ได้รวมถึงการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งหมด

## 2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.1.1 การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้น ควรทราบถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มผลผลิตในการก่อสร้าง ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการจัดประเภทของปัจจัย และมีการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย ที่มีผลกระทบต่ออัตราการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดย Liberda et al. (2004) ได้แบ่งหมวดหมู่ของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้างออกเป็น 3 ปัจจัยคือ 1. ปัจจัยด้านมนุษย์ เช่น แรงดึงดูดใจในการทำงาน (Work motivation), ความล้าจากการทำงาน (Fatigue), ขีดจำกัดทางกายภาพ (Physical limitation), การเรียนรู้ในการทำงาน (Learning curve) ฯลฯ 2. ปัจจัยภายนอก เช่น กฎหมายต่างๆ, ข้อบังคับ, สภาพอากาศ, เสียง, ฝุ่น, รังสี ฯลฯ 3. ปัจจัยด้านการบริหารจัดการ เช่น การวางแผนการทำงานที่ไม่เหมาะสม, การทำงานล่วงเวลา, ค่าจ้าง, ผังหน่วยงาน, ขาดแคลนวัสดุก่อสร้าง, ขาดแคลนเครื่องมือก่อสร้าง ฯลฯ

การแบ่งหมวดหมู่ข้างต้นเป็นการแสดงภาพรวมของกลุ่มปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการผลิตในการก่อสร้าง นอกจากนี้ Liberda et al. (2004) ยังศึกษาถึงระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆในแต่ละหมวดที่แบ่งไว้ คือ 1) หมวดปัจจัยมนุษย์ (Human factors) 2) หมวดปัจจัยภายนอก (External factors) และ 3) หมวดการบริหารจัดการ (Management factors) โดย Lim และ Alum (1995) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการผลิตของการก่อสร้างในประเทศสิงคโปร์ และทำการแบ่งแยกหมวดหมู่ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการผลิตออกเป็น 3 กลุ่มปัจจัย ประกอบไปด้วย ปัจจัยด้านกำลังคน (Manpower) ปัจจัยด้านการบริหารจัดการ (Management) และ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (Environment) พร้อมกันนี้ Lim และ Alum (1995) ยังได้ทำการตรวจสอบถึงระดับความสำคัญของปัจจัยในแต่ละกลุ่มที่ได้ทำการแบ่งไว้เช่นเดียวกับ Liberda et al. (2004) อีกด้วย

จากการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นมีหลากหลายปัจจัย ซึ่ง Lim และ Alum (1995) และ Liberda et al. (2004) กล่าวถึงสภาพทางกายศาสตร์ว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่ออัตราการผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น



ท่าทางในการทำงาน ดังนั้นการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์จึงเป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

## 2.2 การยศาสตร์

### 2.2.1 คำจำกัดความ

การยศาสตร์ (Ergonomics) มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ คือ ergon ที่แปลว่างาน กับ nomos ที่แปลว่า กฎ ดังนั้น การยศาสตร์ (Ergonomic) หมายถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับส่วนอื่นของระบบ และเป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎี หลักการ ข้อมูล และวิธีการต่างๆ เพื่อยกระดับสภาพการทำงานและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ (The International Ergonomics Association, 2000) โดยหลักการของการยศาสตร์เป็นการหาจุดที่เข้ากันได้ดีที่สุดระหว่างผู้ที่ปฏิบัติงาน กับสภาพการทำงาน ที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย สะดวกสบาย และมีอัตราผลผลิตสูงสุด (Albert และ Estill, 2007)

### 2.2.2 ความสำคัญของการยศาสตร์

การยศาสตร์ มีความสำคัญมากต่อกระบวนการทำงานไม่ว่าจะเป็นต่อผู้ที่ปฏิบัติงานนั้น หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถสรุปถึงความสำคัญของการยศาสตร์ได้ ดังนี้ (สุทธิ ศรีบูรพา, 1997)

- 1) การออกแบบเปลี่ยนแปลง การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การมีคุณภาพชีวิตที่ดี ตลอดจนได้คุณภาพของงาน
- 2) การออกแบบเปลี่ยนแปลงสถานที่ทำงาน การวางผังโรงงาน โดยมุ่งเน้นความสะดวกสบาย ความรวดเร็วในการทำงาน การอำนวยความสะดวก และการบำรุงรักษา
- 3) การออกแบบเปลี่ยนแปลงวิธีในการทำงาน รวมถึงการนำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการทำงาน การจัดสรรทรัพยากรคน ให้เข้ากับเครื่องจักรแต่ละชนิด ตามความสามารถและความชำนาญ
- 4) การควบคุมปัจจัยทางกายภาพในสถานที่ทำงานให้มีความปลอดภัย เพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกต่อประสิทธิภาพในการผลิต

การที่ไม่นำความรู้ทางการยศาสตร์ไปใช้ในกิจการอุตสาหกรรมนั้น อาจก่อให้เกิดผลเสีย ดังนี้ (สุทธิ ศรีบูรพา, 1997)

- 1) ผลผลิตโดยรวมลดลง
- 2) สูญเสียเวลาที่ใช้ในการผลิตโดยไม่จำเป็น
- 3) ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลมากขึ้น
- 4) อัตราการขาดงาน และลาออกสูงขึ้น
- 5) คุณภาพของงานลดลง
- 6) ผู้ปฏิบัติงานมีความล้าและความเครียดเพิ่มขึ้น
- 7) อัตราความผิดพลาด และอุบัติเหตุ มีโอกาสเกิดมากขึ้น

ฯลฯ

สุทธิ ศรีบูรพา (1997) สรุปถึงประโยชน์ของการนำหลักการศาสตร์ไปใช้ในการทำงานได้ 4 ข้อหลัก ดังนี้

- 1) ช่วยส่งเสริมสุขภาพของคนงานให้ดียิ่งขึ้น
- 2) ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน
- 3) ช่วยเพิ่มความสะดวกสบายในการทำงาน
- 4) ช่วยเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงาน

การยศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ช่วยให้ทราบถึง ความสามารถ ขีดจำกัด และคุณลักษณะ หรือคุณสมบัติต่างๆ ของมนุษย์ แม้ได้ทราบแล้วว่าการนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานนั้น มีประโยชน์มากมาย แต่ก็มีเหตุผลบางประการที่ทำให้ไม่สามารถนำการยศาสตร์ไปใช้ได้ หรือการนำการยศาสตร์ไปใช้แต่ไม่ประสบความสำเร็จ

Hendrick (1996) ระบุสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ หรือการนำการยศาสตร์ไปใช้แต่ไม่ประสบความสำเร็จนั้น สามารถสรุปสาเหตุได้ ดังนี้

- 1) การใช้หลักการทางการยศาสตร์แบบไม่ถูกต้อง เป็นการนำหลักการทางการยศาสตร์ไปใช้โดยที่มิได้ตรวจสอบถึงความเหมาะสมของกระบวนการว่ามีความเหมาะสมกับลักษณะการทำงานหรือไม่ การกระทำเช่นนี้เรียกว่า การยศาสตร์ผีดิบ (Voodoo Ergonomic)
- 2) การคิดว่าการยศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องทราบโดยจิตสำนึก (Common Sense) ไม่ต้องมีหลักการทางวิชาการใดๆ เป็นพิเศษ สามารถทราบได้ด้วยตัวเองจากจิตสำนึก (Common Sense) ว่าสิ่งใดเป็นการทำงานที่ถูก หรือผิดสภาพทางการยศาสตร์ ซึ่งแนวความคิดเช่นนี้ทำให้ไม่เห็นความสำคัญของการยศาสตร์เท่าที่ควร

3) การนำการยศาสตร์เข้ามาใช้ในการทำงานนั้น บางครั้งจำเป็นที่ต้องมีการลงทุน แต่ผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจมักมองว่าการนำการยศาสตร์มาใช้ ไม่ให้ประโยชน์กับองค์กร แต่เป็นการให้ประโยชน์กับคนงานมากกว่า ดังนั้นผู้มีอำนาจจึงมีอุปสรรคในตัดสินใจลงทุน

4) การมองว่าการยศาสตร์เป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า โดยขาดการตรวจสอบให้ดีกว่า การลงทุนเพื่อนำการยศาสตร์มาใช้นั้นคุ้มค่ากับต้นทุนหรือไม่ หรือมีการตรวจสอบความคุ้มทุนที่ไม่ถูกต้อง เพราะผลกระทบของการนำการยศาสตร์มาใช้นั้นค่อนข้างกว้าง และอาจใช้เวลานานกว่าจะได้รับประโยชน์

จากข้อมูลข้างต้นสรุปว่า การประยุกต์ใช้หลักการทางการยศาสตร์ในงานก่อสร้าง มีประโยชน์ต่อทั้งผู้ปฏิบัติงาน และผู้ที่เกี่ยวข้อง แต่การประยุกต์ใช้หลักการทางการยศาสตร์อาจมีอุปสรรคในการนำมาใช้ หรือการนำหลักการทางการยศาสตร์มาใช้แต่ไม่ได้ผล แสดงให้เห็นว่าการนำหลักการทางการยศาสตร์มาใช้นั้น ต้องมีการวางแผน และการให้ความร่วมมือกันของทุกฝ่าย

## 2.3 การประเมินค่าทางการยศาสตร์

เพื่อทราบถึงสภาพทางการยศาสตร์ของการปฏิบัติงานว่าอยู่ในระดับใดนั้น ต้องมีการตรวจสอบและวัดผลถึงระดับของสภาพทางการยศาสตร์ ซึ่งเรียกขั้นตอนของการตรวจสอบและทำการประเมินสภาพทางการยศาสตร์ว่า การประเมินค่าทางการยศาสตร์ (Ergonomic assessment)

วิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์นั้นมีหลายวิธีการ เมื่ออาศัยเกณฑ์เรื่องความแม่นยำในการวัด และการรบกวนการทำงานของผู้ถูกสังเกตการณ์ จะสามารถแบ่งกลุ่มของวิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (David, 2005)

- (1) การประเมินโดยการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report)
- (2) การประเมินโดยการสังเกตการณ์ (Observational method)
- (3) การประเมินโดยการวัดโดยตรง (Direct measurement)

ซึ่งรายละเอียดของวิธีการในหมวดต่างๆ มีดังนี้

### 2.3.1 การประเมินด้วยวิธีการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report)

เป็นวิธีการที่อาศัยข้อมูลทั้งด้าน กายภาพ (Physical) และจิตวิทยา (Psychosocial) ที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากสถานที่ทำงาน ข้อมูลที่ได้รับอาจได้มาจากการให้

ผู้ปฏิบัติงานจดลงสมุดจดบันทึก การสัมภาษณ์ และการถาม-ตอบคำถามกับผู้ปฏิบัติงาน โดยทั่วไปการเก็บข้อมูลด้วยวิธีนี้มักอาศัยการเก็บข้อมูลโดยการจดบันทึก ต่อมาก็ได้มีการพัฒนา รูปแบบการเก็บข้อมูลโดยการตอบคำถามผ่านแบบสอบถามเวปเบส (Web-base Questionnaires) นอกจากนี้การเก็บข้อมูลดังกล่าวยังถูกพัฒนาโดยการถามตอบผ่านระบบกล้อง วีดีโอด้วยตัวเอง (Self-evaluation of video film) ซึ่งข้อมูลที่ทำกรรวบรวมอาจเกี่ยวกับการ แสดงออกถึงการบาดเจ็บ, ความเจ็บปวดที่เกิดขึ้น หรือแม้แต่วะเวลาที่ใช้ในการหายจากอาการ บาดเจ็บ (David, 2005)

วิธีการประเมินกลุ่มนี้ มีการนำไปใช้กับการประเมินการบาดเจ็บ, การประเมินหา จุดเสี่ยง, การประเมินเพื่อจัดอันดับความเสี่ยงของกิจกรรม เป็นต้น ซึ่งมีการนำไปใช้ใน ภาควิชาการต่าง ๆ

ข้อดีของวิธีการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report) คือมีรูปแบบที่ตรงไปตรงมาและ สามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกับทุกรูปแบบของการทำงาน นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวยังเหมาะสม ในการสำรวจที่เกี่ยวกับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก โดยมี ต้นทุนที่ไม่สูงนัก

อย่างไรก็ดี วิธีดังกล่าวยังมีปัญหาหลักอยู่ที่ความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้รับจาก ผู้ปฏิบัติงาน, การรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการให้ผู้ปฏิบัติงานมาตอบคำถามนั้น อาจมีปัญหาเรื่อง ความน่าเชื่อถือ จากการที่ผู้ปฏิบัติงานนั้นไม่ตั้งใจ หรือไม่เต็มใจในการตอบคำถาม และแม้ว่า วิธีการดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการเก็บข้อมูลจำนวนมาก แต่การเก็บและประมวลผลจากข้อมูลที่มีปริมาณมากนั้น จะเกิดค่าใช้จ่ายที่สูงในกิจกรรมดังกล่าว

นอกจากนี้ วิธีการดังกล่าวยังไม่สามารถให้รายละเอียดของความเสี่ยงในการ ทำงานได้มากเท่ากับวิธีอื่น ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากวิธีการประเมินค่าโดยการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report) อาจมีรายละเอียดไม่ครบถ้วนเพียงพอสำหรับการนำไปวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุง วิธีการทำงาน (Method Improvement) (David, 2005)

### 2.3.2 การประเมินด้วยวิธีสังเกตการณ์ (Observational Method)

การประเมินค่าโดยการสังเกตการณ์ เป็นการเก็บข้อมูลทางการยศาสตร์จาก สถานที่ทำงานโดยมีผู้สังเกตการณ์ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูล การประเมินค่าทางการยศาสตร์ ด้วยวิธีดังกล่าวขึ้นกับความต้องการของผู้สังเกตการณ์ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งการประเมินค่าด้วยวิธีสังเกตการณ์สามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก 2 วิธีย่อยได้แก่

### (1) เทคนิคการสังเกตการณ์แบบง่าย (Simpler observational techniques)

เทคนิคการสังเกตการณ์แบบง่ายเป็นวิธีการสร้างระบบของการบันทึกค่าทางการยศาสตร์ ซึ่งวิธีการส่วนใหญ่มีหลักการคือ การรวบรวมการเชื่อมโยงกันระหว่างปัจจัย หรือตัวแปรต่างๆ เพื่อคำนวณหาดัชนีตัวหนึ่ง มาเป็นตัวแทนของสภาพทางการยศาสตร์สำหรับกิจกรรมนั้น

เทคนิคต่างๆ ที่อยู่ในหมวดย่อยนี้ ได้แก่ วิธี OWAS, NIOSH Lifting Index, ORCA Lifting Index ฯลฯ ซึ่งเทคนิคต่างๆนี้มีวัตถุประสงค์ในการใช้ และลักษณะของผลลัพธ์ที่แตกต่างกันไป การเลือกเทคนิคที่นำมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับความต้องการ และความเหมาะสมของผู้ใช้เป็นสำคัญ (David, 2005)

สำหรับข้อดีของวิธีนี้ก็คือค่าใช้จ่ายในการประเมินที่ไม่สูงมาก และเนื่องจากระบบการประเมินมีความชัดเจนและใช้งานไม่ยาก ดังนั้นวิธีการดังกล่าวจึงถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ วิธีการดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้กับสถานที่ทำงานในรูปแบบที่ต่างกันได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งเทคนิคการประเมินด้วยวิธีอื่นๆอาจรบกวนการทำงานของคนงานมากจนไม่สามารถใช้เทคนิคดังกล่าวในการประเมินได้ (David, 2005)

แต่อย่างไรก็ดี วิธีการในหมวดนี้จะต้องใช้ผู้สังเกตการณ์ที่ผ่านการฝึกอบรมมาพอสมควรและอาจต้องการอุปกรณ์เพื่อเสริมความแม่นยำในการประเมินผล เช่น คอมพิวเตอร์ และกล้องบันทึกเทปโทรทัศน์ เพื่อประกอบในการสังเกตการณ์ (David, 2005)

### (2) เทคนิคการสังเกตการณ์แบบซับซ้อน (Advance observational techniques)

การประเมินโดยวิธีการสังเกตการณ์แบบซับซ้อนมีความเหมาะสมกับงานที่มีกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวรวดเร็วและต่อเนื่อง ซึ่งการจดบันทึกค่าด้วยวิธีการสังเกตแบบง่ายไม่สามารถสังเกตได้ ดังนั้นการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิคดังกล่าวจึงต้องอาศัยการบันทึกเทปด้วยกล้องวิดีโอ (Videotape) หรือต้องอาศัยคอมพิวเตอร์มาช่วยในการบันทึกข้อมูล และทำการประมวลผล ซึ่งทำทางที่คนงานกระทำจะถูกบันทึกไว้ ณ เวลาจริง (Real time) โดยการบันทึกจะประกอบด้วยข้อมูลในหลายๆ ด้าน เช่น ท่าทางของส่วนต่างๆ ของร่างกาย กิจกรรมที่กำลังกระทำ น้ำหนักที่กำลังยก ฯลฯ (David, 2005)

ตัวอย่างของเทคนิคที่จัดอยู่ในหมวดนี้ ได้แก่ PATH, VDO Analysis ฯลฯ ซึ่งเทคนิคในหมวดนี้ส่วนใหญ่จะมีการบันทึกข้อมูลหลายข้อมูลในเวลาเดียวกัน บางเทคนิคจะใช้ข้อมูลในรูปแบบของ 3 มิติ จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือมาช่วยในการบันทึกข้อมูลดังกล่าวให้มีความถูกต้องและแม่นยำ (David, 2005)

เนื่องจากการเก็บข้อมูลหลายข้อมูลพร้อมกัน วิธีการดังกล่าวจึงมีข้อดีคือผู้สังเกตการณ์จะได้รับข้อมูลหลากหลายพร้อมๆกัน ทำให้ข้อมูลที่ได้รับสามารถนำไปวิเคราะห์ได้ในหลากหลายแง่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้เป็นอย่างดีกับงานที่มีความหลากหลายของกิจกรรม

ค่าใช้จ่ายสำหรับวิธีการนี้ จัดว่าปานกลาง แต่เนื่องจากเป็นวิธีการที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงต้องอาศัยเครื่องมือ และที่สำคัญต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ และถูกฝึกมาเพื่อสามารถทำการสังเกตการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การสังเกตการณ์ด้วยวิธีนี้ มีข้อจำกัดที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก และพบว่าวิธีการในหมวดนี้เหมาะกับการใช้ประเมินค่าทางการยศาสตร์ในกิจกรรมย่อยของงานนั้นๆ ไม่เหมาะกับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในสถานที่ทำงานทั้งหมด (David, 2005)

### 2.3.3 การประเมินด้วยวิธีการวัดโดยตรง (Direct Method)

วิธีการดังกล่าวเป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือเพื่อช่วยในการวัดค่าทางการยศาสตร์ โดยจะติดตั้งเครื่องมือเข้ากับตัวผู้ปฏิบัติงานที่ต้องการประเมินค่าทางการยศาสตร์ วิธีการในหมวดนี้ มีทั้งวิธีที่ใช้เครื่องมือแบบง่ายๆ วัดค่าการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ ไปจนถึงการใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อนสูง ซึ่งจะให้ข้อมูลจากการวัดหลายข้อมูลในแง่ต่างๆ พร้อมๆกันตามที่ต้องการ (David, 2005)

จากการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการประเมินในรูปแบบการวัดโดยตรงนี้ พบว่ามีการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาเพื่อใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์มากมาย ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดที่ได้รับการพัฒนามานั้น มีวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละเครื่องมือ และวิธีการนี้ จะทำการวัดด้วยเครื่องมือเป็นหลักและข้อมูลจะเชื่อมต่อโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถนำไปเข้าสู่กระบวนการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว (David, 2005)

การประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธีการวัดโดยตรงนั้น สามารถให้ข้อมูลความละเอียดสูงเกี่ยวกับสภาพทางการยศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าวอาจต้องมีการติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ตามร่างกายของคนงานทำให้สภาพการทำงานขณะทำการวัดอาจถูกรบกวนและไม่เหมือนกับสภาพที่กระทำจริง นอกจากนี้ วิธีการดังกล่าวจะต้องอาศัยการลงทุนที่สูง ทั้งเครื่องมือต่างๆ และบุคลากรจะต้องได้รับการฝึกฝนอย่างดี นอกจากนี้ยังรวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่สูงในการจัดจ้างบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเหล่านั้นด้วย (David, 2005)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การประเมินค่าทางการยศาสตร์นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือการประเมินโดยการรายงานด้วยตัวเอง (Self-report), การประเมินโดยการสังเกตการณ์

(Observational method) และการประเมินโดยการวัดโดยตรง (Direct measurement) โดยวิธีการศึกษาในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยเทคนิคการประเมินค่าทางการยศาสตร์หลายวิธี ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาและการวิเคราะห์ของผู้ทำการวิจัย โดยพิจารณาเรื่องความเหมาะสมในการนำมาใช้งานและความแม่นยำของผลลัพธ์ที่ได้รับเป็นหลัก พบว่าเทคนิคในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่มีความเหมาะสมในการนำมาปรับใช้เพื่อทำการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในงานก่อสร้าง นั้น มีอยู่ 3 เทคนิค ได้แก่ 1. NIOSH lifting index ซึ่งเป็นวิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในกิจกรรมที่เป็นยกวัสดุ 2. OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) เป็นวิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่ใช้หลักการของการสัมผัสตัวอย่างท่าทางในการทำงานจากทั้งร่างกาย และเก็บข้อมูลถึงอัตราส่วนของเวลาที่ใช้อุบัติในท่าทางนั้น และ 3. PATH (Posture, Activities, Tools and Handling) เป็นวิธีการที่มีพื้นฐานจากวิธี OWAS ซึ่ง PATH มีการพัฒนาในแง่การเชื่อมโยงระหว่างท่าทางในการทำงานและกิจกรรมที่ทำในขณะนั้น สำหรับรายละเอียดในแต่ละวิธีการนั้นจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

## 2.4 เทคนิคที่ใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่มีความเหมาะสมกับงานก่อสร้าง

### 2.4.1 NIOSH lifting index (The 1991 Revised NIOSH Lifting Equation)

วิธีการนี้มีจุดประสงค์ในการระบุถึงปริมาณของความเสียหาย หรือขอบเขตที่ยอมรับได้ของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการยก (Lifting task) เพื่อระบุถึงกิจกรรมที่ต้องทำการแก้ไข และดำเนินการแก้ไขต่อไป (Waters et al., 1994)

เป็นที่ทราบกันว่าไม่สามารถระบุได้อย่างแน่นอนถึงน้ำหนักที่สามารถยก/แบกหาม ได้อย่างปลอดภัยในทุกสภาวะ เนื่องจากน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้อย่างปลอดภัยนั้น มีค่าที่แตกต่างกันไปในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง ในวิธีการ NIOSH lifting index นี้จะใช้ 6 ตัวแปร ในการคำนวณหาน้ำหนักที่สามารถยกได้อย่างปลอดภัย ณ สภาวะหนึ่ง

ตัวแปรที่นำมาใช้คำนวณ คือตัวคูณแนวนอน (Horizontal Multiplier, HM), ตัวคูณแนวตั้ง (Vertical Multiplier, VM), ตัวคูณระยะห่าง (Distance Multiplier, DM), ตัวคูณความถี่ (Frequency Multiplier, FM), ตัวคูณความอสมมาตร (Asymmetry Multiplier, AM) และตัวคูณเชื่อมต่อกัน (Coupling Multiplier, CM) (Waters et al., 1994)

เพื่อคำนวณค่าตัวคูณ ข้างต้นนั้น ผู้สังเกตการณ์จะต้องทำการบันทึกค่าต่างๆ ดังนี้

(1) ระยะทางในแนวนอน จากวัตถุ (LOAD) ถึงร่างกาย ค่านี้นี้แสดงระยะทางในแนวนอนจากกึ่งกลางระหว่างข้อเท้าถึงมือ สามารถนำไปคำนวณตัวคูณแนวนอน (HM) ได้ ระยะของวัตถุที่ยื่นห่างออกไปจะส่งผลให้เกิดแรงที่กระทำกับกระดูกสันหลังมากขึ้น

(2) ความสูงในแนวตั้งจากวัตถุ ถึงพื้นเมื่อเริ่มต้นทำการยกวัตถุนั้น ค่านี้นี้แสดงความสูงในแนวตั้งจากพื้นถึงมือ สามารถนำไปคำนวณหาตัวคูณแนวตั้ง (VM) ได้ การยกวัตถุที่จะต้องพิจารณาคือการยกวัตถุขึ้นไปเหนือระดับหัวไหล่

(3) ความสูงที่ยกวัตถุนั้น ค่านี้นี้แสดงผลต่างความสูงระหว่างจุดที่เริ่มยกวัตถุนั้นจนถึงจุดที่นำวัตถุนั้นไปวาง สามารถนำไปคำนวณหาตัวคูณระยะห่าง (DM) ยิ่งยกวัตถุสูงเท่าไร ความอันตรายจะยิ่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

(4) ความถี่ และระยะเวลาที่ทำงานนั้น ค่านี้นี้แสดงความถี่ในการยกในระยะเวลาหนึ่ง สามารถนำไปคำนวณหาตัวคูณความถี่ (FM) โดยการยกที่ยิ่งมีความถี่สูง และมีช่วงเวลาการทำ Task ที่นาน ก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้มากขึ้น

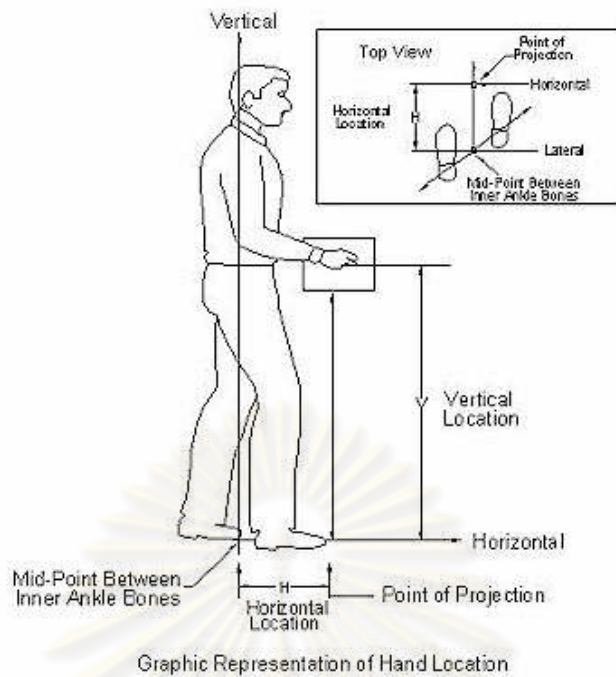
(5) ความอสมมาตร ที่เกิดขึ้นในการยก ค่านี้นี้แสดงมุมที่เกิดขึ้นในการยก โดยคิดมุมที่ทำระหว่างจุดระหว่างมือกับเส้นที่ลากจากศูนย์กลางระหว่างข้อเท้า สามารถนำไปคำนวณหาตัวคูณความอสมมาตร (AM) การบิดหลังได้ไม่ได้ช่วยทำให้ผลต่อความแข็งแรงและสมดุล ในการยก

(6) ความเชื่อมต่อกับสิ่งที่ยก ค่านี้นี้แสดงคุณสมบัติของการจับยึดระหว่างมือและวัตถุ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหา ตัวคูณเชื่อมต่อ (CM) เครื่องมือ หรือเครื่องช่วยยก ที่นำมาใช้เพื่อให้เกิดการสัมผัสที่ดียิ่งขึ้น และช่วยให้สามารถยกน้ำหนักได้มากขึ้น โดยที่ไม่ต้องกังวลว่าวัตถุนั้นจะตกหล่น

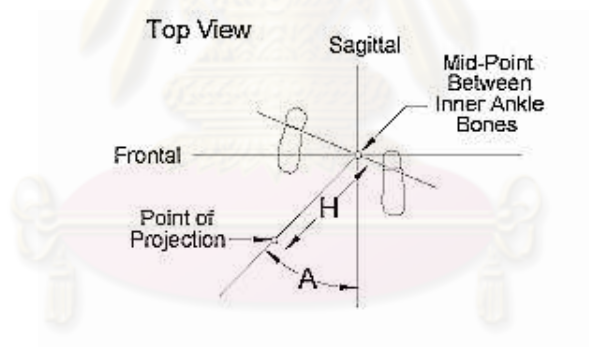
โดยการสังเกตค่าทั้ง 6 ข้อข้างต้นนั้น สามารถสรุปเป็นรูปภาพได้ ดังรูปที่ 2.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 2.3 แสดงการสังเกตเกี่ยวกับการประเมินค่าทางกายศาสตร์ด้วยวิธี NIOSH Index  
(ที่มา: EMC Insurance Company, 2009)



รูปที่ 2.4 แสดงการสังเกตเกี่ยวกับการประเมินค่าทางกายศาสตร์ด้วยวิธี NIOSH index  
(การบิดตัว) (ที่มา: EMC Insurance Company, 2009)

จากการสังเกต 6 ปัจจัยดังกล่าว สามารถที่จะนำมาหาค่าตัวคุณต่างๆโดยมีสูตร  
ในการคำนวณ ตามตารางที่ 2.1



ตารางที่ 2.3 แสดงตัวคูณเชื่อมต่อนั้น (Waters et al., 1994)

ชนิดการเชื่อมต่อ	ตัวคูณเชื่อมต่อนั้น (Coupling Multiplier)	
	V < 30 inches (75cm)	V ≥ 30 inches (75cm)
ดี	1.00	1.00
ปานกลาง	0.95	1.00
แย้	0.90	0.90

ซึ่งในการคำนวณหาค่าตัวคูณเชื่อมต่อนั้น จะต้องพิจารณาชนิดของการเชื่อมต่อระหว่างมือกับวัตถุนั้น โดยมีแนวทางในการพิจารณา ดังนี้

ตารางที่ 2.4 แสดงการแบ่งประเภทของการเชื่อมโยงระหว่างมือกับวัตถุ (Waters et al., 1994)

การเชื่อมโยงแบบดี (Good)	การเชื่อมโยงแบบปานกลาง (Fair)	การเชื่อมโยงแบบแย้ (Poor)
1. สำหรับภาชนะที่มีการออกแบบเหมาะสมที่สุด เช่น กล่อง สภาพการเชื่อมโยง"ดี" หมายถึง มือจับหรือ ที่จับที่มีการออกแบบที่ดีที่สุด (Optimal Design) (ดูข้อ 1-3)	1. สำหรับภาชนะที่มีการออกแบบเหมาะสมที่สุด สภาพการเชื่อมโยง"ปานกลาง" หมายถึง มือจับ หรือ ที่จับ ที่มีการออกแบบที่แย่กว่าการออกแบบที่ดีที่สุด(ดูข้อ 1-4)	1. ภาชนะที่ไม่ได้มีการออกแบบที่ดีที่สุด หรือ ภาชนะหลวม หรือ มีรูปร่างที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งวัตถุเหล่านั้นมีรูปร่างที่เอะอะ, ยกยาก หรือมีมุมที่คม (ดูข้อ 5)
2. สำหรับภาชนะหลวม หรือ มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ เช่น หิน สภาพการเชื่อมโยง"ดี" หมายถึง การมีที่จับที่สะดวกสบายที่สามารถใช้มือยกวัตถุนั้นได้อย่างสะดวก(ดูข้อ 6)	2. สำหรับภาชนะที่มีการออกแบบเหมาะสมที่สุด ที่ไม่มีที่จับ หรือ สำหรับวัสดุหลวม หรือ วัสดุที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ สภาพการเชื่อมโยง"ปานกลาง" หมายถึงที่จับที่มือสามารถบิดโค้งได้ 90 องศา(ดูข้อ 4)	2. การยกถุงที่ไม่แข็ง เช่น ถุงที่ตรงกลางห้อย

1) มือจับที่ออกแบบได้ดีที่สุด ต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.75-1.5 นิ้ว (1.9-3.8 เซนติเมตร), ความยาวมากกว่า 4.5 นิ้ว (11.5 เซนติเมตร), มีช่องว่าง 2 นิ้ว (5 เซนติเมตร), รูปร่างกลม, เรียบ และมีผิวที่ไม่ลื่น

2) ที่จับที่ออกแบบได้ดีที่สุด ต้องมีรูปร่างโดยประมาณ คือ สูงมากกว่า 1.5 นิ้ว (3.8 เซนติเมตร), ยาวมากกว่า 4.5 นิ้ว (11.5 เซนติเมตร), มีรูปทรงกึ่งรี, มีช่องว่าง 2 นิ้ว (5 เซนติเมตร), ผิวเรียบ, ไม่ลื่น และมีความหนาแน่นมากกว่า 0.25 นิ้ว (0.60 เซนติเมตร)

3) ภาชนะที่ออกแบบดีที่สุด ต้องมีส่วนด้านหน้าน้อยกว่า 16 นิ้ว (40 เซนติเมตร), มีความสูงน้อยกว่า 12 นิ้ว (30 เซนติเมตร) และมีผิวที่เรียบและไม่ลื่น

4) คนงานควรสามารถจับได้อย่างแน่นอนหนาเป็นมุมประมาณ 90 องศาได้ ภาชนะ เช่นการยกกล่องขึ้นจากพื้น

5) ภาชนะที่มีการออกแบบแยกจากการออกแบบที่ดีที่สุด เมื่อมีส่วน ด้านหน้ายาวมากกว่า 16 นิ้ว (40 เซนติเมตร), ส่วนสูงมากกว่า 12 นิ้ว (30 เซนติเมตร), ผิวยาบ หรือลื่น, ขอบมุมมีความคม, รูปร่างไม่สมมาตร, มีการบรรจุภายในที่ไม่เสถียร, หรือจำเป็นต้องใช้ ถูมือ วัตถุหลวมจะถูกพิจารณาว่าทะเลาะ เมื่อน้ำหนักไม่สามารถทำให้สมดุลระหว่างมือจับได้

6) คนงานควรสามารถจับมือได้รอบวัตถุโดยไม่ต้องใช้ท่าทางที่ผิดหลักการ และที่จับควรจะต้องไม่มีการใช้แรงเพิ่มเติมในการใช้งาน

เมื่อได้ค่าต่างๆ ตามตารางข้างต้นแล้ว ก็จะนำไปคำนวณค่าของ ค่าน้ำหนัก สูงสุดที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit, RWL) จากสมการ (Waters et al., 1994)

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

โดย

RWL คือค่าน้ำหนักสูงสุดที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit, RWL)

LC คือค่าน้ำหนักคงที่ (Load Constant, LC) ซึ่งจะเท่ากับ 23 kg. ในหน่วย Metric และเท่ากับ 51 lb ในหน่วย U.S. Customary

National Institute for Occupational Safety and Health ได้ให้ความหมาย ของค่าน้ำหนักคงที่ (Load Constant, LC) ไว้ว่าเป็นน้ำหนักที่บุคคลหนึ่งสามารถยกได้ภายใต้ สภาพอุดมคติ โดยที่ได้รับความเสี่ยงต่ากร่างกายอันเนื่องมาจากการยกนั้น (Waters et al., 1994) สำหรับตัวคูณต่างๆที่เหลือ (HM, VM, DM, FM, AM, และ CM) จะเป็นตัวคูณที่เอาไปคูณ กับน้ำหนักคงที่เพื่อลดค่าน้ำหนักที่ยกได้ดังกล่าวลง ซึ่งจะคำนึงถึงสภาวะการยกที่เกิดขึ้นจริง (Waters et al., 1994)

นอกจากนี้ ยังมีการคำนวณอีกหนึ่งตัวแปรคือ ดัชนีการยก (LI) ซึ่งได้มาจากการนำน้ำหนักที่ยกจริง หารด้วยค่าน้ำหนักสูงสุดที่แนะนำให้ยก

ค่าดัชนีการยก (LI) จะสามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกิจกรรมการยก (Lifting Task) ที่ให้ค่า LI ออกมาไม่เท่ากัน โดยถ้าค่าดัชนีการยกได้ค่าสูงกว่า 1.0 จะแสดงให้เห็น ถึงความเสี่ยงที่เพิ่มมากขึ้นของอาการบาดเจ็บที่หลัง (Low back pain) จากการยกวัตถุในกิจกรรม ดังกล่าว (Waters et al., 1994) ซึ่งสามารถใช้ระบุถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการบาดเจ็บ ที่หลัง (Low back pain) ได้

สำหรับเป้าหมาย หรือค่าดัชนีการยกที่ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานนั้น คือ ค่าที่น้อยกว่า 1.0 การนำ NIOSH lifting index ไปใช้เพื่อช่วยระบุถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความ

เสี่ยงต่อการได้รับบาดเจ็บของพนักงาน ซึ่งกิจกรรมที่เสี่ยงนั้นต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อทำให้การยก/การแบกหามนั้น มีความปลอดภัยมากขึ้น (Waters et al., 1994)

อย่างไรก็ดีการคำนวณ NIOSH lifting index นั้นไม่สามารถใช้ได้กับทุกสภาวะการยก ข้อยกเว้นที่การคำนวณดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้ คือ

- 1) การยกด้วยมือข้างเดียว
- 2) สถานที่นั้น ร้อน-เย็น มาก
- 3) ของที่ยกหนักมาก หรือเป็นของที่ไม่มีเสถียรภาพ
- 4) การยกจากท่านั่งยองๆ หรือ นั่งกับพื้น

#### 2.4.2 OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System)

OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) เป็นวิธีการที่ใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ที่คิดค้นขึ้นโดย Karhu et al. (1977) โดยในช่วงแรกนำมาใช้ในการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ในโรงงานผลิตเหล็ก ต่อมา Kivi และ Mattila (1991) ได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างและวิธี OWAS ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมอื่น วิธี OWAS เป็นวิธีที่ใช้พื้นฐานของการสุ่มตัวอย่างการทำงาน (Work Sampling) โดยการระบุ และประเมินความเสี่ยงของท่าทางที่ใช้ในการทำงานด้วยวิธี OWAS ใช้หลักการสุ่มตัวอย่างท่าทางในการทำงานจากทุกส่วนของร่างกาย

Mattila et al. (1993) เสนอการวิเคราะห์ค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS มีรหัสสำหรับส่วนต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งรหัสออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

- 1) รหัสสำหรับหลัง (Back)
- 2) รหัสสำหรับแขน (Arms)
- 3) รหัสสำหรับขา (Legs)
- 4) รหัสสำหรับน้ำหนักที่ยก (Load)

ซึ่งสามารถแสดงเป็นรูปภาพประกอบคำบรรยายได้ ดังนี้








ตารางที่ 2.5 แสดงรหัสสำหรับหลัง (Back) พร้อมภาพประกอบ (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	หลังอยู่ในสภาวะที่ตรง	1
	หลังอยู่ในสภาวะที่โค้ง	2
	หลังอยู่ในสภาวะที่บิด	3
	หลังอยู่ในสภาวะที่ บิด และโค้ง	4

ตารางที่ 2.6 แสดงรหัสสำหรับแขน (Arm) พร้อมภาพประกอบ (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	แขนทั้งสองข้าง อยู่ต่ำกว่าไหล่	1
	แขนหนึ่งข้างอยู่สูงกว่าไหล่ อีกข้างอยู่ต่ำกว่าไหล่	2
	แขนทั้ง 2 ข้างอยู่สูงกว่าไหล่	3

ตารางที่ 2.7 แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) พร้อมภาพประกอบ (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	นั่ง	1
	ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้ง 2	2
	ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาเดียว	3
	ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้ง 2 งอเข่า	4
	ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาเดียว งอเข่า	5
	เข่า 1 หรือ ทั้ง 2 ข้าง สัมผัสพื้น	6
	เดิน	7

ตารางที่ 2.8 แสดงรหัสสำหรับน้ำหนัก (Load) พร้อมภาพประกอบ (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

น้ำหนักที่แบกทาน	รหัส
น้อยกว่า 10 กิโลกรัม	1
ระหว่าง 10 ถึง 20 กิโลกรัม	2
มากกว่า 20 กิโลกรัม	3

หลักการวิเคราะห์ด้วยวิธี OWAS เริ่มจากการเก็บข้อมูลท่าทางการทำงานและนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ตามตารางที่ 2.5 ถึง 2.8 การกระทำท่าทางหนึ่งสามารถสร้างรหัสสำหรับท่าทางนั้นได้ หลักจากบันทึกรหัสท่าทางจากร่างกายแต่ละส่วน ข้อมูลของรหัสท่าทางจะถูกนำมาบันทึกเรียงตามลำดับดังนี้ รหัสสำหรับหลัง, รหัสสำหรับแขน, รหัสสำหรับขา และรหัสสำหรับน้ำหนักที่แบกทาน ตามลำดับ การแบ่งรหัสออกเป็น 4 ส่วนนั้นสามารถสร้างเป็นรหัสต่างๆ ได้ ถึง  $4 \times 3 \times 7 \times 3 = 252$  รหัส (Mattila et al., 1993)

โดยรหัสแต่ละส่วนจะถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นชุดของรหัสที่แสดงออกมาเป็นท่าทางที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังกระทำอยู่ ซึ่งสามารถแสดงเป็นรูปเพื่อประกอบความเข้าใจได้ ดังนี้



รูปที่ 2.5 แสดงองค์ประกอบของรหัสท่าทางเทคนิค OWAS

รหัสท่าทางต่างๆที่แสดงดังตารางข้างต้น สามารถจัดเป็นกลุ่มตามระดับความอันตรายของท่าทางตามรหัสนั้น ได้เป็น 4 กลุ่ม (Kahu et al., 1977) ได้แก่

- 1) ท่าทางที่ปรกติ ไม่จำเป็นต้องแก้ไข
- 2) ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายเล็กน้อย ควรจะได้รับการแก้ไขในอนาคต
- 3) ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างชัดเจน ควรได้รับการแก้ไขอย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 4) ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรง ต้องได้รับการแก้ไขในทันที



ซึ่งสามารถที่จะแสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทาง โดยเปรียบเทียบกับรหัสของท่าทางได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.9 แสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทางเปรียบเทียบกับรหัสของท่าทาง (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

				หลัง(Back)											
				1			2			3			4		
				แขน(Arm)			แขน(Arm)			แขน(Arm)			แขน(Arm)		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ขา(Legs)	1	น้ำหนัก	1	1	1	1	2	2	3	1	2	2	2	3	4
			2	1	1	1	2	2	3	1	2	2	3	3	4
			3	1	1	1	3	3	4	1	3	3	3	4	4
	2	น้ำหนัก	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
			2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	3
			3	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	4	4
	3	น้ำหนัก	1	1	1	1	2	2	3	1	1	2	2	3	3
			2	1	1	1	2	3	3	1	1	3	2	3	3
			3	1	1	1	3	3	3	2	2	3	3	4	4
	4	น้ำหนัก	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4
			2	2	2	2	3	4	4	3	4	4	4	4	4
			3	2	2	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4
	5	น้ำหนัก	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4
			2	2	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
			3	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	น้ำหนัก	1	1	1	1	2	3	4	1	3	4	4	4	4
			2	1	1	1	2	3	4	1	3	4	4	4	4
			3	1	1	1	2	4	4	1	3	4	4	4	4
	7	น้ำหนัก	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
			2	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3
			3	1	1	1	3	4	4	1	1	3	4	4	4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.10 แสดงสีที่ใช้ในแต่ละระดับความอันตราย (ที่มา: Universidad Politécnica de Valencia, 2009)

1	ท่าทางที่ปรกติไม่ก่อให้เกิดอันตราย ไม่จำเป็นต้องแก้ไข
2	ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายเล็กน้อย ควรได้รับการแก้ไขในอนาคต
3	ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างชัดเจน ควรได้รับการแก้ไขอย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้
4	ท่าทางที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรง ต้องได้รับการแก้ไขในทันที

การศึกษามูลงานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับขั้นตอนในการเก็บข้อมูลนั้น พบว่าการบันทึกเทปโทรทัศน์ (VDO) กิจกรรมที่ผู้ปฏิบัติงานคนนั้นกระทำเป็นเครื่องมือที่เหมาะสม ซึ่งการบันทึกท่าทางจะกระทำเป็นเวลา ประมาณ 1-2 ชั่วโมง โดยระยะเวลาที่ทำการบันทึกนั้นจะขึ้นกับความเหมาะสมและความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญ จากนั้นนำข้อมูลจากเทปโทรทัศน์ดังกล่าวจะนำมาหยุดดูภาพเป็นช่วงๆ ทุก 30 วินาที เพื่อจดบันทึกถึงท่าทางที่คนงานกำลังกระทำ โดยบันทึกความถี่ที่ผู้ปฏิบัติงานได้กระทำในแต่ละท่าทาง ซึ่งท่าทางในการทำงานจะถูกบันทึกในรูปแบบของรหัส ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (Kivi และ Mattila, 1991)

การสังเกตการณ์ด้วยการจดบันทึกค่าของท่าทางทางกายศาสตร์ทุกๆช่วงเวลา อาจมีข้อจำกัดหากข้อมูลของท่าทางที่ต้องบันทึกมีจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องและความสะดวก ในขั้นตอนของการประมวลผลมักใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับการประมวลผลท่าทาง การจดบันทึกจะเป็นการจดบันทึกค่าความถี่ของการเกิดกิจกรรมในชุดรหัสต่างๆ ซึ่งจะไปจัดเรียงต่างค่าระดับความอันตรายตั้งแต่ 1-4 ซึ่งจะได้ค่าความถี่ของแต่ละระดับความอันตราย หลังจากนั้นจะนำค่าความถี่ไปคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยง (Index Risk) โดยจะมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

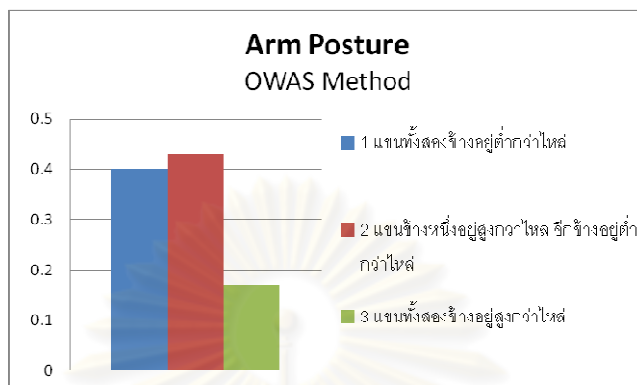
$$\text{Index Risk (IR)} = [ (a \times 1) + (b \times 2) + (c \times 3) + (d \times 4) ] \times 100$$

a, b, c และ d คือ ค่าอัตราส่วนความถี่ของระดับความอันตราย ระดับ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ

ค่า Index Risk (I) ที่คำนวณได้ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 100 ถึง 400 โดยค่าที่มากแสดงถึงความเสี่ยงที่มากขึ้นนั่นเอง

นอกจากการคำนวณดัชนีความเสี่ยง(Risk Index) แล้ววิธี OWAS ยังสามารถนำข้อมูลที่จดบันทึกไว้มาวิเคราะห์ลักษณะท่าทางในการทำงานโดยแยกวิเคราะห์ร่างกายเป็นส่วนๆ ได้แก่ หลัง, แขน, ขา และน้ำหนักที่แบกทาน ผลการวิเคราะห์สามารถบอกอัตราส่วนของร่างกายว่า

มีท่าทางอยู่ในลักษณะใดบ้าง เมื่อเทียบกับเวลาที่ทำงานทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการวิเคราะห์ร่างกายส่วนแขน จะสามารถวิเคราะห์ให้ได้ว่า ร่างกายส่วนแขนมีอัตราส่วนของเวลาที่อยู่ที่ท่าทางในรหัส 1, 2 หรือ 3 เป็นอัตราส่วนเท่าไร โดยตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้แสดงได้ตามรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค OWAS

ผลลัพธ์ที่ได้รับสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์ โดยผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถทำให้ผู้สังเกตการณ์ทราบถึงตำแหน่งและท่าทางที่เกิดปัญหาเกี่ยวกับสภาพทางกายศาสตร์อย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น เมื่อทราบว่ากิจกรรมหนึ่งๆ มีค่าอัตราส่วนของเวลาที่แขนอยู่ในท่าทางรหัส 3 (แขนทั้งสองข้างอยู่สูงกว่าไหล่) เป็นอัตราส่วนที่สูง ผู้สังเกตการณ์สามารถทราบได้ว่า หนึ่งในการแก้ปัญหาทางกายศาสตร์ในกิจกรรมนี้อาจทำได้โดยการลดเวลาที่คนงานต้องยกแขนทั้งสองขึ้นเหนือไหล่ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะส่งผลให้คนงานมีสภาพทางกายศาสตร์ที่ดีขึ้น

#### 2.4.3 PATH (Posture, Activity, Tools and Handling)

PATH (Posture, Activity, Tools and Handling) เป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินค่าทางกายศาสตร์ สำหรับขั้นตอนย่อย (Task) ในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Operation) (Buchholz et al., 1996) วิธีนี้พัฒนามาจากวิธี OWAS โดยใช้หลักการสุ่มตัวอย่างงาน (Work Sampling) ซึ่งรหัสท่าทางของวิธี PATH นั้นพัฒนามาจากวิธี OWAS โดยการเพิ่มความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่คนงานกำลังทำกับท่าทางในการทำงานของคนงานนั้น กล่าวคือมีการเพิ่มรหัสสำหรับกิจกรรมที่คนงานทำ รหัสสำหรับเครื่องมือที่ใช้ รหัสสำหรับน้ำหนักที่ยก และรหัสสำหรับการจับยึด การพัฒนาดังกล่าวทำให้ PATH สามารถประเมินค่าทางกายศาสตร์ได้หลายหลายรูปแบบ (Buchholz et al., 1996) และมีความแม่นยำในการวัดเพื่อแบ่งท่าทางของร่างกายในระดับขั้นตอนย่อย (Task) ของการทำงานก่อสร้าง (Paquet et al., 2001) การสังเกตการณ์ทำขึ้นที่


หน่วยงานก่อสร้าง โดยการประเมินท่าทางทุกช่วงเวลาที่ถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอน โดยทั่วไปทำการประเมินท่าทางทุก 45 วินาที หรือ 60 วินาที

ในแต่ละการสังเกตการณ์ ผู้สังเกตการณ์ต้องทำการจดบันทึกถึงขั้นตอนย่อย (Task) , ท่าทางของร่างกาย , กิจกรรมที่ทำ, น้ำหนักที่ยก และเครื่องมือที่กำลังใช้งาน ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจดบันทึกลงกระดาษบันทึกที่เป็นรูปแบบเฉพาะและได้จัดทำไว้ล่วงหน้า การจัดทำกระดาษบันทึกดังกล่าวจะต้องใช้เวลา 2 ถึง 3 วันในการเข้าไปทำการสำรวจเบื้องต้นที่หน่วยงานก่อสร้าง เพื่อทำการสังเกตคนงานในขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Operation) ที่ต้องการวัด โดยทำการสำรวจขั้นตอนย่อย (Task) ที่คนงานกระทำ รวมถึงการตรวจสอบถึงความเหมาะสมในการบันทึกโดยใช้กระดาษบันทึกดังกล่าว ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ การจดบันทึกลงกระดาษบันทึกทุกๆ ช่วงเวลาที่กำหนดดังกล่าว สามารถทำให้เราทราบถึงความถี่ของแต่ละท่าทางในการทำงาน และสภาพทางกายศาสตร์ที่เกิดขึ้น และเช่นเดียวกับวิธี OWAS ท่าทางในการทำงานและสภาพทางกายศาสตร์ที่ได้ทำการจดบันทึกนั้นมีการกำหนดรหัสขึ้นมา

Buchholz et al. (1996) ได้สร้างรหัสขึ้นมาเพื่อใช้เป็นมาตรฐานของวิธี PATH นอกจากนี้ Paquet et al. (1999) ได้วางแนวทางการเก็บข้อมูลด้วยวิธี PATH ไว้เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่ง Paquet et al. (1999) กำหนดให้ประเมินท่าทางทุก 45 หรือ 60 วินาที ระยะเวลา 4 ถึง 5 ชั่วโมงและทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 9 วัน ข้อมูลที่ผู้สังเกตการณ์ต้องทำการบันทึกคือ กิจกรรมย่อย (Task), ท่าทางของร่างกาย กิจกรรมที่ทำ น้ำหนักที่ยก และเครื่องมือที่กำลังใช้งาน ลงในกระดาษจดบันทึก ภายหลังจากที่การสังเกตการณ์สิ้นสุดลงทางผู้สังเกตการณ์นำข้อมูลที่ได้รับมาวิเคราะห์ถึงอัตราส่วนของท่าทางทางกายศาสตร์ (Ergonomic Exposure) ในรูปแบบต่างๆ ต่อจำนวนครั้งของการสังเกตการณ์ที่จดบันทึกจากการปฏิบัติงาน (Operation) นั้น ผลของการวิเคราะห์ทำให้ทราบถึงลักษณะสภาพทางกายศาสตร์ในการทำงานของคนงานกลุ่มนั้น สำหรับรหัสท่าทางที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Buchholz et al. (1996) นั้น แสดงไว้ในตารางที่ 2.11 ถึง 2.15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.11 แสดงรหัสสำหรับลำตัว (Trunk) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	<b>ลำตัวปกติ</b> การโค้งและบิดลำตัว $< 20^\circ$	1
	<b>ลำตัวโค้งปานกลาง</b> การโค้งอยู่ระหว่าง $20^\circ$ ถึง $45^\circ$	2A
	<b>ลำตัวโค้งรุนแรง</b> การโค้ง $> 45^\circ$	2B
	<b>ลำตัวมีการบิด</b> ลำตัวโค้งไปด้านหน้า $< 20^\circ$ มีการบิดลำตัว $> 20^\circ$	3
	<b>ลำตัวมีการโค้งและบิด</b> ลำตัวโค้งไปด้านหน้าและ มีการบิดลำตัว $> 20^\circ$	4




ตารางที่ 2.12 แสดงรหัสสำหรับคอ (Neck) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	<b>ลำคอปกติ</b> ลำคอมีการโค้ง $< 30^\circ$ และบิด $< 45^\circ$	1
	<b>ลำคอไม่ปกติ</b> ลำคอมีการโค้ง $> 30^\circ$ และบิด $> 45^\circ$	2

ตารางที่ 2.13 แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	<b>ขาปกติ</b> เข่ามีมุมบิด <math>< 35^\circ</math>	1
	<b>ขาหนึ่งข้างยกลอย</b>	2
	<b>ขาโค้ง</b> เข่าอย่างน้อย 1 ข้าง มีมุมบิด <math>> 35^\circ</math>	3
	<b>นั่งยอง</b> เข่าทั้ง 2 ข้างมีมุมบิด <math>> 90^\circ</math>	4
	<b>เดิน</b>	5
	<b>เดินเข่า</b> เข่าอย่างน้อย 1 ข้างแตะพื้นดิน	6
	<b>นั่งบนเก้าอี้</b>	7

ตารางที่ 2.13 (ต่อ) แสดงรหัสสำหรับขา (Legs) (ต่อ) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	นั่งบนพื้น	8
	คลาน เดินด้วยมือ และเข่า	9
	ขาไม่รองรับน้ำหนักของ ร่างกาย ไม่ได้รองรับน้ำหนักร่างกาย ด้วยขา	10

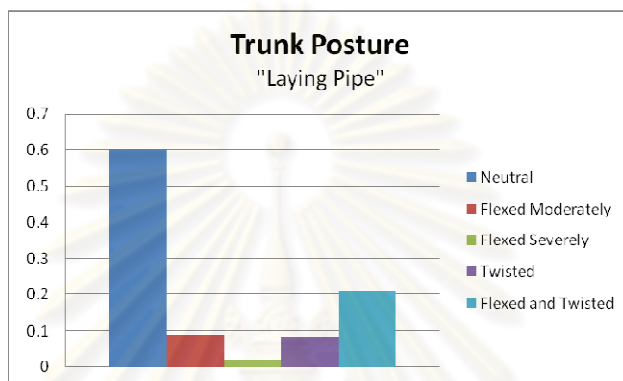
ตารางที่ 2.14 แสดงรหัสสำหรับแขน (Arms) (ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

รูปภาพ	คำอธิบาย	รหัส
	แขนปกติ	1
	แขนข้างหนึ่งยกขึ้นเหนือ ระดับไหล่	2
	แขนทั้ง 2 ข้าง ยกขึ้นเหนือ ระดับไหล่	3

Month / Day										Hour / Minute										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Coder	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Worker	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1 Lift
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Number:	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2 Lower
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3 Carry
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4 Move/Place
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5 Push/pull/drag
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6 In between tasks
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		7 Watch/wait/Idle
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		8 Not obs./not sure
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		9 Walk
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10 Operate hand tool
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		11 Operate power tool
Rec No.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		12 Hold tool not operate
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		13 Hold: steady/maintain
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14 Hold: wall/table/rail
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15 Reach
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		16 Measure
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		17 Mark
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		18 Point/direct
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		19 Climb/descend
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		20 Cut with power saw
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		21 Gloves on/off
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Task	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		22 Guide load
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Number:	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		23 Handle cable/strap
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		24 Pry
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		25 Pull/retract wire
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		26 Sort
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		27 Straighten
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		28 Tie rebar
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		29 Tool in/out of belt
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		30 Unfasten harness
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		31 Bend rebar
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Trunk	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		32 Tighten cable
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Posture	2A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		33 Read plans
22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			2B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		34 Reel wire
23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		35 Other
24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		36 Wire
25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Neck	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		37 Side cutter/tops
26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Posture	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		38 Wire folding rule
27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		39 Tape measure
28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Leg	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		40 Rebar
29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Posture	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		41 Power saw (hand held)
30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		42 Table saw
31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		43 Harness
32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		44 Cable
33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		45 Strap
34	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		46 Rope
35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		47 Radio
36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		48 Gloves
37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		49 Hook
38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Arm	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		50 Wrench
39	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Posture	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		51 Rail
40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		52 Board
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Weight	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		53 Torch
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		54 Plans
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		55 Spool
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		56 Marker
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		57 Ladder
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		58 Other
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		59 Hand 1: gross grasp
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		60 Hand 2: gross grasp
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		61 Hand 1: pinch
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		62 Hand 2: pinch
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			>/100:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		63 Hand 1: other
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		64 Hand 2: other
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<																	



ผลที่ได้รับจะทำให้สามารถประเมินได้ว่า การปฏิบัติงาน (Operation) ดังกล่าว มีท่าทางที่ผิดหลักทางการยศาสตร์แบบหนึ่งๆ อยู่เป็นร้อยละเท่าไร ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปประเมินต่อได้ว่า การปฏิบัติงาน (Operation) ดังกล่าว ใช้ท่าทางที่ผิดหลักทางการยศาสตร์แบบใด และเป็นอัตราส่วนเท่าใด ดังนั้นการวิเคราะห์ผลซึ่งช่วยให้สามารถระบุถึงแนวทางแก้ไขท่าทางที่ผิดหลักทางการยศาสตร์ได้โดยง่าย สำหรับตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้รับจากวิธี PATH นั้น มีรูปแบบดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.8 แสดงผลที่ได้รับจากการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี PATH  
(ที่มา: Buchholz et. al., 1996)

ค่าที่ได้จากวิธีการ PATH จะมีลักษณะตามรูปที่ 2.8 ซึ่งแสดงถึงอัตราส่วนร้อยละของลักษณะท่าทางเช่น อยู่ในท่าทางที่เป็นธรรมชาติ (Neutral), ท่าทางที่มีการบิด (Twisted) ฯลฯ โดยอัตราส่วนจะนำไปเทียบกับระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำกิจกรรมย่อย (Task) นั้น

จากวิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์ทั้ง 3 วิธีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานวิจัยนี้ โดยการเลือกวิธีการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) มาเป็นวิธีการในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

- 1) เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Kivi และ Mallila, 1991)
- 2) เป็นเทคนิคที่ไม่รบกวนสภาพการทำงาน (Kivi และ Mallila, 1991)
- 3) เป็นเทคนิคที่นอกจากสามารถระบุปัญหาทางการยศาสตร์ได้แล้ว ยังสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ในการปรับปรุงสภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้นได้ (Karhu et al, 1977)
- 4) การเก็บข้อมูลและการประมวลผลสามารถทำได้สะดวก และไม่ซับซ้อน มีความเหมาะสมกับการวิจัยนี้ เพราะในการวิจัยนี้ทำการประเมินสภาพทางการยศาสตร์เฉพาะการ

ทำงานก่อนอื่นเท่านั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้วิธี PATH ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมย่อย (Task) กับสภาพทางการยศาสตร์ที่เหมาะสมกับการศึกษาขั้นตอนปฏิบัติงานทั้งหมด (Operation) และมีการเก็บข้อมูลที่ค่อนข้างยุ่งยากกว่าวิธี OWAS ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี PATH มีรายละเอียดเกินความจำเป็นที่จะใช้ในงานวิจัยนี้ สำหรับวิธี NIOSH Index นั้นไม่เหมาะสมกับกิจกรรมก่อนอื่นในงานวิจัยนี้ เพราะวิธี NIOSH Index จะใช้กับงานที่มีการยก และแบกหาม เป็นหลัก

## 2.5 ความสัมพันธ์ ระหว่างการยศาสตร์และการเพิ่มอัตราผลผลิตในการทำงาน

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น กระบวนการ หรือวิธีการที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตนั้นมีหลากหลายวิธีการ ตั้งแต่การวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิต จนถึงการพัฒนากระบวนการในการทำงานเพื่อจุดประสงค์ในการเพิ่มอัตราผลผลิต โดยปัจจัยด้านการยศาสตร์นั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเพิ่มอัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง (Liberda et al., 2004; Lim และ Alum, 1995) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมก่อสร้างซึ่งมีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก การปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์เป็นกระบวนการในการปรับปรุงสภาพการทำงานให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานและช่วยให้มีอัตราผลผลิตที่สูงขึ้น (Albers และ Estill, 2007)

นอกจากนี้กระบวนการ หรือวิธีการต่างๆที่นำมาใช้ในการเพิ่มอัตราผลผลิตนั้น ส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงสภาพทางการยศาสตร์ เน้นเพียงแต่ให้มีอัตราผลผลิตที่มากขึ้นโดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับผู้ที่ต้องปฏิบัติงานภายใต้สภาพการทำงานที่อาจไม่มีความเหมาะสม การทำงานภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสมดังกล่าวเป็นระยะเวลาอันอาจส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นเกิดความไม่สะดวกสบาย อาจเป็นอาการเมื่อยล้า, อาการบาดเจ็บที่อาจสะสม หรืออาจเกิดการบาดเจ็บอย่างเฉียบพลัน จนเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงานผู้นั้นลดลงและผลที่ตามมาคือการลดลงของอัตราผลผลิตโดยรวมนั่นเอง (Albers และ Estill, 2007) ดังนั้นการเพิ่มอัตราผลผลิตโดยที่ไม่ได้คำนึงถึงหลักการทางการยศาสตร์อาจทำให้เกิดผลเสียต่อสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงานนั้น และเมื่อผู้ปฏิบัติงานทำงานในสภาวะดังกล่าวเป็นเวลานานจะมีประสิทธิภาพในการทำงานลดลงนั่นเอง

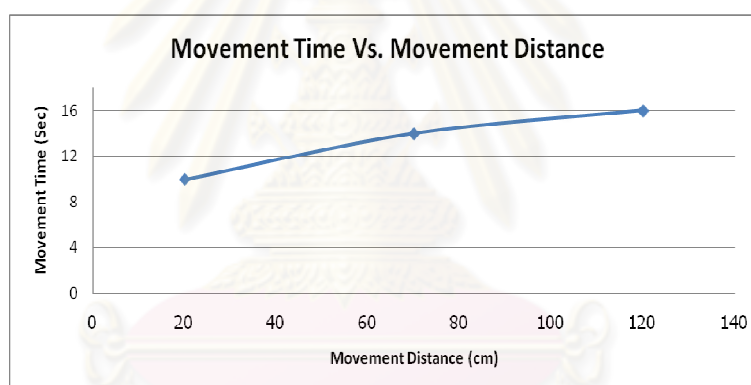
การนำเรื่องของ การเพิ่มอัตราผลผลิตมาเชื่อมโยงกับการยศาสตร์ จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ถึงลักษณะการทำงานโดยใช้หลักการทางการยศาสตร์ เพื่อประยุกต์ใช้เป็นเทคนิคหนึ่งในการเพิ่มอัตราผลผลิต วิธีการดังกล่าวนอกจากจะมีประโยชน์ต่อผู้ลงทุนในแง่อัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้นแล้ว ยังมีประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานในแง่ของความสะดวกสบายและความปลอดภัยอีกด้วย (Hendrick, 1996) เทคนิคดังกล่าวจึงมีความน่าสนใจ เพราะการนำหลักการทางการยศาสตร์มา

ประยุกต์ใช้ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตในการก่อสร้างสามารถเพิ่มอัตราผลผลิต โดยไม่สร้างอาการบาดเจ็บจากการทำงานที่อาจเกิดขึ้นกับคนงานผู้ปฏิบัติงานนั้น

การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา มีผู้วิจัยที่นำหลักการทางกายศาสตร์มาใช้เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต และหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางกายศาสตร์กับอัตราผลผลิต ซึ่งสามารถยกตัวอย่างของงานวิจัยที่ผ่านมาได้ ดังนี้

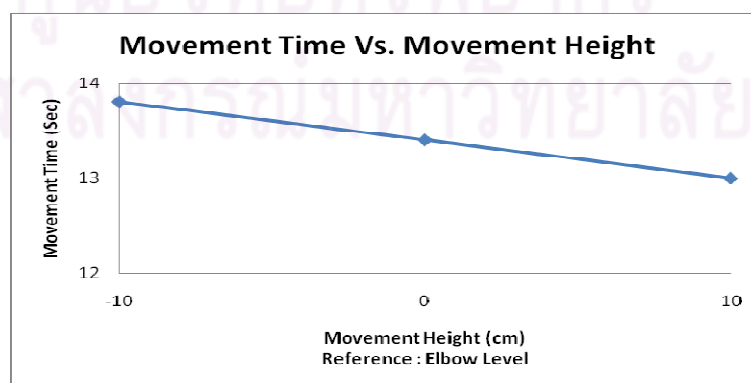
Resnick และ Zanotti (1997) วิจัยการปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์ เพื่อให้อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยผู้ถูกทดลองจะต้องทำการติดตั้งขั้วไฟฟ้า ซึ่งต้องมีการทำไขควงมาไขให้หน้าสัมผัสของขั้วไฟฟ้าสัมผัสกันได้อย่างสมบูรณ์จำนวน 10 ครั้ง และจับเวลาที่ใช้ในการทำงานดังกล่าว มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่เกี่ยวข้องของการกายศาสตร์ให้มีความแตกต่างกัน ได้แก่ ระยะทางที่เคลื่อนที่, ระยะความสูงที่เอื่อม และน้ำหนักของไขควงที่ใช้

ในการวิจัยทำการทดลองทีละปัจจัย และทำการวัดระยะเวลา (Movement time) ที่ใช้ในการไขไขควงให้แล้วเสร็จตามที่กำหนด ผลการทดลองที่ได้รับแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.9 ถึง 2.11



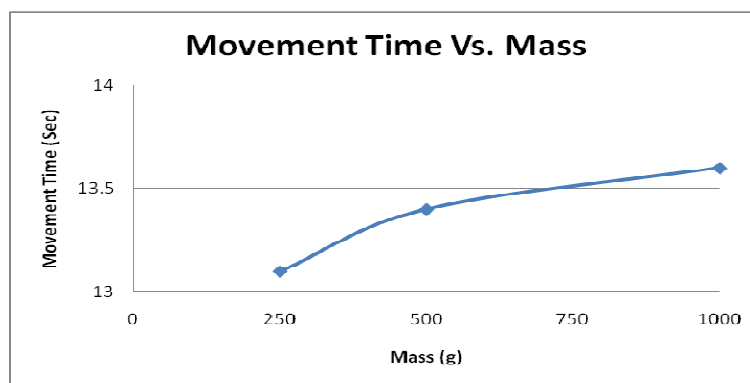
รูปที่ 2.9 แสดงผลของระยะทางในการเคลื่อนที่ ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้

(ที่มา: Resnick และ Zanotti, 1997)



รูปที่ 2.10 แสดงผลของความสูงที่เอื่อม ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้

(ที่มา: Resnick และ Zanotti, 1997)



รูปที่ 2.11 แสดงผลของน้ำหนักของไขควง ที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้

(ที่มา: Resnick และ Zanotti, 1997)

ระยะทางที่เคลื่อนที่, ระยะความสูงที่เอื้อม และน้ำหนักของไขควงที่ใช้เป็นปัจจัยที่แสดงถึงสภาพทางการยศาสตร์ของการทำงาน ซึ่งการวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยดังกล่าว ผลลัพธ์ที่ได้รับจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า หากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพทางการยศาสตร์จะส่งผลต่อระยะเวลาในการทำงานนั้นให้แล้วเสร็จ

จากผลการวิจัยข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่าการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์สามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้ ดังที่เห็นได้อย่างชัดเจนว่าการปรับปรุงสภาพการทำงานให้ดีขึ้นส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานให้แล้วเสร็จลดลง ซึ่งหมายความว่าอัตราผลิตของการทำงานสูงขึ้นนั่นเอง

Yeow และ Sen (2003) ประยุกต์ใช้หลักการทางการยศาสตร์เพื่อช่วยในการเพิ่มอัตราผลิตของโรงงานผลิตแผงวงจรรวมในประเทศมาเลเซีย Yeow และ Sen (2003) ทำการสำรวจสภาพการทำงานในโรงงานผลิตแผงวงจรรวมเพื่อหาข้อบกพร่องในสายการผลิตในโรงงาน และสรุปถึงปัญหาที่พบในโรงงานดังกล่าว จากปัญหาที่ Yeow และ Sen (2003) พบนั้น เป็นปัญหาที่จัดเป็นปัญหาทางการยศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น โรงงานดังกล่าวมีการออกแบบโต๊ะทำงานของพนักงานประกอบแผงวงจรที่ไม่ถูกต้อง จากสำรวจด้วยวิธีการทำแบบสอบถาม และการเข้าไปสังเกตการณ์พบว่าพนักงานกลุ่มดังกล่าวมีความล้าที่ข้อมือสูงอันเนื่องมาจากการออกแบบโต๊ะทำงานที่ไม่มีที่พักแขน หลังจากพบปัญหาดังกล่าว Yeow และ Sen (2003) ได้ทำการปรับปรุงโต๊ะทำงานดังกล่าวเพื่อปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ จากนั้นจึงได้ทำการสำรวจเพื่อวัดผลภายหลังการปรับปรุง จากผลลัพธ์ที่ได้รับพบว่าพนักงานงานมีความเมื่อยล้าที่ข้อมือลดลง และอัตราผลิตของพนักงานกลุ่มดังกล่าวสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงร้อยละ 6.5

จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพทางการยศาสตร์ ส่งผลให้ค่าอัตราผลิตที่ได้นั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ให้ดีขึ้นส่งผลให้อัตราผลิตดีขึ้นด้วย ดังที่เห็นได้จากผลการวิจัยดังกล่าว

Rhijn et al. (2005) ทำการวิจัยถึงความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงสภาพการทำงานและอัตราผลผลิต โดยทำการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตโดยอาศัยหลักการทางกายศาสตร์ในสายการผลิตอุปกรณ์ให้แสงสว่างฉุกเฉิน (The production of emergency lighting devices) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุงสภาพการทำงานโดยอาศัยหลักการทางกายศาสตร์สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้ถึงร้อยละ 44 ซึ่งได้แสดงให้เห็นถึงอัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการปรับปรุงสภาพการทำงานโดยใช้หลักการทางกายศาสตร์

นอกจากนี้แม้แต่ในงานวิจัยของ Karhu et al. (1981) ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อหาทางแก้ไขสภาพการทำงานในโรงงานผลิตเหล็ก โดยการวิเคราะห์และแก้ไขสภาพการทำงาน 2 จุด คือ

1) การวางเรียงก้อนอิฐเพื่อใช้เป็นวัสดุกันความร้อนของเตาเผาเหล็ก

Karhu et al. (1981) ได้ปรับเปลี่ยนกระบวนการและนำเสนอวิธีการใหม่ในการแก้ไขสภาพในงานทำงานให้ดีขึ้น โดยใช้เทคนิค OWAS ในการประเมินค่าทางกายศาสตร์ เมื่อ Karhu et al. (1981) ได้ตรวจสอบผลการวิจัย นอกจากจะพบว่าคนงานมีสภาพการทำงานที่ดีขึ้นและยังพบว่าเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้นลดลงร้อยละ 10

2) การปรับปรุงการติดตั้ง Mold ในโรงงาน

Karhu et al. (1981) พัฒนาเครื่องมือมาช่วยในการปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์ และเช่นเดียวกับการปรับปรุงวิธีการเรียงก้อนอิฐ นอกจากสภาพการทำงานที่ดีขึ้น Karhu et al. (1981) ยังพบว่า การปรับปรุงสภาพทางกายศาสตร์สามารถช่วยลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ (Mold) ได้ถึงร้อยละ 25

จากตัวอย่างของผลงานวิจัยในอดีตตามที่ได้ยกตัวอย่างมาแล้ว แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางกายศาสตร์ และอัตราผลผลิต อย่างไรก็ตาม ไรก็ดีจากการศึกษาวิจัยในอดีตยังไม่พบการวิจัยถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เนื่องจากการวิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์นั้น โดยส่วนใหญ่ เป็นศึกษาการประเมินค่าของการยศาสตร์ (Gilkey et al., 2003), การลดการเกิดอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงาน (Mirka et al., 2003) และการศึกษาอาการบาดเจ็บอันเกิดมาจากสภาพที่ผิดหลักการทางกายศาสตร์ (Spielholz et al., 2006) โดยยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาความสัมพันธ์ระหว่างการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตของกิจกรรมก่อสร้างโดยตรง

## 2.6 งานวิจัยในอดีตและข้อจำกัด

จากที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นเป็น การประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยเครื่องมือรูปแบบต่างๆ (Gilkey et al., 2003), การลดอันตรายที่อาจเกิดจากการทำงาน (Mirka et al., 2003) หรือการศึกษาเกี่ยวกับอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นกับคนงานก่อสร้าง (Spielholz et al., 2006)

สำหรับการประเมินค่าทางการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นมีการศึกษาอยู่บ้าง เช่น Gilkey et al. (2003) ทำการศึกษาเกี่ยวกับอาการบาดเจ็บของหลังส่วนล่างอันเกิดมาจากการทำงาน ของคนงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับงานช่างไม้ ซึ่ง Gilkey et al. (2003) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) ที่เป็นเครื่องมือในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ โดยวัตถุประสงค์สำหรับการทดลองนี้คือการประเมินค่าทางการยศาสตร์ของคนงานที่ทำงานช่างไม้ การวิจัยทำโดยการเข้าไปประเมินค่าทางการยศาสตร์ของคนงานก่อสร้างที่เป็นช่างไม้ โดยใช้รูปแบบการสัมภาษณ์, การตอบแบบสอบถาม และการใช้การถ่ายภาพโทรทัศน์ เพื่อประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วย OWAS โดยผลการวิจัยสามารถบอกได้ว่า คนงานที่ทำงานเป็นช่างไม้นั้น มีการทำงานในสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี มีความเสี่ยงค่อนข้างมากต่อการได้รับการบาดเจ็บจากการทำงานดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Paquet et al. (1999) ที่ได้ประเมินค่าสภาพทางการยศาสตร์ของกิจกรรมการแบกหาม (Manual Material Handling) ในงานก่อสร้างทางหลวง โดยใช้วิธีการประเมินค่าแบบ PATH โดย Paquet et al. (1999) ได้แบ่งกลุ่มของคนงานที่จะทำงานศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1.คนงานเหล็ก (งานเหล็กเสริมคอนกรีต) 2.คนงานไม้ (งานไม้แบบ) และ 3.กรรมกร โดยงานวิจัยได้ทำการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในคนงานแต่ละกลุ่มที่ได้ทำการแบ่งไว้ ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้แสดงถึงกิจกรรมที่มีการทำงานในสภาพที่ผิดหลักการทางการยศาสตร์ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีการในการลดความอันตรายในกิจกรรมนั้นๆ อีกด้วย

สำหรับการศึกษาในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการทำงานด้วยกระบวนการทางการยศาสตร์นั้น Mirka et al. (2003) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้หลักการทางการยศาสตร์เพื่อทำการปรับปรุงสภาพการทำงานโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเครียดและอาการเมื่อยล้าที่เกิดกับหลังส่วนล่างของคนงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์คือ NIOSH, 3DSSPP และ LMM ซึ่งใช้ประเมินค่าทางการยศาสตร์สำหรับงานที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกับการยกวัสดุต่างๆ Mirka et al. (2003) ได้ทำการประเมินค่าทางการยศาสตร์ของงานยกแผ่นยิปซัม เพื่อประกอบเป็นผนังเบาภายในอาคาร หลักจากที่ทำการประเมินค่าสภาพการทำงานแบบปรกติแล้ว Mirka et al. (2003) ได้นำเสนอกระบวนการใหม่ใน

การทำงาน โดยใช้เครื่องมือที่คิดค้นใหม่ เมื่อทำการประเมินค่าทางการยศาสตร์ภายหลังการปรับปรุงแล้วพบว่า การทำงานมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ผลที่ได้รับดังกล่าวแล้ว Mirka et al. (2003) ยังพบว่าอัตราผลผลิตของการประกอบผนังเบาภายในอาคารมีค่าสูงขึ้น

นอกจากนี้ มีการศึกษาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจากการทำงาน โดยจำแนกงานก่อสร้างออกเป็นกลุ่มต่างๆ Spielholz et al. (2006) ได้ทำการวิจัยเพื่อระบุและหาวิธีการในการลดปัญหาที่เกี่ยวกับความเสี่ยงของการบาดเจ็บเนื่องจากการทำงานในกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้าง และ Spielholz et al. (2006) ได้ทำการวิจัยโดยแบ่งกลุ่มของงานก่อสร้างตามกิจกรรมที่ทำคือ

- 1) งานหลังคา (Roofing)
- 2) งานโครงสร้าง (Residential Framing Tasks)
- 3) งานไม้ (Commercial Carpentry)
- 4) งานผนังเบา (Dry walling)
- 5) งานเบ็ดเตล็ด (Hodcarriers)
- 6) งานก่ออิฐ (Masonry Installation)

ผลการวิจัยได้ระบุถึงจุดที่มีความเสี่ยงของแต่ละกลุ่มงานก่อสร้าง พร้อมทั้งบอกถึงแนวทางในการแก้ไขจุดที่มีความเสี่ยงเพื่อลดระดับอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

จากที่ได้ยกตัวอย่างงานวิจัยทั้ง 3 งานวิจัยข้างต้นนั้นเป็นแนวทางของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งหากกล่าวโดยรวมแล้วพบว่า การวิจัยในเรื่องการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นเน้นขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการประเมินสภาพทางการยศาสตร์, การลดอันตรายของการทำงาน และการศึกษารูปแบบการบาดเจ็บจากการทำงาน โดยยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ท่าทางที่ใช้ในการทำงานก่อสร้าง การขาดงานวิจัยในหัวข้อดังกล่าวส่งผลให้ คนงานไม่ทราบถึงการใช้ท่าทางที่มีความเหมาะสมตามหลักการทางการยศาสตร์ ซึ่งการใช้ท่าทางที่เหมาะสมสามารถช่วยลดความเสี่ยงที่อาจได้รับการบาดเจ็บจากการทำงานก่อสร้างได้

นอกจากนี้งานวิจัยในอุตสาหกรรมอื่นพบว่า หลักการทางการยศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเพิ่มอัตราผลผลิตได้ ซึ่งวิธีการในการเพิ่มอัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นมีวิธีการ หรือกระบวนการในการปฏิบัติอยู่มากมาย การประยุกต์กระบวนการต่างๆในการเพิ่มอัตราผลผลิตโดยมิได้ให้ความสำคัญด้านการยศาสตร์นั้น อาจเกิดผลเสีย หรือเกิดข้อจำกัดในการเพิ่มอัตราผลผลิตบางประการเช่น อาการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นกับคนงานก่อสร้าง, ความเมื่อยล้าที่อาจจะสะสมในคนงาน หรือประสิทธิภาพการทำงานของคนงานที่ลดลง ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเมื่อคนงานต้องทำงานอยู่ในสภาพที่ไม่ถูกต้องตามหลักการทางการยศาสตร์

เพื่อลดข้อจำกัดตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ รวมถึงเป็นแนวทางใหม่ในการเพิ่มอัตราผลผลิตในอุตสาหกรรมก่อสร้าง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น เพราะอุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก การยกระดับสภาพการทำงานของคนที่ด้วยหลักการทางการยศาสตร์สามารถช่วยให้อัตราผลผลิตมีค่าสูงขึ้น โดยไม่ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บจากการทำงาน (Albers และ Estill, 2007)

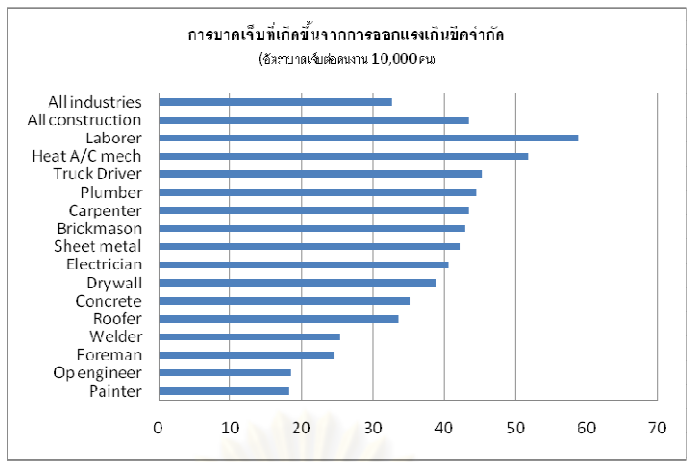
## 2.7 กรอบในการวิจัย

จากข้อจำกัดของงานวิจัยในอดีต งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการนำหลักการทางการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มอัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง โดยทำการศึกษาใน 3 หัวข้อหลักคือ

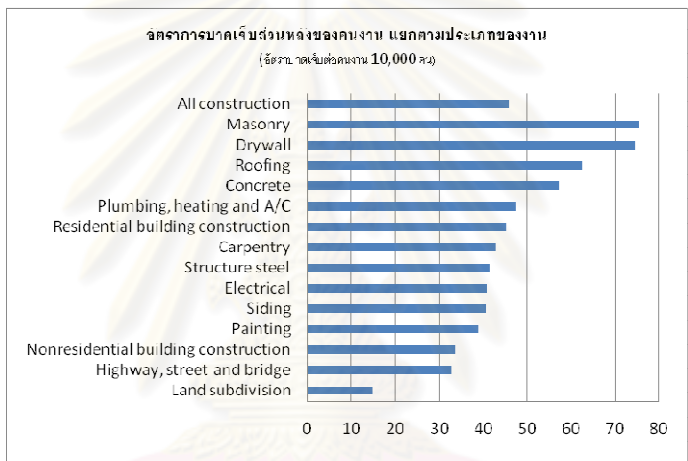
- (1) การวิเคราะห์ท่าทางในการทำงาน ที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ในกิจกรรมก่อสร้าง
- (2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์และอัตราผลผลิตที่ได้รับในงานก่อสร้าง
- (3) การศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงท่าทางการทำงาน โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์

การวิจัยทำโดยการเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตที่ได้รับเมื่อทำงานก่อสร้างในหน่วยงานก่อสร้าง และในสภาวะจำลองการทำงานก่อสร้าง ในงานวิจัยนี้เลือกศึกษากิจกรรมการก่อสร้างเพราะกิจกรรมก่อสร้างหลักงานหนึ่งในการทำงานก่อสร้าง นอกจากนี้กิจกรรมก่อสร้างถูกพบว่ามีสภาพการทำงานที่ผิดหลักการทางการยศาสตร์ค่อนข้างมาก คนงานที่ทำงานก่อสร้างมีอัตราการได้รับบาดเจ็บจากการทำงานสูงเป็นอันดับต้นๆเมื่อเทียบกับกิจกรรมอื่นๆในงานก่อสร้าง ศูนย์การฝึกฝนและวิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้างแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา(The Center for Construction Research and Training) ทำการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเกิดการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากการทำงาน แบ่งตามกิจกรรมต่างๆของงานก่อสร้าง ผลที่ได้พบว่างานก่อสร้างเป็นกิจกรรมที่พบอัตราการบาดเจ็บอยู่ในลำดับต้นๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.12 และ 2.13





รูปที่ 2.12 แสดงการบาดเจ็บที่เกิดจากการออกแรงเกินขีดจำกัด โดยแยกเป็นประเภทของงาน (ที่มา: The Center for Construction Research and Training, 2007)



รูปที่ 2.13 แสดงการบาดเจ็บของหลังในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยแยกเป็นประเภทของงาน (ที่มา: The Center for Construction Research and Training, 2007)

ศูนย์การฝึกฝนและวิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้าง(The Center for Construction Research and Training) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา พบอัตราการบาดเจ็บส่วนหลังของคนงานก่อสร้างมีรายงานอัตราการบาดเจ็บ 100 คน ต่อคนงานทั้งหมด 10,000 คน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการบาดเจ็บของคนงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างโดยรวม จะพบอัตราการบาดเจ็บที่ 70 คน ต่อคนงานทั้งหมด 10,000 คน นอกจากนี้ยังพบอัตราการบาดเจ็บของคนงานก่อสร้างที่เกิดจากการออกแรงเกินขีดจำกัด นั้น พบ 105 คน ต่อคนงานทั้งหมด 10,000 คน

นอกจากงานวิจัยที่ได้ยกตัวอย่างข้างต้นแล้ว ยังมีงานวิจัยอีกมากที่ได้ผลการวิจัยไปในแนวทางเดียวกันว่าคนงานที่ทำงานก่อสร้างนั้น มีปัญหาเรื่องการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานมากกว่าคนงานก่อสร้างที่ทำงานอย่างอื่นอย่างมีนัยยะสำคัญ

ปัจจัยเสี่ยงของคนงานก่อสร้างที่ทำงานก่อสร้างนั้น อยู่ที่ลักษณะการทำงานของคนงานก่อสร้างที่จำเป็นต้องมีการยกก้อนอิฐเพื่อทำการก่อสร้างในลักษณะการทำงานที่ทำซ้ำเป็นจำนวนมาก ลักษณะการทำงานจะต้องมีการเอื้อมและการบิดร่างกายตลอดเวลาการทำงาน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลให้กิจกรรมก่อสร้างเป็นกิจกรรมในการก่อสร้างที่มีความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บมากกว่ากิจกรรมอื่นๆ (Davis, 2002)

สำหรับในขั้นตอนการประเมินค่าทางการยศาสตร์เพื่อให้ทราบถึงสภาพการทำงานของคนงานในกิจกรรมก่อสร้างนั้น ทางผู้วิจัยเลือกใช้วิธี OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีผู้นำไปใช้ในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างอยู่พอสมควร และการวิจัยยังพบว่าวิธี OWAS มีความเหมาะสมกับงานที่มีลักษณะเดียวกับงานที่ทำในอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Kivi และ Mattila, 1991) โดยวิธี OWAS เป็นวิธีที่มีหลักการแบบการสุ่มเวลา (Time Sampling) ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นอัตราส่วนของเวลาที่กระทำอยู่ในท่าทางต่างๆ ตามที่มีการแบ่งหมวดหมู่ไว้ในวิธี OWAS ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยง (Index Risk) สำหรับสูตรและวิธีในการคำนวณหาดัชนีความเสี่ยงนั้น ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นพร้อมกันนั้นก็จะได้มีการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิตที่ได้รับจากการทำงานในสภาพทางการยศาสตร์ดังกล่าว

นอกจากนี้ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้างแล้ว ผู้วิจัยยังได้สร้างสภาพจำลองการก่อสร้าง โดยทำการศึกษาในอิฐ 2 ชนิด ได้แก่ อิฐมวลเบา และอิฐมอญ เพื่อแก้ไขปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้าง โดยมีลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลเหมือนกับการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง สำหรับในรายละเอียดกระบวนการดำเนินการวิจัยนั้น จะกล่าวถึงในบทถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงวิธีการศึกษาวิจัยโดยละเอียด โดยการดำเนินงานวิจัยอธิบายถึงลักษณะของงานวิจัย และขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ซึ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การออกแบบการเก็บข้อมูลเบื้องต้น รวมทั้งการศึกษาเก็บข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้าง และการเก็บข้อมูลจากสภาวะจำลอง โดยมีรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

#### 3.1 ลักษณะของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อประเมินปัจจัยทางการยศศาสตร์ที่อาจก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บ, การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศศาสตร์ และอัตราผลผลิตที่ได้รับ และการศึกษาความเป็นไปได้ และข้อจำกัดของการนำเทคนิคทางการยศศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มอัตราผลผลิต โดยการจดบันทึกข้อมูล และการบันทึกภาพด้วยกล้องวีดีทัศน์ ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยจะกล่าวในหัวข้อ 3.2 สำหรับงานวิจัยนี้แบ่งกลุ่มข้อมูลที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และกลุ่มข้อมูลจากสภาวะจำลอง โดยกลุ่มข้อมูลจากสภาวะจำลอง สามารถแบ่งออกได้อีก 2 กลุ่มย่อย คือสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา และสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ ซึ่งรายละเอียดการเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลจะอธิบายโดยละเอียดในหัวข้อถัดไป

#### 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

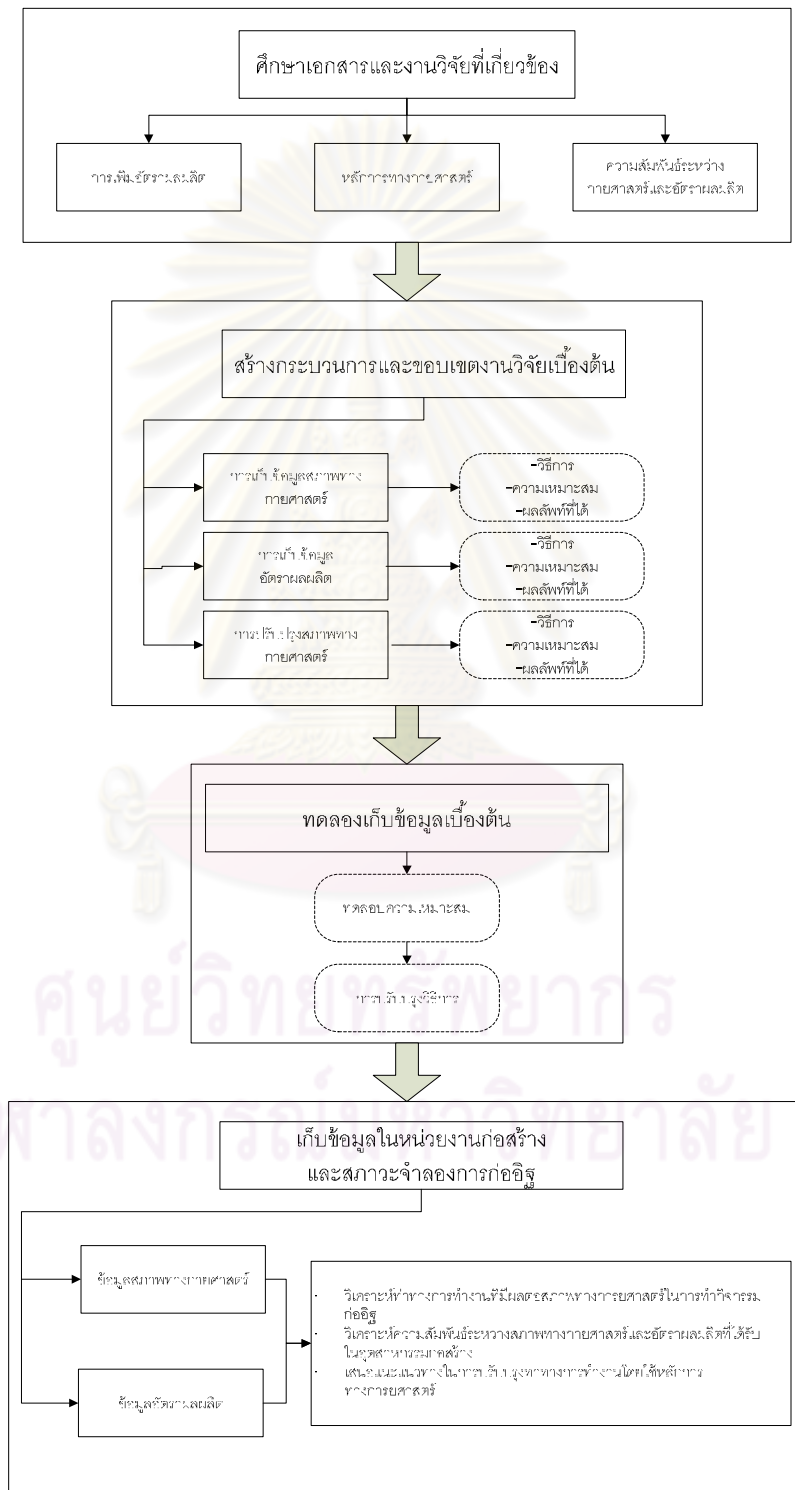
##### 3.2.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นเป็นขั้นตอนของการศึกษาความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องทราบ โดยหัวข้อหลักที่ทำการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

- 1) การเพิ่มอัตราผลผลิต โดยจะทำการศึกษาในเรื่องของประเภทของการเพิ่มอัตราผลผลิต และรูปแบบและกระบวนการในการเพิ่มอัตราผลผลิต

2) หลักการทางกายศาสตร์ เป็นการศึกษาตั้งแต่องค์ความรู้ด้านการยศาสตร์, ความหมาย, ความสำคัญ และการประเมินค่าทางกายศาสตร์

3) ความสัมพันธ์ระหว่างกายศาสตร์และอัตราผลผลิต ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าว ยังไม่มีผู้วิจัยในอุตสาหกรรมก่อสร้าง จึงต้องศึกษางานวิจัยที่มีผู้วิจัยไว้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เพื่อนำแนวคิดและวิธีการมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ต่อไป



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

### 3.2.2 การทำสรุปกระบวนการและขอบเขตการวิจัยเบื้องต้น

การสรุปกระบวนการและขอบเขตของการวิจัยเบื้องต้น เป็นการออกแบบกระบวนการวิจัยที่อาศัยข้อมูลจากการศึกษางานวิจัยในอดีตและปรึกษากับผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้กระบวนการทดลองที่เหมาะสมกับจุดประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ และเนื่องจากมีกิจกรรมมากมายในงานก่อสร้างในขั้นตอนนี้จะมีการกำหนดขอบเขตงานวิจัยให้มีความเหมาะสมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการวิจัยตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยในขั้นตอนของการเก็บข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงาน
- 2) การเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต

### 3.2.3 การทดลองเก็บข้อมูลเบื้องต้นและแก้ไขปรับปรุง

การเก็บข้อมูลเบื้องต้น และแก้ไขปรับปรุงกระบวนการวิจัย เป็นการตรวจสอบ และปรับปรุงกระบวนการเก็บข้อมูลที่ออกแบบไว้ให้มีความเหมาะสมและถูกต้องโดยการนำไปทดลองเก็บข้อมูลเบื้องต้นก่อนว่ากระบวนการที่ได้ออกแบบไว้ มีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ซึ่งขั้นตอนในการเก็บข้อมูลนั้นควรทำตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้อที่ 3.2

### 3.2.4 การสรุปกระบวนการและขอบเขตของการวิจัย โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

การสรุปกระบวนการและขอบเขตของการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการและขอบเขตของงานวิจัย เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้ตามวัตถุประสงค์

### 3.2.5 การเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลอง

การวิจัยออกแบบกระบวนการเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และการเก็บข้อมูลจากสภาวะจำลองการก่อสร้าง

กระบวนการเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้อาศัยแนวทางการวิจัยของ Kivi และ Mattila (1991) โดยการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ถ่ายเทปโทรทัศน์ และเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต ของคนงานที่ทำงานก่อสร้าง

การเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง ผู้วิจัยได้พยายามเลือกช่วงเวลาที่คนงานก่ออิฐสามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ การเก็บข้อมูลที่หน่วยงานก่อสร้างทำให้ผู้วิจัยทราบถึงอุปสรรคบางประการที่อาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของข้อมูลที่ได้รับ ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดของอุปสรรคที่พบจากการเก็บข้อมูลที่หน่วยงานได้ ดังนี้

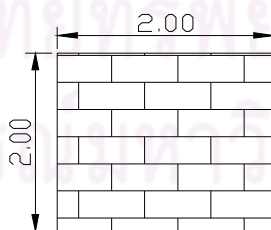
1) ข้อมูลไม่ครบถ้วนเนื่องจากคนงานก่ออิฐ ไม่ได้ทำงานอย่างต่อเนื่องเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น การพักระหว่างการทำงาน, อิฐหมด, หน่วยงานมีงานอื่นที่รีบด่วนกว่าแทรกเข้ามา ฯลฯ

2) ข้อมูลในแต่ละกลุ่มมีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน เช่น ลักษณะของแผงก่ออิฐที่ทำการก่อ, ความสูงของแผงอิฐที่ทำการก่อ ฯลฯ สาเหตุเหล่านี้ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลระหว่างกลุ่มมาเปรียบเทียบกันได้ หรือถ้านำมาเปรียบเทียบก็อาจได้ผลลัพธ์ที่ไม่ชัดเจน

3) ข้อจำกัดของกล้องวีดิทัศน์ที่ใช้งาน มีระยะเวลาใช้งานที่จำกัดเพราะต้องใช้แบตเตอรี่ เนื่องจากบางครั้งพนักงานก่อสร้าง ไม่สามารถหาเตาเสียบเพื่อต่อกระแสไฟฟ้ามาใช้ได้

จากอุปสรรคดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลจากสภาวะจำลอง ซึ่งเป็นการออกแบบการทดลองที่จำกัดปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อข้อมูลที่ได้รับ โดยสร้างการก่ออิฐจำลองขึ้นในบริเวณที่สะดวกต่อการเก็บข้อมูล และควบคุมสภาพการทำงานให้มีการจำกัดปัจจัยต่างๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดของการออกแบบการทดลอง ดังนี้

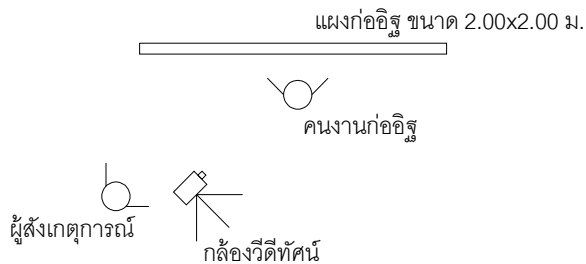
คนงานก่ออิฐ ทั้งหมด 4 คน ในแต่ละคน ทำการก่ออิฐ คนละ 2 แผง รวมทั้งสิ้น 8 แผง ในแต่ละแผงมีขนาด 2.00x2.00 ม. โดยเป็นการก่ออิฐเพียงอย่างเดียว ไม่มีการเททับหลัง ตามรูปที่ 3.2 และเพื่อให้มีความคล้ายคลึงกับการทำงานก่ออิฐจริงมากที่สุด ผู้วิจัยได้ตั้งเสาเหล็กขึ้นมา เพื่อเป็นแนวในการก่ออิฐ ซึ่งสามารถแสดงรูปได้ ดังรูปที่ 3.2



แผงก่ออิฐ ขนาด  
2.00 ม. x 2.00 ม.

รูปที่ 3.2 แสดงแผงก่ออิฐที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

สำหรับแผนผัง การจัดเครื่องมือในการทดลองสภาวะจำลองการก่ออิฐ สามารถแสดงได้ตามรูปที่ 3.3



## แผนผังการจับเครื่องมือ

รูปที่ 3.3 แสดงแผนผังการจับเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยได้จัดการสภาวะจำลองการก่ออิฐที่หน่วยงานก่อสร้างในกรุงเทพมหานคร โดยขั้นตอนดำเนินการเริ่มจากการปรับพื้นที่ให้เรียบ จากนั้นทำพื้นเรียบที่ได้ระดับสำหรับก่ออิฐ จากนั้นนำเสาเหล็กมาตั้งให้ตรง โดยเสาเหล็กต้องตั้งให้ได้ฉากกับพื้นที่ก่ออิฐ ซึ่งแสดงให้เห็นได้จากรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงสภาพโดยทั่วไปของการจัดการทดลอง

เพื่อลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดให้คนงาน 2 คนทำงานก่ออิฐพร้อมกัน และบันทึกเทปโทรทัศน์ ตั้งแต่เริ่มก่ออิฐ จนกระทั่งก่ออิฐแล้วเสร็จตามขนาดที่กำหนด ในระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการควบคุมสภาพในการทำงานก่ออิฐให้สามารถทำการก่ออิฐได้อย่างเต็มที่ โดยปราศจากการรบกวนจากสภาวะภายนอก ซึ่งการก่ออิฐจะเตรียมก้อนอิฐ และปูนก่อ ให้เพียงพอ สำหรับการก่อกำแพง ขนาด 2.00x2.00 เมตร เพื่อให้คนงานก่ออิฐไม่ต้องเสียเวลาในการจัดเตรียมสิ่งต่างๆ ข้างต้น

ในการออกแบบการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยได้กำหนดให้ทำการเก็บข้อมูลในอิฐ 2 ประเภท คือ อิฐมวลเบา และอิฐมอญ โดยการก่ออิฐประเภทแรกเป็นการก่อผนังที่ใช้อิฐมวลเบาขนาด 60x20x7.50 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 5.58 กิโลกรัมต่อหนึ่งก้อน ซึ่งอิฐมวลเบาที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีหลายประเภท สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.1 โดยงานวิจัยเลือกใช้อิฐมวลเบาขนาด 60x20x7.50 เซนติเมตร

ตารางที่ 3.1 แสดงประเภทของอิฐมวลเบาที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ประเภท	ขนาด กว้าง x ยาว (เซนติเมตร)	ความหนา (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อก้อน)
1	20 x 60	7.5	5.58
2	20 x 60	10.0	7.44
3	20 x 60	12.5	9.30
4	20 x 60	15.0	11.16
5	20 x 60	20.0	15.24

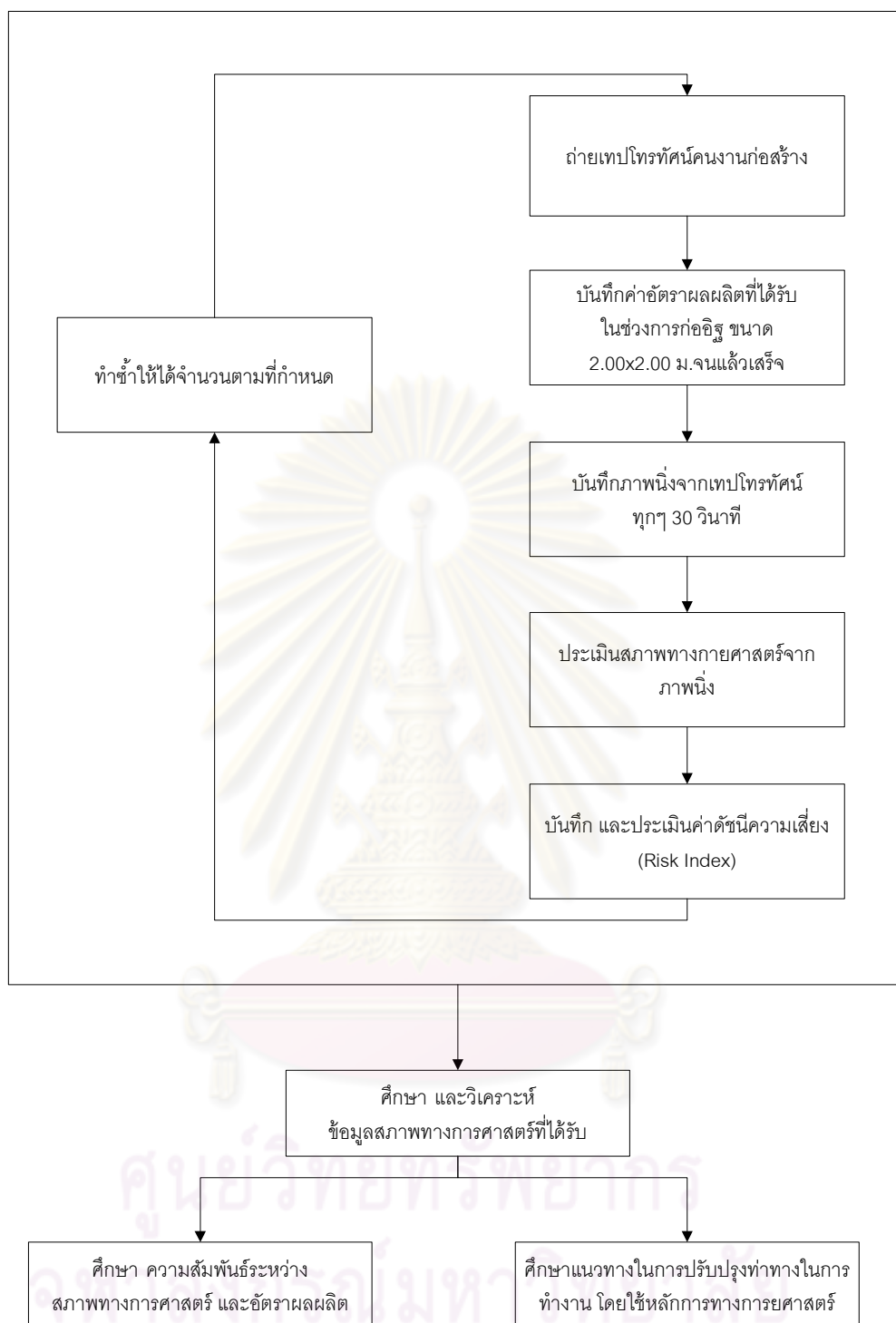
สำหรับการก่ออิฐประเภทที่สองเป็นการก่อผนังที่ใช้อิฐมอญขนาด 7x15x3 เซนติเมตร โดยมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย ประมาณ 1 กิโลกรัมต่อก้อน ซึ่งการก่อผนังอิฐทั้งสองรูปแบบใช้คนงานทั้งหมด 4 คนโดยแต่ละคนทำการก่ออิฐประเภทละ 2 ครั้ง

จากนั้นผู้วิจัยได้นำเทปวีดีทัศน์ดังกล่าวไปตัดภาพนิ่ง ซึ่งตัดทุก 30 วินาที ด้วยโปรแกรม VideoSnapshot เพื่อนำภาพที่ได้รับแต่ละภาพมาประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค OWAS

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ทำการเก็บข้อมูลด้านอัตราผลผลิต โดยการจำบันทึกจำนวนก้อนอิฐที่ก่อได้ในแต่ละช่วงเวลาเพื่อนำข้อมูลที่ได้รับไปวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตต่อไป

แผนภาพแสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต สามารถแสดงได้ ดังนี้





รูปที่ 3.5 แสดงการเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต

### 3.2.6 การวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิจัย

การวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิจัยจะนำผลการทดลองที่ได้รับมาทำการวิเคราะห์ และนำเสนอ ใน 6 หัวข้อ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### (1) ลักษณะของข้อมูล

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะบรรยายถึงลักษณะทั่วไปของกลุ่มข้อมูล เช่น เพศ, อายุ, ประสบการณ์ในการทำงาน, ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล และจำนวนข้อมูลที่ได้รับ เพื่อเป็นข้อมูลลักษณะทั่วไปเบื้องต้นของกลุ่มข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัย

#### (2) การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย

การหาอัตราส่วนระดับความอันตรายเป็นการวิเคราะห์เบื้องต้น เพื่อให้ทราบถึงความเสี่ยงในงานก่อนอิฐของคองงาน โดยการวิเคราะห์จำเป็นต้องใช้ข้อมูลท่าทางเพื่อมาวิเคราะห์ ข้อมูลท่าทางที่ได้รับเกิดจากการตัดภาพนิ่ง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาคำนวณรหัสท่าทางตามเทคนิค OWAS ผู้วิจัยจะทำตารางความถี่ของแต่ละรหัสท่าทาง และเมื่อได้ตารางความถี่ของแต่ละรหัสท่าทางแล้วจะนำข้อมูลดังกล่าวไปสร้างตารางความถี่ของแต่ละกลุ่มระดับความอันตรายทั้ง 4 ระดับ ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (winOWAS) ที่ได้รับการออกแบบสำหรับช่วยในการคำนวณค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS มาช่วยในการคำนวณ ผู้วิจัยเลือกใช้การประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) เพราะวิธีการดังกล่าวมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ คือ

1. เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมในการประเมินค่าทางการยศาสตร์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง (Kivi และ Mallila, 1991)
2. เป็นเทคนิคที่ไม่รบกวนสภาพการทำงาน (Kivi และ Mallila, 1991)
3. เป็นเทคนิคที่นอกจากสามารถระบุปัญหาทางการยศาสตร์ได้แล้ว ยังสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ในการปรับปรุงสภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้นได้ (Karhu et al., 1977)
4. การเก็บข้อมูลและการประมวลผลสามารถทำได้สะดวก ไม่ซับซ้อน

ผลที่ได้รับผู้วิจัยสามารถแสดงอัตราส่วนของแต่ละระดับความอันตราย ในแต่ละกลุ่มข้อมูล จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดการคำนวณในหัวข้อถัดไป

## (3) การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ สามารถคำนวณได้จาก ค่าอัตราส่วนความถี่ของระดับความอันตรายในแต่ละระดับความอันตราย ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\text{Index Risk (IR)} = [ (a \times 1) + (b \times 2) + (c \times 3) + (d \times 4) ] \times 100$$

a, b, c และ d คือ ค่าอัตราส่วนความถี่ของระดับความอันตราย ระดับ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ

ค่า Index Risk (I) ที่คำนวณได้ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 100 ถึง 400 โดยค่าที่มาก แสดงถึงความเสี่ยงที่มากขึ้นนั่นเอง

หลังจากที่คำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของแต่ละกลุ่มข้อมูลแล้วเสร็จ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วนความถี่ในแต่ละระดับความอันตราย เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสอง ผู้วิจัยใช้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, r) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้วัดความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยไม่พิจารณาว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เป็นค่าที่ไม่มีหน่วย ซึ่งความหมายของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันที่คำนวณ สามารถอธิบายความหมาย ได้ดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2007)

1. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เป็นบวก และมีค่าใกล้เคียง 1 หมายถึง ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมาก และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้าตัวแปรหนึ่งเพิ่มขึ้นอีกตัวแปรหนึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย
2. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เป็นลบ และมีค่าใกล้เคียง -1 หมายถึง ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมาก และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม คือ ถ้าตัวแปรหนึ่งเพิ่มขึ้นอีกตัวแปรหนึ่งจะมีค่าลดลง
3. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเข้าใกล้ 0 แสดงความตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันน้อย

สำหรับเกณฑ์การพิจารณาว่าตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันนั้น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ควรมีค่ามากกว่า 0.700 หรือหากเป็นความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามค่าสัมประสิทธิ์ควรมีค่าน้อยกว่า -0.700 (พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ, 2007)

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ผู้วิจัยใช้โปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) เป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย สามารถทำให้ทราบถึงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้อมูลทั้งสอง และนำไปวิเคราะห์ต่อไป

(4) การวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทาง

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 วิธี OWAS ได้แบ่งร่างกายออกเป็น 4 องค์ประกอบ และในแต่ละองค์ประกอบจะมีท่าทางต่างกัน ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 2.4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทางเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย อันได้แก่ หลัง แขน ขา และน้ำหนักที่แบกทาน กับ ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร โดยการวิเคราะห์มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน สามารถบอกถึงระดับความสัมพันธ์ดังกล่าวได้

(5) อัตราการผลิตของกิจกรรมก่อกออิฐมวลเบา

ในหัวข้อนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลอัตราการผลิตที่ได้รับจากการเก็บข้อมูล และข้อมูลอัตราการผลิตจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการเกษตร โดยมีสูตรการคำนวณอัตราการผลิต ดังนี้

$$\text{Labor productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Work - Hour}}$$

(6) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการเกษตร

ปัจจัยที่ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ถึงรูปแบบความสัมพันธ์ มี 3 ปัจจัย คือ ความเสี่ยงทางการเกษตร, อัตราการผลิต และความสูงของการก่อกออิฐ โดยนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ 3 รูปแบบความสัมพันธ์ ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และความสูงของการก่อกออิฐ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราการผลิต
3. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราการผลิต

ผู้วิจัยใช้การสร้างแผนภูมิเพื่อวิเคราะห์ถึงรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าวพร้อมสร้างเส้นแนวโน้มของข้อมูล โดยใช้โปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) เป็นเครื่องมือช่วยในการหาเส้นแนวโน้ม และผู้วิจัยพิจารณาชนิดเส้นแนวโน้มที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ , Coefficient of Determination) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจดังกล่าวจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าค่ายิ่งเข้าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปรอิสระ (Independent) สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม (Dependent) ได้มาก (กัลยา วาณิชย์ปัญญา, 2007) กล่าวได้ว่าเส้นแนวโน้มจะน่าเชื่อถือที่สุดเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 1 หรือมีค่าใกล้เคียง 1 ที่สุดนั่นเอง โปรแกรม SPSS สามารถแสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของเส้นแนวโน้มชนิดต่างๆ ได้ ผู้วิจัยจะนำค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมาเปรียบเทียบกัน และเลือกเส้นแนวโน้มที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่มีค่าใกล้เคียง 1 มากที่สุด แผนภูมิที่ได้รับสามารถแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 3 ตามที่นำเสนอข้างต้น

### 3.3 สรุป

บทนี้เป็นการอธิบายวิธีการวิจัย เพื่อวิเคราะห์ท่าทางการทำงานที่มีผลต่อสภาพทางกายศาสตร์ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางกายศาสตร์และอัตราผลผลิตที่ได้รับ นอกจากนี้การศึกษายังนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงท่าทางการทำงาน โดยใช้หลักการทางกายศาสตร์ ซึ่งแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลสภาวะจำลองการก่ออริฐ การเก็บข้อมูลกระทำด้วยการจดบันทึก และการบันทึกภาพด้วยกล้องวีดีทัศน์เป็น หลังจากนั้นนำภาพโทรทัศน์มาตัดเป็นภาพนิ่ง เพื่อประเมินท่าทางที่คนงานใช้ ด้วยเทคนิค OWAS ซึ่งมีความเหมาะสมกับการประเมินสภาพทางกายศาสตร์ในงานก่อสร้าง ข้อมูลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์ในประเด็นต่างๆ ต่อไป สำหรับในรายละเอียด ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์จะกล่าวถึงต่อไป

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางการยศาสตร์ของกระบวนการก่ออิฐมวลเบา ในหน่วยงานก่อสร้าง

บทที่ 4 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทางการยศาสตร์ของกระบวนการก่ออิฐมวลเบาที่เก็บข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้าง โดยงานวิจัยนี้เก็บข้อมูลท่าทางการทำงานก่ออิฐมวลเบาจากหน่วยงานก่อสร้างที่อยู่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งงานก่อสร้างมีลักษณะเป็นงานปรับปรุงและก่อสร้างอาคารสำนักงาน 5 ชั้น และงานก่ออิฐที่ศึกษาเป็นงานก่ออิฐมวลเบาขนาด 60x20x7.50 เซนติเมตร น้ำหนัก 5.58 กิโลกรัมต่อก้อน การเก็บข้อมูลในหน่วยงานทำทั้งหมด 5 ครั้ง และใช้เวลาในการเก็บข้อมูลโดยประมาณครั้งละ 1 ชั่วโมง ลักษณะข้อมูลที่เก็บสามารถแบ่งออกเป็นข้อมูลด้านสภาพทางการยศาสตร์ และข้อมูลด้านอัตราผลผลิตที่ได้รับ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลด้านข้อจำกัด และปัญหาที่พบขณะทำการเก็บข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งข้อมูลที่เก็บจากหน่วยงานก่อสร้างจะนำมาวิเคราะห์ และนำเสนอตามหัวข้อ ทั้งหมด 6 หัวข้อ ดังนี้

- (1) ลักษณะของข้อมูล
- (2) การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย
- (3) การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์
- (4) การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบของท่าทาง
- (5) อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออิฐมวลเบา
- (6) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการยศาสตร์

#### 4.1 ลักษณะของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วยข้อมูลท่าทางการยศาสตร์ และข้อมูลอัตราผลผลิตในการทำงาน โดยข้อมูลทั้งสองเก็บรวบรวมจากหน่วยงานก่อสร้างตามที่ได้กล่าวมาแล้ว กลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูล ประกอบด้วย คนงานก่ออิฐ จำนวน 4 คน แบ่งเป็นเพศชาย 2 คน เพศหญิง 2 คน โดยรายละเอียดของกลุ่มข้อมูลสามารถแสดงได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ ทำงาน (ปี)	ระยะเวลา ในการเก็บข้อมูล	จำนวนข้อมูล ที่ได้รับ
1	หญิง	30	5	1 ชั่วโมง 21 นาที	165
2	หญิง	43	14	1 ชั่วโมง 21 นาที	165
3	หญิง	43	14	1 ชั่วโมง 2 นาที	124
4	ชาย	40	10	1 ชั่วโมง 4 นาที	129
5	ชาย	42	6	1 ชั่วโมง 10 นาที	141

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยคนงานที่มีอายุเฉลี่ย 36.87 ปี มีประสบการณ์ในการทำงานเฉลี่ย 9.75 ปี สำหรับสภาพการทำงานของแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงให้เห็นทราบได้ ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 1 และกลุ่มข้อมูล 2



รูปที่ 4.2 แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 3



รูปที่ 4.3 แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 4



รูปที่ 4.4 แสดงภาพกลุ่มข้อมูล 5

อย่างไรก็ดีเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้จัดเรียงข้อมูลใหม่โดยเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรที่คำนวณได้จากมากไปน้อย ซึ่งสามารถจัดเรียงกลุ่มข้อมูลใหม่ได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูลเรียงลำดับจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรมาก ไปน้อย

กลุ่มข้อมูล	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ทำงาน (ปี)	ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล	จำนวนข้อมูลที่ได้รับ	ดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร
3	หญิง	43	14	1 ชั่วโมง 2 นาที	124	229
1	หญิง	30	5	1 ชั่วโมง 21 นาที	165	217
5	ชาย	42	6	1 ชั่วโมง 10 นาที	141	207
4	ชาย	40	10	1 ชั่วโมง 4 นาที	129	190
2	หญิง	43	14	1 ชั่วโมง 21 นาที	165	153



การเก็บข้อมูลท่าทางใช้การถ่ายภาพด้วยกล้องวีดีทัศน์ เพื่อบันทึกภาพการทำงานของ คนงานก่ออิฐมวลเบา ซึ่งระยะเวลาการเก็บข้อมูลในแต่ละกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาโดยเฉลี่ย 56.5 นาที นอกจากนี้ผู้วิจัยยังบันทึกจำนวนก้อนอิฐที่ก่อได้ทั้งหมด เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ อัตราผลผลิตควบคู่กันไปด้วย ดังแสดงตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลอัตราผลผลิตในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูล 1”

ลำดับ	จำนวนแถว (ก้อน)	จำนวนก้อน	เวลา (วินาที)
1	1	2	450
2	2	6	1,030
3	3	7	1,108
4	4	8	1,540
5	5	9	1,740
6	6	11	2,061
7	7	15	2,306
8	8	16	2,940
9	9	19	3,247
10	10	20	3,420
11	11	21	3,543
12	12	22	4,263
13	13	24	4,705
14	14	27	5,014

ข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ จะนำมาตัดเป็นภาพนิ่ง ทุก 30 วินาที โดยผลจากการ ตัดภาพวีดีทัศน์เป็นภาพนิ่งแล้ว จะได้รับข้อมูลทั้งหมด 724 ข้อมูล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำมา วิเคราะห์ถึงรหัสท่าทาง เพื่อนำข้อมูลรหัสท่าทางดังกล่าวไปวิเคราะห์ถึงสภาพทางการยศาสตร์ นอกจากนี้จะนำข้อมูลอัตราผลผลิตที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์ตาม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยต่อไป

ข้อมูลที่ได้รับจะนำไปวิเคราะห์หองศ์ประกอบของท่าทาง และความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ กับอัตราผลผลิต สำหรับในรายละเอียดการวิเคราะห์จะกล่าวถึงใน หัวข้อถัดไป

#### 4.2 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย

ในหัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย ตามที่ได้กล่าวมาแล้วใน บทที่ 2 ว่าระดับความอันตรายสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ คือระดับที่ไม่อันตราย จนถึงระดับ

อันตรายมากที่สุด เพื่อทราบถึงระดับความอันตรายของท่าทางการทำงาน ผู้วิจัยนำภาพนิ่งที่ได้รับ มาวิเคราะห์รหัสท่าทาง และนำรหัสท่าทางที่ได้ ไปเปรียบเทียบในตารางที่แสดงการแบ่งระดับ ความอันตรายของท่าทางกับรหัสของท่าทาง (ตารางที่ 2.9) และเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจะยกตัวอย่างการนำภาพนิ่งที่ได้รับจากกล้องวิดีโอ มาคำนวณหาระดับความอันตราย หลังจากที่ได้รับรูปภาพที่ตัดเป็นภาพนิ่งแล้วนั้น รูปภาพดังกล่าวจะถูกนำมาใส่รหัสท่าทาง โดย สามารถพิจารณาระดับความอันตรายได้จากตารางแสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทาง เปรียบเทียบกับรหัสของท่าทาง (ตารางที่ 2.9) ผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบสามารถแสดงตัวอย่าง ได้ตามตารางที่ 4.4 ดังนี้

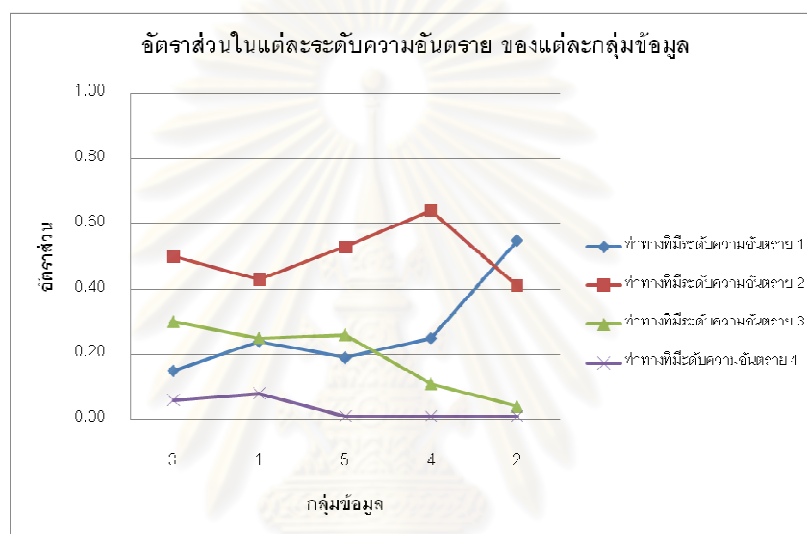
ตารางที่ 4.4 แสดงตัวอย่างการหารหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย รูปภาพจากกลุ่มข้อมูลที่ 1

รูปภาพ	รหัสท่าทาง	ค่าระดับความ อันตราย
	2-1-2-1	2

เมื่อวิเคราะห์รหัสท่าทาง และระดับความอันตรายครบทุกข้อมูลแล้ว ผลการวิเคราะห์ สามารถนำมาแสดงในตารางที่ 4.5 โดยแบ่งตามกลุ่มข้อมูล ซึ่งเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยง ทางกายศาสตร์ จากมากไปน้อย และสามารถแสดงผลในรูปแบบของแผนภูมิได้ ตามรูปที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับความอันตราย

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 1	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 2	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 3	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 4
3	0.15	0.50	0.30	0.06
1	0.24	0.43	0.25	0.08
5	0.19	0.53	0.26	0.01
4	0.25	0.64	0.11	0.01
2	0.55	0.41	0.04	0.01
ค่าเฉลี่ย	0.27	0.50	0.20	0.03



รูปที่ 4.5 แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย ตามแต่ละกลุ่มข้อมูล

ผลการศึกษาจากรูปที่ 4.5 พบว่ากิจกรรมก่อกออิฐ เป็นกิจกรรมที่มีอัตราส่วนของท่าทางที่อยู่ในระดับความอันตราย 1 และ 2 ค่อนข้างสูง (เฉลี่ยร้อยละ 27 และร้อยละ 50.2 ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณารูปที่ 4.5 พบว่าอัตราส่วนท่าทางที่อยู่ในระดับความอันตราย 1 มีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงมีค่าลดลง และในทางกลับกันเมื่อพิจารณาอัตราส่วนท่าทางที่อยู่ในระดับความอันตราย 3 ซึ่งมีอัตราส่วนที่ลดลง พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลง สำหรับในรายละเอียดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์นั้น จะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

#### 4.3 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

หัวข้อนี้ เป็นการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงความเสี่ยงของการเกิดอาการบาดเจ็บ โดยค่าที่สูงแสดงถึงความเสี่ยงของการเกิดอาการบาดเจ็บที่เพิ่ม

สูงขึ้น สำหรับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ตาม ตารางที่ 4.6 และสามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิ ดังรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ แต่ละกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	จำนวนข้อมูล	ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ (IR)
3	124.00	229
1	165.00	217
5	141.00	207
4	129.00	190
2	165.00	153



รูปที่ 4.6 แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มาก ไปยังค่าน้อย

ผลของข้อมูลในตารางที่ 4.6 ทำให้ทราบว่า ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของงาน ก่ออิฐมวลเบา แปรผันอยู่ในช่วงระหว่าง 153 ถึง 229 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 199.20

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ซึ่ง ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และ อัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย สามารถแสดงค่าได้ดังตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย

	IR	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
IR	1	-0.935	0.172	0.956	0.689

จากตารางที่ 4.7 พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วนในระดับความอันตราย 1 และ 3 โดยเป็นความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม และทิศทางเดียวกัน ตามลำดับ ดังนั้นการปรับปรุงท่าทางเพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ สามารถทำได้โดย เพิ่มอัตราส่วนท่าทางในระดับความอันตราย 1 และลดอัตราส่วนท่าทางในระดับความอันตราย 3

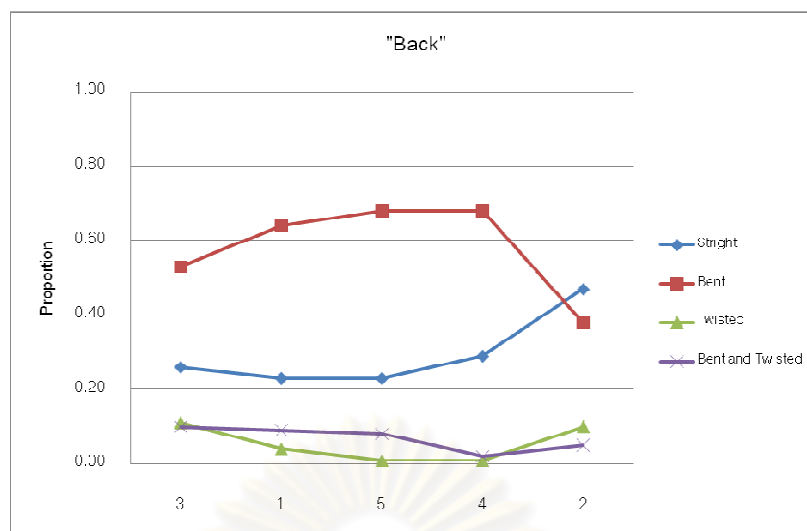
#### 4.4 การวิเคราะห์ท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย

การวิเคราะห์ท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย อันได้แก่ หลัง แขน ขา และน้ำหนักที่แบกทาน กับ ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

การศึกษาศาสตร์หลักการของวิธี OWAS โดยแบ่งองค์ประกอบร่างกายเป็น 4 องค์ประกอบตามที่ได้กล่าวในบทที่ 2 และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงผลการศึกษา โดยนำเสนอแยกในแต่ละองค์ประกอบของร่างกายได้ ดังนี้

##### 4.4.1 ท่าทางของหลัง

ท่าทางของหลัง สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ คือ 1) หลังอยู่ในสภาพที่ตรง 2) หลังอยู่ในสภาพที่โค้ง 3) หลังอยู่ในสภาพที่บิด และ 4) หลังอยู่ในสภาพที่ บิด และโค้ง จากข้อมูลอัตราส่วนของแต่ละท่าทาง ของแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7 นอกจากนี้สามารถแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลังได้ ดังตารางที่ 4.8



รูปที่ 4.7 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “หลัง”

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง

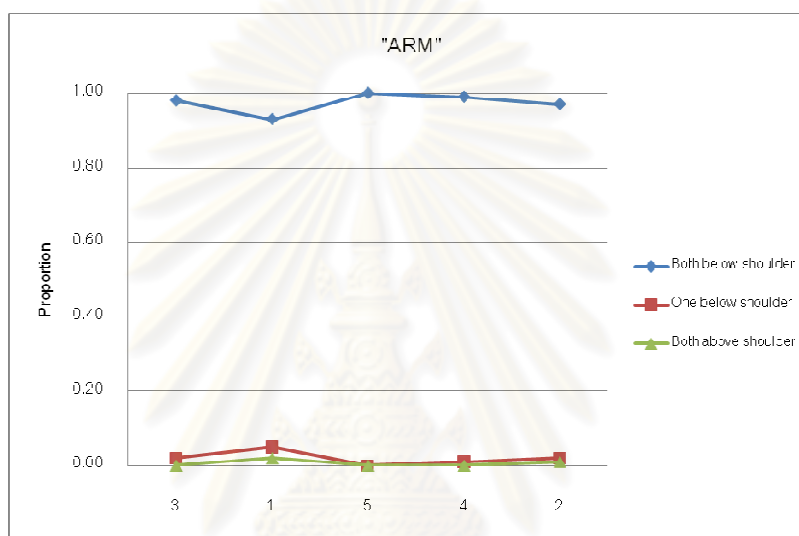
	IR	Straight	Bent	Twisted	Bent and Twisted
IR	1	-0.907	0.572	-0.113	0.702

ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนของท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพที่โค้ง” มีอัตราส่วนสูงที่สุด (ร้อยละ 38 ถึงร้อยละ 68) เมื่อเปรียบเทียบกับท่าทางอื่นๆ อย่างไรก็ตามจากการพิจารณาค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนของท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพที่โค้ง และบิด” มีความสัมพันธ์กันมาก และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพตรง” มีความสัมพันธ์กันมาก แต่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม

การพิจารณาปรับปรุงท่าทางนั้น นอกจากจะพิจารณาท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงแล้ว ควรพิจารณาปรับปรุงท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ จากผลการศึกษาสามารถกล่าวได้ว่าท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพโค้ง และบิด” เป็นท่าทางที่ควรได้รับการปรับปรุง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงท่าทางการทำงาน ควรพิจารณาเปลี่ยนแปลงท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพโค้ง และบิด” เป็นท่าทางอื่นๆ ที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์น้อยกว่า คือ “หลังอยู่ในสภาพที่ตรง” ซึ่งจะช่วยลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลงได้

#### 4.4.2 ท่าทางของแขน

ท่าทางของแขน สามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) แขนทั้งสองข้าง อยู่ต่ำกว่าไหล่ 2) แขนหนึ่งข้างอยู่สูงกว่าไหล่ อีกข้างอยู่ต่ำกว่าไหล่ และ 3) แขนทั้ง 2 ข้างอยู่สูงกว่าไหล่ ข้อมูลอัตราส่วนของแต่ละท่าทาง ของแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.8 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางแขนได้ ดังตารางที่ 4.9



รูปที่ 4.8 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “แขน”

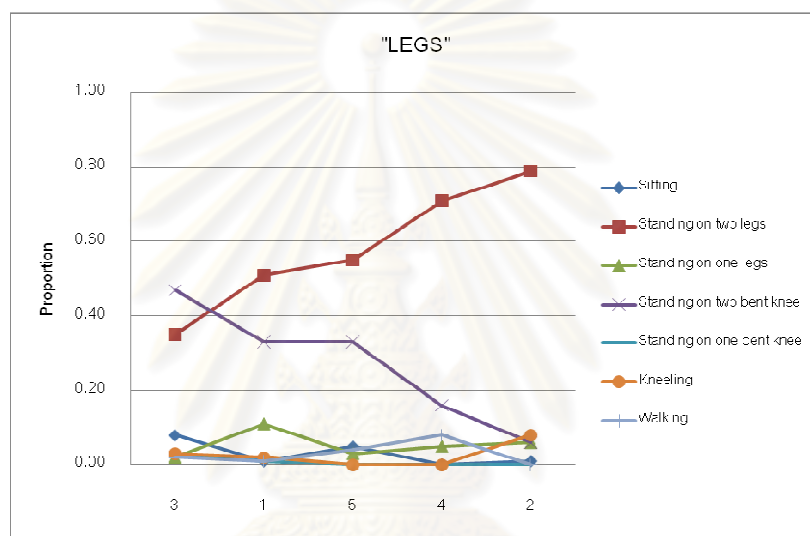
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง

	IR	Both below Shoulder	One below Shoulder	Both above Shoulder
IR	1	-0.144	0.213	-0.100

ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนท่าทางหลัง นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่าค่าอัตราส่วนของท่าทาง “แขนทั้งสองข้าง อยู่ต่ำกว่าไหล่” มีอัตราส่วนที่สูงที่สุด (ร้อยละ 93 ถึง ร้อยละ 100) ซึ่งแสดงให้เห็นทราบว่ากิจกรรมก่ออิฐ มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดี ในองค์ประกอบของร่างกายส่วนแขน

#### 4.4.3 ท่าทางของขา

ท่าทางของขา สามารถแบ่งออกเป็น 7 รูปแบบ คือ 1) นั่ง 2) ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง 3) ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาข้างเดียว 4) ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า 5) ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาเดียวโดยการงอเข่า 6) เข่าหนึ่ง หรือ ทั้งสองข้างสัมผัสกับพื้น และ 7) ขาอยู่ในลักษณะการเดิน จากข้อมูลอัตราส่วนของแต่ละท่าทาง ของแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.9 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขาได้ ดังตารางที่ 4.10



รูปที่ 4.9 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “ขา”

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา

	IR	Sitting	Standing on two legs	Standing on one legs	Standing on two bent knee	Standing on one bent knee	Kneeing	Walking
IR	1	0.622	-0.942	-0.107	0.959	0.696	-0.630	0.094

ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนของท่าทางขา “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” มีอัตราส่วนมากที่สุด (ร้อยละ 35 ถึงร้อยละ 79) ซึ่งท่าทางดังกล่าวเป็นท่าทางที่มีความเสี่ยงน้อยมากทางการยศาสตร์ นอกจากนี้จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ยังพบความสัมพันธ์ที่ตรงกันข้ามที่ชัดเจนระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนท่าทางขา “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” ขณะที่อัตราส่วนของลักษณะท่าทางของ

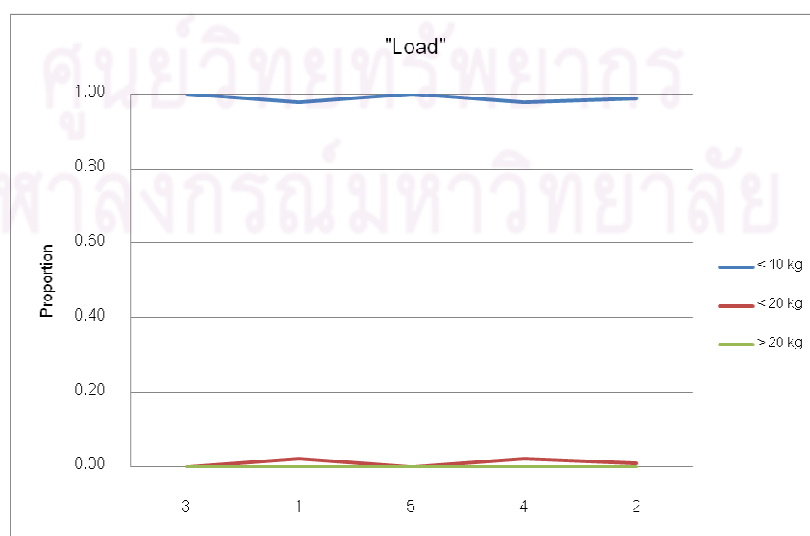


ขารูปแบบ “ยื่น ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” มีอัตราส่วนสูงที่รองลงมา (ร้อยละ 6 ถึงร้อยละ 47) และผลการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนของลักษณะท่าทางของขารูปแบบ “ยื่น ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” มีความสัมพันธ์กันมาก และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

อย่างไรก็ดี รูปแบบท่าทางขา “ยื่น ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” เป็นท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์น้อยมาก ดังนั้นการพิจารณาปรับปรุงท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ จะพิจารณารูปแบบท่าทางขา “ยื่น ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” เนื่องจากท่าทางดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และมีอัตราส่วนของท่าทางที่สูงแล้ว ยังเป็นรูปแบบท่าทางที่เกิดปัญหาทางการยศาสตร์มาก การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงท่าทาง “ยื่น ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” ไปสู่ท่าทางอื่น ที่ปลอดภัยกว่า เช่น “ยื่น ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” สามารถช่วยลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการลดความเสี่ยงในการทำงาน

#### 4.4.4 น้ำหนักที่แบกทาน

น้ำหนักที่แบกทาน สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ 1) การแบกรับน้ำหนักน้อยกว่า 10 กิโลกรัม 2) การแบกรับน้ำหนักระหว่าง 10 ถึง 20 กิโลกรัม และ 3) การแบกรับน้ำหนักมากกว่า 20 กิโลกรัม จากข้อมูลอัตราส่วนแต่ละรูปแบบของน้ำหนักที่แบกทาน ของแต่ละกลุ่มข้อมูลสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.10 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขาได้ ดังตารางที่ 4.11



รูปที่ 4.10 แสดงอัตราส่วนของแต่ละระดับน้ำหนักที่แบกทาน

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าอัตราส่วนระดับน้ำหนักรักที่แบกทาน

	IR	< 10 kg.	< 20 kg.	> 20 kg.
IR	1	0.246	-0.246	0.000

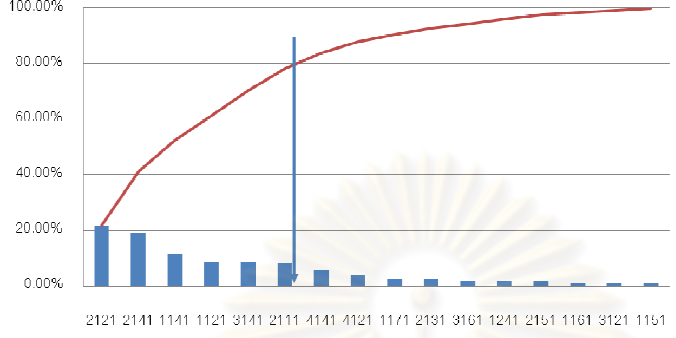
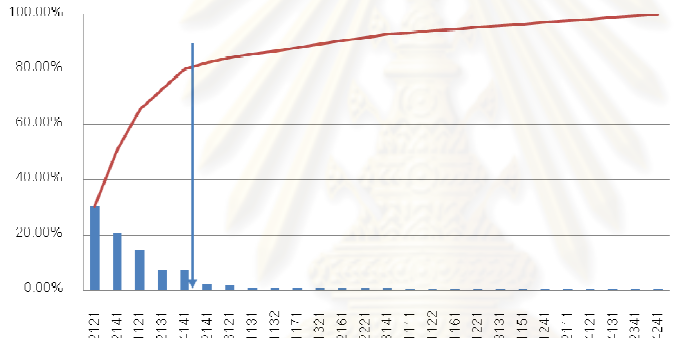
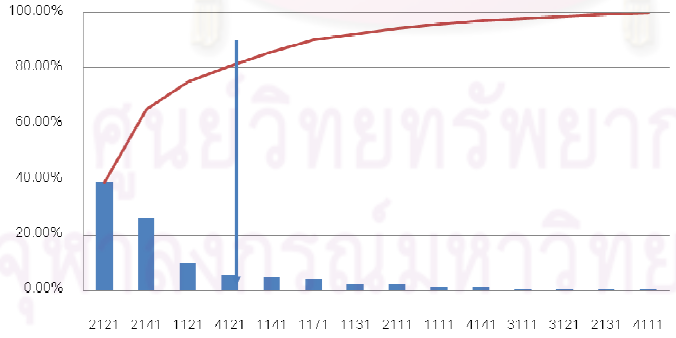
ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนของรูปแบบ “การแบกรับน้ำหนักน้อยกว่า 10 กิโลกรัม” มีอัตราส่วนสูงที่สุด (ร้อยละ 98 ถึงร้อยละ 100) ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมก่ออริฐมีสภาพทางการเกษตรที่ดี สำหรับองค์ประกอบเรื่องน้ำหนักรักที่แบกทาน เนื่องจากก่อนอริฐมวลเบาที่ทำการศึกษามีน้ำหนัก 5.58 กิโลกรัม ต่อหนึ่งก้อน ซึ่งจัดอยู่ในรูปแบบของน้ำหนักรักที่แบกทานมีค่าน้อยกว่า 10 กิโลกรัม

#### 4.5 การวิเคราะห์รหัสทำทางของการก่ออริฐมวลเบา ในสภาวะจำลอง

หัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์รหัสทำทางที่เกิดขึ้นสำหรับการก่ออริฐในหน่วยงานก่อสร้าง จากการสังเกตพบว่าคนงานใช้ทำทางในการทำงานที่หลากหลายในการก่ออริฐ ดังนั้นผู้วิจัยจำเป็นต้องเลือกพิจารณารหัสทำทาง เฉพาะบางรหัสทำทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร ซึ่งใช้หลักการแผนภูมิ Pareto เพื่อพิจารณาเลือกทำทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร โดยอาศัยเกณฑ์เลือกกลุ่มรหัสทำทางที่มีผลรวมของค่าความถี่สะสมเป็นร้อยละ 80 โดยรหัสทำทางที่ให้ผลรวมความถี่สะสมเป็นร้อยละ 80 สามารถพิจารณาว่ารหัสทำทางดังกล่าวมีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร ซึ่งสามารถแสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	Pareto Chart	รหัสท่าทางที่มี ความสำคัญ
1	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 3</p> 	<p>2121*** 2141*** 1141 1121*** 3141 2111 4141</p>
2	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 1</p> 	<p>2121*** 2141*** 1121*** 2131 4141</p>
3	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 5</p> 	<p>2121*** 2141*** 1121*** 4121</p>

ตารางที่ 4.12(ต่อ) แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	Pareto Chart	รหัสท่าทางที่มี ความสำคัญ
4	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 4</p>	2121*** 1121*** 2141*** 1171
5	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 2</p>	1121*** 2121*** 3121 1161 3161

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์จากแผนภูมิ Pareto ข้างต้น พบว่ารหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของแต่ละกลุ่มข้อมูลมีความแตกต่างกัน ผู้วิจัยจำเป็นต้องพิจารณารหัสท่าทางใดมีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยรวม ซึ่งแนวทางการพิจารณาดังกล่าว ผู้วิจัยพิจารณาเลือกรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล และรหัสท่าทางนั้นต้องถูกพิจารณาว่าเป็นท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูลทั้งหมด (ในกรณีนี้คือมากกว่า 4 กลุ่มข้อมูล)

จากแนวทางการพิจารณาดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่ารหัสท่าทางที่เป็นไปตามแนวทางการพิจารณาดังกล่าว ได้แก่ ท่าทางรหัส 1121, ท่าทางรหัส 2121 และท่าทางรหัส 2141 โดยรหัสท่าทางดังกล่าวจะถูกเลือกมาวิเคราะห์ในลำดับต่อไป โดยการวิเคราะห์รหัสท่าทางแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับความอันตราย ตั้งแต่ระดับความอันตรายระดับ 1 ถึงระดับความอันตรายระดับ 4

โดยนำข้อมูลอัตราส่วนความถี่ของแต่ละรหัสท่าทางที่เป็นไปตามเกณฑ์ข้างต้นในแต่ละกลุ่มข้อมูล มาทำการศึกษา ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังตารางที่ 4.13 ดังนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 แสดงรหัสทำทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสทำทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูลทั้งหมด)

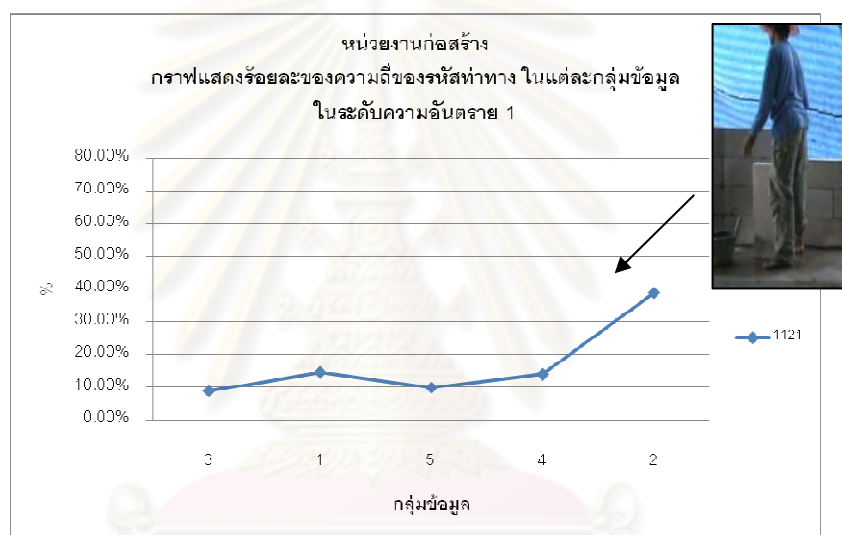
	รหัสทำทาง	อัตราส่วน					
		กลุ่มข้อมูล 3	กลุ่มข้อมูล 1	กลุ่มข้อมูล 5	กลุ่มข้อมูล 4	กลุ่มข้อมูล 2	ค่าเฉลี่ย
ระดับความ อันตราย 1	1121	8.87%	14.55%	9.93%	13.95%	38.79%	17.22%
ระดับความ อันตราย 2	2121	21.77%	30.30%	39.01%	51.94%	27.88%	34.18%
ระดับความ อันตราย 3	2141	19.35%	20.61%	26.24%	10.85%	0.00%	15.41%
ระดับความ อันตราย 4	-	-	-	-	-	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.13 มาสร้างแผนภูมิเปรียบเทียบความถี่ของแต่ละรหัสท่าทาง กับกลุ่มข้อมูล โดยแบ่งตามระดับความอันตราย 4 ระดับ ตั้งแต่ระดับ 1 ถึงระดับ 4 ดังนี้

#### 4.5.1 ความอันตรายระดับ 1

ท่าทางที่ถูกพิจารณาว่าเป็นท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ในระดับความอันตรายระดับ 1 คือรหัสท่าทาง 1121 ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กลุ่มข้อมูล และอัตราส่วนความถี่ของรหัสท่าทาง ในรูปแบบของแผนภูมิได้ตามรูปที่ 4.11



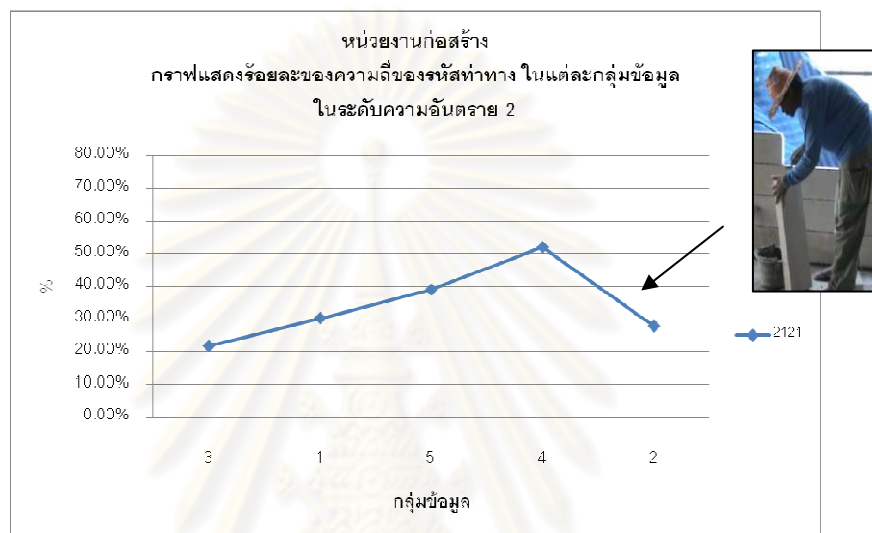
รูปที่ 4.11 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1

ท่าทางรหัส 1121 มีอัตราส่วนของความถี่เฉลี่ยของทุกกลุ่มข้อมูล ประมาณร้อยละ 17.22 และเป็นรหัสท่าทางที่มีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนสูงสุด จากการศึกษพบว่า ความถี่ของรหัสท่าทางดังกล่าวมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงตามลำดับของกลุ่มข้อมูล

ดังนั้นผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าความถี่ของรหัสท่าทาง 1121 มีความสัมพันธ์ที่แปรผกผันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงานก่อสร้างให้คนงานใช้ท่าทางรหัส 1121 ให้มากขึ้นส่งผลให้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงถึงสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้น

#### 4.5.2 ความอันตรายระดับ 2

ในหัวข้อนี้เป็นการแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญ กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงลำดับกลุ่มข้อมูลตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย สำหรับระดับความอันตรายระดับ 2 ซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิได้ ตามรูปที่ 4.12 ดังนี้



รูปที่ 4.12 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2

จากการศึกษาพบว่า รหัสท่าทาง 2121 เป็นรหัสท่าทางที่มีผลกระทบต่อสภาพทางการยศาสตร์มากที่สุดสำหรับในระดับความอันตราย 2 ซึ่งรูปที่ 4.12 พบว่า ความถี่ของรหัสท่าทาง 2121 มีแนวโน้มที่สูงขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงตามกลุ่มข้อมูลที่เรียงตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เรียงจากค่ามากไปน้อย

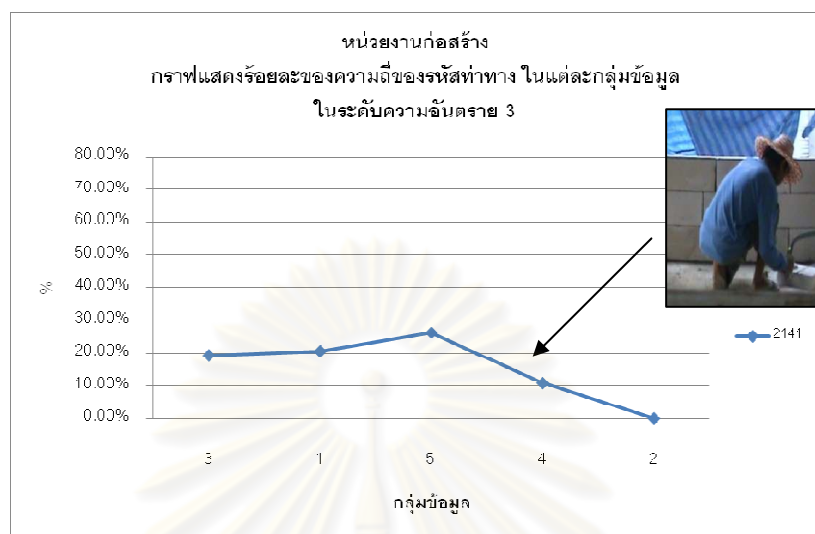
ผลการศึกษสามารถสรุปได้ว่าความถี่ของรหัสท่าทาง 2121 มีความสัมพันธ์ที่แปรผกผันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงานให้คนงานใช้ท่าทางรหัส 2121 ให้มากขึ้นสามารถช่วยให้สภาพทางการยศาสตร์ดีขึ้นได้

#### 4.5.3 ความอันตรายระดับ 3

หัวข้อนี้เป็นการแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์และกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงลำดับกลุ่มข้อมูล



ตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย สำหรับระดับความอันตรายระดับ 3 สามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิได้ ตามรูปที่ 4.13 ดังนี้



รูปที่ 4.13 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3

จากการศึกษาพบว่า รหัสท่าทาง 2141 เป็นรหัสท่าทางที่มีผลกระทบต่อสภาพทางการยศาสตร์มากที่สุดสำหรับในระดับความอันตราย 3 โดยรูปที่ 4.13 พบว่า ความถี่ของรหัสท่าทาง 2141 มีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลง

ดังนั้น ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าความถี่ของรหัสท่าทาง 2141 มีความสัมพันธ์ที่แปรผันตรงกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยการพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงานให้คนงานลดการใช้ท่าทางรหัส 2141 สามารถลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งแสดงถึงสภาพทางการยศาสตร์ของการทำงานที่ดีขึ้น

#### 4.6 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออิฐมวลเบา

นอกจากการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆเกี่ยวกับสภาพทางการยศาสตร์แล้ว งานวิจัยนี้ยังต้องการทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลผลิต และดัชนีความเสี่ยง งานวิจัยเริ่มจากการบันทึกค่าของอัตราผลผลิตในงานก่ออิฐมวลเบา ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลอัตราผลผลิตในกิจกรรมการก่ออิฐมวลเบาไปพร้อมกับการบันทึกเทปวีดีทัศน์เพื่อบันทึกท่าทางการก่ออิฐมวลเบา โดยใช้วิธีการนับจำนวนก้อนของอิฐที่ก่อในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำไปคำนวณค่าอัตราผลผลิต ผู้วิจัยจัดทำตารางสรุปเพื่อคำนวณอัตราผลผลิต สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูลที่ 2”

No.	เวลา			เวลารวม (วินาที)	อิฐที่ก่อได้ (ก้อน)	เวลาในการก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาในการก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูงอิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	4	10	250	2	125.00	125.00	2
2	0	12	48	768	6	128.00	129.50	3
3	0	20	28	1,228	8	153.50	230.00	3
4	0	25	50	1,550	10	155.00	161.00	3
5	0	29	0	1,740	12	145.00	95.00	4
6	0	34	18	2,058	14	147.00	159.00	4
7	0	47	10	2,830	18	157.22	193.00	5
8	0	50	10	3,010	21	143.33	60.00	5
9	0	57	0	3,420	23	148.70	205.00	6
10	1	3	10	3,790	26	145.77	123.33	6
11	1	10	8	4,208	27	155.85	418.00	6
12	1	18	2	4,682	28	167.21	474.00	1
13	1	23	47	5,027	29	173.34	345.00	1

สำหรับรายละเอียดการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต สำหรับกลุ่มข้อมูลอื่น แสดงอยู่ในภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราผลผลิตของทุกกลุ่มข้อมูล พบว่า งานก่ออิฐมวลเบาในหน่วยงานก่อสร้างมีค่าอัตราผลผลิตเฉลี่ย 0.0066 ก้อน ต่อวินาที อิฐมวลเบา ใช้จำนวนก้อนอิฐ 8.33 ก้อน ต่อการก่อแผงอิฐ 1 ตารางเมตร จากข้อมูลอัตราผลผลิตข้างต้น สามารถแสดงได้ว่า คนงานใช้เวลาเฉลี่ย 1,262.12 วินาที ต่อการก่ออิฐมวลเบาพื้นที่ 1 ตารางเมตร หรือคนงานสามารถก่ออิฐมวลเบาได้พื้นที่ 2.85 ตารางเมตร ต่อระยะเวลา 1 ชั่วโมง หากคำนวณเป็นอัตราผลผลิตต่อวัน ในกรณีที่คนงานทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน อัตราผลผลิตดังกล่าวจะเท่ากับ 22.8 ตารางเมตร ต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราผลผลิตโดยทั่วไป ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15 ถึง 20 ตารางเมตร ต่อวัน (สยามซีแพคบล็อก, 2008) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราผลผลิตโดยทั่วไป

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ว่ามีงานวิจัยในอดีตที่พบความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางกายศาสตร์ และอัตราผลผลิต (Liberda et al., 2004; Lim และ Alum, 1995; Albers และ Estill, 2007) แต่อย่างไรก็ดี ยังไม่พบงานวิจัยที่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในอุตสาหกรรมก่อสร้าง การวิเคราะห์ถึงรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถช่วยให้อุตสาหกรรมก่อสร้างมีวิธีการใหม่ในการเพิ่มอัตราผลผลิต พร้อมกันนั้นยังสามารถช่วยเรื่องสภาพการทำงานของคนงานก่อสร้างให้มีสภาพที่ สะดวก และปลอดภัยมากยิ่งขึ้นด้วย

เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลผลิต และสภาพทางการเกษตร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงรายละเอียด ของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่สำคัญ 3 ปัจจัย คือ สภาพทางการเกษตร (ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร) อัตราผลผลิต และความสูงในการก่อกออิฐ เพื่อศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัยตามที่ได้กล่าวมาแล้ว สำหรับในรายละเอียดกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

#### 4.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการเกษตร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพทางการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงรูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ อันได้แก่ ดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร , ความสูงของการก่อกออิฐ และอัตราผลผลิตที่ได้รับ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ที่ละความสัมพันธ์ตามลำดับ ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และความสูงของการก่อกออิฐ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต
3. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต

โดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สามารถอธิบายได้ดังนี้

##### 4.7.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และ ความสูงของการก่อกออิฐมวลเบา

หัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และค่าความสูงของแฉงก่อกออิฐ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงรูปแบบความสัมพันธ์ และผลของระดับความสูงของการก่อกออิฐ ที่มีผลกระทบต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรที่เกิดขึ้นกับคนงานก่อกออิฐ

การวิเคราะห์เริ่มจากการจัดเรียงกลุ่มข้อมูลความสูง กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรในช่วงความสูงดังกล่าว เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูง กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรในช่วงความสูงนั้น ดังแสดงตัวอย่างตามตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละช่วงความสูง  
“กลุ่มข้อมูล 1”

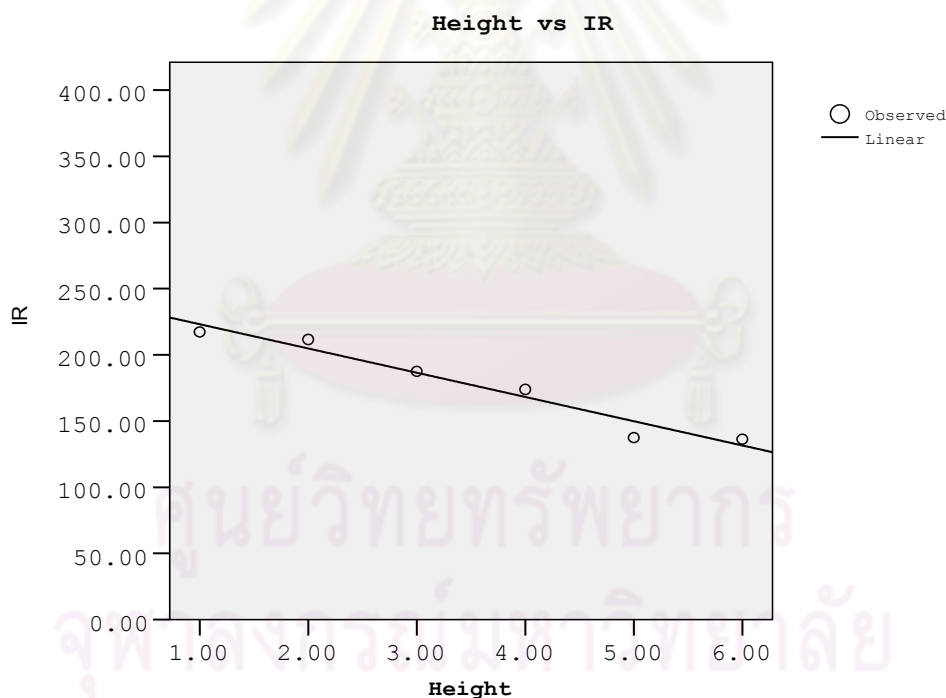
ลำดับ	CODE				ระดับความ อันตราย	IR	ความสูง (กอน)
	BACK	ARM	LEGS	LOAD			
1	1	1	6	1	1	147.62	2
2	3	1	6	1	1		2
3	4	1	6	1	4		2
4	1	1	6	1	1		2
5	3	1	6	1	1		2
6	2	1	6	1	2		2
7	2	1	1	1	2		2
8	2	1	2	1	2		2
9	2	1	2	1	2		2
10	2	1	2	1	2		2
11	1	1	2	2	1		2
12	2	1	3	1	2		2
13	3	2	2	1	1		2
14	1	1	2	1	1		2
15	1	1	2	1	1		2
16	1	1	2	1	1		2
17	2	1	2	1	2		2
18	1	1	2	1	1		2
19	1	1	6	1	1		2
20	3	1	6	1	1		2
21	3	1	6	1	1		2

ตารางที่ 4.15 แสดงตัวอย่างข้อมูลลำดับที่ 1-21 ของกลุ่มข้อมูล 1 ซึ่งข้อมูลตัวอย่างเป็นการก่อกออิฐในช่วงความสูง 2 กอน ค่าดัชนีความเสี่ยงสำหรับช่วงดังกล่าวมีค่า 147.62 หลังจากที่ทำ การคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละช่วงความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูลแล้วเสร็จ ผู้วิจัยนำข้อมูลดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ทั้งหมดมาสรุปในรูปแบบตาราง ซึ่งข้อมูลจัดแบ่ง ตามความสูงของการก่อกออิฐ แสดงดังตารางที่ 4.16 ดังนี้

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของแต่ละระดับความสูง

กลุ่มข้อมูล	ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)					
	ความสูง 1 ก้อน	ความสูง 2 ก้อน	ความสูง 3 ก้อน	ความสูง 4 ก้อน	ความสูง 5 ก้อน	ความสูง 6 ก้อน
1	224.42	254.55	211.11			
2	161.11	247.73	205.26	211.54		141.67
		257.69				
3	234.67	166.67	189.66	184.00		
4	266.67	195.45	173.58	150.00		
5	200.00	147.62	158.06	150.00	137.00	131.00
ค่าเฉลี่ย	217.37	211.62	187.53	173.89	137.50	136.34

จากตารางที่ 4.16 ข้างต้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ พร้อมเส้นแนวโน้มได้ตามรูปที่ 4.14 ดังนี้

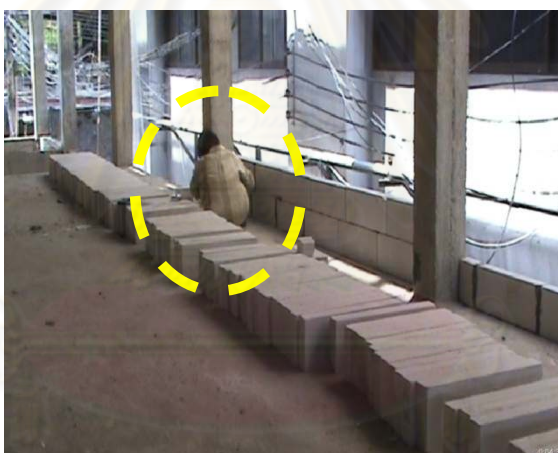


รูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของการก่อกออิฐมวลเบาที่ทำการก่อกอในระดับต่ำมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงกว่าการก่อกออิฐที่อยู่ในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากเมื่อคนงานก่อกออิฐในระดับต่ำ คนงานอาจต้องนั่งยอง หรือต้องก้มตัว เพื่อให้สามารถทำงานก่อกออิฐที่อยู่ในระดับต่ำได้ โดยท่าทางดังกล่าวมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี (ดัชนีความเสี่ยงทางการย

ศาสตร์มีค่าสูง) ซึ่งส่งผลให้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยในช่วงความสูงต่ำมีค่าที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการก่อดูที่ระดับความสูงประมาณระดับอก ซึ่งคนงานก่อดู สามารถยืนก่อดูได้

นอกจากนี้ ตารางที่ 4.10 สามารถแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในช่วงความสูงที่อยู่ในระดับต่างๆ โดยในช่วงที่มีระดับความสูงต่ำค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีการกระจายตัวมากกว่าช่วงที่มีระดับความสูงขึ้น เพราะท่าทางของคนงานในการก่อดูที่ระดับความสูงน้อยมีท่าทางที่หลากหลายมากกว่าท่าทางที่ใช้ในการก่อดูในระดับสูง รูปที่ 4.15 และ 4.16 เป็นภาพการก่อดูที่อยู่ในระดับต่ำ โดยท่าทางที่ใช้ก่อดูอาจเป็นการนั่งยอง หรือการก้มตัว เพื่อลดความสูงของตัวเองเพื่อก่อดูในระดับต่ำ ซึ่งท่าทางทั้งสอง มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการกระจายตัวของข้อมูลค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในระดับต่ำ มากกว่าการกระจายของข้อมูลค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เมื่อทำการก่อดูที่อยู่ในระดับสูง



รูปที่ 4.15 แสดงสภาพการก่อดูที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งคนงานใช้วิธีนั่งยอง และสภาพของหลังอยู่ในสภาพที่โค้ง (กลุ่มข้อมูล 3 รหัสท่าทาง 2141 ระดับความอันตราย 3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.16 แสดงสภาพการก่ออิฐที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งคนงานใช้วิธีก้ม และสภาพหลังอยู่ในสภาพที่โค้ง (กลุ่มข้อมูล 4 รหัสท่าทาง 2121 ระดับความอันตราย 2)



รูปที่ 4.17 แสดงการก่ออิฐที่อยู่ในระดับหน้าอก ซึ่งคนงานยื่นก้ออิฐได้ปกติ (กลุ่มข้อมูล 1 รหัสท่าทาง 1121 ระดับความอันตราย 1)

#### 4.7.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ และผลของความสูงของการก่ออิฐ ที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตที่ได้รับจากการทำงาน

จากการศึกษาในหัวข้อ 4.6 เกี่ยวกับอัตราผลผลิตของการก่ออิฐมวลเบา โดยข้อมูลดังกล่าว สามารถนำข้อมูลอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของทุกกลุ่มข้อมูลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตได้ ซึ่งอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถสรุปได้ ตามตารางที่ 4.17 ดังนี้

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล

**กลุ่มข้อมูลที่ 1**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.00444	2
2	0.00690	2
3	0.01282	2
4	0.00231	2
5	0.00500	3
6	0.00623	3
7	0.01633	3
8	0.00158	4
9	0.00977	4
10	0.00578	4
11	0.00813	4
12	0.00139	1
13	0.00452	2
14	0.00971	2

**กลุ่มข้อมูลที่ 2**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.00800	2
2	0.00772	3
3	0.00435	3
4	0.00621	3
5	0.01053	4
6	0.00629	4
7	0.00518	5
8	0.01667	5
9	0.00488	6
10	0.00811	6
11	0.00239	6
12	0.00211	1
13	0.00290	1



**กลุ่มข้อมูลที่ 3**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.01667	1
2	0.00498	1
3	0.01020	1
4	0.00465	1
5	0.00191	1
6	0.01034	1
7	0.00274	3
8	0.01208	3
9	0.00369	3

**กลุ่มข้อมูลที่ 4**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.00442	2
2	0.01538	2
3	0.00455	3
4	0.00769	3
5	0.00395	3
6	0.00278	4
7	0.00333	4

**กลุ่มข้อมูลที่ 5**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.00500	3
2	0.00769	3
3	0.00690	3
4	0.00909	4
5	0.00833	4
6	0.01000	4
7	0.00185	1
8	0.00333	1
9	0.00833	1
10	0.00556	1
11	0.00476	1
12	0.00274	1

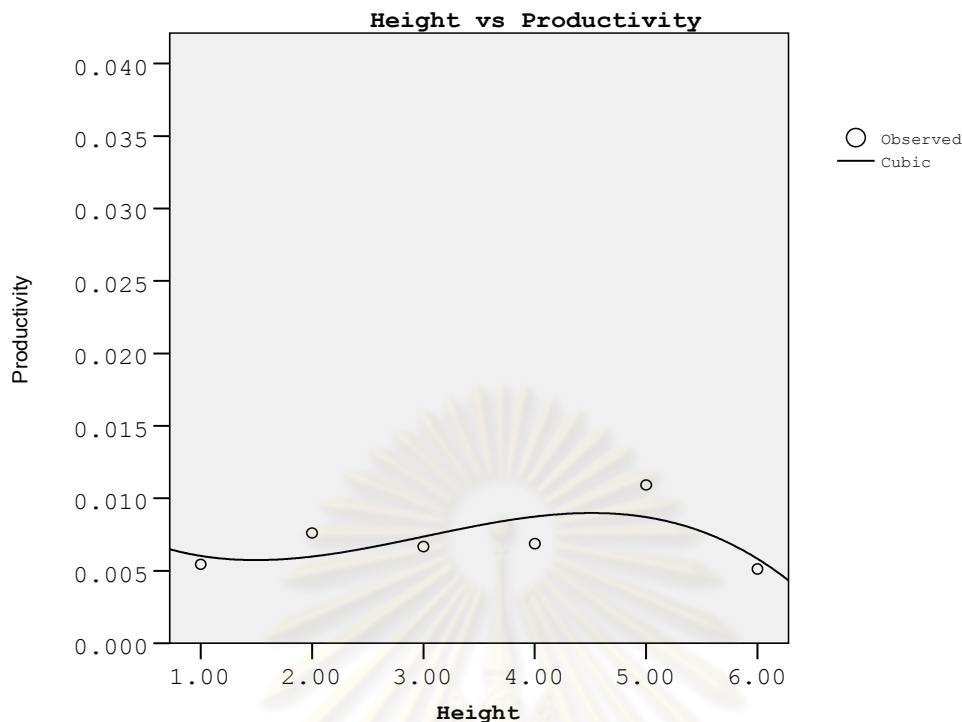
หลังจากนั้น นำค่าอัตราผลผลิตในแต่ละความสูงมาสร้างตาราง โดยจัดหมวดหมู่ตามความสูงของการก่ออิฐ ตามตารางที่ 4.18 ดังนี้

ตารางที่ 4.18 ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่อกออิฐ

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)					
	ความสูง 1 ก้อน	ความสูง 2 ก้อน	ความสูง 3 ก้อน	ความสูง 4 ก้อน	ความสูง 5 ก้อน	ความสูง 6 ก้อน
1	0.00139	0.00444	0.00500	0.00158	0.00518	0.00488
2	0.00211	0.00690	0.00623	0.00977	0.01667	0.00811
3	0.00290	0.01282	0.01633	0.00578		0.00239
4	0.01667	0.00231	0.00772	0.00813		
5	0.00498	0.00452	0.00435	0.01053		
6	0.01020	0.00971	0.00621	0.00629		
7	0.00465	0.00800	0.00274	0.00278		
8	0.00191	0.00442	0.01208	0.00333		
9	0.01034	0.01538	0.00369	0.00909		
10	0.00185		0.00455	0.00833		
11	0.00333		0.00769	0.01000		
12	0.00833		0.00395			
13	0.00556		0.00500			
14	0.00476		0.00769			
15	0.00274		0.00690			
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>0.00545</b>	<b>0.00761</b>	<b>0.00667</b>	<b>0.00687</b>	<b>0.01092</b>	<b>0.00513</b>

เพื่อให้สามารถเข้าใจ และเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสูงในการก่อกออิฐ และอัตราผลผลิต ผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความสูงในการก่อกออิฐ และอัตราผลผลิต โดยอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 4.18 และใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเป็นเกณฑ์ในการเลือกเส้นแนวโน้มที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้โปรแกรม SPSS เป็นเครื่องมือ ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและอัตราการผลิต

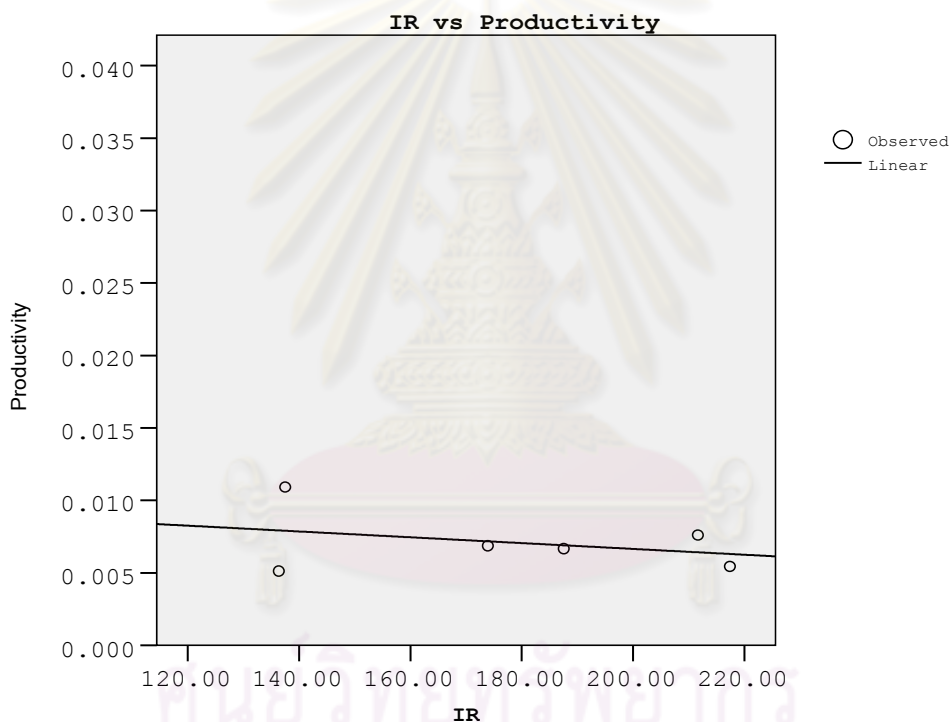
ผลการศึกษาพบว่าเมื่อความสูงของการก่ออิฐมวลเบาอยู่ในระดับต่ำ ค่าอัตราการผลิตมีค่าน้อย เมื่อความสูงของการก่ออิฐมวลเบาสูงขึ้น ค่าอัตราการผลิตจะมีค่าสูงขึ้นจนมีค่าสูงสุดที่ระดับความสูงประมาณ 4 ก้อน เมื่อความสูงของการก่อมากกว่า 4 ก้อนขึ้นไป ค่าอัตราการผลิตที่ได้รับมีแนวโน้มที่มีค่าลดน้อยลงตามลำดับ

การสังเกตในระหว่างการเก็บข้อมูล พบว่าเมื่อความสูงของการก่ออิฐมวลเบาอยู่ในระดับต่ำ คนงานจำเป็นต้องทำงานในท่า นั่งยอง หรือก้มหลัง เพื่อที่สามารถทำการก่ออิฐมวลเบาในบริเวณที่มีความสูงน้อย ซึ่งเป็นท่าทางการทำงานที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูง โดยอาจก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บต่อคนงานได้ สำหรับช่วงความสูงปานกลาง (ประมาณ 3 ถึง 6 ก้อน) ผู้วิจัยพบว่าคนงานทำการก่ออิฐในระดับความสูงประมาณระดับต่ำกว่าเล็กน้อย หรือประมาณระดับอก ซึ่งคนงานมีท่าทางการก่ออิฐมวลเบาที่เหมาะสม และมีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ต่ำ

ผลการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถทำให้ทราบว่าช่วงระดับความสูงต่ำ เป็นช่วงที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูง ค่าอัตราการผลิตจะมีค่าน้อยกว่าการก่ออิฐมวลเบาในระดับสูง ซึ่งเป็นระดับความสูงที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำกว่า สามารถแสดงรายละเอียดของความสัมพันธระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราการผลิตได้ในหัวข้อถัดไป

#### 4.7.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และ อัตราผลผลิต

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และความสูงของการก่อกออิฐ กับข้อมูลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ความสูง และอัตราผลผลิต โดยนำปัจจัยความสูงเป็นตัวเชื่อมเพื่อสร้างแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต พร้อมเส้นแนวโน้ม สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความอันตราย และอัตราผลผลิต

จากรูปที่ 4.19 พบว่าดัชนีความเสี่ยงมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับอัตราผลผลิต กล่าวคือ เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอัตราผลผลิตที่ได้มีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้มีผู้วิจัยมาก่อนแล้วในอดีต (Yeow และ Sen, 2003; Resnick และ Zanotti, 1997)

รูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถนำไปใช้ในเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานของคนงานก่อกออิฐ โดยอาศัยหลักการของการเกษตร ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ

เพิ่มอัตราผลิต และลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ซึ่งหมายถึงสภาพการทำงานที่ดีขึ้น  
ของคณงานไปพร้อมกัน

#### 4.8 สรุป

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้างพบว่า กิจกรรมการก่อ  
อิฐเป็นกิจกรรมที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ค่อนข้างสูง เมื่อนำข้อมูลมาเรียงลำดับตาม  
ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย พบว่าระดับความอันตรายระดับ 1 เป็นระดับ  
ความอันตรายที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะแปรผกผันกัน  
คือเมื่ออัตราส่วนของระดับความอันตรายระดับ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์  
จะมีค่าต่ำลง ในทางกลับกันอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 3 และ 4 มีความสัมพันธ์กับค่า  
ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะที่แปรผันตามกัน คือเมื่ออัตราส่วนระดับความอันตราย  
ระดับ 3 และ 4 มีค่าลดลง ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าลดลง แต่สำหรับค่าระดับ  
ความอันตรายระดับ 2 นั้น ไม่พบว่ามีค่าสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์แต่  
อย่างไร

การวิเคราะห์ท่าทางในองค์ประกอบต่างๆของร่างกายแสดงให้เห็นท่าทางในบาง  
องค์ประกอบร่างกายมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งบางท่าทางเป็น  
ท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดี ซึ่งการพิจารณาปรับปรุงท่าทางควรพิจารณาปรับปรุงท่าทาง  
ที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี และยังคงจำเป็นต้องพิจารณาท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนี  
ความเสี่ยงทางการยศาสตร์อีกด้วยเพื่อให้การปรับปรุงท่าทางนั้นได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ท่าทางเหล่านั้น  
ได้แก่ ท่าทางหลังอยู่ในสภาพที่โค้ง และบิด, ท่าทางขา ยืนถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอ  
เข่า โดยท่าทางดังกล่าวควรได้รับการปรับปรุงให้ใช้ท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้น อาทิ  
เช่น ท่าทางหลังอยู่ในสภาพที่ตรง ท่าทางขา ยืนถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง ตามลำดับ

อย่างที่ทราบมาแล้ว บางรหัสท่าทางเท่านั้นที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญกับค่าดัชนี  
ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เมื่อแยกข้อมูลตามระดับความอันตราย เช่น รหัสท่าทาง 1121 จัดอยู่  
ในระดับความอันตรายระดับ 1 ซึ่งรหัสท่าทาง 1121 เป็นรหัสท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับความ  
ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะที่แปรผกผันกัน, สำหรับระดับความอันตรายระดับ 2  
รหัสท่าทาง 2121 เป็นรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่าเป็นรหัสท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนี  
ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะที่แปรผกผันกัน และในระดับความอันตรายระดับ 3 รหัส  
ท่าทาง 2141 เป็นรหัสท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะ  
แปรผันตามกัน ข้อมูลเหล่านี้สามารถช่วยในการตัดสินใจปรับปรุงท่าทางได้ เช่นการปรับปรุง

ท่าทางควรปรับปรุงท่าทางรหัส 2141 เป็น ท่าทางรหัส 1121 หรือหากไม่สามารถกระทำได้ ควรปรับปรุงเป็นท่าทางรหัส 2121 เพื่อให้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงในการก่อกออิฐมีผลกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์อย่างชัดเจน คนงานจำเป็นต้องใช้ท่าทางที่มีดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงเมื่อทำการก่อกออิฐในระดับต่ำ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าลดลงเมื่อคนงานทำการก่อกออิฐในระดับที่สูงขึ้น

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตนั้น พบว่าเมื่อทำการก่อกออิฐในระดับต่ำ ค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าต่ำ ค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าสูงขึ้นตามความสูงในการก่อกออิฐที่มากขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้างมีจำกัด เพราะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ระดับสูงสุดเพียง 6 ก้อน ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่าอัตราผลผลิตมีค่าลดลงที่ระดับความสูงเท่าไร เพียงแต่สามารถประมาณการได้ว่า อัตราผลผลิตเริ่มมีค่าลดลงที่ระดับความสูงประมาณ 4 ถึง 6 ก้อน

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้างนั้น มีลักษณะที่แปรผกผันกัน กล่าวคือเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงสูงขึ้น ค่าอัตราผลผลิตมีค่าลดลง

จากการเก็บข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้างทำให้ทราบถึงลักษณะ และสภาพทางการยศาสตร์ในหน่วยงานก่อสร้าง นอกจากนี้ยังทำการเก็บข้อมูลด้านอัตราผลผลิตสามารถนำมาเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามก็ตีข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้างยังมีข้อจำกัด เช่นลักษณะการก่อกออิฐที่ไม่เหมือนกันในแต่ละกลุ่มข้อมูล, ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่มีข้อจำกัดจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล, สภาพการทำงานหน้างานที่มีปัจจัยต่างๆที่มากกระทบค่อนข้างมาก ฯลฯ จากข้อจำกัดเหล่านี้การสร้างสภาพจำลองการก่อกออิฐเพื่อนำข้อมูลมาเก็บจึงมีความจำเป็น เพื่อแก้ไขปัญหา และอุปสรรคดังกล่าวข้างต้น สำหรับรายละเอียด และผลลัพธ์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลสำหรับสภาพจำลองของการก่อกออิฐนั้น จะนำเสนอในบทถัดไป

## บทที่ 5

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง

บทที่ 5 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทางการยศาสตร์ของกระบวนการก่ออิฐที่เก็บข้อมูลในสภาวะจำลองการก่ออิฐ มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตในสภาวะจำลองการก่ออิฐ ซึ่งงานวิจัยได้แบ่งศึกษาในอิฐ 2 ชนิด ได้แก่ การก่ออิฐมวอลเบา และการก่ออิฐมอญ วิธีการดำเนินการวิจัยทำตามรายละเอียดในบทที่ 3 ลักษณะข้อมูลที่ได้รับสามารถแบ่งออกเป็น ข้อมูลด้านสภาพทางการยศาสตร์ และข้อมูลด้านอัตราผลผลิตที่ได้รับ ข้อมูลที่ได้รับนำมาวิเคราะห์ และนำเสนอในรายละเอียดตามหัวข้อ ทั้งหมด 7 หัวข้อ ดังนี้

- (1) ลักษณะของข้อมูล
- (2) การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย
- (3) การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์
- (4) การวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทาง
- (5) การวิเคราะห์รหัสท่าทาง
- (6) อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออิฐมวอลเบา
- (7) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการยศาสตร์

ซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดในแต่ละหัวข้อ ได้ดังนี้

#### 5.1 ลักษณะของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วยข้อมูลด้านสภาพทางการยศาสตร์ และข้อมูลอัตราผลผลิตในการทำงาน โดยข้อมูลทั้งสองจะเก็บรวบรวมจากการสร้างสภาวะจำลองการก่ออิฐ ซึ่งวิธีการดำเนินการวิจัย ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลประกอบด้วย คนงานก่ออิฐ จำนวน 4 คน แบ่งเป็นเพศชาย 1 คน เพศหญิง 3 คน และได้ทำการศึกษาในอิฐ 2 ประเภท คือ อิฐมวอลเบา และอิฐมอญ ตามรูปที่ 5.1 และ 5.2 ตามลำดับ



รูปที่ 5.1 แสดงสภาพการทำงานของคนงานก่ออิฐมวลเบา



รูปที่ 5.2 แสดงสภาพการทำงานของคนงานก่ออิฐมอญ

การนำเสนอผลการวิจัยจะแยกตามประเภทของอิฐ ซึ่งรายละเอียด สามารถนำเสนอได้  
ดังนี้

#### 5.2 ข้อมูลที่ได้รับจากงานก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลอง

หัวข้อนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลสำหรับอิฐมวลเบา ซึ่งอิฐมวลเบา  
ดังกล่าว มีขนาด 60x20x7.50 เซนติเมตร มีน้ำหนักก้อนละ 5.58 กิโลกรัม รายละเอียดของกลุ่ม  
ข้อมูลที่ได้รับนั้น สามารถแสดงในรายละเอียดได้ ดังตารางที่ 5.1



ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	คนที่	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ทำงาน (ปี)	ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล	จำนวนข้อมูลที่ได้รับ
1-1	1	หญิง	45	10	40 นาที	79
1-2		หญิง	45	10	32 นาที	64
2-1	2	หญิง	42	8	40 นาที	79
2-2		หญิง	42	8	35 นาที	69
3-1	3	หญิง	47	6	37 นาที	73
3-2		หญิง	47	6	34 นาที	67
4-1	4	ชาย	52	14	36 นาที	72
4-2		ชาย	52	14	34 นาที	67

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลของกลุ่มข้อมูลที่ทำการศึกษ โดยกลุ่มข้อมูลประกอบด้วยคนงานที่มีอายุเฉลี่ย 39 ปี มีประสบการณ์ในการทำงานเฉลี่ย 9.5 ปี และกลุ่มข้อมูลมีความสูงโดยเฉลี่ย 154.5 เซนติเมตร

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการนำเสนอสำหรับขั้นตอนต่อไป ผู้วิจัยเรียงลำดับของกลุ่มข้อมูลตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย ซึ่งสามารถแสดงในรายละเอียดได้ตามตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล เรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยง จากมากไปน้อย

กลุ่มข้อมูล	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ทำงาน (ปี)	ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล (นาที)	จำนวนข้อมูลที่ได้รับ	ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์
2-1	หญิง	42	8	40 นาที	79	199
4-1	ชาย	52	14	36 นาที	72	191
3-2	หญิง	47	6	34 นาที	67	189
1-2	หญิง	45	10	32 นาที	64	186
1-1	หญิง	45	10	40 นาที	79	183
3-1	หญิง	47	6	37 นาที	73	182
2-2	หญิง	42	8	35 นาที	69	175
4-2	ชาย	52	14	34 นาที	67	161

การเก็บข้อมูลท่าทางของคนงานใช้การถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีโอเพื่อบันทึกภาพวิดีโอของการทำงานก่อนอิฐมวลเบา ระยะเวลาการเก็บข้อมูลในแต่ละกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาโดยเฉลี่ยประมาณ 36 นาที นอกจากนี้ผู้วิจัยจะบันทึกจำนวนก้อนอิฐที่ก่อได้ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปประเมินอัตราผลผลิตของการก่ออิฐควบคู่กันไปด้วย ซึ่งตัวอย่างตารางที่ใช้เก็บข้อมูลสามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงตัวอย่างตารางเก็บข้อมูล “กลุ่มข้อมูล 1”

ลำดับ	ความสูง (ก้อน)	จำนวนก้อน	เวลา (นาที:วินาที)
1	1	4	7:00
2	2	8	12:00
3	3	12	14:11
4	4	16	17:00
5	5	20	21:00
6	6	24	27:31
7	7	28	30:08
8	8	32	33:30
9	9	36	35:59
10	10	40	40:16

หลังจากนั้นนำภาพที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ มาสร้างเป็นภาพนิ่ง ทุก 30 วินาที ซึ่งได้รับภาพนิ่งทั้งหมด 570 ภาพ ภาพนิ่งดังกล่าวจะนำไปวิเคราะห์หรือรหัสท่าทาง และนำข้อมูลรหัสท่าทางดังกล่าวไปวิเคราะห์ถึงสภาพทางการยศาสตร์ในการทำงานต่อไป นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ ไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับอัตราผลผลิต ซึ่งในรายละเอียดจะนำเสนอต่อไป

### 5.2.1 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในสภาวะจำลอง

การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายเป็นการวิเคราะห์ถึงอัตราส่วนของแต่ละค่าระดับความอันตราย ซึ่งสามารถแบ่งระดับความอันตรายได้ 4 ระดับ จากระดับที่ไม่อันตรายจนถึงระดับอันตรายมากที่สุด และนำไปเปรียบเทียบกับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย เพื่อทราบถึงระดับความอันตรายของแต่ละท่าทาง ต้องนำภาพนิ่งที่ได้รับมาวิเคราะห์หรือรหัสท่าทาง และนำรหัสท่าทางที่ได้ ไปเปรียบเทียบในตารางแสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทางเปรียบเทียบกับรหัสของท่าทาง (ตารางที่ 2.9) เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น สามารถพิจารณาตัวอย่างการนำภาพนิ่งที่ได้รับจากกล้องวีดีทัศน์ มาคำนวณหาหรือรหัสท่าทาง และระดับความอันตราย ตามตารางที่ 5.4 ดังนี้

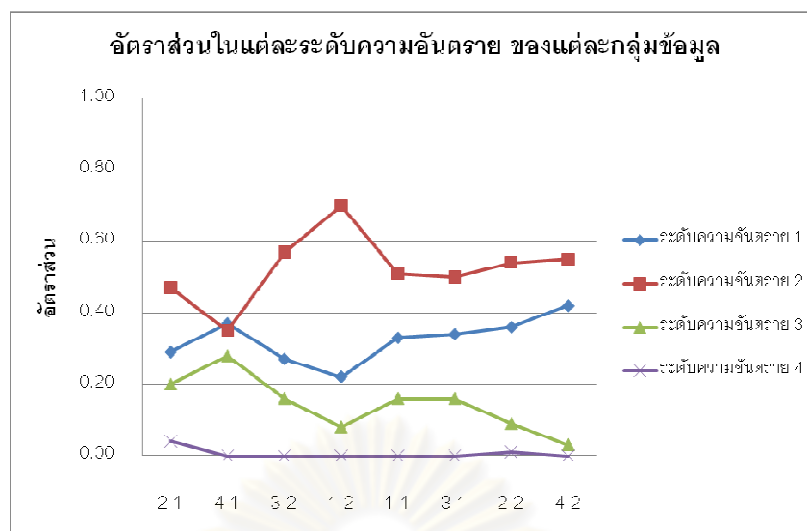
ตารางที่ 5.4 แสดงตัวอย่างการหารหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย จากรูปภาพ กลุ่มข้อมูล ที่ 1-1

รูปภาพ	รหัสท่าทาง	ค่าระดับความอันตราย
	2-1-2-1	2

เมื่อวิเคราะห์รหัสท่าทาง และคำนวณระดับความอันตรายครบทุกข้อมูลแล้ว ผลการคำนวณสามารถนำมาแสดงในรูปแบบตาราง โดยแบ่งตามกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย ตามตารางที่ 5.5 และสามารถแสดงผลพหุในรูปแบบของแผนภูมิได้ ตามรูปที่ 5.3 ดังนี้

ตารางที่ 5.5 แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับ

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 1	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 2	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 3	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 4
2-1	0.29	0.47	0.20	0.04
4-1	0.37	0.35	0.28	0.00
3-2	0.27	0.57	0.16	0.00
1-2	0.22	0.70	0.08	0.00
1-1	0.33	0.51	0.16	0.00
3-1	0.34	0.50	0.16	0.00
2-2	0.36	0.54	0.09	0.01
4-2	0.42	0.55	0.03	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.33	0.52	0.15	0.01



รูปที่ 5.3 แสดงอัตราส่วนของแต่ละค่าระดับความอันตราย ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

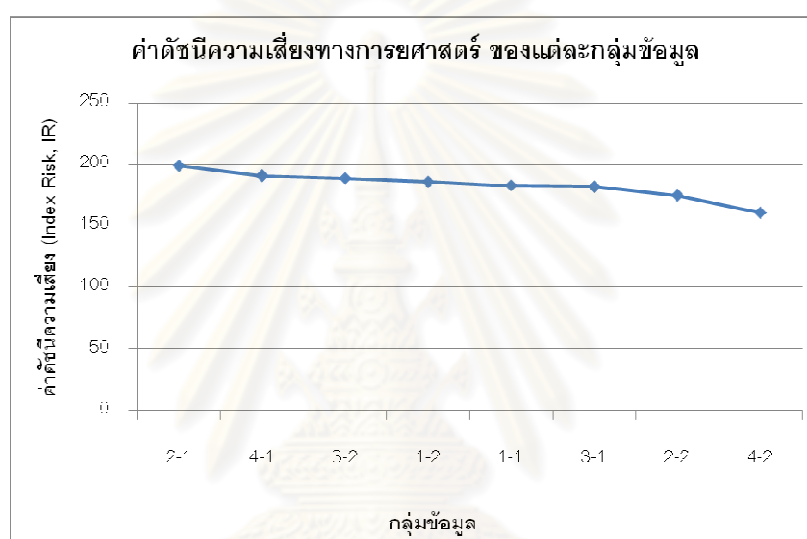
ผลการศึกษาทำให้ทราบว่ากิจกรรมก่ออิฐมวลเบา เป็นกิจกรรมที่มีอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 1 และ 2 ที่ค่อนข้างสูง โดยมีอัตราส่วนของระดับความอันตรายระดับ 3 อยู่ที่ประมาณร้อยละ 15 และอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 4 อยู่ที่ระดับ ร้อยละ 1 ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมก่ออิฐมวลเบา สามารถปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ให้ดีขึ้นได้ ซึ่งจะได้นำเสนอถึงรายละเอียดต่อไป

## 5.2.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เป็นดัชนีที่แสดงความเสี่ยงของการเกิดอาการบาดเจ็บ โดยค่าที่สูงแสดงถึงความเสี่ยงของการเกิดอาการบาดเจ็บที่เพิ่มสูงขึ้น สำหรับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.6 และสามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิ ได้ตามรูปที่ 5.4 นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 5.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	จำนวนข้อมูล	ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์
2-1	79.00	199
4-1	72.00	191
3-2	67.00	189
1-2	64.00	186
1-1	79.00	183
3-1	73.00	182
2-2	69.00	175
4-2	67.00	161



รูปที่ 5.4 แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงมาก ไปยังค่าน้อย

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย

	IR	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
IR	1	-0.641	-0.270	0.773	0.486

ตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.4 แสดงให้ทราบว่า ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของกิจกรรมการก่อกวนมวลเบาในสภาวะจำลอง แปรผันอยู่ในช่วงระหว่าง 161 ถึง 199 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 183.25

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในตารางที่ 5.7 พบว่าอัตราส่วนของระดับความอันตรายระดับ 3 และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน อาจกล่าวได้ว่าหากต้องการปรับปรุงท่าทางให้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง

สามารถทำได้โดยการลดอัตราส่วนระดับความอันตราย 3 โดยอาจปรับปรุงไปเป็นท่าทางที่จัดอยู่ในระดับความอันตราย 1 หรือ 2 เป็นต้น

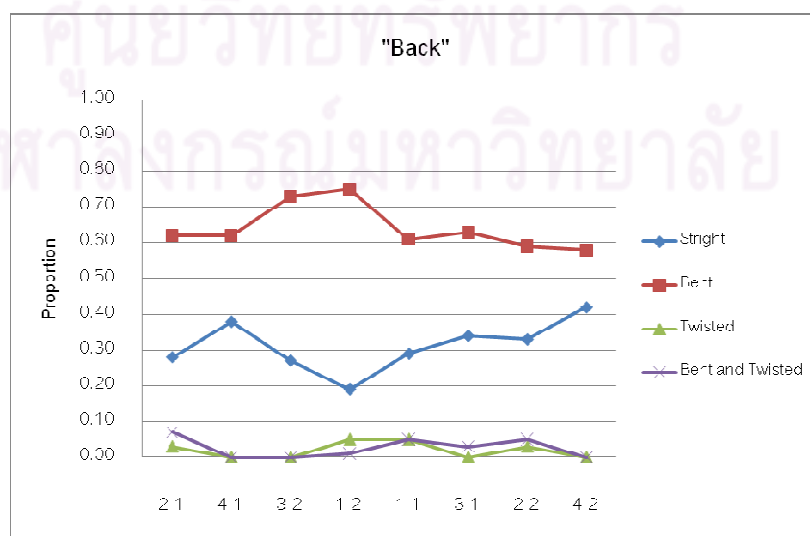
### 5.2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทางในสภาวะจำลอง

การวิเคราะห์ท่าทาง เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ หลัง แขน ขา และน้ำหนักที่แบกทาน กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เกิดขึ้น

การศึกษาค้นคว้าหลักการประเมินค่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS ซึ่งแบ่งองค์ประกอบร่างกายเป็น 4 ส่วนตามที่ได้กล่าวมาแล้ว และแยกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างท่าทางในร่างกายแต่ละองค์ประกอบ กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งรายละเอียดของผลการศึกษาในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย มีรายละเอียดดังนี้

#### 5.2.3.1 ท่าทางของหลัง

ท่าทางของหลัง แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ คือ 1) หลังอยู่ในสภาพที่ตรง 2) หลังอยู่ในสภาพที่โค้ง 3) หลังอยู่ในสภาพที่บิด และ 4) หลังอยู่ในสภาพที่บิด และโค้ง จากข้อมูลอัตราส่วนท่าทางของหลังสำหรับแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงผลได้ดังรูปที่ 5.5 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลังได้ ดังตารางที่ 5.8



รูปที่ 5.5 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “หลัง”

ตารางที่ 5.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง

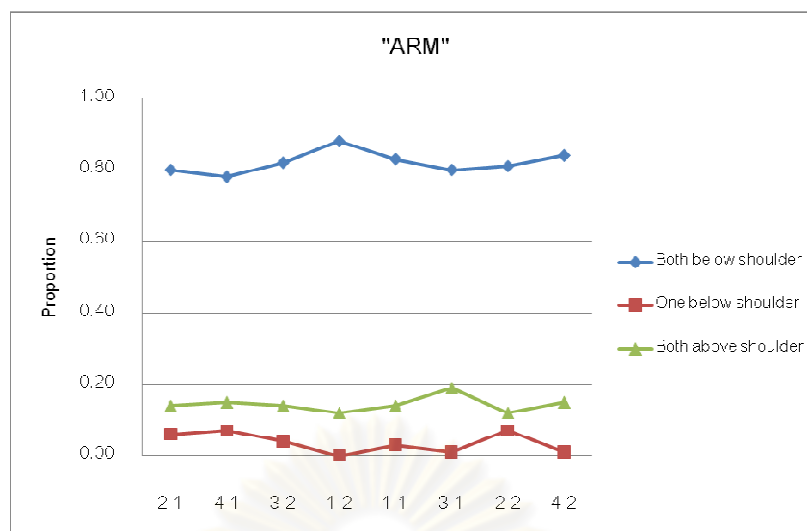
	IR	Straight	Bent	Twisted	Bent and Twisted
IR	1	-0.550	0.418	0.193	0.301

ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพที่โค้ง” มีอัตราส่วนที่สูง (ร้อยละ 58 ถึงร้อยละ 75) สำหรับท่าทางอื่น เช่น “หลังอยู่ในสภาพที่บิด” และ “หลังอยู่ในสภาพที่ บิดและโค้ง” นั้น พบว่ามีอัตราส่วนที่เปลี่ยนแปลงอยู่ในกรอบแคบๆ (ประมาณร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 5 และร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 8 ตามลำดับ) จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ไม่พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับท่าทางหลังแต่อย่างไร

อย่างไรก็ดีพบว่าท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพโค้ง” เป็นท่าทางที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านการยศาสตร์ และมีอัตราส่วนที่มากที่สุด ดังนั้นการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบท่าทางการทำงาน ควรพิจารณาปรับปรุง หรือลดอัตราส่วนรูปแบบท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพโค้ง” ไปสู่ท่าทางอื่นที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีกว่ากว่า เช่น “หลังอยู่ในสภาพที่ตรง” ซึ่งสามารถช่วยปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นได้

### 5.2.3.2 ท่าทางของแขน

ท่าทางของแขน แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) แขนทั้งสองข้างอยู่ต่ำกว่าไหล่ 2) แขนหนึ่งข้างอยู่สูงกว่าไหล่ อีกข้างอยู่ต่ำกว่าไหล่ และ 3) แขนทั้ง 2 ข้างอยู่สูงกว่าไหล่ ข้อมูลอัตราส่วนของท่าทางของแขนสำหรับแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.6 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางแขน ได้ ดังตารางที่ 5.9



รูปที่ 5.6 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “แขน”

ตารางที่ 5.9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง

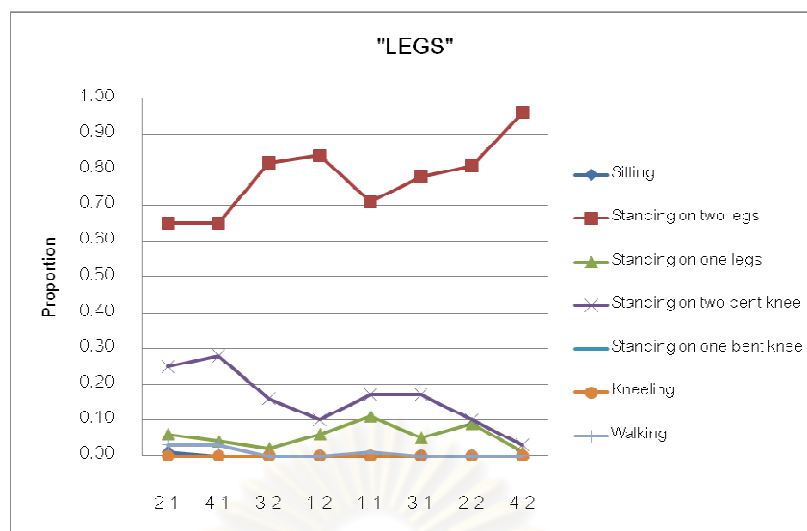
	IR	Both below shoulder	One below shoulder	Both above shoulder
IR	1	-0.326	0.397	-0.055

ผลการศึกษาพบว่าค่าอัตราส่วนของแต่ละท่าทางค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ ผลการศึกษาพบว่าค่าอัตราส่วนของท่าทาง “แขนทั้งสองข้าง อยู่ต่ำกว่าไหล่” มีอัตราส่วนที่สูง (ร้อยละ 78 ถึง ร้อยละ 88) แสดงให้ทราบว่า กิจกรรมก่ออิฐมวลเบา มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดี ในองค์ประกอบของร่างกายส่วนแขน และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนท่าทางของแขนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

### 5.2.3.3 ท่าทางของขา

ท่าทางของขา สามารถแบ่งออกเป็น 7 รูปแบบ คือ 1) นั่ง 2) ยืน ถ่ายน้ำหนักงขาทั้งสองข้าง 3) ยืน ถ่ายน้ำหนักงขาข้างเดียว 4) ยืน ถ่ายน้ำหนักงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า 5) ยืน ถ่ายน้ำหนักงขาเดียวโดยการงอเข่า 6) เข่าหนึ่ง หรือทั้งสองข้างสัมผัสกับพื้น และ 7) ขาอยู่ในลักษณะการเดิน ข้อมูลอัตราส่วนของท่าทางของขาในแต่ละรูปแบบสำหรับแต่ละกลุ่มข้อมูลสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.7 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขาได้ ดังตารางที่ 5.10





รูปที่ 5.7 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “ขา”

ตารางที่ 5.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา

	IR	Sitting	Standing on two legs	Standing on one legs	Standing on two bent knee	Standing on one bent knee	Kneeing	Walking
IR	1	0.577	-0.821	0.180	0.850	X	X	0.648

ผลการศึกษาพบว่าท่าทางของขา “ยืน ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” ซึ่งเป็นท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์น้อยมาก มีอัตราส่วนสูงที่สุด (ร้อยละ 64 ถึงร้อยละ 96) แสดงให้ทราบว่างานก่อนอิฐมวลเบามีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากท่าทางของขาอยู่ในระดับต่ำ หากพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา “ยืน ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจน โดยเป็นความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม

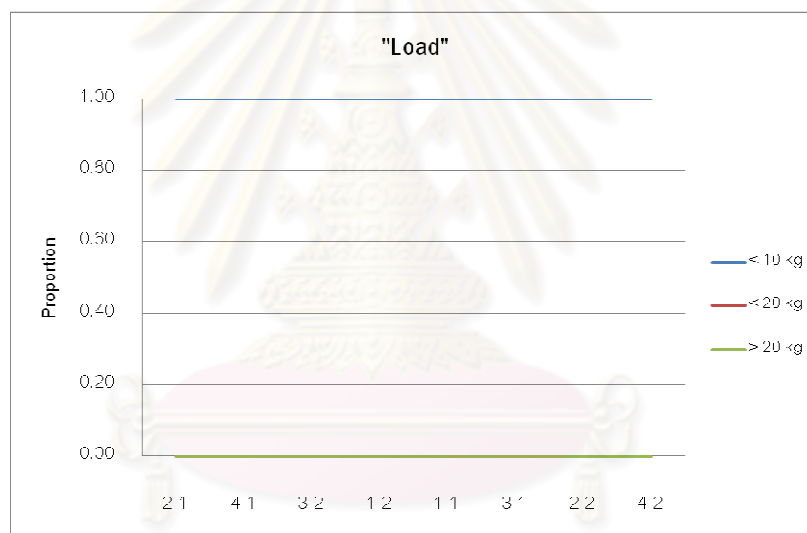
นอกจากนี้ อัตราส่วนของท่าทางของขา “ยืน ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” มีอัตราส่วนที่สูงรองลงมา (ร้อยละ 3 ถึงร้อยละ 29) และพบว่าอันตรารส่วนท่าทางดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยเป็นความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน สำหรับท่าทางอื่น พบว่ามีอัตราส่วนที่เปลี่ยนแปลงอยู่ในกรอบแคบๆ (ประมาณ ร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 11) โดยผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ กับอัตราส่วนของลักษณะท่าทางขาแบบอื่นแต่อย่างใด

ท่าทาง “ยืน ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” เป็นท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์น้อย ดังนั้นการพิจารณาเพื่อปรับปรุงท่าทางการทำงานจึงพิจารณาท่าทาง “ยืน ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้ง

สองข้างโดยการงอเข้า” เป็นหลัก ซึ่งนอกจากท่าทางดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์แล้ว ยังเป็นท่าทางที่เกิดปัญหาทางการยศาสตร์มาก ดังนั้นการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงท่าทาง “ยื่น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข้า” ไปสู่ท่าทางอื่น ที่มีความเสี่ยงทางการยศรตร์น้อยกว่า เช่น “ยื่น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” สามารถช่วยปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ของการทำงานก่อดิฐให้ดีขึ้นได้

#### 5.2.3.4 น้ำหนักที่แบกทาน

น้ำหนักที่แบกทานแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ 1) น้อยกว่า 10 กิโลกรัม 2) ระหว่าง 10 ถึง 20 กิโลกรัม และ 3) มากกว่า 20 กิโลกรัม จากข้อมูลอัตราส่วนในแต่ละรูปแบบของน้ำหนักที่แบกทาน สำหรับแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 แสดงอัตราส่วนของแต่ละรูปแบบน้ำหนักที่แบกทาน

ตารางที่ 5.11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของรูปแบบน้ำหนักที่แบกทาน

	IR	< 10 kg.	< 20 kg.	> 20 kg.
IR	1	X	X	X

ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนของรูปแบบน้ำหนัก “น้อยกว่า 10 กิโลกรัม” มีอัตราส่วนสูงสุด (ร้อยละ 100) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมก่อดิฐมวลเบา มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดี สำหรับน้ำหนักที่แบกทาน ทั้งนี้เนื่องจากก่อดิฐมวลเบาที่ศึกษา มีน้ำหนัก 5.58 กิโลกรัม ต่อหนึ่งก้อน ซึ่งอยู่ในลักษณะของน้ำหนักที่แบกทาน “น้อยกว่า 10 กิโลกรัม”

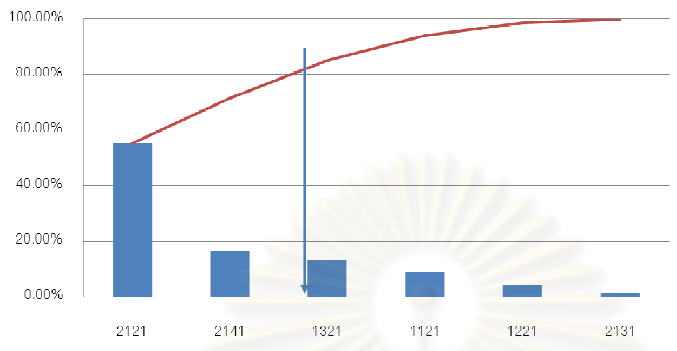
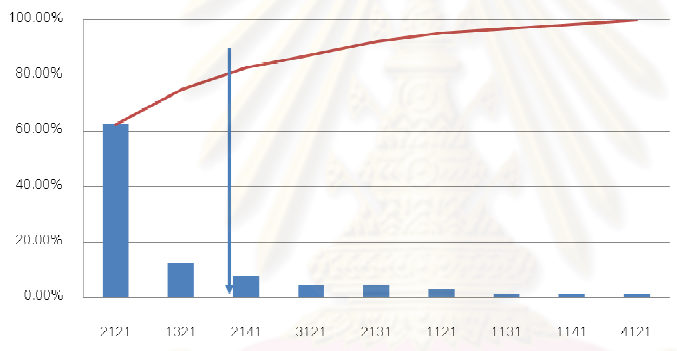
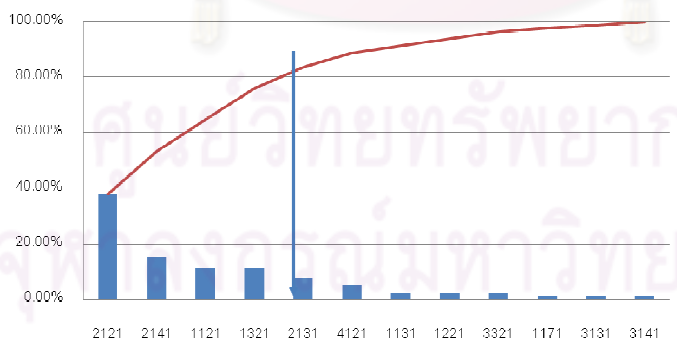
## 5.2.4 การวิเคราะห์รหัสท่าทางของการก่ออิฐมวลเบา ในสภาวะจำลอง

หัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์รหัสท่าทางที่เกิดขึ้นในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา โดยวิเคราะห์ท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยใช้แผนภูมิ Pareto เพื่อพิจารณา โดยอาศัยเกณฑ์เลือกกลุ่มรหัสท่าทางที่ให้ผลรวมความถี่สะสมเป็นร้อยละ 80 โดยกลุ่มรหัสท่าทางดังกล่าว ถือว่ามีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูลได้ ดังนี้

ตารางที่ 5.12 แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	Pareto Chart	รหัสท่าทางที่มีความสำคัญ
1	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 1-2</p>	2121*** 2141*** 1321*** 1121*** 1221 2131
2	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 4-1</p>	2121*** 2141*** 1121*** 1321***

ตารางที่ 5.12 (ต่อ) แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	Pareto Chart	รหัสท่าทางที่มี ความสำคัญ																										
3	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 3-2</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Data for Pareto Chart 3-2</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2121</td><td>55%</td></tr> <tr><td>2141</td><td>15%</td></tr> <tr><td>1321</td><td>10%</td></tr> <tr><td>1121</td><td>5%</td></tr> <tr><td>1221</td><td>3%</td></tr> <tr><td>2131</td><td>2%</td></tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	2121	55%	2141	15%	1321	10%	1121	5%	1221	3%	2131	2%	<p>2121*** 2141*** 1321***</p>												
Category	Percentage																											
2121	55%																											
2141	15%																											
1321	10%																											
1121	5%																											
1221	3%																											
2131	2%																											
4	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 1-2</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Data for Pareto Chart 1-2</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2121</td><td>60%</td></tr> <tr><td>1321</td><td>10%</td></tr> <tr><td>2141</td><td>5%</td></tr> <tr><td>3121</td><td>3%</td></tr> <tr><td>2131</td><td>3%</td></tr> <tr><td>1121</td><td>2%</td></tr> <tr><td>1131</td><td>1%</td></tr> <tr><td>1141</td><td>1%</td></tr> <tr><td>4121</td><td>1%</td></tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	2121	60%	1321	10%	2141	5%	3121	3%	2131	3%	1121	2%	1131	1%	1141	1%	4121	1%	<p>2121*** 1321*** 2141***</p>						
Category	Percentage																											
2121	60%																											
1321	10%																											
2141	5%																											
3121	3%																											
2131	3%																											
1121	2%																											
1131	1%																											
1141	1%																											
4121	1%																											
5	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 1-1</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Data for Pareto Chart 1-1</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2121</td><td>35%</td></tr> <tr><td>2141</td><td>15%</td></tr> <tr><td>1121</td><td>10%</td></tr> <tr><td>1321</td><td>8%</td></tr> <tr><td>2131</td><td>5%</td></tr> <tr><td>4121</td><td>3%</td></tr> <tr><td>1131</td><td>2%</td></tr> <tr><td>1221</td><td>1%</td></tr> <tr><td>3321</td><td>1%</td></tr> <tr><td>1171</td><td>1%</td></tr> <tr><td>3131</td><td>1%</td></tr> <tr><td>3141</td><td>1%</td></tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	2121	35%	2141	15%	1121	10%	1321	8%	2131	5%	4121	3%	1131	2%	1221	1%	3321	1%	1171	1%	3131	1%	3141	1%	<p>2121*** 2141*** 1121*** 1321*** 2131</p>
Category	Percentage																											
2121	35%																											
2141	15%																											
1121	10%																											
1321	8%																											
2131	5%																											
4121	3%																											
1131	2%																											
1221	1%																											
3321	1%																											
1171	1%																											
3131	1%																											
3141	1%																											

ตารางที่ 5.12 (ต่อ) แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	Pareto Chart	รหัสท่าทางที่มี ความสำคัญ
6	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 3-1</p>	2121*** 1321*** 2141*** 1121
7	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 2-2</p>	2121*** 1121*** 1321*** 2141*** 1221
8	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 4-2</p>	2121*** 1121*** 1321***

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์จากแผนภูมิ Pareto ข้างต้น พบว่ารหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของแต่ละกลุ่มข้อมูลมีความหลากหลาย ผู้วิจัยจำเป็นต้องพิจารณาว่าท่าทางใดที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยรวม ซึ่งแนวทางการพิจารณาท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยรวมนั้นผู้วิจัยจะ

พิจารณาเลือกท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล และท่าทางดังกล่าวต้องถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูลทั้งหมด (ในกรณีนี้คือมากกว่า 6 กลุ่มข้อมูล)

จากแนวทางการพิจารณาดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถเลือกท่าทางได้ ดังนี้ ท่าทางรหัส 1121, ท่าทางรหัส 1321, ท่าทางรหัส 2121 และท่าทางรหัส 2141 ท่าทางดังกล่าวถูกเลือกมาเพื่อวิเคราะห์ในลำดับถัดไป โดยการวิเคราะห์ท่าทางแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับความอันตราย ตั้งแต่ระดับความอันตรายระดับ 1 ถึงระดับความอันตรายระดับ 4 และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของแต่ละรหัสท่าทาง กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงจากมากไปน้อย สามารถแสดงผลได้ ตามตารางที่ 5.13 ดังนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 แสดงรหัสท่าทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูลทั้งหมด)

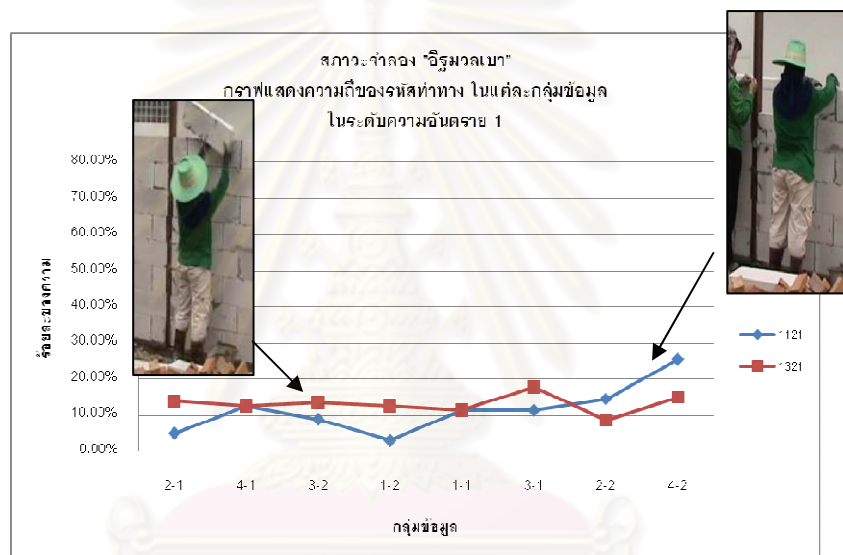
	รหัสท่าทาง	ร้อยละของความถี่การเกิด								ค่าเฉลี่ย
		กลุ่มข้อมูล 1	กลุ่มข้อมูล 2	กลุ่มข้อมูล 3	กลุ่มข้อมูล 4	กลุ่มข้อมูล 5	กลุ่มข้อมูล 6	กลุ่มข้อมูล 7	กลุ่มข้อมูล 8	
ระดับความ อันตราย 1	1321	13.92%	12.50%	13.43%	12.50%	11.39%	17.81%	8.70%	14.93%	13.15%
	1121	5.06%	12.50%	-	-	11.39%	13.70%	14.49%	25.37%	13.75%
ระดับความ อันตราย 2	2121	34.18%	30.56%	55.22%	62.50%	37.97%	42.47%	43.48%	53.73%	45.01%
ระดับความ อันตราย 3	2141	20.25%	27.78%	16.42%	7.81%	15.19%	16.44%	8.70%	-	16.08%
ระดับความ อันตราย 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากตารางที่ 5.13 มาสร้างแผนภูมิเปรียบเทียบอัตราส่วนความถี่ของแต่ละรหัสท่าทาง กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากค่ามากไปค่าน้อย ซึ่งนำเสนอรายละเอียดในแต่ละระดับความอันตราย ดังนี้

#### 5.2.4.1 ความอันตรายระดับ 1

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความถี่ของรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญ กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงกลุ่มข้อมูลจากค่าดัชนีความเสี่ยงจากมากไปน้อย สำหรับระดับความอันตรายระดับ 1 สามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิได้ตามรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1

รหัสท่าทางที่มีอัตราส่วนความถี่สูงสุดคือ 1121 ซึ่งมีอัตราส่วนความถี่เฉลี่ยของทุกกลุ่มข้อมูล ร้อยละ 13.15 และความถี่ของรหัสท่าทางดังกล่าวมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงตามลำดับของกลุ่มข้อมูล นอกจากนี้รหัสท่าทางหนึ่งที่มีอัตราส่วนความถี่สูงเป็นอันดับรองลงมา คือรหัสท่าทาง 1321 ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ความถี่ของรหัสท่าทางดังกล่าวมีแนวโน้มที่ค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ค่าดัชนีความเสี่ยงมีค่าลดลงดังรูปที่ 5.9

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าความถี่ของรหัสท่าทาง 1121 มีความสัมพันธ์ที่แปรผกผันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงานให้คนงานใช้ท่าทางรหัส 1121 ให้มากขึ้นสามารถช่วยให้สภาพการทำงานมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้นได้



### 5.2.4.2 ความอันตรายระดับ 2

ในหัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญ กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย ในระดับความอันตรายระดับ 2 สามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิ ตามรูปที่ 5.10



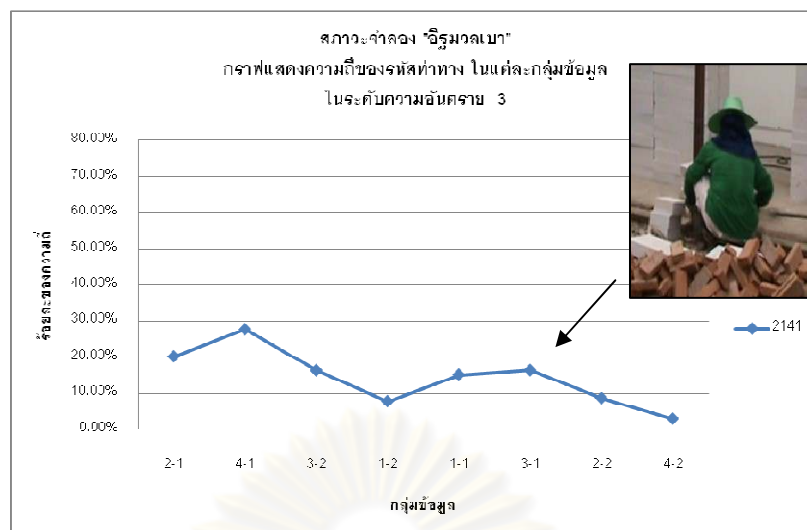
รูปที่ 5.10 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2

รหัสท่าทาง 2121 เป็นรหัสท่าทางที่มีผลกระทบต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มากที่สุดในระดับความอันตราย 2 จากรูปที่ 5.10 พบว่า ความถี่ของรหัสท่าทาง 2121 มีแนวโน้มมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงตามลำดับกลุ่มข้อมูล

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าความถี่ของรหัสท่าทาง 2121 มีความสัมพันธ์ที่แปรผกผันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงานให้คนงานใช้ท่าทางรหัส 2121 ให้มากขึ้นสามารถช่วยให้การทำงานมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้นได้

### 5.2.4.3 ความอันตรายระดับ 3

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญ กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงกลุ่มข้อมูลจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย สำหรับระดับความอันตรายระดับ 3 ซึ่งสามารถแสดงได้ ตามรูปที่ 5.11 ดังนี้



รูปที่ 5.11 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3

รหัสท่าทาง 2141 เป็นรหัสท่าทางที่มีผลกระทบต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มากที่สุดสำหรับในระดับความอันตราย 3 จากรูปที่ 5.11 พบว่าความถี่ของรหัสท่าทาง 2141 มีแนวโน้มที่มีค่าลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงตามกลุ่มข้อมูลที่เรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย

การศึกษาสามารถสรุปได้ว่าความถี่ของรหัสท่าทาง 2141 มีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผันตรงกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงานให้คนงานลดการใช้ท่าทาง 2141 ซึ่งจะช่วยให้สภาพทางการยศาสตร์ของการทำงานดีขึ้นได้

### 5.2.5 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลอง

อัตราผลผลิตของงานก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลอง เก็บข้อมูลจากการบันทึกจำนวนอิฐที่ก่อได้ และระยะเวลาที่ใช้ การเก็บข้อมูลอัตราผลผลิตดังกล่าวกระทำในระหว่างการถ่ายวิดีโอเพื่อบันทึกท่าทางของคนงานการก่ออิฐมวลเบา โดยการนับจำนวนก้อนอิฐที่ก่อได้ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณค่าอัตราผลผลิต แสดงตัวอย่างได้ตามตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 แสดงตัวอย่างการข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูล 1-2”

No.	เวลา			เวลารวม (วินาที)	อิฐที่ก่อได้ (ก้อน)	เวลาในการก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาในการก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูงอิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	3	37	217	4	54.25	54.25	1
2	0	8	0	480	8	60.00	65.75	2
3	0	12	55	775	12	64.58	73.75	3
4	0	16	10	970	16	60.63	48.75	4
5	0	19	5	1,145	20	57.25	43.75	5
6	0	21	5	1,265	24	52.71	30.00	6
7	0	23	0	1,380	28	49.29	28.75	7
8	0	25	44	1,544	32	48.25	41.00	8
9	0	28	23	1,703	36	47.31	39.75	9
10	0	31	27	1,887	40	47.18	46.00	10

สำหรับรายละเอียดข้อมูลอัตราผลผลิต สำหรับกลุ่มข้อมูลอื่น แสดงในภาคผนวก ข

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลอัตราผลผลิตจนครบทุกกลุ่มข้อมูลพบว่า การก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลองใช้เวลาเฉลี่ย 53.58 วินาที ต่อการก่ออิฐจำนวน 1 ก้อน หรืออาจกล่าวได้ว่าการก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลองมีค่าอัตราผลผลิตเฉลี่ย 0.0188 ก้อน ต่อวินาที

อิฐมวลเบา ใช้จำนวนก้อนอิฐ 8.33 ก้อน ต่อการก่อแผงอิฐ 1 ตารางเมตร จากข้อมูลอัตราผลผลิตข้างต้น สามารถแสดงได้ว่า คนงานใช้เวลาเฉลี่ย 446.28 วินาที ต่อการก่ออิฐมวลเบาพื้นที่ 1 ตารางเมตร หรือคนงานสามารถก่ออิฐมวลเบาได้พื้นที่ 8.06 ตารางเมตร ต่อระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในสภาวะจำลอง หากคำนวณเป็นอัตราผลผลิตต่อวัน ในกรณีที่คนงานทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน อัตราผลผลิตดังกล่าวจะเท่ากับ 64.48 ตารางเมตร ต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราผลผลิตโดยทั่วไป ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15 ถึง 20 ตารางเมตร ต่อวัน (สยามซีแพคบล็อก, 2008) พบว่าค่าอัตราผลผลิตในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา มีค่ามากกว่าอัตราผลผลิตโดยทั่วไปร้อยละ 222.4

จากข้อมูลดังกล่าว ช่วยให้ทราบถึงอัตราผลผลิตในแต่ละช่วงของการทำงานอย่างละเอียด การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลผลิต และสภาพทางการยศาสตร์จะนำข้อมูลดังกล่าว ไปทำการวิเคราะห์รูปแบบของความสัมพันธ์ นอกจากนี้เพื่อศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่สำคัญ 3 ปัจจัย คือ สภาพทางการยศาสตร์ อัตราผลผลิต และความสูงในการก่ออิฐ ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

## 5.2.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการยศาศาสตร์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการยศาศาสตร์ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ อันได้แก่ ดัชนีความเสี่ยง (IR), ความสูงของการก่ออิฐ และอัตราผลผลิตที่ได้รับ โดยแยกการวิเคราะห์ ที่ละความสัมพันธ์ ตามลำดับ ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาศาสตร์
2. ความสัมพันธ์ระหว่าง ความสูง และอัตราผลผลิต
3. ความสัมพันธ์ระหว่าง ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาศาสตร์ และอัตราผลผลิต

โดยสามารถนำเสนอในรายละเอียดของแต่ละความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

### 5.2.6.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความสูงของการก่ออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาศาสตร์

การวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความสูงของการก่ออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงรูปแบบความสัมพันธ์ และผลของความสูงของการก่ออิฐมวลเบา ที่มีผลกระทบต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาศาสตร์ที่คนงานมีโอกาสได้รับ

การวิเคราะห์กระทำโดยการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาศาสตร์ในแต่ละช่วงความสูง เพื่อหาค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาศาสตร์สำหรับช่วงความสูงนั้น โดยตัวอย่างการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ในตารางที่ 5.1

ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.15 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงในช่วงความสูง 1 ก้อน กลุ่มข้อมูล 1-1

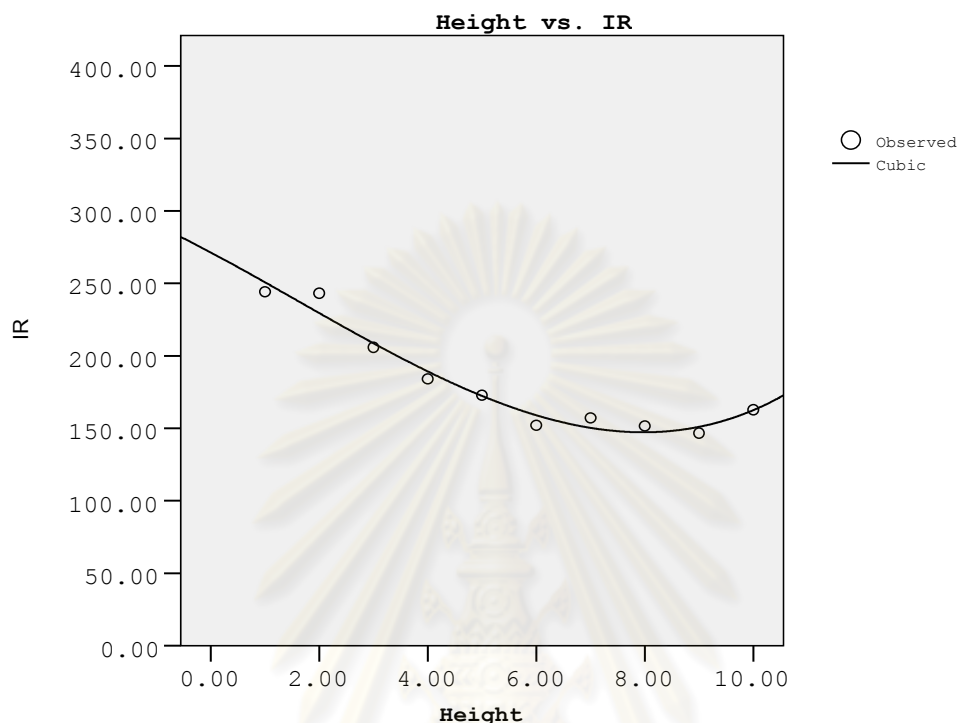
ลำดับ	CODE				ระดับความอันตราย	IR	ความสูง (ก้อน)
	BACK	ARM	LEGS	LOAD			
1	2	1	2	1	2	257.14	1
2	2	1	2	1	2		1
3	2	1	2	1	2		1
4	2	1	2	1	2		1
5	2	1	4	1	3		1
6	2	1	3	1	2		1
7	2	1	4	1	3		1
8	2	1	4	1	3		1
9	2	1	3	1	2		1
10	2	1	4	1	3		1
11	2	1	4	1	3		1
12	3	1	4	1	3		1
13	2	1	4	1	3		1
14	2	1	4	1	3		1

ตารางที่ 5.15 แสดงข้อมูลสำหรับกลุ่มข้อมูล 1-1 ในช่วงความสูงอิฐมวลเบา 1 ก้อน ที่แสดงโดยลำดับข้อมูล 1-14 ซึ่งมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เท่ากับ 257.14 โดยค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่คำนวณได้ สามารถนำมาหาความสัมพันธ์กับความสูง เมื่อกำหนดครบทุกกลุ่มข้อมูลทั้ง 8 กลุ่ม สามารถสรุปในรูปแบบตาราง โดยจัดแบ่งตามความสูงของการก่ออิฐ แสดงดังในตารางที่ 5.16 ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.16 แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ของแต่ละระดับความสูงในการก่ออิฐ

กลุ่มข้อมูล	ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์									
	ความสูง 1 ก้อน	ความสูง 2 ก้อน	ความสูง 3 ก้อน	ความสูง 4 ก้อน	ความสูง 5 ก้อน	ความสูง 6 ก้อน	ความสูง 7 ก้อน	ความสูง 8 ก้อน	ความสูง 9 ก้อน	ความสูง 10 ก้อน
1-1	257.14	230.00	200.00	200.00	170.00	138.46	120.00	114.29	162.50	175.00
1-2	214.29	233.33	200.00	214.29	150.00	200.00	200.00	100.00	150.00	142.86
2-1	269.23	255.06	220.00	150.00	171.43	150.00	171.43	175.00	120.00	175.00
2-2	233.33	250.00	188.89	100.00	160.00	150.00	166.67	140.00	145.45	166.67
3-1	220.00	240.00	271.43	225.00	214.29	150.00	142.86	136.36	137.50	142.86
3-2	260.00	270.00	200.00	216.67	183.33	142.86	157.14	157.14	133.33	157.14
4-1	250.00	283.33	200.00	183.33	185.71	142.86	150.00	190.00	162.50	200.00
4-2	250.00	183.33	166.67	183.33	142.86	142.86	150.00	140.00	162.50	142.86
ค่าเฉลี่ย	244.25	243.19	205.87	184.08	172.83	152.13	157.26	151.60	146.72	162.80

จากตารางข้างต้น สามารถนำมาสร้างแผนภูมิ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ พร้อมเส้นแนวโน้ม ได้ดังนี้



รูปที่ 5.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ กับความสูงของการก่อกออิฐมวลเบา พบว่าเมื่อความสูงในการก่อกออิฐมวลเบาที่อยู่ในระดับต่ำ (ความสูง 1 ถึง 3 ก้อน) จะมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงกว่าการก่อกออิฐมวลเบาในระดับสูง จากการวิเคราะห์ท่าทางที่คนงานใช้ในการก่อกออิฐพบว่า เมื่อคนงานก่อกออิฐมวลเบาในระดับต่ำ คนงานอาจต้องนั่งยองหรืออาจต้องก้มตัว เพื่อให้สามารถทำงานก่อกออิฐมวลเบาที่อยู่ในระดับต่ำได้ ลักษณะท่าทางดังกล่าวเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ไม่ดี ส่งผลให้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของการก่อกออิฐมวลเบาที่อยู่ในระดับต่ำ มีค่าสูงถึงประมาณ 250 ซึ่งค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าลดลงประมาณร้อยละ 67 จนมีระดับต่ำสุดที่ระดับความสูงประมาณนอก ซึ่งคนงานก่อกออิฐมวลเบาสามารถยืนก่อกอได้ โดยค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยมีค่าต่ำสุดที่ระดับความสูงของอิฐมวลเบา ประมาณ 7-8 ก้อน (140-160 เซนติเมตร) ซึ่งมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ประมาณ 150 หลังจากนั้นค่าดัชนีความเสี่ยงมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ประมาณร้อยละ 7 มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ประมาณ 160 ที่ระดับความสูงอิฐมวลเบาประมาณ 10 ก้อน ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อระดับความสูงมากเกินกว่าระดับหัวไหล่ คนงาน

จำเป็นต้องเอื้อมยกแขนขึ้นเหนือกว่าระดับไหล่ ซึ่งท่าทางดังกล่าวเป็นท่าทางที่มีสภาพทางกายศาสตร์ที่ไม่ดีนัก รูปที่ 5.13, 5.14 และ 5.15 แสดงให้ทราบท่าทางของคนงานก่ออิฐมวลเบาที่ระดับความสูงต่างๆ กันตามลำดับ



รูปที่ 5.13 แสดงสภาพการก่ออิฐมวลเบาที่ระดับความสูงต่ำ คนงานต้องนั่งยอง หรือต้องก้ม

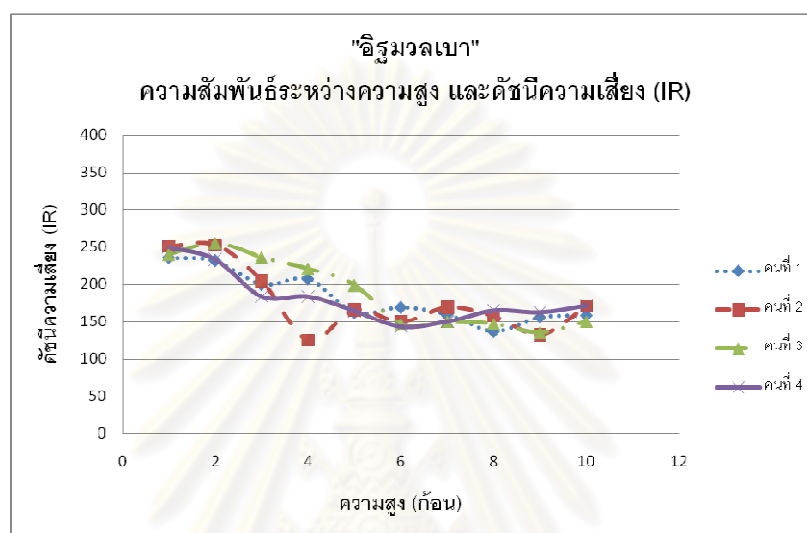


รูปที่ 5.14 แสดงการก่ออิฐมวลเบาที่ระดับความสูงระดับหน้าอก คนงานยืนก่ออิฐได้ปกติ



รูปที่ 5.15 แสดงการก่ออิฐมวลเบาที่ระดับสูง คนงานจำเป็นต้องเอื้อมเพื่อก่ออิฐมวลเบาที่ระดับสูง

รูปที่ 5.12 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นการเฉลี่ยค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของกลุ่มข้อมูลทุกกลุ่ม อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ทำทางพบความแตกต่างในแต่ละกลุ่มข้อมูล ดังนั้นงานวิจัยจึงทำการวิเคราะห์ในรายละเอียด และพิจารณาความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้ สำหรับคนงานแต่ละคน จากข้อมูลที่ได้รับในตารางที่ 5.11 ผู้วิจัยสามารถสร้างแผนภูมิที่แสดงข้อมูลของคนงานแต่ละคน โดยสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ ตามรูปที่ 5.16 ดังนี้



รูปที่ 5.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ สำหรับคนงานแต่ละคน

การวิเคราะห์ข้อมูลของคนงานแต่ละคนพบแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มีแนวโน้มรูปแบบความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือเมื่อความสูงของการก่ออิฐมวลเบาอยู่ในระดับต่ำ ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าสูงมาก (ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ประมาณ 200 ถึง 250) สามารถกล่าวได้ว่าการก่ออิฐมวลเบาที่ระดับต่ำ มีโอกาสที่อาจก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บสูง และความเสี่ยงดังกล่าวมีค่าลดลงตามลำดับจนมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำสุดที่ระดับความสูงในช่วง 7 ถึง 8 ก้อน โดยมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ประมาณ 150 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยกว่าการก่ออิฐในระดับต่ำถึงร้อยละ 67 หลังจากนั้นค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะการก่ออิฐมวลเบาที่ระดับสูงมากนั้น คนงานจำเป็นต้องยกแขนขึ้นเหนือกว่าระดับไหล่ ซึ่งเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม

จากรูปที่ 5.12 และ 5.16 สามารถสรุปได้ว่าเมื่อเริ่มต้นการก่ออิฐที่อยู่ในระดับต่ำ เป็นการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสูง (ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูง) เนื่องจากการก่ออิฐในระดับต่ำ คนงานต้องใช้ท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี เช่น การก้มตัว หรือการนั่ง



ยong ซึ่งเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี และเมื่อคนงานก่อกอิฐในระดับที่สูงขึ้นค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าลดลง หมายความว่าความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงานมีแนวโน้มลดลง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะลดลงอย่างต่อเนื่อง จนถึงระดับความสูงประมาณ 7 ถึง 8 ก้อน ซึ่ง ณ ความสูงดังกล่าวค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าต่ำที่สุด โดยมีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในระดับต่ำถึงร้อยละ 67 โดยอาจกล่าวได้ว่า คนงานที่ก่อกอิฐในระดับความสูง 7 ถึง 8 ก้อน เป็นช่วงความสูงที่คนงานมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บจากการทำงานต่ำที่สุด

อย่างไรก็ตาม การก่อกอิฐในระดับความสูงมากขึ้น (ความสูง 8 ถึง 10 ก้อน) พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 7 เนื่องจากคนงานจำเป็นต้องยกแขนขึ้นเหนือหัวไหล่ เพื่อทำการก่อกอิฐมวลเบาที่ระดับความสูงมากนั่นเอง

#### 5.2.6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ และผลของความสูงในการก่อกอิฐมวลเบา ที่มีต่ออัตราผลผลิตที่ได้รับจากการทำงาน

จากที่ได้ศึกษามาแล้วในหัวข้อ 5.2.5 เกี่ยวกับอัตราผลผลิตในการก่อกอิฐมวลเบาในสภาวะจำลอง พบว่าข้อมูลอัตราผลผลิตในแต่ละช่วงความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูลสามารถนำมาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตได้ ซึ่งสามารถสรุปถึงอัตราผลผลิต และความสูง ของแต่ละกลุ่มข้อมูลได้ ดังตารางที่ 5.17 ดังนี้

ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.17 แสดงค่าอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล (สภาวะจำลองการกักอิฐมวลเบา)

**กลุ่มข้อมูล 1-1**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.00952	1
2	0.01333	2
3	0.03053	3
4	0.02367	4
5	0.01667	5
6	0.01023	6
7	0.02548	7
8	0.01980	8
9	0.02685	9
10	0.01556	10

**กลุ่มข้อมูล 1-2**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.01843	1
2	0.01521	2
3	0.01356	3
4	0.02051	4
5	0.02286	5
6	0.03333	6
7	0.03478	7
8	0.02439	8
9	0.02516	9
10	0.02174	10

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**กลุ่มข้อมูล 2-1**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.00995	1
2	0.01538	2
3	0.01342	3
4	0.02222	4
5	0.01905	5
6	0.01702	6
7	0.02299	7
8	0.01810	8
9	0.02235	9
10	0.01660	10

**กลุ่มข้อมูล 2-2**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.02222	1
2	0.01231	2
3	0.01587	3
4	0.02797	4
5	0.02667	5
6	0.02222	6
7	0.02222	7
8	0.02564	8
9	0.01190	9
10	0.01550	10

**กลุ่มข้อมูล 3-1**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.02424	1
2	0.02817	2
3	0.01794	3
4	0.01747	4
5	0.01739	5
6	0.01843	6
7	0.01843	7
8	0.01187	8
9	0.01786	9
10	0.01932	10

กลุ่มข้อมูล 3-2

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.02516	1
2	0.01338	2
3	0.02326	3
4	0.02083	4
5	0.02260	5
6	0.01961	6
7	0.01843	7
8	0.01852	8
9	0.02395	9
10	0.02260	10

กลุ่มข้อมูล 4-1

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.02174	1
2	0.02500	2
3	0.02062	3
4	0.02469	4
5	0.01487	5
6	0.02326	6
7	0.01102	7
8	0.02235	8
9	0.01626	9
10	0.02703	10

กลุ่มข้อมูล 4-2

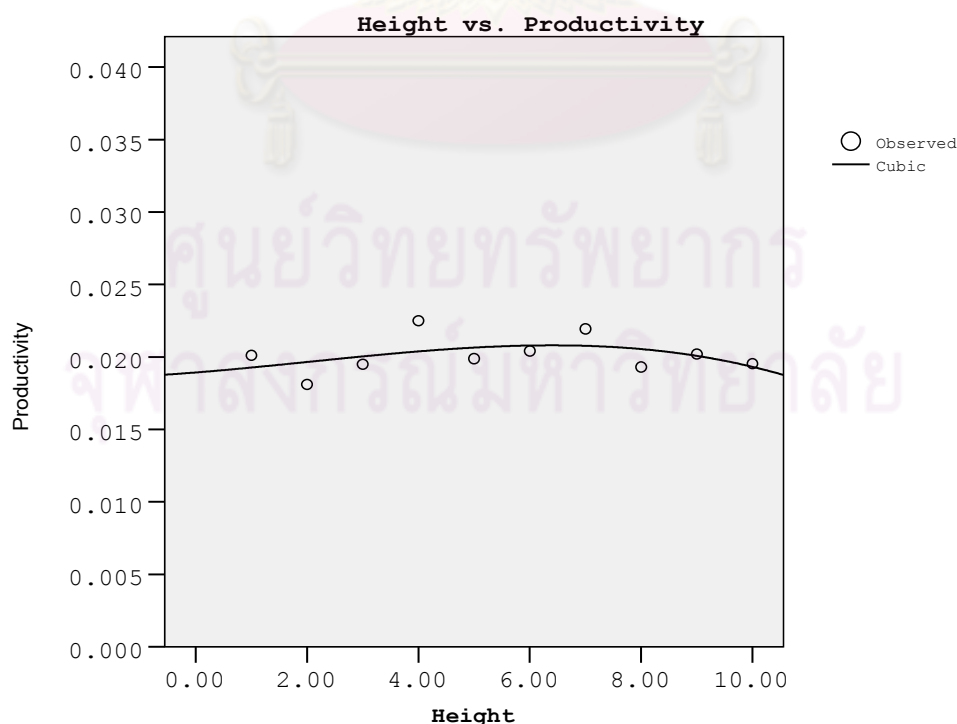
ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.02963	1
2	0.02210	2
3	0.02083	3
4	0.02260	4
5	0.01896	5
6	0.01914	6
7	0.02210	7
8	0.01370	8
9	0.01732	9
10	0.01786	10

หลังจากนั้นนำข้อมูลจากตารางที่ 5.17 มาทำการสรุป โดยจัดหมวดหมู่ตามความสูงของการก่ออิฐ เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตามที่แสดงในตารางที่ 5.18 ดังนี้

ตารางที่ 5.18 ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่ออิฐมวลเบา

กลุ่มข้อมูล	อัตราผลผลิต (ก้อน/วินาที)									
	ความสูง 1 ก้อน	ความสูง 2 ก้อน	ความสูง 3 ก้อน	ความสูง 4 ก้อน	ความสูง 5 ก้อน	ความสูง 6 ก้อน	ความสูง 7 ก้อน	ความสูง 8 ก้อน	ความสูง 9 ก้อน	ความสูง 10 ก้อน
1-1	0.00952	0.01333	0.03053	0.02367	0.01667	0.01023	0.02548	0.01980	0.02685	0.01556
1-2	0.01843	0.01521	0.01356	0.02051	0.02286	0.03333	0.03478	0.02439	0.02516	0.02174
2-1	0.00995	0.01538	0.01342	0.02222	0.01905	0.01702	0.02299	0.01810	0.02235	0.01660
2-2	0.02222	0.01231	0.01587	0.02797	0.02667	0.02222	0.02222	0.02564	0.01190	0.01550
3-1	0.02424	0.02817	0.01794	0.01747	0.01739	0.01843	0.01843	0.01187	0.01786	0.01932
3-2	0.02516	0.01338	0.02326	0.02083	0.02260	0.01961	0.01843	0.01852	0.02395	0.02260
4-1	0.02174	0.02500	0.02062	0.02469	0.01487	0.02326	0.01102	0.02235	0.01626	0.02703
4-2	0.02963	0.02210	0.02083	0.02260	0.01896	0.01914	0.02210	0.01370	0.01732	0.01786
ค่าเฉลี่ย	0.02011	0.01811	0.01950	0.02250	0.01988	0.02041	0.02193	0.01930	0.02020	0.01953

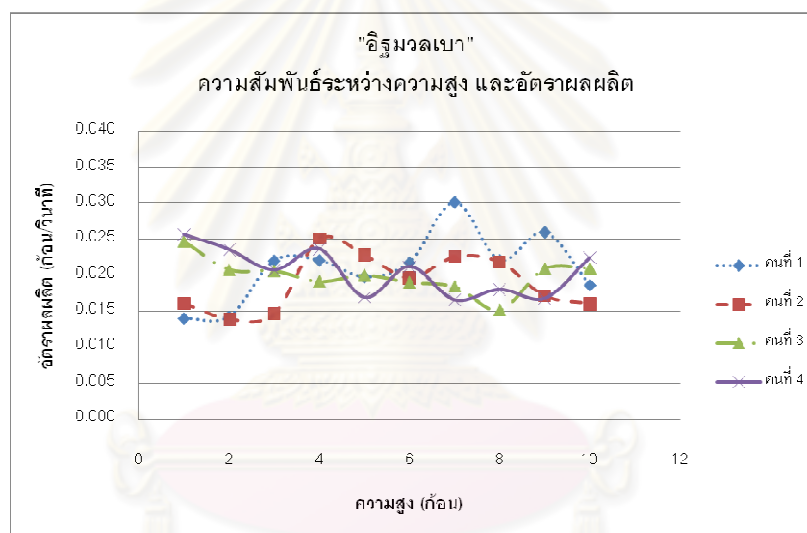
เพื่อประกอบความเข้าใจให้ชัดเจนขึ้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสูงในการก่ออิฐมวลเบา และอัตราผลผลิต ผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 2 โดยอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 5.18 พร้อมแสดงเส้นแนวโน้มที่เหมาะสม ได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 5.17 ดังนี้



รูปที่ 5.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต

จากการศึกษา รูปที่ 5.17 พบว่าเมื่อความสูงของการก่ออิฐอยู่ในระดับต่ำ ค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าน้อย อัตราผลผลิตมีค่าสูงขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น อัตราผลผลิตมีค่าสูงสุดที่ระดับความสูง 6 ก้อน และเมื่อระดับความสูงของการก่อมากกว่า 6 ก้อนขึ้นไป ค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าลดน้อยลงตามลำดับ

อย่างไรก็ดี จากรูปที่ 5.17 จะพบว่ามี ความแตกต่างระหว่างอัตราผลผลิตค่อนข้างน้อย กล่าวคือ อัตราผลผลิตในช่วงความสูง 1 ก้อน มีค่าต่างกับอัตราผลผลิตในช่วงความสูง 6 ก้อนอยู่เพียง 5% ซึ่งถือว่าค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผลจากการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งมีความแตกต่างระหว่างอัตราผลผลิตต่ำสุด และอัตราผลผลิตสูงสุดถึงร้อยละ 33 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับข้อมูลในแต่ละบุคคล ซึ่งข้อมูลจากตารางที่ 5.18 สามารถสร้างเป็นแผนภูมิได้ตามรูปที่ 5.18



รูปที่ 5.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตสำหรับคนงานแต่ละคน

จากรูปที่ 5.18 พบว่า อัตราผลผลิตในระดับต่ำมีความแตกต่างค่อนข้างมาก ระหว่างแรงงานคนที่ 1 และ 2 กับ แรงงานคนที่ 3 และ 4 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความแตกต่างที่เกิดขึ้น จะพบว่าสาเหตุหลักมาจากลักษณะขั้นตอนของการทำงานที่แตกต่างกัน สามารถแสดงขั้นตอนการทำงานได้ ตามรูปที่ 5.19 และ 5.20 ดังนี้



รูปที่ 5.19 แสดงลักษณะท่าทางในการทำงานของคนงาน คนที่ 1 และ 2



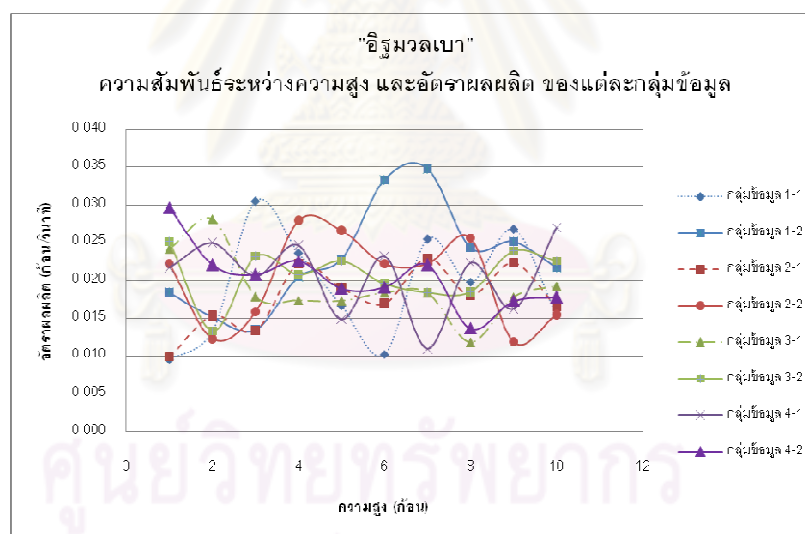
รูปที่ 5.20 แสดงลักษณะท่าทางในการทำงานของคนงาน คนที่ 3 และ 4



จากการสังเกตในภาพที่บันทึกการทำงานของคนงานก่ออิฐมวลเบาพบว่า กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 มีลักษณะการทำงานที่มีความแตกต่างกับคนงานกลุ่มอื่น กล่าวคือในการก่อกำแพงอิฐแต่ละแถว เมื่อคนงานก่อไปจนใกล้จะเต็มแถว คนงานต้องวัดขนาดช่องที่เหลือ เพื่อใส่ก้อนอิฐก้อนสุดท้ายของแถว อิฐก้อนสุดท้ายดังกล่าว คนงานจำเป็นต้องตัดก้อนอิฐมวลเบาเพื่อให้ได้ขนาดตามขนาดช่องที่เหลืออยู่

เนื่องจากกลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 เป็นกลุ่มข้อมูลที่ทำการก่อเป็นกลุ่มข้อมูลแรก ดังนั้นคนงานดังกล่าวจึงต้องเสียเวลาในการตัดอิฐก้อนสุดท้ายดังกล่าว ส่งผลให้อัตราผลผลิตในการก่ออิฐมวลเบาในระดับต่ำ มีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มข้อมูลอื่นนอกเหนือจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 คนงานนำอิฐมวลเบาเก่ามาทำการก่ออิฐซ้ำ จึงสามารถใช้ก้อนอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละแถว ที่ได้ตัดไว้แล้ว มาทำการก่ออิฐมวลเบาได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการตัดอิฐดังกล่าวอีก

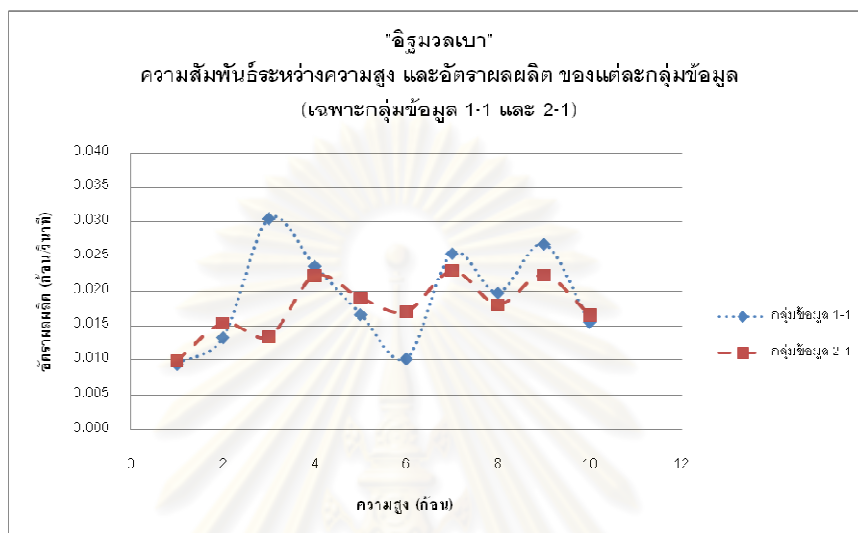
เพื่อเป็นการยืนยันแนวความคิดดังกล่าว ผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตในแต่ละกลุ่มข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงได้ ดังนี้



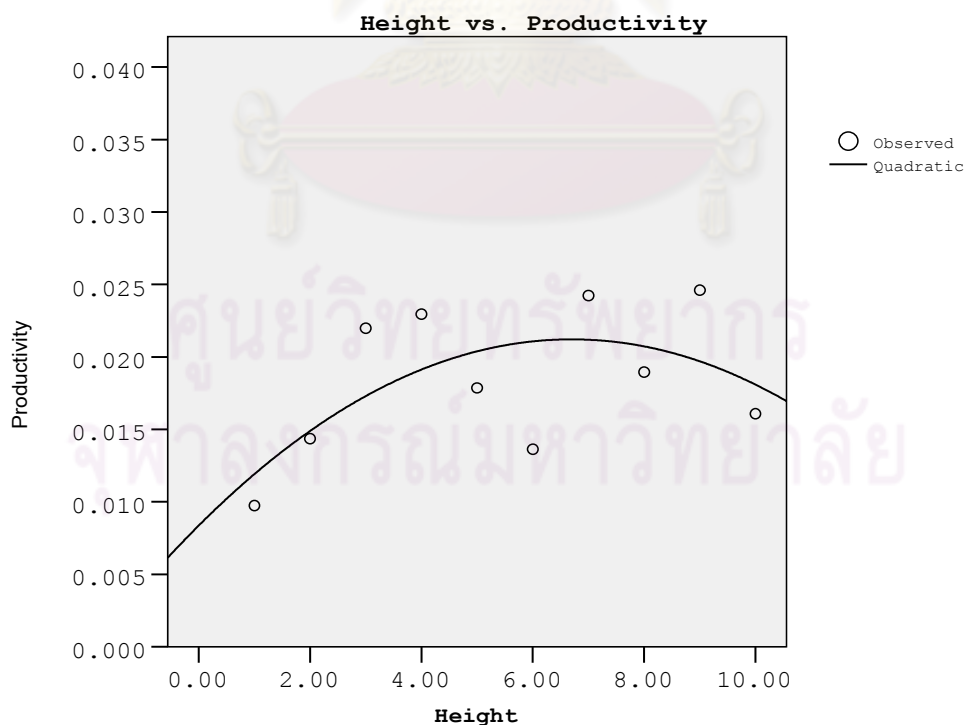
รูปที่ 5.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าวิธีการทำการวิจัย คนงานคนที่ 1 และ 2 ทำการก่ออิฐมวลเบาพร้อมกัน โดยในครั้งแรกของการทดลองจะใช้ก้อนอิฐมวลเบาใหม่ คนงานจึงจำเป็นต้องตัดอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละแถว เพื่อให้ได้ขนาดตามช่องว่างที่เหลือในแต่ละแถวของการก่ออิฐ เวลาที่คนงานต้องใช้ในการตัดอิฐก้อนสุดท้ายดังกล่าวส่งผลให้การก่ออิฐทำได้ช้าลง และส่งผลให้ค่าอัตราผลผลิตที่ได้รับของกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 มีค่าลดลง

เพื่อแสดงให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้แยกข้อมูลกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 (คนงานคนที่ 1 และ 2 ที่ก่ออิฐมวลเบาในครั้งแรก) ออกมาศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราการผลิต สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.22 และเมื่อนำค่าอัตราการผลิตของทั้ง 2 มาทำการเฉลี่ยสามารถแสดงพร้อมเส้นแนวโน้มที่เหมาะสมได้ตามรูปที่ 5.23 ตามลำดับ



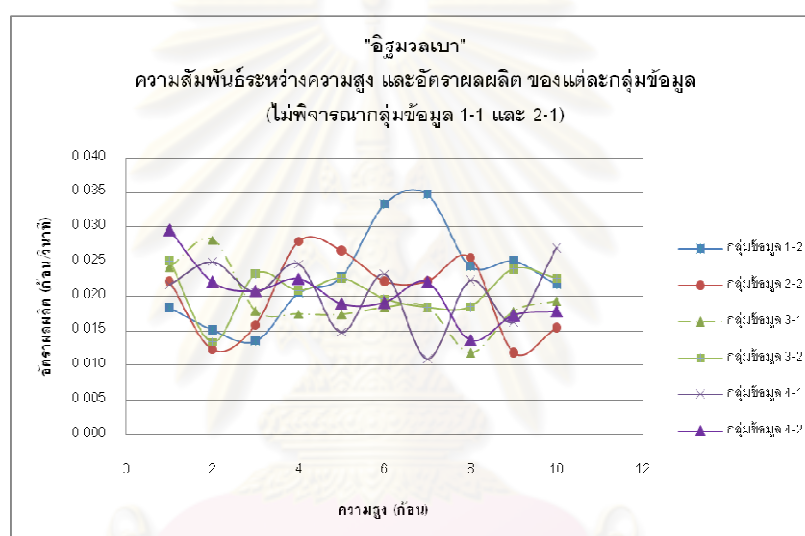
รูปที่ 5.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราการผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล (เฉพาะข้อมูล 1-1 และ 2-1)



รูปที่ 5.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราการผลิตของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มข้อมูล (เฉพาะข้อมูล 1-1 และ 2-1)

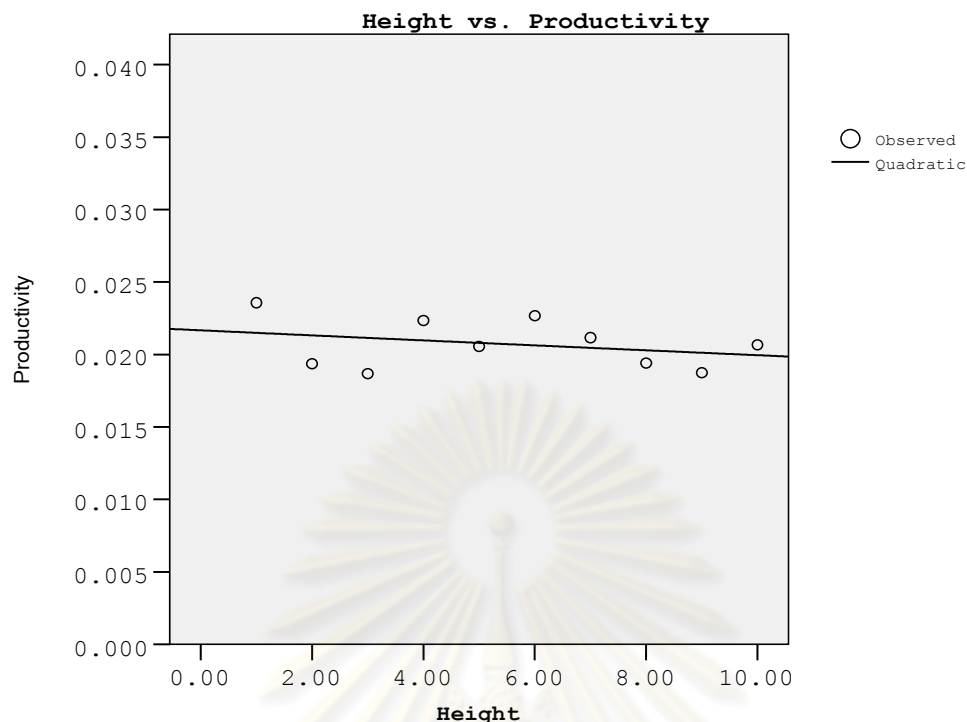
จากรูปที่ 5.22 และ 5.23 ค่าอัตราผลผลิตมีค่าน้อยในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับความสูงประมาณ 6 ถึง 8 ก้อน หลังจากนั้นค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าลดลง ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

จากนั้นเพื่อเป็นการวิเคราะห์ค่าอัตราผลผลิตสำหรับกลุ่มข้อมูลอื่น นอกจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหลือ โดยไม่พิจารณาข้อมูลที่ได้รับจากคนงานคนที่ 1 และคนที่ 2 ที่ทำการก่อกออิฐมวลเบาในครั้งแรก (กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1) ผลลัพธ์สามารถแสดงในรูปแบบแผนภูมิได้ดังรูปที่ 5.24 และแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการเฉลี่ยค่าอัตราผลผลิตจากข้อมูลดังกล่าว พร้อมแสดงเส้นแนวโน้ม ดังรูปที่ 5.25



รูปที่ 5.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของแต่ละกลุ่มข้อมูล (ไม่พิจารณากลุ่มข้อมูลเลขประจำตัว 1 และ 2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มข้อมูล (ไม่พิจารณาข้อมูลเลขประจำตัว 1 และ 2)

จากการศึกษารูปที่ 5.24 และ 5.25 พบว่าในช่วงเริ่มต้นการทำงานค่าอัตราผลผลิตมีค่าสูง เนื่องจาก กองอิฐมวลงเบาอยู่ที่ระดับพื้น ทำให้การก่ออิฐในระดับต่ำคนงานสามารถหยิบอิฐที่กองอยู่ที่พื้น มาทำการก่ออิฐได้อย่างรวดเร็วทำให้คนงานมีอัตราผลผลิตในการทำงานสูง และเนื่องจากอิฐกองอยู่ที่พื้น ทำให้อัตราผลผลิตมีแนวโน้มลดลง เมื่อก่ออิฐมวลงเบาในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากคนงานจำเป็นต้องหยิบก้อนอิฐที่ระดับพื้นขึ้นมาทำการก่ออิฐที่ระดับสูง ดังที่ทราบจากรูปที่ 5.25

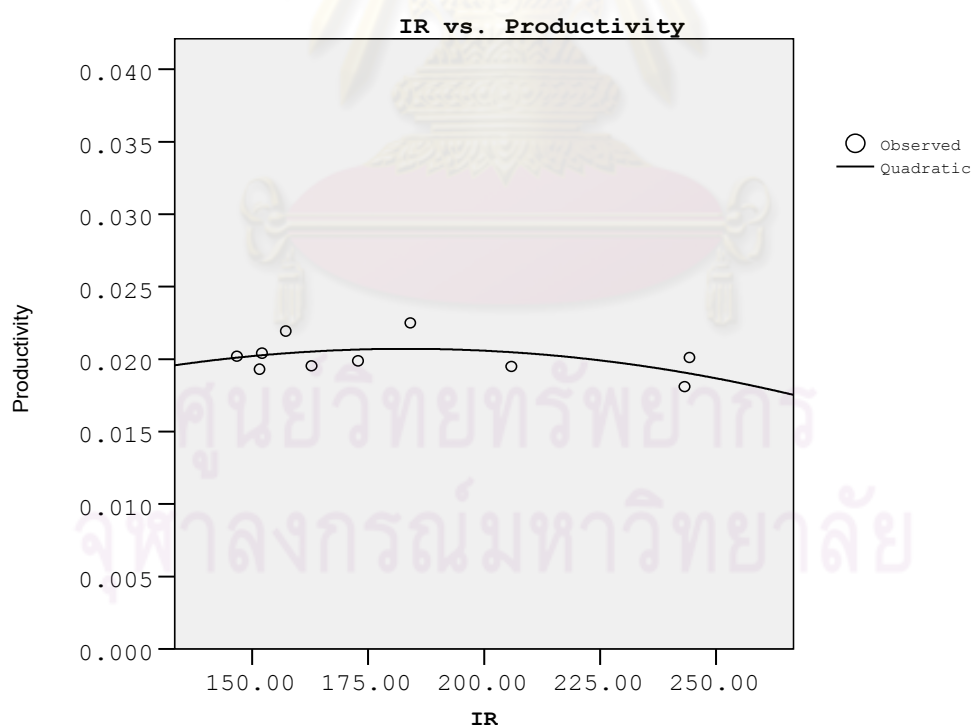
### 5.2.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ กับความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต มาทำการวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต โดยข้อมูลดังกล่าว สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 5.19

ตารางที่ 5.19 แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยง

ลำดับ	ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร	อัตราผลผลิต (กอน/วินาที)
1	244.25	0.02011
2	243.19	0.01811
3	205.87	0.01950
4	184.08	0.02250
5	172.83	0.01988
6	152.13	0.02041
7	157.26	0.02193
8	151.60	0.01930
9	146.72	0.02020
10	162.80	0.01953

จากข้อมูลในตารางที่ 5.19 สามารถนำมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิตได้ พร้อมแสดงเส้นแนวโน้มที่ได้รับจากการพิจารณา ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่มีค่าใกล้เคียง 1 มากที่สุด ดังนี้



รูปที่ 5.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยง (IR) และอัตราผลผลิต

จากรูปที่ 5.26 พบว่าค่าอัตราผลผลิตมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยง และ

อัตราผลผลิต พบว่าลักษณะการทำงานที่จำเป็นต้องตัดอิฐขึ้นสุดท้ายในแต่ละแถวของกลุ่มข้อมูล  
ที่ 1-1 และ 2-1 มีผลทำให้ค่าอัตราผลผลิตลดลง

ในหัวข้อนี้จึงพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์โดยอาศัยแนวความคิดดังกล่าวด้วย ดังนั้น  
ผู้วิจัยจึงได้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต  
โดยแยกข้อมูลสำหรับกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 ออกมาพิจารณาแยกกับกลุ่มข้อมูลอื่นๆ ผลลัพธ์ที่  
ได้รับ แสดงได้ตามตารางที่ 5.20 และ 5.21 ดังนี้

ตารางที่ 5.20 แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร

(ข้อมูลเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1)

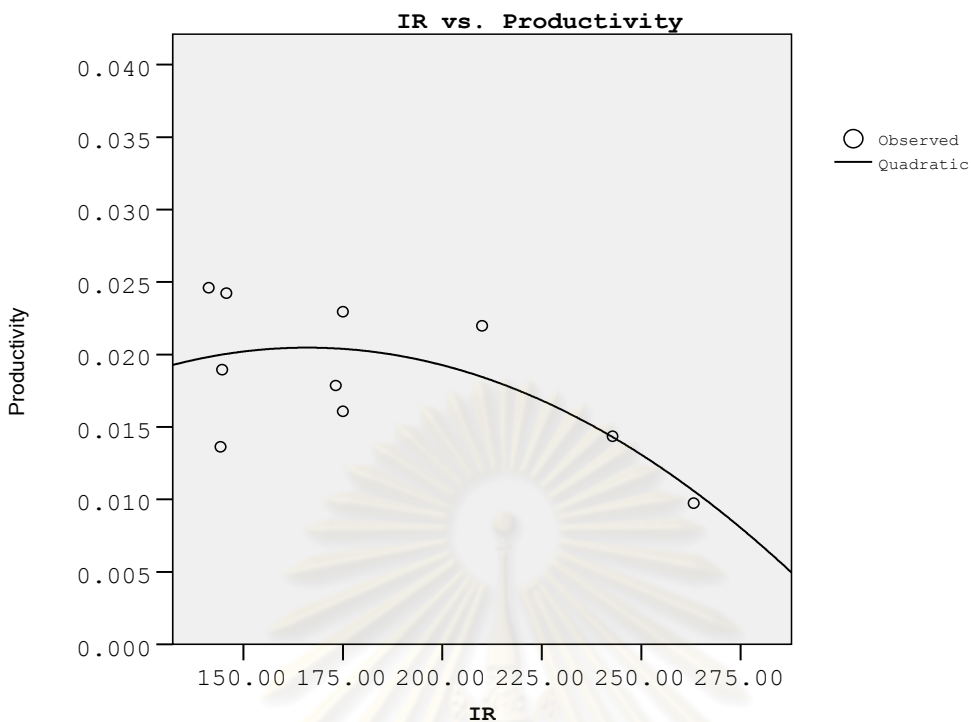
ลำดับ	ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร	อัตราผลผลิต (ก้อน/วินาที)
1	263.19	0.00974
2	242.78	0.01436
3	210.00	0.02198
4	175.00	0.02295
5	173.21	0.01786
6	144.23	0.01363
7	145.71	0.02423
8	144.64	0.01895
9	141.25	0.02460
10	175.00	0.01608

ตารางที่ 5.21 แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร

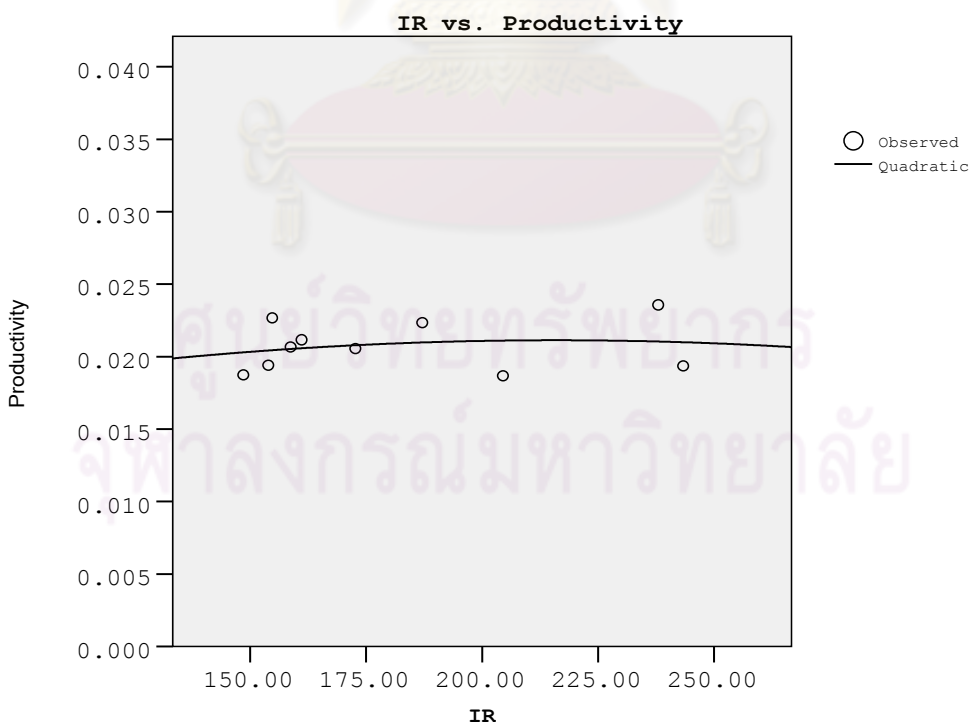
(ข้อมูลเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูลทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1)

ลำดับ	ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร	อัตราผลผลิต (ก้อน/วินาที)
1	237.94	0.02357
2	243.33	0.01936
3	204.50	0.01868
4	187.10	0.02235
5	172.70	0.02056
6	154.76	0.02267
7	161.11	0.02116
8	153.92	0.01941
9	148.55	0.01874
10	158.73	0.02067

จากข้อมูลตามตารางที่ 5.20 และ 5.21 เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้นสามารถสร้างเป็น  
แผนภูมิพร้อมแสดงเส้นแนวโน้มได้ ตามรูปที่ 5.27 และ 5.28 ตามลำดับ ดังนี้



รูปที่ 5.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต (ข้อมูลเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1)



รูปที่ 5.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต (ข้อมูลเฉลี่ยจากทุกกลุ่มข้อมูล ยกเว้นกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1)

จากข้อมูลข้างต้นพบว่า ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต ของกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 มีความแตกต่างกับความสัมพันธ์ดังกล่าวในกลุ่มข้อมูลอื่นๆ โดยรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต ของกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 มีลักษณะคือ เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าสูงขึ้น ค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะช่วงที่มีค่าความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงนั้นเป็นช่วงการ ก่ออิฐในระดับต่ำ และกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 มีอัตราผลผลิตค่อนข้างต่ำในการก่ออิฐระดับต่ำ ตามสาเหตุที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ในทางกลับกัน สำหรับกลุ่มข้อมูลอื่น เมื่อพิจารณาถึงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง ดัชนี ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต พบว่าเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงขึ้น ค่าอัตราผลผลิตกลับมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย สาเหตุเป็นเพราะลักษณะการทำงานของกลุ่มข้อมูลอื่น นอกเหนือจากกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 เป็นการหยิบก้อนอิฐที่กองอยู่ที่ระดับพื้นขึ้นมาทำการก่อ โดยไม่ต้องเสียเวลาในการตัดก้อนอิฐก่อนสุดท้ายในแต่ละแถว ส่งผลให้การก่ออิฐสามารถทำได้ อย่างรวดเร็ว ถึงแม้ว่าการก่ออิฐในระดับต่ำเป็นการใช้ท่าทางในการทำงานที่มีค่าดัชนีความเสี่ยง ทางการยศาสตร์สูงก็ตาม

### 5.3 ข้อมูลที่ได้รับจากงานก่ออิฐมอญในสภาวะจำลอง

หัวข้อนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลงานก่ออิฐมอญในสภาวะจำลอง การก่ออิฐ อิฐมอญที่ทำการศึกษา มีขนาด 7x15x3 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัมต่อ ก้อน รายละเอียดของกลุ่มข้อมูลที่ได้รับนั้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.22

ตารางที่ 5.22 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ ทำงาน (ปี)	ระยะเวลา ในการเก็บข้อมูล	จำนวนข้อมูล ที่ได้รับ
1-1	หญิง	45	10	1 ชั่วโมง 55 นาที	230
1-2	หญิง	45	10	1 ชั่วโมง 57 นาที	234
2-1	หญิง	42	8	1 ชั่วโมง 55 นาที	230
2-2	หญิง	42	8	1 ชั่วโมง 56 นาที	232
3-1	หญิง	47	6	1 ชั่วโมง 42 นาที	203
3-2	หญิง	47	6	1 ชั่วโมง 35 นาที	189
4-1	ชาย	52	14	2 ชั่วโมง	239
4-2	ชาย	52	14	1 ชั่วโมง 58 นาที	235



ตารางข้างต้นแสดงข้อมูลของกลุ่มข้อมูลที่ทำการศึกษา กลุ่มข้อมูลประกอบด้วยคนงานจำนวน 4 คน มีอายุเฉลี่ย 39 ปี และมีประสบการณ์ในการทำงานเฉลี่ย 9.5 ปี

เพื่อความสะดวกในการนำเสนอสำหรับขั้นตอนต่อไป ผู้วิจัยจัดเรียงลำดับของกลุ่มข้อมูลตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย สามารถแสดงผลการจัดเรียงได้ ดังนี้

ตารางที่ 5.23 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูล เรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย

กลุ่มข้อมูล	เพศ	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ทำงาน (ปี)	ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล	จำนวนข้อมูลที่ได้รับ	ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์
3-1	หญิง	47	6	1 ชั่วโมง 42 นาที	203	208
2-2	หญิง	42	8	1 ชั่วโมง 56 นาที	232	190
4-2	ชาย	52	14	1 ชั่วโมง 58 นาที	235	188
1-2	หญิง	45	10	1 ชั่วโมง 57 นาที	234	186
3-2	หญิง	47	6	1 ชั่วโมง 35 นาที	189	184
4-1	ชาย	52	14	2 ชั่วโมง	239	181
2-1	หญิง	42	8	1 ชั่วโมง 55 นาที	230	172
1-1	หญิง	45	10	1 ชั่วโมง 55 นาที	230	171

การเก็บข้อมูลท่าทางใช้การถ่ายวีดิทัศน์ด้วยกล้องวีดิทัศน์ เพื่อบันทึกภาพการทำงานของคนงานก่อนอิมมูมอญในสภาวะจำลองการก้ออิฐ โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลแต่ละกลุ่มข้อมูลเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 52.25 นาที นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจำนวนก้ออิฐที่ก้อได้ในแต่ละช่วงเวลาเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณอัตราผลผลิต ซึ่งแสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิตได้ในตารางที่ 5.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.24 แสดงตัวอย่างตารางเก็บข้อมูล “กลุ่มข้อมูล 1-1”

ลำดับ	จำนวนแถว (ก่อน)	จำนวนก่อน	เวลา (วินาที)
1	1	14	267
2	2	28	511
3	3	42	708
4	4	56	876
5	5	70	1,065
6	6	84	1,224
7	7	98	1,472
8	8	112	1,695
9	9	126	1,935
10	10	140	2,178
11	11	154	2,400
12	12	168	2,630
13	13	182	2,858
14	14	196	3,128
15	15	210	3,355
16	16	224	3,646
17	17	238	3,820
18	18	252	4,081
19	19	266	4,318
20	20	280	4,560
21	21	294	4,769
22	22	308	5,046
23	23	322	5,260
24	24	336	5,504
25	25	350	5,758
26	26	364	6,280
27	27	378	6,527
28	28	392	6,763
29	29	406	7,084

ภาพที่ได้รับจากกล้องวีดีทัศน์ถูกนำมาสร้างเป็นภาพนิ่ง ทุก 30 วินาที ซึ่งได้รับข้อมูลทั้งหมด 1,792 ข้อมูล ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาคำนวณรหัสท่าทาง และข้อมูลดังกล่าวนำไปวิเคราะห์ถึงสภาพทางการยศาสตร์ของการทำงานก่อนอริสมอญ

นอกจากนี้ข้อมูลรหัสท่าทาง และสภาพทางการยศาสตร์ที่ได้รับ สามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทาง และทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับอัตราผลผลิต สำหรับในรายละเอียดนั้น จะกล่าวถึงในลำดับต่อไป

### 5.3.1 การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในสภาวะจำลอง

การวิเคราะห์อัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายเป็นการหาอัตราส่วนของระดับความอันตรายที่เกิดขึ้นในการก่อเหตุ ซึ่งสามารถแบ่งระดับความอันตรายได้ 4 ระดับ จากระดับที่ไม่อันตราย จนถึงระดับอันตรายที่สุด เพื่อทราบถึงระดับความอันตรายของกิจกรรมนั้น ต้องนำภาพนิ่งที่ได้รับ มาวิเคราะห์หรือรหัสท่าทาง และนำรหัสท่าทางไปคำนวณระดับความอันตรายในตาราง แสดงการแบ่งระดับความอันตรายของท่าทางเปรียบเทียบกับรหัสของท่าทาง (ตารางที่ 2.9) เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการนำภาพนิ่งมาคำนวณหาระดับความอันตราย ซึ่งผลลัพธ์สามารถแสดงตัวอย่างได้ตามตารางที่ 5.25 ดังนี้

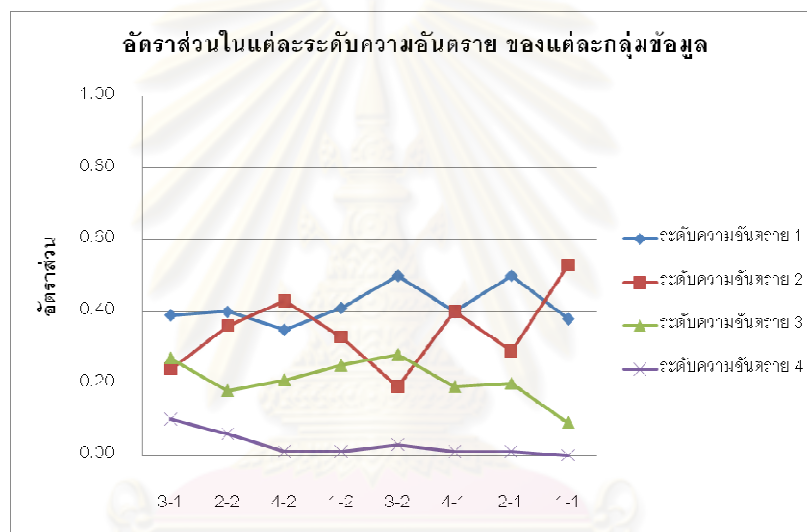
ตารางที่ 5.25 แสดงตัวอย่างการหารหัสท่าทาง และค่าระดับความอันตราย จากรูปภาพ

รูปภาพ	รหัสท่าทาง	ค่าระดับความอันตราย
	2-1-2-1	2

หลังจากที่วิเคราะห์รหัสท่าทาง และคำนวณระดับความอันตรายครบทุกข้อมูลแล้ว ผลการศึกษาสามารถนำมาแสดงในรูปตาราง โดยแบ่งตามกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย ดังตารางที่ 5.26 และสามารถแสดงผลในรูปแบบของแผนภูมิได้ตามรูปที่ 5.30 ดังนี้

ตารางที่ 5.26 แสดงอัตราส่วนของค่าระดับความอันตรายในแต่ละระดับ

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 1	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 2	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 3	อัตราส่วนของท่าทางที่มีระดับความอันตราย 4
3-1	0.39	0.24	0.27	0.10
2-2	0.40	0.36	0.18	0.06
4-2	0.35	0.43	0.21	0.01
1-2	0.41	0.33	0.25	0.01
3-2	0.50	0.19	0.28	0.03
4-1	0.40	0.40	0.19	0.01
2-1	0.50	0.29	0.20	0.01
1-1	0.38	0.53	0.09	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.41	0.35	0.21	0.03



รูปที่ 5.29 แสดงอัตราส่วนของแต่ละค่าระดับความอันตราย ตามแต่ละกลุ่มข้อมูล

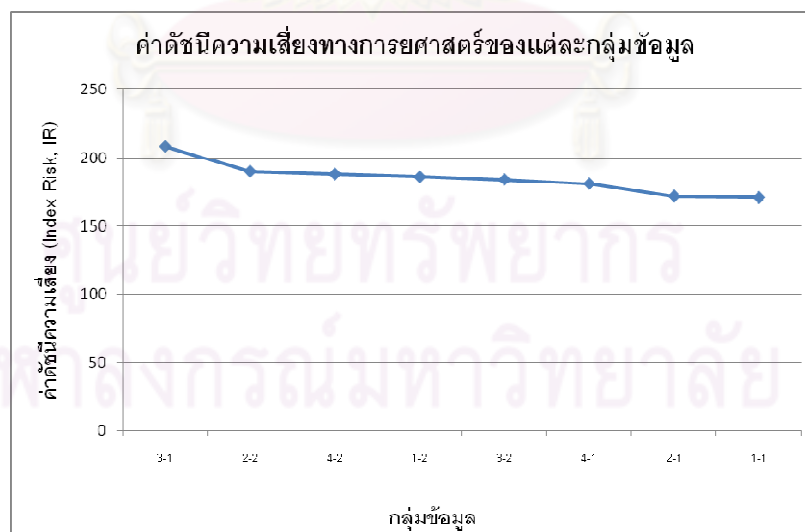
จากตารางที่ 5.21 และรูปที่ 5.29 พบว่ากิจกรรมก่ออิฐมอญในสภาวะจำลอง เป็นกิจกรรมที่มีอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 1 และ 2 ที่ค่อนข้างสูง โดยมีอัตราส่วนของระดับความอันตรายระดับ 3 ประมาณร้อยละ 21 และอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 4 ประมาณร้อยละ 3 ผลการศึกษาแสดงว่า กิจกรรมการก่ออิฐมอญสามารถปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ให้ดีขึ้นได้ และนอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมการก่ออิฐมวลเบาในตารางที่ 5.5 และรูปที่ 5.3 แล้ว พบว่าการก่ออิฐมอญมีอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 3 และ 4 มากกว่าการก่ออิฐมวลเบา ซึ่งในรายละเอียดการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา และอิฐมอญนั้น ผู้วิจัยได้นำเสนอในบทที่ 6

### 5.3.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในสภาวะจำลอง

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เป็นดัชนีที่แสดงระดับความเสี่ยงของการเกิดอาการบาดเจ็บ ค่าที่สูงแสดงถึงระดับความเสี่ยงของการเกิดอาการบาดเจ็บที่สูงขึ้น สำหรับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของแต่ละกลุ่มข้อมูลนั้นสามารถแสดงได้ตาม ตารางที่ 5.27 และสามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิ ได้ตามรูปที่ 5.30 นอกจากนี้ สามารถแสดงตารางสรุปค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนของแต่ละค่าระดับความอันตรายได้ ดังตารางที่ 5.28 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.27 แสดงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ แต่ละกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	จำนวนข้อมูล	ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์
3-1	203.00	208
2-2	232.00	190
4-2	235.00	188
1-2	234.00	186
3-2	189.00	184
4-1	239.00	181
2-1	230.00	172
1-1	230.00	171



รูปที่ 5.30 แสดงการเรียงกลุ่มข้อมูล โดยเรียงจากค่าดัชนีความเสี่ยงมาก ไปยังค่าน้อย

ตารางที่ 5.28 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย

	IR	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
IR	1	-0.334	-0.456	0.624	0.871

ตารางที่ 5.22 และรูปที่ 5.30 แสดงให้ทราบว่า ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของ กิจกรรมการก่อกองมอญในสภาวะจำลอง แปรผันอยู่ในช่วงระหว่าง 171 ถึง 209 และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 185

จากผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในตารางที่ 5.28 พบว่าค่าดัชนี ความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับค่าอัตราส่วนในระดับความอันตราย 4 โดย เป็นความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือหากลดค่าอันตรายส่วนในระดับความอันตราย 4 จะมี ผลให้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลงได้

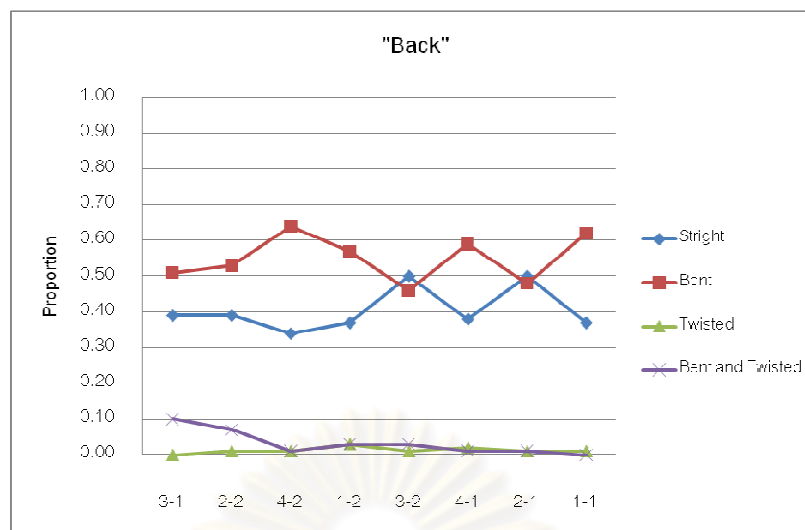
### 5.3.3 การวิเคราะห์ท่าทางในสภาวะจำลอง

การวิเคราะห์ท่าทางเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างท่าทางของแต่ละองค์ประกอบ ของร่างกาย ได้แก่ หลัง แขน ขา และรูปแบบของน้ำหนักที่แบกทาน กับค่าดัชนีความเสี่ยง ทางการยศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของท่าทางในแต่ละ องค์ประกอบของร่างกาย กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

การศึกษาค้นคว้าหลักการการประเมินสภาพทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS โดยแบ่ง องค์ประกอบร่างกายเป็น 4 ส่วน ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว และแยกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ รายละเอียดของ ผลการศึกษาในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย สามารถแสดงผลการศึกษาได้ ดังนี้

#### 5.3.3.1 ท่าทางของหลัง

ท่าทางของหลัง สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ คือ 1) หลังอยู่ในสภาพที่ตรง 2) หลังอยู่ ในสภาพที่โค้ง 3) หลังอยู่ในสภาพที่บิด และ 4) หลังอยู่ในสภาพที่บิด และโค้ง จากข้อมูล อัตราส่วนในแต่ละรูปแบบของลักษณะท่าทางของหลัง ในแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงผลได้ดัง รูปที่ 5.31และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลังได้ ดังตารางที่ 5.29



รูปที่ 5.31 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “หลัง”

ตารางที่ 5.29 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง

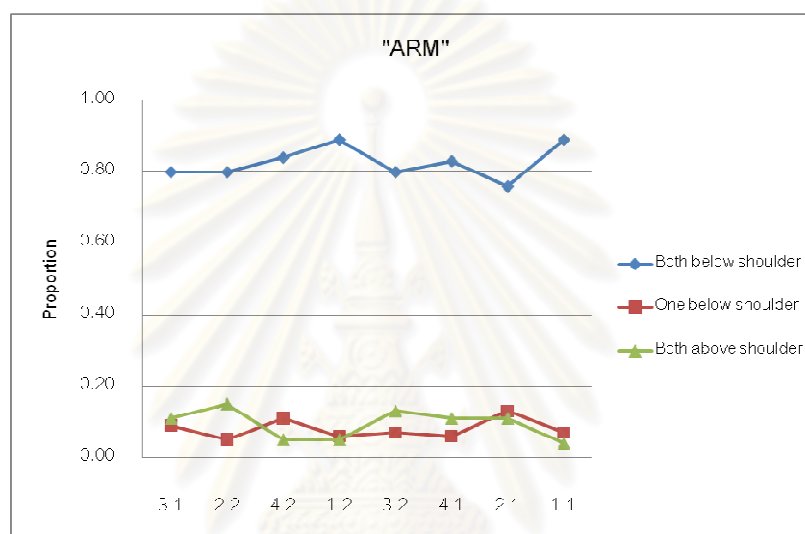
	IR	Straight	Bent	Twisted	Bent and Twisted
IR	1	-0.281	-0.163	-0.347	0.883

ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพที่โค้ง” เป็นท่าทางที่มีอัตราส่วนสูงสุด (ร้อยละ 46 ถึงร้อยละ 64) เมื่อเปรียบเทียบกับท่าทางอื่นๆ นอกจากนี้ จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในตารางที่ 5.29 พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ชัดเจน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพที่โค้ง” สำหรับท่าทางอื่นนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนที่ไม่คงที่ และจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในตารางที่ 5.29 ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจน

ผลการศึกษาพบว่าท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพบิด และโค้ง” เป็นท่าทางที่ก่อให้เกิดปัญหา ด้านการยศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ดังนั้นการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงท่าทางในการทำงาน ควรพิจารณาปรับปรุงท่าทาง “หลังอยู่ในสภาพบิด และโค้ง” ไปเป็นท่าทางอื่นๆ ที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำกว่า เช่น “หลังอยู่ในสภาพที่ตรง” ซึ่งสามารถช่วยให้สภาพทางการยศาสตร์ในการทำงานดังกล่าวดีขึ้นได้

### 5.3.3.2 ท่าทางของแขน

ท่าทางของแขน สามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) แขนทั้งสองข้าง อยู่ต่ำกว่าไหล่ 2) แขนหนึ่งข้างอยู่สูงกว่าไหล่ อีกข้างอยู่ต่ำกว่าไหล่ และ 3) แขนทั้ง 2 ข้างอยู่สูงกว่าไหล่ จากข้อมูลอัตราส่วนในแต่ละท่าทางของแขน ในแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.32 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลังได้ ดังตารางที่ 5.30



รูปที่ 5.32 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “แขน”

ตารางที่ 5.30 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง

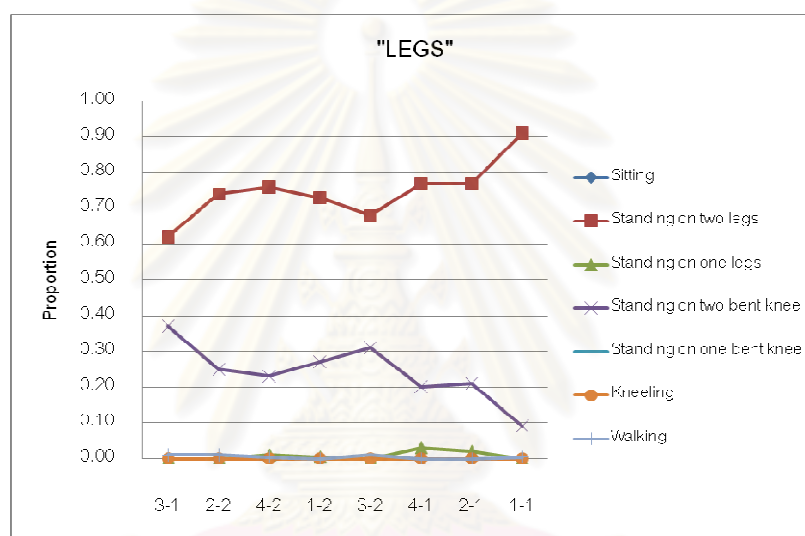
	IR	Both below shoulder	One below shoulder	Both above shoulder
IR	1	-0.174	-0.119	0.273

ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลัง นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่าค่าอัตราส่วนของรูปแบบท่าทาง “แขนทั้งสองข้าง อยู่ต่ำกว่าไหล่” มีอัตราส่วนสูงสุด (ร้อยละ 76 ถึงร้อยละ 89) แสดงว่ากิจกรรมก่อนอัฐมอญ มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดี สำหรับองค์ประกอบของร่างกายส่วนแขน



### 5.3.3.3 ท่าทางของขา

ท่าทางของขา สามารถแบ่งออกเป็น 7 รูปแบบ คือ 1) นั่ง 2) ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง 3) ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาข้างเดียว 4) ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า 5) ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาเดียวโดยการงอเข่า 6) เข่าหนึ่ง หรือ ทั้งสองข้างสัมผัสกับพื้น และ 7) ขาอยู่ในลักษณะการเดิน จากข้อมูลอัตราส่วนท่าทางของขา สำหรับแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.33 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลังได้ ดังตารางที่ 5.31



รูปที่ 5.33 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางของ “ขา”

ตารางที่ 5.31 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางขา

	IR	Sitting	Standing on two legs	Standing on one legs	Standing on two bent knee	Standing on one bent knee	Kneeing	Walking
IR	1	X	-0.816	-0.369	0.835	X	X	0.641

ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของท่าทางขา “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” มีอัตราส่วนสูงที่สุด (ร้อยละ 62 ถึงร้อยละ 91) และจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ยังแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนของท่าทางขา “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” โดยเป็นความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม

สำหรับอัตราส่วนท่าทางขา “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” นั้น มีอัตราส่วนที่สูงรองลงมา (ร้อยละ 9 ถึงร้อยละ 36) และพบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนของท่าทางขา “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง งอเข่า” โดยเป็นความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

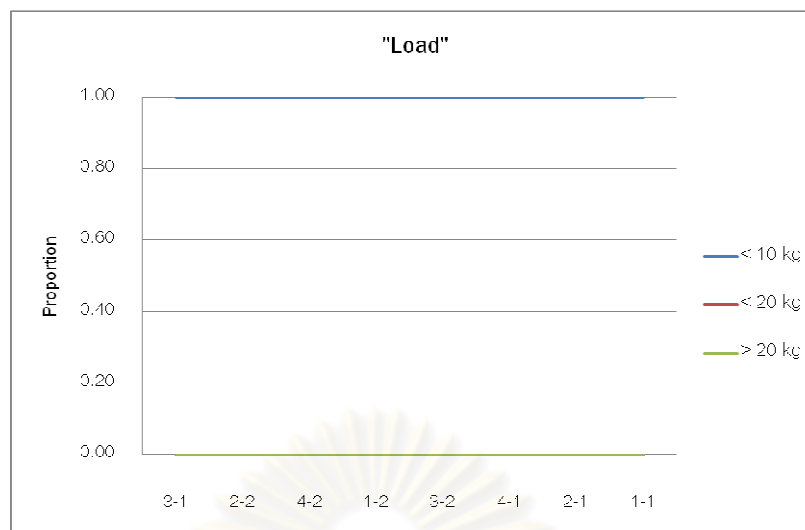
สำหรับท่าทางอื่นๆ พบว่ามีอัตราส่วนที่เปลี่ยนแปลงอยู่ในกรอบแคบๆ (ร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 3) จากตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนท่าทางของขาในรูปแบบอื่นนอกจากรูปแบบ “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” และ “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า”

อย่างไรก็ตาม ท่าทาง “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” เป็นท่าทางที่มีความเสี่ยงน้อยมากทางการยศาสตร์ ดังนั้นการพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการก่อกิจที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ จะพิจารณาท่าทางขา “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” เพราะนอกจากมีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์แล้ว ยังเป็นท่าทางที่เกิดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ค่อนข้างมาก การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงท่าทาง “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” ไปเป็นท่าทางอื่นๆ ที่ปลอดภัยกว่า เช่น “ยืน ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” สามารถช่วยปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นได้

#### 5.3.3.4 น้ำหนักที่แบกทาน

น้ำหนักที่แบกทาน สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ 1) น้อยกว่า 10 กิโลกรัม 2) ระหว่าง 10 ถึง 20 กิโลกรัม และ 3) มากกว่า 20 กิโลกรัม จากข้อมูลอัตราส่วนลักษณะของน้ำหนักที่แบกทาน ในแต่ละกลุ่มข้อมูล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.34 และแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของท่าทางหลังได้ ดังตารางที่ 5.32

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.34 แสดงอัตราส่วนของแต่ละระดับน้ำหน้าที่แบกทาน

ตารางที่ 5.32 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และค่าอัตราส่วนของรูปแบบน้ำหน้าที่แบกทาน

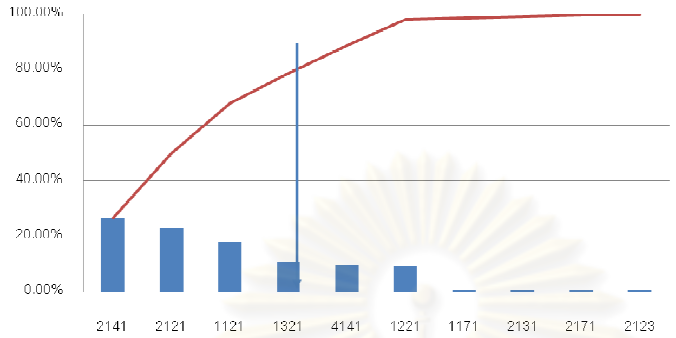
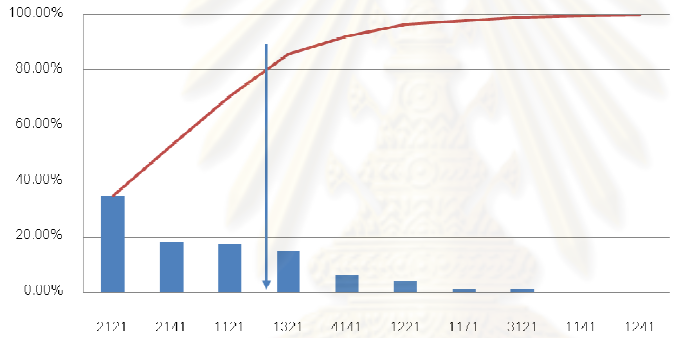
	IR	< 10 kg.	< 20 kg.	> 20 kg.
IR	1	X	X	X

ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของรูปแบบน้ำหนัก “น้อยกว่า 10 กิโลกรัม” มีอัตราส่วนสูงสุด (ร้อยละ 100) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมก่อกองอัฐมอญมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีมาก สำหรับลักษณะของน้ำหน้าที่แบกทาน ทั้งนี้เนื่องจากก่อกองอัฐมอญที่ทำการศึกษามีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 0.92 กิโลกรัม ต่อหนึ่งก่อกอง ซึ่งจัดอยู่ในลักษณะของน้ำหน้าที่แบกทาน “น้อยกว่า 10 กิโลกรัม”

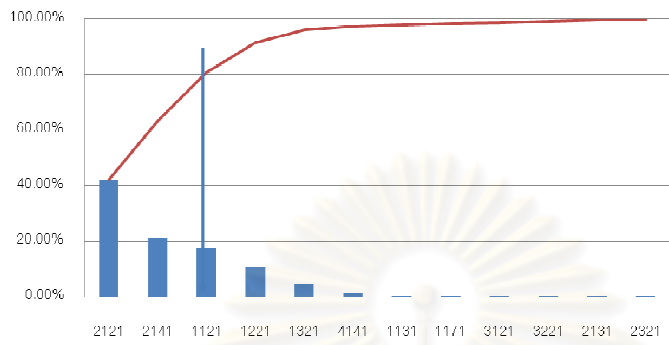
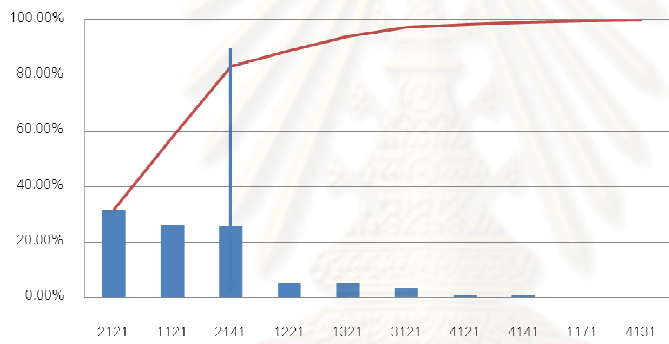
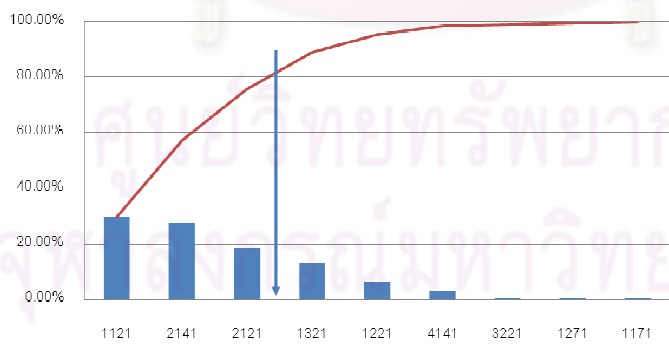
#### 5.3.4 การวิเคราะห์รหัสท่าทางของการก่อกองอัฐมอญ ในสภาวะจำลอง

หัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์รหัสท่าทางที่เกิดขึ้นในสภาวะจำลองการก่อกองอัฐมอญ ซึ่งคนงานใช้รหัสท่าทางที่หลากหลายในการทำงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องเลือกเฉพาะรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยพิจารณาตามหลักของแผนภูมิ Pareto เพื่อพิจารณาเลือกรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยอาศัยเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มรหัสท่าทางที่ให้ผลรวมความถี่สะสมเป็นร้อยละ 80 โดยกลุ่มรหัสท่าทางดังกล่าวถือว่ามีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.33 แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	Pareto Chart	รหัสท่าทางที่มี ความสำคัญ
1	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 3-1</p> 	<p>2141*** 2121*** 1121*** 1321 4141</p>
2	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 2-2</p> 	<p>2121*** 2141*** 1121*** 1321</p>

ตารางที่ 5.33 (ต่อ) แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	Pareto Chart	รหัสท่าทางที่มี ความสำคัญ
3	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 4-1</p> 	2121*** 2141*** 1121***
4	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 1-2</p> 	2121*** 1121*** 2141***
5	<p style="text-align: center;">Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 3-2</p> 	1121*** 2141*** 2121*** 1321

ตารางที่ 5.33 (ต่อ) แสดงแผนภูมิ Pareto ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ลำดับ	Pareto Chart	รหัสท่าทางที่มี ความสำคัญ
6	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 4-1</p>	2121*** 1121*** 2141*** 1321
7	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 2-1</p>	2121*** 1121*** 2141*** 1221
8	<p>Pareto Chart กลุ่มข้อมูล 1-1</p>	2121*** 1121*** 2141***

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์จากแผนภูมิ Pareto ข้างต้น พบว่ารหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของแต่ละกลุ่มข้อมูลมีหลายรหัสท่าทางซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มข้อมูล ผู้วิจัยจำเป็นต้องพิจารณารหัสท่าทางใดที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยรวม ซึ่งแนวทางการพิจารณารหัสท่าทางที่มี

ความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรโดยรวมนั้นผู้วิจัยจะพิจารณาเลือกรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรในแต่ละกลุ่มข้อมูล และท่าทางดังกล่าวต้องถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูลทั้งหมด (ในกรณีนี้คือมากกว่า 6 กลุ่มข้อมูล)

จากแนวทางการพิจารณาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถเลือกรหัสท่าทางได้ดังนี้ ท่าทางรหัส 1121, ท่าทางรหัส 2121 และท่าทางรหัส 2141 ท่าทางดังกล่าวถูกเลือกมาเพื่อวิเคราะห์ในลำดับถัดไป โดยการวิเคราะห์รหัสท่าทางแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับความอันตราย ตั้งแต่ระดับความอันตรายระดับ 1 ถึงระดับความอันตรายระดับ 4 โดยการนำอัตราส่วนความถี่ของรหัสท่าทางในแต่ละกลุ่มข้อมูลมาพิจารณา ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดในรูปแบบตารางได้ ดังนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.34 แสดงรหัสทำทาง และอัตราส่วน (เฉพาะรหัสทำทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการศาสตร์ในแต่ละกลุ่มข้อมูล มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนกลุ่มข้อมูลทั้งหมด)

	รหัสทำทาง	ร้อยละของความถี่การเกิด								ค่าเฉลี่ย
		กลุ่มข้อมูล 3-1	กลุ่มข้อมูล 2-2	กลุ่มข้อมูล 4-1	กลุ่มข้อมูล 1-2	กลุ่มข้อมูล 3-2	กลุ่มข้อมูล 4-1	กลุ่มข้อมูล 2-1	กลุ่มข้อมูล 1-1	
ระดับความ อันตราย 1	1121	18.23%	17.67%	17.52%	26.07%	29.63%	20.17%	25.22%	25.22%	22.47%
ระดับความ อันตราย 2	2121	23.15%	34.91%	42.31%	31.62%	18.52%	38.24%	26.52%	53.04%	33.54%
ระดับความ อันตราย 3	2141	26.60%	18.10%	20.94%	25.64%	27.51%	19.33%	20.00%	8.70%	20.85%
ระดับความ อันตราย 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

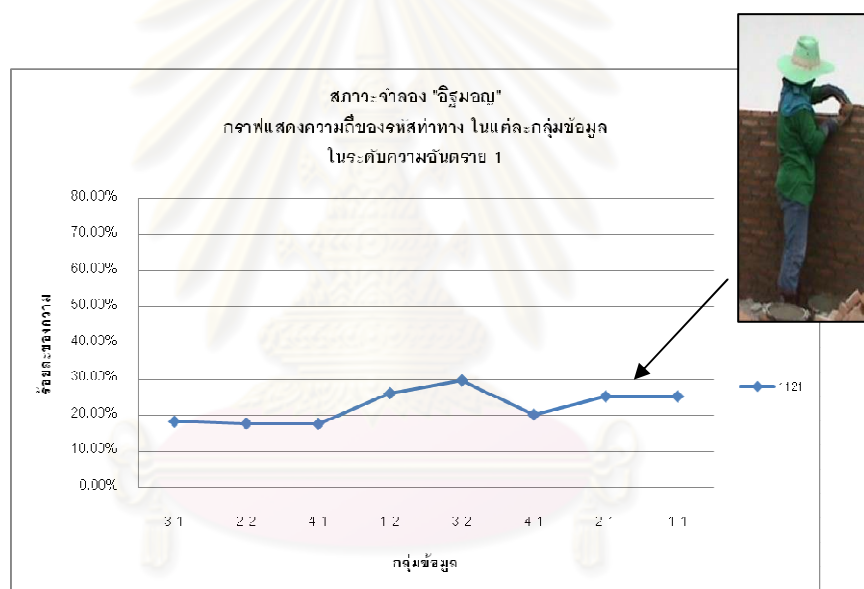
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากตารางที่ 5.34 มาสร้างแผนภูมิเปรียบเทียบอัตราส่วนความถี่ของแต่ละรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญ กับกลุ่มข้อมูล โดยแบ่งการนำเสนอตามระดับความอันตราย ตั้งแต่ระดับความอันตราย 1 ถึงระดับความอันตราย 4 มีรายละเอียดดังนี้

#### 5.3.4.1 ความอันตรายระดับ 1

หัวข้อนี้เป็นการแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญ กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงกลุ่มข้อมูลจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย ในระดับความอันตรายระดับ 1 ซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิได้ตามรูปที่ 5.35 ดังนี้



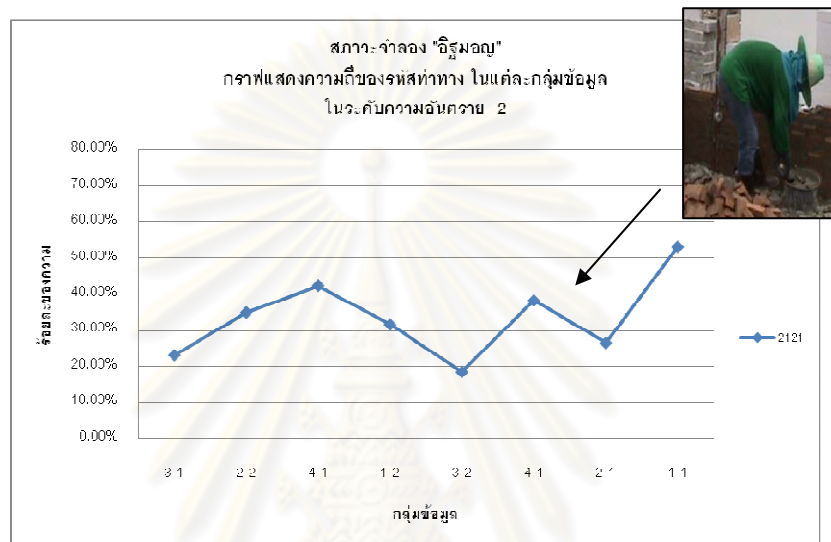
รูปที่ 5.35 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 1

รหัสท่าทาง 1121 มีอัตราส่วนของความถี่เฉลี่ยทุกกลุ่มข้อมูล ร้อยละ 22.47 และความถี่ของรหัสท่าทางดังกล่าวมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงตามลำดับของกลุ่มข้อมูล

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าความถี่ของรหัสท่าทาง 1121 มีความสัมพันธ์ที่แปรผกผันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงานให้คนงานใช้ท่าทางรหัส 1121 ให้มากขึ้นสามารถช่วยลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งหมายความว่าคนงานจะมีสภาพทางการยศาสตร์ในการทำงานที่ดีขึ้น

### 5.3.4.2 ความอันตรายระดับ 2

หัวข้อนี้เป็นการแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญ กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงกลุ่มข้อมูลจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย สำหรับระดับความอันตรายระดับ 2 ซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิได้ ตามรูปที่ 5.36 ดังนี้



รูปที่ 5.36 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 2

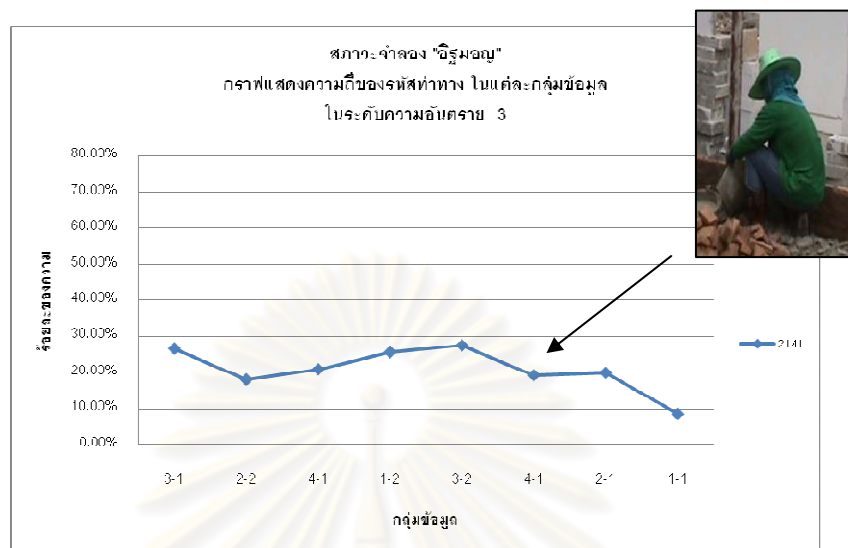
ผลศึกษาพบว่า รหัสท่าทาง 2121 มีอัตราส่วนเฉลี่ยของทุกกลุ่มข้อมูล ร้อยละ 33.54 ซึ่งอัตราส่วนของความถี่รหัสท่าทาง 2121 มีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงตามกลุ่มข้อมูลที่เรียงตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เรียงจากมากไปน้อย

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนความถี่ของรหัสท่าทาง 2121 มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงาน โดยให้คนงานใช้ท่าทางรหัส 2121 ให้มากขึ้นสามารถช่วยลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งหมายความว่าคนงานจะมีสภาพทางการยศาสตร์ในการทำงานที่ดีขึ้น

### 5.3.4.3 ความอันตรายระดับ 3

หัวข้อนี้เป็นการแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญ กับกลุ่มข้อมูลซึ่งเรียงกลุ่มข้อมูลจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากมากไปน้อย สำหรับระดับความอันตรายระดับ 3 ซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบของแผนภูมิได้ ตามรูปที่ 5.37 ดังนี้

ไปน้อย ในระดับความอันตรายระดับ 3 ซึ่งสามารถแสดงผลพืชรูปแผนภูมิได้ ตามรูปที่ 5.37 ดังนี้



รูปที่ 5.37 แผนภูมิแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลระดับความอันตราย 3

การศึกษาพบว่า รหัสท่าทาง 2141 มีอัตราส่วนเฉลี่ยของทุกกลุ่มข้อมูล ร้อยละ 20.85 และพบว่า อัตราส่วนความถี่ของรหัสท่าทาง 2141 มีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงตามกลุ่มข้อมูลที่เรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ จากมากไปน้อย

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนความถี่ของรหัสท่าทาง 2141 มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ การพิจารณาปรับปรุงท่าทางในการทำงานให้คนงานลดการใช้ท่าทาง 2141 สามารถช่วยลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งหมายความว่าคนงานจะมีสภาพทางการยศาสตร์ในการทำงานที่ดีขึ้น

### 5.3.5 อัตราผลผลิตของกิจกรรมก่ออิฐมอญในสภาวะจำลอง

หัวข้อนี้เป็นการบรรยายถึงสภาพทั่วไปของอัตราผลผลิตในงานก่ออิฐมอญ ซึ่งผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลอัตราผลผลิตในกิจกรรมการก่ออิฐมอญในระหว่างการถ่ายเทบทโทรทัศน์เพื่อบันทึกท่าทางการก่ออิฐมอญ โดยใช้วิธีการนับจำนวนก้อนของอิฐมอญที่ก่อได้ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำไปคำนวณค่าอัตราผลผลิตต่อไป ดังแสดงตัวอย่างตามตารางที่ 5.25

ตารางที่ 5.35 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต “กลุ่มข้อมูลที่ 1-1”

ลำดับ	เวลา			เวลารวม (วินาที)	อิฐที่ก่อได้ (ก้อน)	เวลาในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาในการก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูงอิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	4	27	267	14	19.07	19.07	1
2	0	8	31	511	28	18.25	17.43	2
3	0	11	48	708	42	16.86	14.07	3
4	0	14	36	876	56	15.64	12.00	4
5	0	17	45	1,065	70	15.21	13.50	5
6	0	20	24	1,224	84	14.57	11.36	6
7	0	24	32	1,472	98	15.02	17.71	7
8	0	28	15	1,695	112	15.13	15.93	8
9	0	32	15	1,935	126	15.36	17.14	9
10	0	36	18	2,178	140	15.56	17.36	10
11	0	40	0	2,400	154	15.58	15.86	11
12	0	43	50	2,630	168	15.65	16.43	12
13	0	47	38	2,858	182	15.70	16.29	13
14	0	52	8	3,128	196	15.96	19.29	14
15	0	55	55	3,355	210	15.98	16.21	15
16	1	0	46	3,646	224	16.28	20.79	16
17	1	3	40	3,820	238	16.05	12.43	17
18	1	8	1	4,081	252	16.19	18.64	18
19	1	11	58	4,318	266	16.23	16.93	19
20	1	16	0	4,560	280	16.29	17.29	20
21	1	19	29	4,769	294	16.22	14.93	21
22	1	24	6	5,046	308	16.38	19.79	22
23	1	27	40	5,260	322	16.34	15.29	23
24	1	31	44	5,504	336	16.38	17.43	24
25	1	35	58	5,758	350	16.45	18.14	25
26	1	44	40	6,280	364	17.25	37.29	26
27	1	48	47	6,527	378	17.27	17.64	27
28	1	52	43	6,763	392	17.25	16.86	28
29	1	58	4	7,084	406	17.45	22.93	29

สำหรับรายละเอียดการเก็บข้อมูลอัตราผลผลิต สำหรับกลุ่มข้อมูลอื่น อยู่ในภาคผนวก ข  
เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลอัตราผลผลิตจนครบทุกกลุ่มข้อมูล พบว่าการก่ออิฐมอญใช้เวลาเฉลี่ย  
167.68 วินาที ต่อการก่ออิฐจำนวน 1 ก้อน หรืออาจกล่าวได้ว่าการก่ออิฐมอญในสภาวะจำลองมี  
ค่าอัตราผลผลิตเฉลี่ย 0.0625 ก้อน ต่อวินาที

อิฐมอญมีขนาดโดยประมาณ  $6.5 \times 14 \times 4$  เซนติเมตร ใช้จำนวนก้อนอิฐประมาณ 110 ก้อน ต่อการก่อแผงอิฐ 1 ตารางเมตร จากข้อมูลอัตราผลผลิตข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า คนงานใช้เวลาเฉลี่ย 1,760 วินาที ต่อการก่ออิฐมอญ พื้นที่ 1 ตารางเมตร หรือคนงานสามารถก่ออิฐมอญได้พื้นที่ 2.05 ตารางเมตร ต่อระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในสภาวะจำลองการก่ออิฐ หากคำนวณเป็นอัตราผลผลิตต่อวัน ในกรณีที่คนงานทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน อัตราผลผลิตดังกล่าวจะเท่ากับ 16.40 ตารางเมตร ต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราผลผลิตโดยทั่วไปของอิฐมอญ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6 ถึง 12 ตารางเมตร ต่อวัน (สยามซีแพคบล็อก, 2008) พบว่าอัตราผลผลิตในสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญมีค่ามากกว่าข้อมูลอัตราผลผลิตของการก่ออิฐมอญโดยทั่วไป

### 5.3.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการยศาสตร์

หัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์ถึงรูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพการยศาสตร์ ได้แก่ ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์, ความสูงของการก่ออิฐ และอัตราผลผลิตที่ได้รับ โดยทำการวิเคราะห์ที่ละความสัมพันธ์ตามลำดับ ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต
3. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต

สามารถนำเสนอรายละเอียดได้ ดังนี้

#### 5.3.6.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

การวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ และผลของระดับความสูงของการก่ออิฐมอญ ที่มีผลกระทบต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่คนงานได้รับ

การวิเคราะห์ทำโดยการจัดกลุ่มข้อมูลตามระดับความสูง จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในระดับความสูงดังกล่าว เพื่อคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของระดับความสูงนั้น ดังแสดงตัวอย่างตามตารางที่ 5.36

ตารางที่ 5.36 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละช่วงความสูง  
กลุ่มข้อมูล 1-1

ลำดับ	CODE				ระดับความ อันตราย	IR	ความสูง (กอน)
	BACK	ARM	LEGS	LOAD			
1	2	1	2	1	2	237.50	1
2	2	1	2	1	2		1
3	2	1	2	1	2		1
4	2	1	4	1	3		1
5	2	1	2	1	2		1
6	2	1	2	1	2		1
7	2	1	4	1	3		1
8	2	1	4	1	3		1
9	2	1	4	1	3	277.78	2
10	2	1	4	1	3		2
11	2	1	4	1	3		2
12	2	1	4	1	3		2
13	2	1	2	1	2		2
14	2	1	2	1	2		2
15	2	1	4	1	3		2
16	2	1	4	1	3		2
17	2	1	4	1	3		2

จากตารางที่ 5.36 พบว่าที่ระดับความสูงในการก่อกิจกรรม 1 กอน, ลำดับข้อมูล 1-8 ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับระดับความสูงดังกล่าวมีค่า 237.50 หลังจากที่ทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละช่วงความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูลแล้วเสร็จสามารถนำข้อมูลที่ได้รับมาสรุปในรูปแบบตาราง โดยแบ่งตามความสูงของการก่อกิจกรรม ดังตารางที่ 5.37 มีรายละเอียด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.37 ตารางสรุปดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละระดับความสูงของการก่ออิฐมอญ ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	ดัชนีความเสี่ยง (IR)														
	ความสูง (ก้อน)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-1	237.50	277.78	233.33	250.00	250.00	240.00	200.00	171.43	200.00	187.50	187.50	185.71	175.00	177.78	157.14
1-2	257.14	285.71	271.43	300.00	300.00	287.50	275.00	275.00	250.00	250.00	200.00	250.00	183.33	166.67	166.67
2-1	287.50	288.89	300.00	300.00	271.43	257.14	228.57	237.50	228.57	183.33	188.89	200.00	137.50	133.33	112.50
2-2	328.57	342.86	312.50	337.50	325.00	314.29	242.86	285.71	242.86	225.00	200.00	200.00	185.71	162.50	175.00
3-1	287.50	285.71	366.67	328.57	300.00	300.00	328.57	342.86	350.00	337.50	300.00	300.00	200.00	200.00	150.00
3-2	320.00	333.33	300.00	300.00	300.00	300.00	316.67	271.43	300.00	316.67	233.33	242.86	180.00	157.14	150.00
4-1	300.00	300.00	240.00	300.00	300.00	300.00	262.50	266.67	211.11	191.67	180.00	200.00	175.00	180.00	166.67
4-2	320.00	260.00	300.00	314.29	300.00	262.50	287.50	266.67	250.00	185.71	200.00	187.50	214.29	208.33	177.78

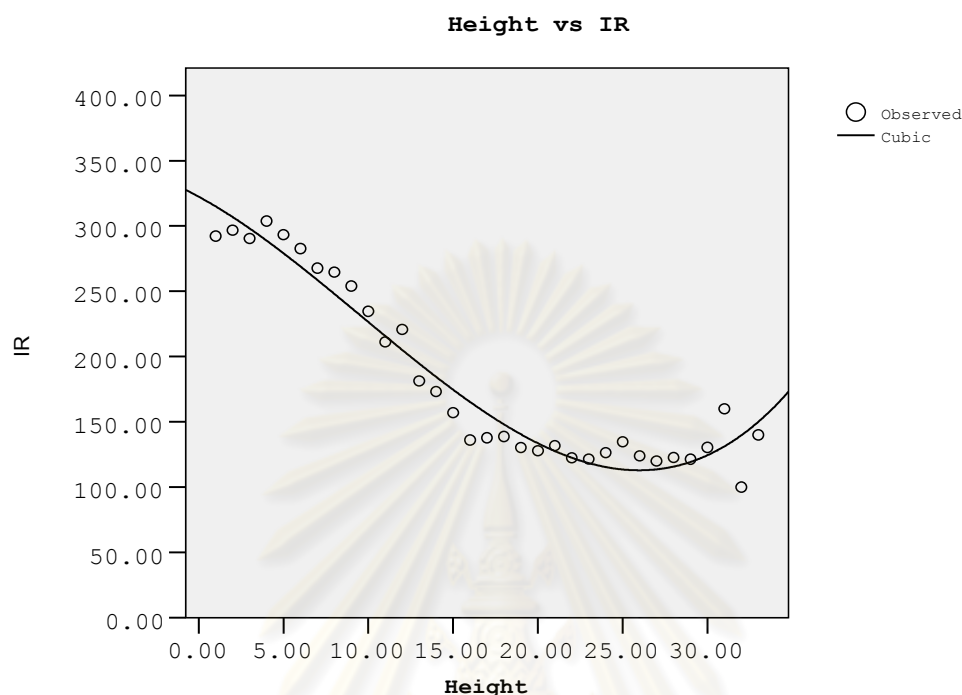
ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.37 (ต่อ) ตารางสรุปดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละระดับความสูงของการก่ออิฐมอญ ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	ดัชนีความเสี่ยง (IR)																	
	ความสูง (กอน)																	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1-1	140.00	150.00	144.44	142.86	133.33	133.33	130.00	157.14	137.50	112.50	144.44	125.00	112.50	160.00				
1-2	112.50	116.67	185.71	150.00	112.50	133.33	128.57	112.50	135.71	137.50	142.86	100.00	133.33	116.67	133.33	160.00	100.00	140.00
2-1	122.22	130.00	133.33	100.00	118.18	112.50	122.22	120.00	133.33	125.00	120.00	112.50	100.00					
2-2	150.00	183.33	137.50	116.67	154.55	142.86	122.22	100.00	100.00	157.14	128.57	100.00	122.22	100.00	140.00			
3-1	133.33	133.33	128.57	116.67	114.29	116.67	114.29	128.57	116.67	128.57	128.57	142.86	125.00	114.29	137.50			
3-2	133.33	100.00	100.00	116.67	133.33	150.00	100.00	114.29	125.00	128.57	100.00	100.00	100.00	137.50	111.11			
4-1	157.14	114.29	118.18	144.44	112.50	140.00	137.50	122.22	130.00	133.33	112.50	122.22	125.00					
4-2	140.00	175.00	162.50	155.56	144.44	125.00	125.00	117.65	133.33	155.56	114.29	157.14	163.64	100.00				



จากตารางที่ 5.37 สามารถนำมาสร้างแผนภูมิ ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ พร้อมแสดงเส้นแนวโน้ม ได้ดังนี้



รูปที่ 5.38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และความสูงของการก่อกออิฐมอญ

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อระดับความสูงในการก่อกออิฐมอญอยู่ในระดับต่ำจะมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงกว่าการก่อกออิฐมอญที่ระดับสูง เนื่องจากขณะที่คนงานก่อกออิฐมอญในระดับต่ำ คนงานต้องนั่งยอง หรือก้มตัว เพื่อให้สามารถก่อกออิฐมอญในระดับต่ำได้ ท่าทางลักษณะดังกล่าว เป็นท่าทางที่มีดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูง โดยมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงสุด มีค่าประมาณ 300 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อกออิฐมอญที่ระดับความสูงประมาณระดับอกที่ระดับความสูงประมาณ 25-30 ก้อน (125 - 152 เซนติเมตร) ซึ่งเป็นระดับที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำสุด โดยค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของระดับความสูงดังกล่าวต่ำกว่า ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของก่อกออิฐมอญที่ระดับต่ำถึง ร้อยละ 150 (มีค่าดัชนีความเสี่ยง ประมาณ 120) จากนั้นค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่ เพิ่มขึ้น เนื่องจากคนงานจำเป็นต้องยกแขนขึ้นเหนือกว่าระดับไหล่ในการก่อกออิฐ ท่าทางดังกล่าว เป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี ภาพที่ 5.39, 5.40 และ 5.41 แสดงท่าทางที่คนงานก่อกออิฐมอญที่ระดับความสูงต่างๆ ตามลำดับ ดังนี้



รูปที่ 5.39 แสดงสภาพการก่ออิฐมอญที่ระดับความสูงต่ำ คนงานต้องนั่งยอง หรือต้องก้ม

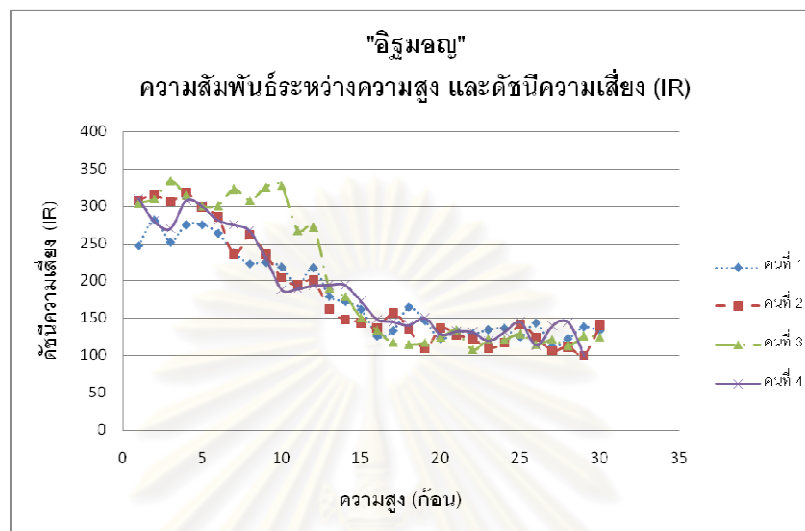


รูปที่ 5.40 แสดงการก่ออิฐมอญที่ระดับความสูงระดับหน้าอก คนงานยืนก่ออิฐได้ปกติ



รูปที่ 5.41 แสดงการก่ออิฐมอญที่ระดับสูง คนงานจำเป็นต้องเอื้อมเพื่อก่ออิฐที่ระดับดังกล่าว

ข้อมูลข้างต้นเป็นการเฉลี่ยข้อมูลที่ได้รับจากคนงานทุกกลุ่มข้อมูล อย่างไรก็ตามก็เพื่อวิเคราะห์ในรายละเอียดของคนงานแต่ละคน ผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์สำหรับคนงานในแต่ละคน ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ ตามรูปที่ 5.42



รูปที่ 5.42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์

จากการศึกษา พบว่าแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์ของคนงานแต่ละคน มีแนวโน้มรูปแบบของความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกัน เมื่อความสูงของการก่ออิฐมอญอยู่ในระดับต่ำ ค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์จะมีค่าสูง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการก่ออิฐมอญที่ระดับความสูงต่ำ มีโอกาสก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บมากกว่า และโอกาสได้รับบาดเจ็บดังกล่าวมีค่าลดลงตามลำดับ จนค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์มีค่าต่ำที่สุดที่ระดับความสูงช่วง 20 ถึง 25 ก้อน ซึ่งเป็นช่วงความสูงระดับหน้าอก หลังจากนั้นค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์จะมีค่าสูงขึ้นอีก ทั้งนี้เพราะการก่ออิฐที่ระดับความสูงมากนั้น คนงานจำเป็นต้องยกแขนขึ้นเหนือกว่าระดับไหล่ ซึ่งเป็นท่าทางที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์สูง

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า เมื่อเริ่มต้นการก่ออิฐมอญที่ระดับต่ำเป็นการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสูง (ค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์สูง) เนื่องจากการก่ออิฐมอญในระดับต่ำ คนงานจำเป็นต้องใช้ท่าทางที่มีสภาพทางกายศาสตร์ที่ไม่ดี มีโอกาสก่อให้เกิดการบาดเจ็บกับคนงานสูง และเมื่อก่ออิฐในระดับที่สูงขึ้น ค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์มีค่าลดลง ส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บมีแนวโน้มลดลง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์จะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง จนถึงระดับความสูงประมาณ 20 ถึง 25 ก้อน เป็นช่วงระดับความสูงที่ค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์มีค่าต่ำที่สุด โดยอาจกล่าวได้ว่าคนงานที่ทำการก่ออิฐที่ระดับความสูง ประมาณ 20 ถึง 25 ก้อน เป็นช่วงความสูงที่คนงานมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจาก

การทำงานต่ำสุด หลังจากนั้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น (ความสูง 25-30 ก้อน) ค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์มีแนวโน้มที่สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะคนงานจำเป็นต้องยกแขนขึ้นเหนือหัวไหล่ เพื่อทำการก่ออิฐมอญที่ระดับความสูงมาก

### 5.3.6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต

การวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ และผลของความสูงของการก่ออิฐมอญที่มีผลกระทบต่ออัตราผลผลิตที่ได้รับจากการทำงาน

จากที่ได้ศึกษาในหัวข้อ 5.3.5 เกี่ยวกับอัตราผลผลิตในการก่ออิฐมอญในสภาวะจำลอง ผลการศึกษาในหัวข้อดังกล่าวแสดงให้เห็นทราบว่า สามารถนำข้อมูลอัตราผลผลิตในแต่ละช่วงความสูงของทุกกลุ่มข้อมูลมาทำการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตได้ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปถึงอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล ตามตารางที่ 5.38 ดังนี้

ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.38 แสดงค่าอัตราผลผลิต และความสูงของแต่ละกลุ่มข้อมูล (สภาวะจำลองการก่ออิฐ  
มอญ)

กลุ่มข้อมูล 1-1

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.05243	1
2	0.05738	2
3	0.07107	3
4	0.08333	4
5	0.07407	5
6	0.08805	6
7	0.05645	7
8	0.06278	8
9	0.05833	9
10	0.05761	10
11	0.06306	11
12	0.06087	12
13	0.06140	13
14	0.05185	14
15	0.06167	15
16	0.04811	16
17	0.08046	17
18	0.05364	18
19	0.05907	19
20	0.05785	20
21	0.06699	21
22	0.05054	22
23	0.06542	23
24	0.05738	24
25	0.05512	25
26	0.02682	26
27	0.05668	27
28	0.05932	28
29	0.04361	29
30	0.04046	30

## กลุ่มข้อมูล 1-2

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.06306	1
2	0.06452	2
3	0.07107	3
4	0.05809	4
5	0.05534	5
6	0.05645	6
7	0.06604	7
8	0.05344	8
9	0.07609	9
10	0.06542	10
11	0.06222	11
12	0.05957	12
13	0.07107	13
14	0.05534	14
15	0.07254	15
16	0.06335	16
17	0.07692	17
18	0.06667	18
19	0.07330	19
20	0.05983	20
21	0.07955	21
22	0.06393	22
23	0.06087	23
24	0.03382	24
25	0.05645	25
26	0.06763	26
27	0.06604	27
28	0.07568	28
29	0.07107	29
30	0.08434	30

## กลุ่มข้อมูล 2-1

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.05385	1
2	0.05323	2
3	0.05556	3
4	0.06667	4
5	0.07254	5
6	0.06222	6
7	0.06604	7
8	0.06222	8
9	0.06573	9
10	0.07778	10
11	0.05243	11
12	0.06667	12
13	0.05447	13
14	0.05691	14
15	0.05668	15
16	0.05166	16
17	0.04844	17
18	0.04912	18
19	0.05185	19
20	0.04444	20
21	0.05600	21
22	0.04965	22
23	0.04605	23
24	0.05534	24
25	0.05691	25
26	0.04516	26
27	0.05809	27
28	0.04605	28
29	0.03457	29

## กลุ่มข้อมูล 2-2

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.06087	1
2	0.06512	2
3	0.05932	3
4	0.05957	4
5	0.06061	5
6	0.06573	6
7	0.06364	7
8	0.06829	8
9	0.06699	9
10	0.06195	10
11	0.05932	11
12	0.05833	12
13	0.07487	13
14	0.05714	14
15	0.05907	15
16	0.04473	16
17	0.08000	17
18	0.05761	18
19	0.08140	19
20	0.04023	20
21	0.06635	21
22	0.05761	22
23	0.06452	23
24	0.05578	24
25	0.06965	25
26	0.06250	26
27	0.05957	27
28	0.05263	28
29	0.06306	29
30	0.04605	30



## กลุ่มข้อมูล 3-1

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.05556	1
2	0.06897	2
3	0.07865	3
4	0.06481	4
5	0.08000	5
6	0.07107	6
7	0.07035	7
8	0.06829	8
9	0.07487	9
10	0.05983	10
11	0.07292	11
12	0.06195	12
13	0.07254	13
14	0.07107	14
15	0.07735	15
16	0.07609	16
17	0.07865	17
18	0.06034	18
19	0.08537	19
20	0.07071	20
21	0.07071	21
22	0.06481	22
23	0.06931	23
24	0.08140	24
25	0.06481	25
26	0.06364	26
27	0.07071	27
28	0.05600	28
29	0.06863	29
30	0.05534	30

## กลุ่มข้อมูล 3-2

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.09032	1
2	0.07735	2
3	0.09589	3
4	0.09211	4
5	0.09790	5
6	0.07692	6
7	0.08917	7
8	0.06863	8
9	0.10606	9
10	0.08284	10
11	0.07330	11
12	0.06604	12
13	0.08537	13
14	0.06931	14
15	0.07865	15
16	0.07447	16
17	0.08917	17
18	0.07527	18
19	0.07035	19
20	0.07735	20
21	0.07778	21
22	0.06667	22
23	0.07107	23
24	0.06034	24
25	0.06796	25
26	0.05447	26
27	0.06863	27
28	0.06306	28
29	0.06422	29
30	0.05185	30

## กลุ่มข้อมูล 4-1

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.05714	1
2	0.13084	2
3	0.04828	3
4	0.09790	4
5	0.04242	5
6	0.08187	6
7	0.06140	7
8	0.05426	8
9	0.05018	9
10	0.03857	10
11	0.08537	11
12	0.05385	12
13	0.06140	13
14	0.09032	14
15	0.05091	15
16	0.06604	16
17	0.07143	17
18	0.04118	18
19	0.05469	19
20	0.05405	20
21	0.04965	21
22	0.05405	22
23	0.05166	23
24	0.02401	24
25	0.04795	25
26	0.06965	26

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**กลุ่มข้อมูล 4-2**

ลำดับ	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)	ระดับความสูง (ก้อน)
1	0.08485	1
2	0.08805	2
3	0.18919	3
4	0.06452	4
5	0.06965	5
6	0.05469	6
7	0.06364	7
8	0.04982	8
9	0.05691	9
10	0.07000	10
11	0.05490	11
12	0.05907	12
13	0.05364	13
14	0.04575	14
15	0.05344	15
16	0.04487	16
17	0.06167	17
18	0.05600	18
19	0.05364	19
20	0.05385	20
21	0.05364	21
22	0.02783	22
23	0.05691	23
24	0.07568	24
25	0.05645	25
26	0.06393	26
27	0.06167	27
28	0.04651	28
29	0.05882	29

จากนั้น นำค่าอัตราผลผลิตในแต่ละความสูงมาสร้างตารางสรุป จัดหมวดหมู่ตามความสูงของการก่ออิฐมอดู เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังตารางที่ 5.39 ดังนี้

ตารางที่ 5.39 ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่อดิน

กลุ่มข้อมูล	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)														
	ความสูง (ก้อน)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-1	0.05243	0.05738	0.07107	0.08333	0.07407	0.08805	0.05645	0.06278	0.05833	0.05761	0.06306	0.06087	0.06140	0.05185	0.06167
1-2	0.06306	0.06452	0.07107	0.05809	0.05534	0.05645	0.06604	0.05344	0.07609	0.06542	0.06222	0.05957	0.07107	0.05534	0.07254
2-1	0.05385	0.05323	0.05556	0.06667	0.07254	0.06222	0.06604	0.06222	0.06573	0.07778	0.05243	0.06667	0.05447	0.05691	0.05668
2-2	0.06087	0.06512	0.05932	0.05957	0.06061	0.06573	0.06364	0.06829	0.06699	0.06195	0.05932	0.05833	0.07487	0.05714	0.05907
3-1	0.05556	0.06897	0.07865	0.06481	0.08000	0.07107	0.07035	0.06829	0.07487	0.05983	0.07292	0.06195	0.07254	0.07107	0.07735
3-2	0.09032	0.07735	0.09589	0.09211	0.09790	0.07692	0.08917	0.06863	0.10606	0.08284	0.07330	0.06604	0.08537	0.06931	0.07865
4-1	0.05714	0.13084	0.04828	0.09790	0.04242	0.08187	0.06140	0.05426	0.05018	0.03857	0.08537	0.05385	0.06140	0.09032	0.05091
4-2	0.08485	0.08805	0.18919	0.06452	0.06965	0.05469	0.06364	0.04982	0.05691	0.07000	0.05490	0.05907	0.05364	0.04575	0.05344

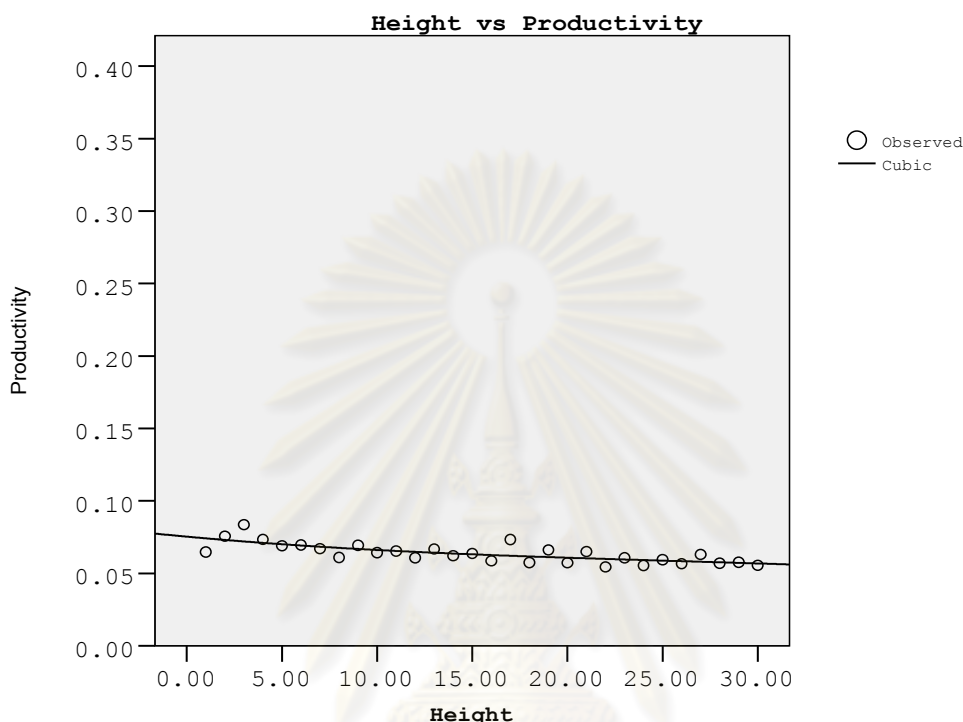
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.39 (ต่อ) ตารางสรุปอัตราผลผลิตในแต่ละระดับความสูงของการก่อดิน

กลุ่มข้อมูล	อัตราผลผลิต (ก้อน / วินาที)														
	ความสูง (ก้อน)														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1-1	0.04811	0.08046	0.05364	0.05907	0.05785	0.06699	0.05054	0.06542	0.05738	0.05512	0.02682	0.05668	0.05932	0.04361	0.04046
1-2	0.06335	0.07692	0.06667	0.07330	0.05983	0.07955	0.06393	0.06087	0.03382	0.05645	0.06763	0.06604	0.07568	0.07107	0.08434
2-1	0.05166	0.04844	0.04912	0.05185	0.04444	0.05600	0.04965	0.04605	0.05534	0.05691	0.04516	0.05809	0.04605	0.03457	
2-2	0.04473	0.08000	0.05761	0.08140	0.04023	0.06635	0.05761	0.06452	0.05578	0.06965	0.06250	0.05957	0.05263	0.06306	0.04605
3-1	0.07609	0.07865	0.06034	0.08537	0.07071	0.07071	0.06481	0.06931	0.08140	0.06481	0.06364	0.07071	0.05600	0.06863	0.05534
3-2	0.07447	0.08917	0.07527	0.07035	0.07735	0.07778	0.06667	0.07107	0.06034	0.06796	0.05447	0.06863	0.06306	0.06422	0.05185
4-1	0.06604	0.07143	0.04118	0.05469	0.05405	0.04965	0.05405	0.05166	0.02401	0.04795	0.06965				
4-2	0.04487	0.06167	0.05600	0.05364	0.05385	0.05364	0.02783	0.05691	0.07568	0.05645	0.06393	0.06167	0.04651	0.05882	

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นอกจากนี้เพื่อให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสูงในการก่ออิฐมอญ และอัตราผลผลิต ผู้วิจัยได้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 2 พร้อมแสดงเส้นแนวโน้ม ได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 5.43 ดังนี้

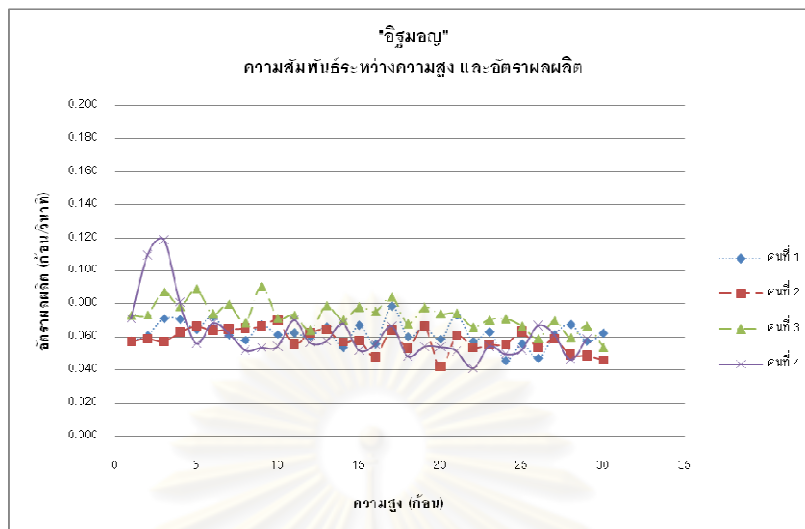


รูปที่ 5.43 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต

จากรูปข้างต้นพบว่าเมื่อความสูงของการก่ออิฐอยู่ในระดับต่ำ จะมีค่าอัตราผลผลิตสูง เมื่อความสูงของการก่อสูงขึ้นไป ค่าอัตราผลผลิตมีค่าลดต่ำลง จากการสังเกตท่าทางคนงานขณะเก็บข้อมูลในงานวิจัย พบว่าลักษณะการกองอิฐมอญ เป็นการวางอิฐไว้เป็นกองเตี้ยๆ ที่ระดับพื้น จากลักษณะการกองดังกล่าว ทำให้การหยิบก้อนอิฐมอญจากกองเตี้ยๆ เมื่อทำการก่ออิฐในระดับต่ำสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว โดยคนงานสามารถหยิบอิฐมอญมาทำการก่อในระดับต่ำได้อย่างรวดเร็ว ในทางกลับกันเมื่อก่ออิฐในระดับสูงขึ้นไป คนงานต้องใช้เวลาในการหยิบอิฐขึ้นมาก่อมากขึ้น เนื่องจากต้องหยิบก้อนอิฐมอญที่กองอยู่ในระดับต่ำ ทำให้อัตราผลผลิตค่าลดลงกว่าตอนที่ทำการก่อในระดับต่ำ จากผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่ากระบวนการทำงานมีผลต่ออัตราผลผลิตมากกว่าสภาพทางการยศาสตร์

ข้อมูลข้างต้น เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลทุกกลุ่ม และนำข้อมูลที่ได้รับมาทำการวิเคราะห์ ใดๆก็เพื่อวิเคราะห์ในรายละเอียดของข้อมูลที่ได้รับจาก

คนงานแต่ละคน ผู้วิจัยจึงได้สร้างแผนภูมิที่แสดงข้อมูลของคนงานแต่ละคน และสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 5.44 ดังนี้

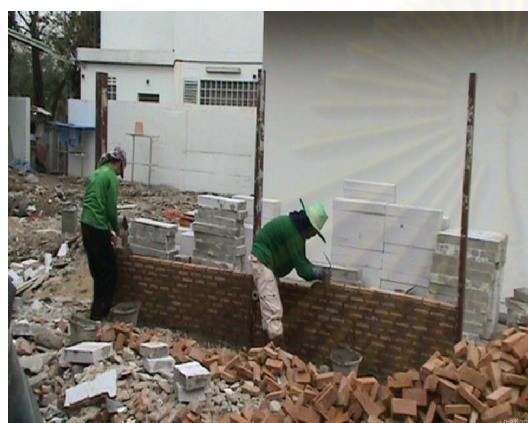


รูปที่ 5.44 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตสำหรับคนงานแต่ละคน

ผลการศึกษา ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตของคนงานแต่ละคน มีรูปแบบความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือค่าอัตราผลผลิตมีค่ามากที่สุดที่ความสูงต่ำ และมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะสาเหตุตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น และเพื่อประกอบคำอธิบายดังกล่าว สามารถแสดงรูปภาพแสดงลักษณะการทำงาน ได้ตามรูปที่ 5.45 และ 5.46 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 5.45 แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงานของคนงาน คนที่ 1 และ 2



รูปที่ 5.46 แสดงลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงานของคนงาน คนที่ 3 และ 4

จากรูปที่ 5.45 และ 5.46 พบว่าการทำงานมีลักษณะรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยจะเป็น การหยิบอัฐมอญจากกองที่กองอยู่บนพื้น ขึ้นมาทำการก่อ ลักษณะการทำงานก่ออัฐมอญดังกล่าวส่งผล ให้อัตราผลผลิตมีค่าสูงในช่วงระดับต่ำ เนื่องจากการหยิบอัฐมอญสามารถทำได้รวดเร็ว ต่อมาเมื่อ ก่ออัฐมอญที่ระดับความสูงมากขึ้นอัตราผลผลิตจะมีค่าลดลงตามลำดับ เนื่องจากคนงานต้องใช้ เวลานานขึ้นในการหยิบก้อนอัฐมอญจากระดับพื้นดินมาทำการก่ออัฐมอญ

### 5.3.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการย ศาสตร์ และอัตราผลผลิต

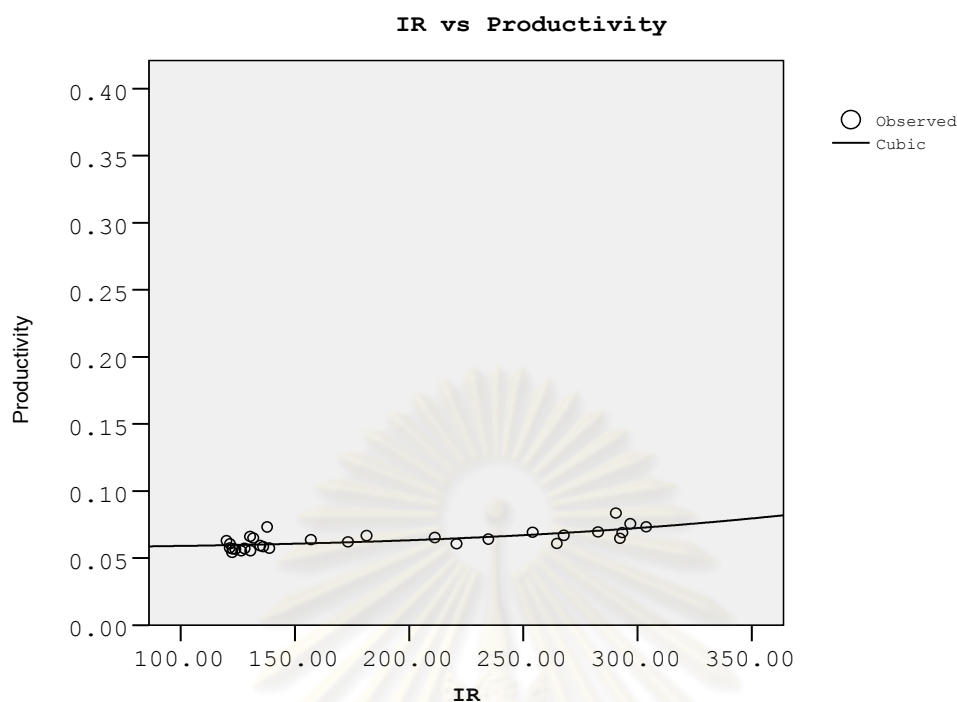
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต เป็นการนำข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และดัชนีความเสี่ยง ทางการยศาสตร์ กับความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิต มาทำการวิเคราะห์ร่วมกัน โดยข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตสามารถแสดง ได้ตามตารางที่ 5.40

ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.40 แสดงข้อมูลอัตราผลผลิต และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร

ลำดับ	ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร	อัตราผลผลิต (ก้อน/วินาที)
1	292.28	0.06476
2	296.79	0.07568
3	290.49	0.08363
4	303.79	0.07338
5	293.30	0.06907
6	282.68	0.06962
7	267.71	0.06709
8	264.66	0.06097
9	254.07	0.06939
10	234.67	0.06425
11	211.22	0.06544
12	220.76	0.06079
13	181.35	0.06684
14	173.22	0.06221
15	156.97	0.06379
16	136.07	0.05866
17	137.83	0.07334
18	138.78	0.05748
19	130.36	0.06621
20	127.89	0.05729
21	131.71	0.06508
22	122.48	0.05439
23	121.55	0.06073
24	126.44	0.05547
25	134.77	0.05941
26	123.90	0.05673
27	119.97	0.06306
28	122.71	0.05704
29	121.41	0.05771
30	130.49	0.05561

ข้อมูลในตารางที่ 5.40 สามารถนำมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิตได้ พร้อมเส้นแนวโน้ม ดังนี้



รูปที่ 5.47 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิต

จากแผนภูมิข้างต้น พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราผลผลิตมีลักษณะที่แปรผันตามกัน เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรเพิ่มขึ้น ค่าอัตราผลผลิตมีค่าสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเมื่อคนงานทำงานก่อนอิฐในระดับต่ำ ซึ่งเป็นช่วงที่ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรมีค่าสูง คนงานมีอัตราผลผลิตสูงเพราะคนงานสามารถนำก้อนอิฐที่กองอยู่ที่พื้นมาทำการก่ออิฐที่ระดับต่ำได้อย่างรวดเร็ว อัตราผลผลิตในช่วงระดับต่ำจึงมีค่าสูงกว่าอัตราผลผลิตของคนงานก่ออิฐในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งคนงานจำเป็นต้องหยิบก้อนอิฐในระดับต่ำ เพื่อนำไปทำการก่ออิฐในระดับที่สูง ส่งผลให้ค่าอัตราผลผลิตในการก่ออิฐในระดับสูงมีค่าต่ำลง

#### 5.4 สรุป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลในสภาวะจำลองการก่ออิฐ พบว่ากิจกรรมการก่ออิฐเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรสูงปานกลาง โดยเมื่อนำข้อมูลมาเรียงลำดับตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรจากมากไปน้อย สามารถทราบได้ว่าระดับความอันตรายระดับ 1 เป็นระดับความอันตรายที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรในลักษณะแปรผกผันกัน เมื่ออัตราส่วนของระดับความอันตรายระดับ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรจะมีค่าต่ำลง ในทางกลับกันอัตราส่วนระดับความ

อันตรายระดับ 3 และ 4 มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะที่แปรผันตามกัน เมื่ออัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 3 และ 4 มีค่าลดลง ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าสูงขึ้น สำหรับค่าระดับความอันตรายระดับ 2 นั้น ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์แต่อย่างไร

การวิเคราะห์ท่าทางในองค์ประกอบต่างๆของร่างกายสามารถแสดงให้ทราบว่าท่าทางบางท่าทางในองค์ประกอบร่างกายบางส่วนมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ แต่บางท่าทางก็เป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดี การพิจารณาปรับปรุงท่าทางนอกจากพิจารณาท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์แล้ว ท่าทางดังกล่าวควรเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี เพื่อให้การปรับปรุงท่าทางนั้นได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ท่าทางดังกล่าวได้แก่ ท่าทางหลังอยู่ในสภาพที่โค้ง และบิด, ท่าทางขา ยืนถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า ท่าทางดังกล่าวนอกจากมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์แล้ว ยังเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี ดังนั้นท่าทางเหล่านี้ควรได้รับการปรับปรุง โดยปรับปรุงเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้น ได้แก่ ท่าทางหลังอยู่ในสภาพที่ตรง ท่าทางขา ยืนถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง ตามลำดับ

จากการศึกษาข้างต้นพบว่า บางรหัสท่าทางเป็นท่าทางที่มีความสำคัญกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เมื่อจัดกลุ่มข้อมูลตามระดับความอันตรายพบว่า ในระดับความอันตรายระดับ 1 รหัสท่าทาง 1121 เป็นรหัสท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะที่แปรผันกัน นอกจากนี้สำหรับสภาวะจำลองการก่อกออิฐมวลเบา รหัสท่าทาง 1321 เป็นรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยอัตราส่วนรหัสท่าทาง 1321 มีค่าค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไป, สำหรับระดับความอันตรายระดับ 2 รหัสท่าทาง 2121 เป็นรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่าเป็นรหัสท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะที่แปรผันกัน และในระดับความอันตราย 3 รหัสท่าทาง 2141 เป็นรหัสท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะแปรผันตามกัน ข้อมูลเหล่านี้สามารถช่วยในการตัดสินใจในการปรับปรุงท่าทาง อาทิเช่น การปรับปรุงท่าทางควรปรับปรุงท่าทางรหัส 2141 เป็นท่าทางรหัส 1121 หรือหากไม่สามารถกระทำได้ ควรปรับปรุงเป็นท่าทางรหัส 2121 เพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์พบว่า การเปลี่ยนแปลงระดับความสูงในการก่อกออิฐมีผลกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์อย่างชัดเจน คนงานจำเป็นต้องใช้ท่าทางที่มีดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงเมื่อทำการก่อกออิฐในระดับต่ำ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าลดลงเมื่อคนงานทำการก่อกออิฐในระดับ

ที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อระดับที่คนงานก่ออิฐสูงเกินกว่าระดับไหล่ ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์กลับมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เป็นเพราะคนงานต้องยกแขนขึ้นสูงกว่าระดับหัวไหล่ ซึ่งเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ไม่ดี

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความสูง และอัตราผลผลิตนั้น พบว่าลักษณะความสัมพันธ์แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ ความสัมพันธ์ที่ได้จากกลุ่มข้อมูลในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 เมื่อทำการก่ออิฐในระดับต่ำ ค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าต่ำ และค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าสูงขึ้นตามความสูงในการก่ออิฐที่มากขึ้น และค่าอัตราผลผลิตกลับมีค่าลดลงอีกครั้ง เมื่อความสูงในการก่ออิฐเกิดกว่าระดับความสูง ประมาณ 4 ถึง 6 ก้อน อีกรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้จากข้อมูลในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบากลุ่มข้อมูลอื่น ที่ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 และความสัมพันธ์ที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ มีลักษณะความสัมพันธ์คือ อัตราผลผลิตมีค่าลดลงเมื่อความสูงในการก่ออิฐสูงขึ้น เมื่อพิจารณาการทำงานของคนงานก่ออิฐสามารถทราบถึงสาเหตุของรูปแบบความสัมพันธ์ที่แยกออกเป็น 2 รูปแบบ ทั้งนี้สาเหตุเกิดจากการที่คนงานในสภาวะจำลองการก่ออิฐ กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 ต้องใช้เวลาในการตัดก้อนอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละแถว โดยเฉพาะที่ระดับต่ำ ซึ่งคนงานยังไม่แน่ใจในขนาดก้อนอิฐที่ต้องตัดแต่งให้ได้ขนาด จึงเสียเวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นค่าอัตราผลผลิตจึงมีค่าต่ำกว่าสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบากลุ่มข้อมูลอื่น และสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ ซึ่งกลุ่มข้อมูลดังกล่าวไม่ต้องตัดแต่งอิฐมวลเบาก่อนสุดท้ายในแต่ละแถว เนื่องจากใช้อิฐก้อนเดิมมาทำการก่อ สำหรับอิฐมอญนั้นสามารถตัดก้อนอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละแถวได้อย่างรวดเร็วโดยการเคาะให้ก้อนอิฐแตกออกมีขนาดตามต้องการ

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐนั้น แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือความสัมพันธ์ที่ได้จากกลุ่มข้อมูลในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 มีลักษณะแปรผกผันระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต สำหรับความสัมพันธ์ที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบากลุ่มข้อมูลอื่น ที่ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 และสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ นั้น มีลักษณะแปรผันตามระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต

## บทที่ 6

### การเปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และสถานะจำลอง

บทนี้เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในบทที่ 4 และ 5 มาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมือน หรือความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์ที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และผลลัพธ์ที่ได้รับจากสถานะจำลองการก่อสร้าง ซึ่งการก่อสร้างในสถานะจำลองได้ทำการทดลองในอสิฐ 2 ชนิด คืออสิฐมวลเบา และอสิฐมอญ

การวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลดังกล่าว ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถทราบความเหมือน และความแตกต่างของเทคนิคการก่อสร้างที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากหน่วยงานก่อสร้างกับผลลัพธ์ที่ได้รับจากสถานะจำลอง สามารถทำให้ผู้วิจัยทราบถึงข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงท่าทางในการทำงาน เพื่อลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และเพิ่มอัตราผลผลิตต่อไปได้

รายละเอียดการเปรียบเทียบผลลัพธ์ และการวิเคราะห์ผล สามารถนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

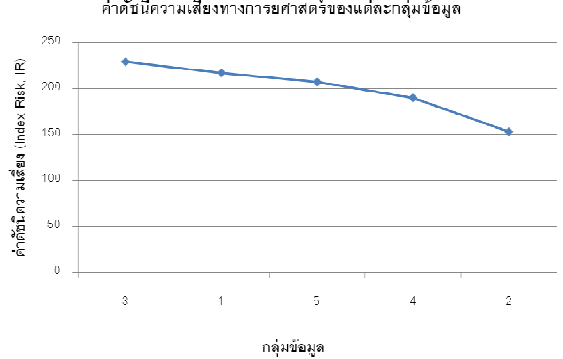
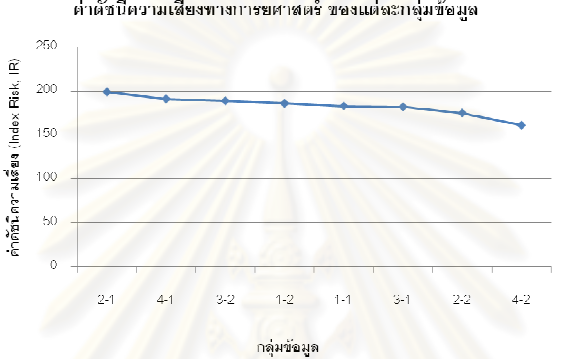
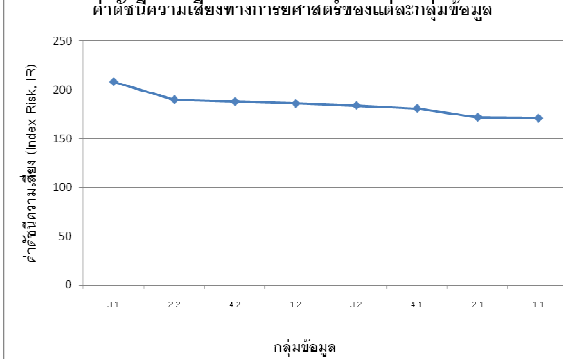
#### 6.1 การเปรียบเทียบดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

การเปรียบเทียบดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ของกลุ่มข้อมูลที่ได้รับ ทั้งจากหน่วยงานก่อสร้าง และสถานะจำลองการก่อสร้าง เป็นการวิเคราะห์ถึงรูปแบบความแตกต่างของค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ระหว่างกลุ่มข้อมูล โดยแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของกลุ่มข้อมูลต่างๆ สามารถแสดงได้ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร

หน่วยงานก่อสร้าง	สถานะจำลองการก่ออิฐมวลเบา	สถานะจำลองการก่ออิฐมอญ																																																
<p>ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรของแต่ละกลุ่มข้อมูล</p>  <table border="1"> <caption>Data for Construction Unit Risk Index</caption> <thead> <tr> <th>กลุ่มข้อมูล</th> <th>ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>225</td></tr> <tr><td>1</td><td>215</td></tr> <tr><td>5</td><td>205</td></tr> <tr><td>4</td><td>190</td></tr> <tr><td>2</td><td>150</td></tr> </tbody> </table>	กลุ่มข้อมูล	ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)	3	225	1	215	5	205	4	190	2	150	<p>ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรของแต่ละกลุ่มข้อมูล</p>  <table border="1"> <caption>Data for Hollow Brick Simulation Risk Index</caption> <thead> <tr> <th>กลุ่มข้อมูล</th> <th>ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2-1</td><td>200</td></tr> <tr><td>4-1</td><td>190</td></tr> <tr><td>3-2</td><td>185</td></tr> <tr><td>1-2</td><td>180</td></tr> <tr><td>1-1</td><td>175</td></tr> <tr><td>3-1</td><td>175</td></tr> <tr><td>2-2</td><td>170</td></tr> <tr><td>4-2</td><td>160</td></tr> </tbody> </table>	กลุ่มข้อมูล	ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)	2-1	200	4-1	190	3-2	185	1-2	180	1-1	175	3-1	175	2-2	170	4-2	160	<p>ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรของแต่ละกลุ่มข้อมูล</p>  <table border="1"> <caption>Data for Brick Masonry Simulation Risk Index</caption> <thead> <tr> <th>กลุ่มข้อมูล</th> <th>ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1-1</td><td>210</td></tr> <tr><td>2-2</td><td>190</td></tr> <tr><td>4-2</td><td>185</td></tr> <tr><td>1-2</td><td>185</td></tr> <tr><td>1-1</td><td>180</td></tr> <tr><td>4-1</td><td>180</td></tr> <tr><td>2-1</td><td>170</td></tr> <tr><td>1-1</td><td>170</td></tr> </tbody> </table>	กลุ่มข้อมูล	ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)	1-1	210	2-2	190	4-2	185	1-2	185	1-1	180	4-1	180	2-1	170	1-1	170
กลุ่มข้อมูล	ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)																																																	
3	225																																																	
1	215																																																	
5	205																																																	
4	190																																																	
2	150																																																	
กลุ่มข้อมูล	ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)																																																	
2-1	200																																																	
4-1	190																																																	
3-2	185																																																	
1-2	180																																																	
1-1	175																																																	
3-1	175																																																	
2-2	170																																																	
4-2	160																																																	
กลุ่มข้อมูล	ค่าดัชนีความเสี่ยง (IR)																																																	
1-1	210																																																	
2-2	190																																																	
4-2	185																																																	
1-2	185																																																	
1-1	180																																																	
4-1	180																																																	
2-1	170																																																	
1-1	170																																																	
<p>ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรเฉลี่ย 199.20</p>	<p>ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรเฉลี่ย 183.25</p>	<p>ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตรเฉลี่ย 185.00</p>																																																

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 6.1 พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มีความแตกต่างกันระหว่าง ข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง กับข้อมูลจากสภาวะจำลองการก่ออิฐ ข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานก่อสร้างมีความแตกต่างกันของค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงสุด กับค่าต่ำสุดมากกว่า โดยมีความแตกต่างกันถึงร้อยละ 51 ในขณะที่สภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา และสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ มีความแตกต่างระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงสุด และค่าต่ำสุดเพียงร้อยละ 24 และร้อยละ 21 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะการทำงานในหน่วยงานก่อสร้างมีสภาพแวดล้อม และสภาพการทำงานที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มข้อมูล ทำให้สภาพทางการยศาสตร์ของคนงานมีความแตกต่างกันมากตามไปด้วย สำหรับการทำงานในสภาวะจำลองนั้น มีการควบคุมสภาพแวดล้อมในการทำงานให้มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มข้อมูลในสภาวะจำลองการก่ออิฐ จึงเกิดจากลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันของคนงานเป็นหลัก จากตารางที่ 6.1 พบว่า ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยที่เกิดขึ้นในหน่วยงานก่อสร้างมีค่ามากกว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เกิดขึ้นในการก่ออิฐในสภาวะจำลองอยู่ประมาณ ร้อยละ 8 ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งเป็นเพราะข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้างเป็นการก่ออิฐที่ระดับความสูงไม่เกิน 5 ถึง 6 ก้อน (ประมาณ 100 เซนติเมตร ถึง 120 เซนติเมตร) ซึ่งเป็นการก่ออิฐที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นแล้วว่า งานก่ออิฐในระดับต่ำนั้นมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงกว่าการก่ออิฐที่ระดับกลาง ถึงสูง (ความสูงประมาณ 140 เซนติเมตรขึ้นไป) ดังนั้นข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้างซึ่งมีลักษณะการก่ออิฐที่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ ถึงปานกลาง จึงมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่สูงกว่า การเก็บข้อมูลจากสภาวะจำลอง ที่เป็นการจำลองสภาวะการก่ออิฐตั้งแต่ระดับความสูงน้อย จนถึงระดับความสูงมาก ที่คนงานสามารถปฏิบัติงานได้ที่ความสูงประมาณ 2 เมตร

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยระหว่างสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา และอิฐมอญ พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของอิฐทั้ง 2 ชนิด มีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยของสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา และอิฐมอญ เท่ากับ 183.25 และ 185 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันมาก และหากพิจารณาค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยของทุกกลุ่มข้อมูล พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยที่เกิดขึ้นมีค่าปานกลาง ซึ่งหากพิจารณาตามข้อมูลดังกล่าว งานก่ออิฐถือเป็นกิจกรรมที่มีระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ไม่สูงนัก แต่การพิจารณาว่ากิจกรรมมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีหรือไม่ ไม่อาจพิจารณาจากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยที่ได้รับจากการก่ออิฐทั้งแผง ต้องทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงในแต่ละระดับความสูงของแผงอิฐ รายละเอียดการวิเคราะห์ดังกล่าวนำเสนอในหัวข้อ 6.6 ต่อไป

## 6.2 การเปรียบเทียบอัตราส่วนของค่าระดับความอันตราย

การเปรียบเทียบระดับความอันตรายมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการเปรียบเทียบรูปแบบของค่าอัตราส่วนระดับความอันตรายในระดับต่างๆ และวิเคราะห์ถึงความแตกต่างระหว่างกลุ่มข้อมูลที่ได้รับข้อมูล ทั้งจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลองการก่อสร้าง แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตรายของกลุ่มข้อมูลต่างๆ โดยผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย

หน่วยงานก่อสร้าง		สถานะจำลองการก่ออิฐมวลเบา		สถานะจำลองการก่ออิฐมอญ		
<p>อัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย ของแต่ละกลุ่มข้อมูล</p>		<p>อัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย ของแต่ละกลุ่มข้อมูล</p>		<p>อัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตราย ของแต่ละกลุ่มข้อมูล</p>		
ค่าเฉลี่ย อัตราส่วนระดับ ความอันตราย	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1	0.27	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1	0.33	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1	0.41
	อัตราส่วนระดับความอันตราย 2	0.50	อัตราส่วนระดับความอันตราย 2	0.52	อัตราส่วนระดับความอันตราย 2	0.35
	อัตราส่วนระดับความอันตราย 3	0.20	อัตราส่วนระดับความอันตราย 3	0.15	อัตราส่วนระดับความอันตราย 3	0.21
	อัตราส่วนระดับความอันตราย 4	0.03	อัตราส่วนระดับความอันตราย 4	0.01	อัตราส่วนระดับความอันตราย 4	0.03

ตารางที่ 6.2 แสดงให้ทราบว่า ค่าอัตราส่วนในแต่ละระดับความอันตรายของข้อมูลทั้งหมดมีลักษณะที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 1 แปรผกผันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 3 และ 4 แปรผันตามกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยข้อมูลที่ได้รับมีความคล้ายคลึงกันระหว่างข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา แต่สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ มีความแตกต่างออกไป คือมีอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 1 สูงกว่า และมีค่าอัตราส่วนระดับความอันตรายระดับ 2 ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา

### 6.3 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของท่าทาง

การเปรียบเทียบองค์ประกอบของท่าทางเป็นการนำข้อมูลองค์ประกอบของท่าทางของทั้งข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลจากสภาวะจำลองมาเปรียบเทียบลักษณะของข้อมูลที่ได้รับ ซึ่งผลการเปรียบเทียบสามารถแสดงดังตารางที่ 6.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลองค์ประกอบท่าทาง

องค์ประกอบ ร่างกาย	หน่วยงานก่อสร้าง	สภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา	สภาวะจำลองการก่ออิฐมอดูญ
หลัง	<p style="text-align: center;">"Back"</p>	<p style="text-align: center;">"Back"</p>	<p style="text-align: center;">"Back"</p>
แขน	<p style="text-align: center;">"ARM"</p>	<p style="text-align: center;">"ARM"</p>	<p style="text-align: center;">"ARM"</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลองค์ประกอบท่าทาง

องค์ประกอบร่างกาย	หน่วยงานก่อสร้าง	สภาวะจำลองการก่อสร้างมอลเบา	สภาวะจำลองการก่อสร้างมอลถู
ขา	<p style="text-align: center;"><b>"LEGS"</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>"LEGS"</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>"LEGS"</b></p>
น้ำหนักที่แบกหาม	<p style="text-align: center;"><b>"Load"</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>"Load"</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>"Load"</b></p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงท่าทางร่างกายส่วนหลังมีรูปแบบความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ใกล้เคียงกันทั้งข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลจากสภาวะจำลองการก่ออิฐ อัตราส่วนท่าทางของหลังที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ คือท่าทาง “หลังโค้ง และบิด” ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

อัตราส่วนท่าทางของร่างกายส่วนหลังไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับกลุ่มข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของท่าทางของหลัง ระหว่างสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา กับสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ พบว่าอัตราส่วนท่าทาง “หลังโค้ง” ในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา มีปริมาณที่มากกว่าอัตราส่วนท่าทาง “หลังโค้ง” ในสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ อัตราส่วนเฉลี่ยของท่าทาง “หลังโค้ง” ในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบาเท่ากับ ร้อยละ 64 ในขณะที่อัตราส่วนเฉลี่ยของท่าทาง “หลังโค้ง” ในสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ มีค่าเพียงร้อยละ 55 ซึ่งแตกต่างกันร้อยละ 10 สำหรับอัตราส่วนท่าทางหลังตรงของสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา มีค่าเท่ากับร้อยละ 31 ในขณะที่สภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ มีค่าอัตราส่วนดังกล่าวเท่ากับร้อยละ 41 ส่วนท่าทางหลังอื่น มีอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันสำหรับอิฐทั้ง 2 ชนิด จากข้อมูลดังกล่าวสามารถทราบได้ว่า สำหรับองค์ประกอบร่างกายส่วนหลัง อิฐมอญมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีกว่าอิฐมวลเบา

สำหรับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงท่าทางร่างกายส่วนแขน พบว่าข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลจากสภาวะจำลองการก่ออิฐ มีลักษณะที่คล้ายกัน คือมีค่าค่อนข้างคงที่ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง กับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐ พบว่าข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้างนั้น มีองค์ประกอบท่าทางของแขนส่วนใหญ่ อยู่ในลักษณะ “แขนทั้ง 2 ข้างอยู่ต่ำกว่าหัวไหล่” แต่สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐนั้น มีอัตราส่วนท่าทาง “แขนทั้ง 2 ข้างอยู่ต่ำกว่าหัวไหล่” ประมาณ ร้อยละ 80 และอีกร้อยละ 20 เป็นท่าทางอื่น ทั้งนี้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งสภาพแวดล้อมของการก่ออิฐในหน่วยงานก่อสร้างเป็นการก่ออิฐที่ระดับความสูงไม่เกิน 5 ถึง 6 ก้อน (ประมาณ 100 เซนติเมตร ถึง 120 เซนติเมตร) ดังนั้นคนงานจึงไม่ต้องยกแขนทั้ง 2 ข้างขึ้นสูงกว่าระดับหัวไหล่ แต่ในสำหรับสภาพแวดล้อมของสภาวะจำลองการก่ออิฐนั้น เป็นการก่ออิฐจากระดับต่ำสุด จนถึงระดับสูงสุดที่ระดับความสูง 2 เมตร คนงานจึงจำเป็นต้องมีท่าทางยกแขนหนึ่ง หรือ สองข้างขึ้นเหนือระดับหัวไหล่ ซึ่งท่าที่ต้องยกแขนขึ้นเหนือกว่าระดับหัวไหล่นี้ เป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่แย่กว่าการทำงานโดยแขนทั้ง 2 ข้างอยู่ต่ำกว่าหัวไหล่

อัตราส่วนท่าทางของร่างกายส่วนขา เป็นองค์ประกอบของร่างกายส่วนที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ชัดเจนที่สุด โดยลักษณะของการเปลี่ยนแปลงมีความคล้ายคลึงกันในเรื่องรูปแบบการเปลี่ยนแปลง ทั้งข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับ



ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออริฐ กล่าวคือท่าทางขา “ยื่น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในทิศทางตรงกันข้าม ส่วนท่าทางขา “ยื่น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” เป็นท่าทางที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ นอกจากนี้พบว่า อัตราส่วนท่าทางขา “ยื่น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” ของการก่ออริฐในสภาวะจำลองการก่ออริฐมวลเบา และอริฐมอญ เท่ากับร้อยละ 78 และ ร้อยละ 75 ตามลำดับ ซึ่งมีความมากกว่าอัตราส่วนของท่าทางดังกล่าวในหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งเท่ากับร้อยละ 58 ทั้งนี้เป็นเพราะการก่ออริฐในหน่วยงานก่อสร้าง เป็นการก่ออริฐมวลเบาที่ระดับความสูงไม่เกิน 5 ถึง 6 ก้อน (ประมาณ 100 เซนติเมตร ถึง 120 เซนติเมตร) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ ถึงปานกลาง คนงานก่ออริฐในสภาวะจำลองจึงมีอัตราส่วนท่าทางขา “ยื่น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” มากกว่าคนงานที่ก่ออริฐในหน่วยงานก่อสร้าง

องค์ประกอบสุดท้ายคือน้ำหนักที่แบกทาน พบว่าข้อมูลที่ได้รับจากทั้งหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลองนั้นมีความคล้ายคลึงทั้งรูปแบบ และค่าอัตราส่วน ซึ่งน้ำหนักที่แบกทานเกือบทั้งหมดนั้น เป็นน้ำหนักที่อยู่ในระดับต่ำกว่า 10 กิโลกรัมทั้งสิ้น แต่สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้างนั้น มีอัตราส่วนเล็กน้อยที่อยู่ในรูปแบบ น้ำหนักที่มากกว่า 10 กิโลกรัม ทั้งนี้เป็นเพราะในหน่วยงานก่อสร้าง คนงานก่ออริฐจำเป็นต้องไปทำงานอื่นเป็นครั้งคราว เช่น แบบถูปูน หรือถูทราย เพื่อนำมาผสมปูน ทำให้บางครั้ง คนงานคนดังกล่าวจำเป็นต้องแบกน้ำหนักที่มากกว่า 10 กิโลกรัม ซึ่งไม่พบลักษณะดังกล่าวในสภาวะจำลองการก่ออริฐ เพราะคนงานที่ก่ออริฐทำงานก่ออริฐเพียงอย่างเดียวจนก่ออริฐแล้วเสร็จตามที่กำหนด

#### 6.4 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์รหัสท่าทาง

การเปรียบเทียบรหัสท่าทางของข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง กับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออริฐ เป็นการนำข้อมูลอัตราส่วนรหัสท่าทางที่ถูกพิจารณาว่าความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มาทำการเปรียบเทียบและ ศึกษาถึงความเหมือน และความแตกต่างกัน โดยแผนภูมิการเปรียบเทียบผลลัพธ์สามารถแสดงได้ ดังนี้

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบรหัสท่าทาง

	หน่วยงานก่อสร้าง	สภาวะจำลองการก่อสร้าง	สภาวะจำลองการก่อสร้าง
ระดับความอันตราย 1	<p>หน่วยงานก่อสร้าง กราฟแสดงร้อยละของความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูล ในระดับความอันตราย 1</p> <p>1171</p>	<p>สภาวะจำลอง "อิฐมวลเบา" กราฟแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูล ในระดับความอันตราย 1</p> <p>1161, 1321</p>	<p>สภาวะจำลอง "อิฐมวลเบา" กราฟแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในระดับความอันตราย 1</p> <p>1172</p>
ระดับความอันตราย 2	<p>หน่วยงานก่อสร้าง กราฟแสดงร้อยละของความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูล ในระดับความอันตราย 2</p> <p>2121</p>	<p>สภาวะจำลอง "อิฐมวลเบา" กราฟแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในระดับความอันตราย 2</p> <p>2121</p>	<p>สภาวะจำลอง "อิฐมวลเบา" กราฟแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในระดับความอันตราย 2</p> <p>2121</p>
ระดับความอันตราย 3	<p>หน่วยงานก่อสร้าง กราฟแสดงร้อยละของความถี่ของรหัสท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูล ในระดับความอันตราย 3</p> <p>2141</p>	<p>สภาวะจำลอง "อิฐมวลเบา" กราฟแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในระดับความอันตราย 3</p> <p>2141</p>	<p>สภาวะจำลอง "อิฐมวลเบา" กราฟแสดงความถี่ของรหัสท่าทาง ในระดับความอันตราย 3</p> <p>2141</p>

จากตารางที่ 6.4 พบว่า แผนภูมิมูลีลักษณะที่คล้ายคลึงกันทั้งจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลองการก่อสร้าง ผลการศึกษาพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนท่าทางทั้งหมดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ผลการศึกษาแสดงว่าอัตราส่วนของรหัสท่าทางเหล่านี้มีผลต่อค่าอัตราผลิต ทั้งในหน่วยงานก่อสร้าง, สภาวะจำลองการก่อสร้างมวลเบา และสภาวะจำลองการก่อสร้างมอดู ซึ่งผลของอัตราส่วนรหัสท่าทางดังกล่าว สามารถสรุปได้ ดังนี้

รหัสท่าทาง 1121 เป็นรหัสท่าทางที่อัตราส่วนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลง จากแผนภูมิข้างต้นพบว่า อัตราส่วนรหัสท่าทาง 1121 ของข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง มีสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่มากกว่า ข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อสร้าง และผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า อัตราส่วนรหัสท่าทาง 1121 มีความสัมพันธ์ในรูปแบบแปรผกผันกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ นอกจากนี้สำหรับสภาวะจำลองการก่อสร้างมวลเบา รหัสท่าทาง 1321 เป็นรหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยอัตราส่วนรหัสท่าทาง 1321 มีค่าค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไป

รหัสท่าทาง 2121 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนที่คล้ายคลึงกันทั้งข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อสร้าง อัตราส่วนรหัสท่าทาง 2121 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลงตามลำดับกลุ่มข้อมูล ซึ่งหมายถึงรูปแบบความสัมพันธ์แบบแปรผกผันระหว่าง อัตราส่วนรหัสท่าทาง 2121 กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

รหัสท่าทางในกลุ่มระดับความอันตรายระดับ 3 ที่พบว่ามีค่าสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ คือรหัส 2141 ซึ่งพบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนท่าทางของรหัสท่าทาง 2141 มีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน ทั้งข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลจากสภาวะจำลองการก่อสร้าง อัตราส่วนรหัสท่าทาง 2141 มีแนวโน้มลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลง กล่าวได้ว่า อัตราส่วนรหัสท่าทาง 2141 แปรผันตามค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

ข้อมูลข้างต้นไม่พบว่ามีรหัสท่าทางในระดับความอันตรายระดับ 4 ที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เนื่องจากอัตราส่วนของรหัสท่าทางในระดับความอันตรายระดับ 4 มีค่าน้อยมาก อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์รหัสท่าทางข้างต้นเป็นการวิเคราะห์อัตราส่วนของท่าทางที่ได้จากเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นการก่อสร้าง จนการก่อสร้างแล้วเสร็จ แต่ผลการวิจัยข้างต้นพบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์แปรผันตามความสูงของการก่อสร้าง โดยค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าสูงสุด เมื่อการก่อสร้างอยู่ในระดับต่ำ และค่าดัชนีความเสี่ยงมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ ตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น

จากสาเหตุดังกล่าว การพิจารณาเพื่อปรับปรุงท่าทางในการทำงานตามหลักการทางกายศาสตร์ ควรพิจารณาถึงระดับความสูงของการก่ออิฐด้วย โดยพิจารณาแนวทางในการปรับปรุงท่าทาง แยกตามระดับความสูงของการก่ออิฐ เพื่อให้เกิดประโยชน์ และเหมาะสมกับการทำงานในแต่ละระดับความสูง สำหรับการปรับปรุงท่าทางการทำงาน โดยการวิเคราะห์ตามระดับความสูงนั้น ผู้วิจัยจะกล่าวรายละเอียด พร้อมผลการศึกษาในบทถัดไป

## 6.5 การเปรียบเทียบอัตราผลผลิต

การเปรียบเทียบอัตราผลผลิต ระหว่างข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองงานก่ออิฐ มีวัตถุประสงค์ในการนำข้อมูลอัตราผลผลิตที่ได้รับมาทำการเปรียบเทียบ เพื่อวิเคราะห์ความเหมือน และความแตกต่าง ซึ่งข้อมูลอัตราผลผลิตที่ได้รับสามารถสรุปได้ ดังนี้

ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลอัตราผลผลิต

	หน่วยงานก่อสร้าง	สภาวะจำลอง การก่ออิฐมวลเบา	สภาวะจำลอง การก่ออิฐมอญ
อัตราผลผลิตเฉลี่ย (ก่อน ต่อวินาที)	2.85 ตารางเมตร ต่อ ชั่วโมง	8.06 ตารางเมตร ต่อ ชั่วโมง	2.05 ตารางเมตร ต่อ ชั่วโมง

จากข้อมูลที่ได้รับ สรุปได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้างซึ่งเป็นงานก่ออิฐมวลเบา กับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา นั้น พบว่าอัตราผลผลิตของข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา มีค่ามากกว่าค่าอัตราผลผลิตที่ได้รับจากการก่ออิฐมวลเบาในหน่วยงานก่อสร้างถึงร้อยละ 183 เนื่องจากคนงานที่ทำการก่ออิฐในหน่วยงานก่อสร้างจำเป็นต้องไปทำงานอื่นในบางครั้ง เช่น การขนก้อนอิฐ, การผสมปูนฉาบ หรืองานย้ายนั่งร้าน เป็นต้น ดังนั้นค่าอัตราผลผลิตจึงมีค่าน้อยกว่าค่าอัตราผลผลิตที่ได้รับจากสภาวะจำลอง ที่คนงานทำการก่ออิฐเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา และสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ พบว่างานก่ออิฐมวลเบา มีค่าอัตราผลผลิตมากกว่างานก่ออิฐมอญถึง ร้อยละ 293 ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่เห็นได้อย่างชัดเจนของการนำอิฐมวลเบามาใช้ในงานก่อสร้าง แม้ว่าราคาของอิฐมวลเบาจะสูงกว่าราคาของอิฐมอญ แต่ความรวดเร็วในการทำงานของอิฐมวลเบาก็เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้บริหารโครงการควรนำมาพิจารณาเพื่อเลือกชนิดของอิฐให้มีความเหมาะสมกับโครงการก่อสร้างมากที่สุด

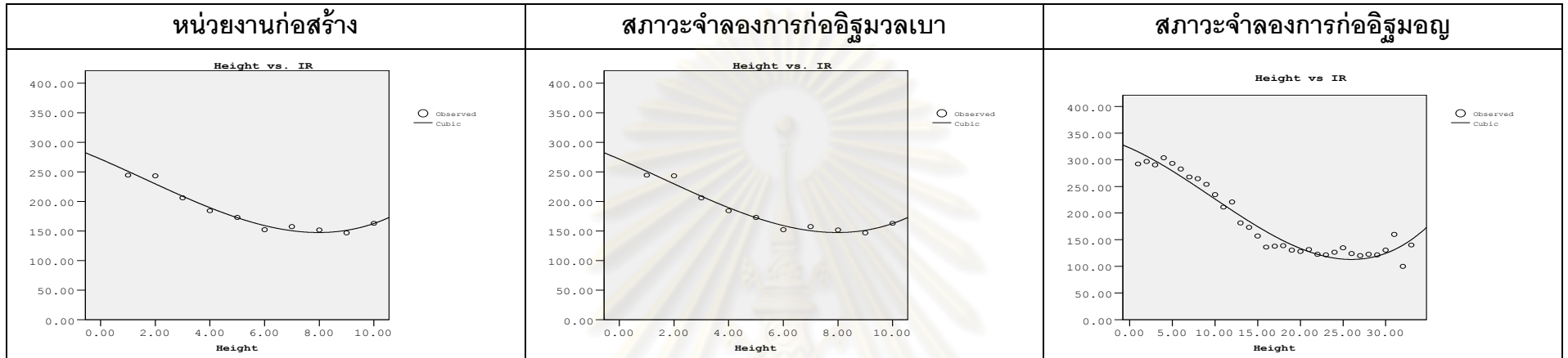
## 6.6 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์ ของข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง กับข้อมูลที่ได้จากสภาวะจำลองการก่ออิฐ สามารถแสดงผลพื้ได้ ดังนี้



ศูนย์วิทยพัทยาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 6.6 พบว่าข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อสร้างมีลักษณะแผนภูมิที่คล้ายกัน จากแผนภูมิข้างต้นพบว่าเมื่อความสูงของการก่อสร้างอยู่ในระดับต่ำ ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าสูงสุด หลังจากนั้นเมื่อความสูงของการก่อสร้างเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าลดลงตามลำดับ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าต่ำสุดที่ระดับความสูงประมาณ 160 เซนติเมตร หลังจากระดับความสูงดังกล่าวค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะกลับมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย

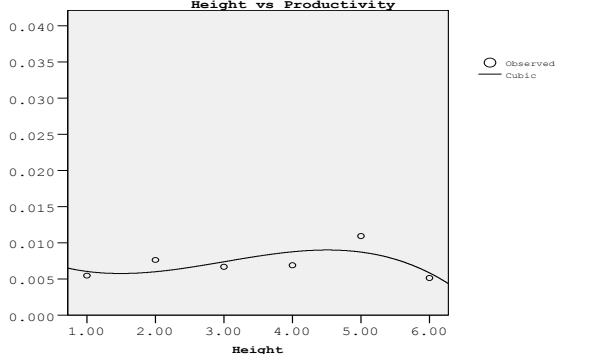
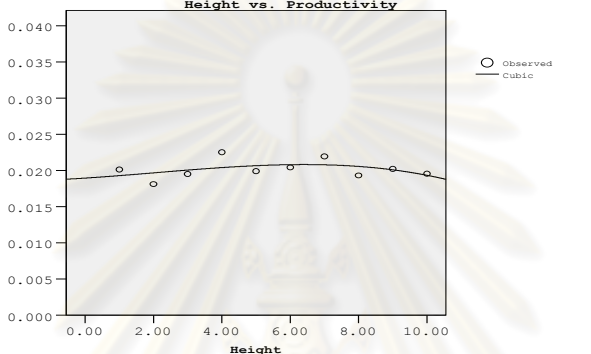
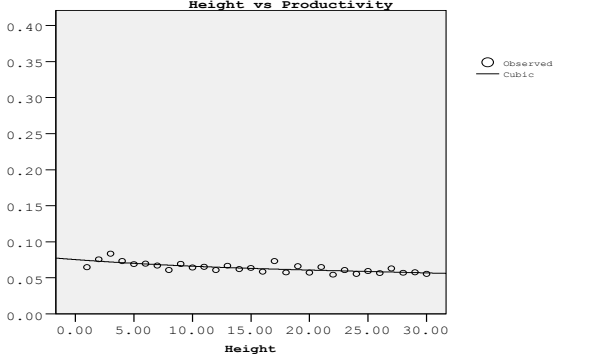
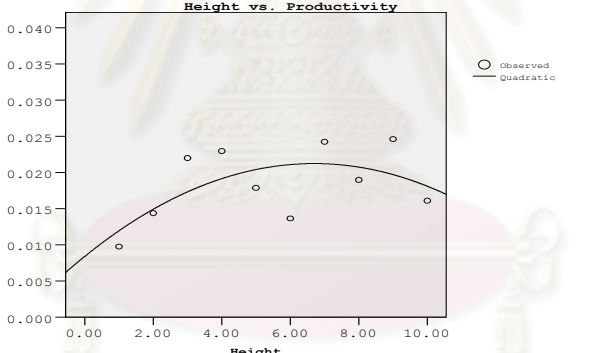
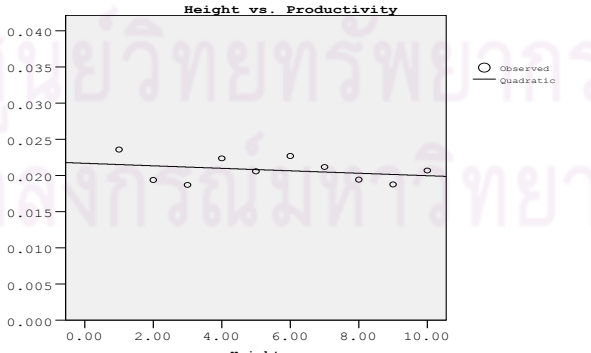
เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง กับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อสร้างมวลงพบ พบว่าค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ได้รับจากข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้างซึ่งมีข้อมูลในช่วงระดับความสูงน้อยกว่า 6 ก้อนเท่านั้น จึงยังไม่พบแนวโน้มที่ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากที่ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลงถึงค่าต่ำสุดในช่วงความสูง 7 ถึง 9 ก้อน (ประมาณ 160 เซนติเมตร) ตามที่กล่าวข้างต้น

เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยของข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อสร้างมวลง พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ได้รับจากทั้งการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อสร้างมวลงมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของสภาวะจำลองการก่อสร้างมวลง กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์อื่น พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงสุดของการก่อสร้างมวลงมีค่ามากกว่า แต่ในทางกลับกันค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำสุดของการก่อสร้างมวลงกลับมีค่าน้อยกว่า ซึ่งกล่าวได้ว่า การก่อสร้างมวลงมีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มากกว่าในช่วงระดับต่ำ แต่เมื่อทำการก่อสร้างมวลงถึงระดับสูง ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์กลับมีค่าน้อยกว่า สำหรับในรายละเอียดของความแตกต่างดังกล่าว ผู้วิจัยขอเสนอในบทถัดไป

## 6.7 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อสร้าง และอัตราผลผลิต

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อสร้าง และอัตราผลผลิต จากข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง, ข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อสร้างมวลง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อสร้างมวลงโดยข้อมูลความสัมพันธ์สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.7 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่อสร้าง และอัตราผลผลิต

หน่วยงานก่อสร้าง	สถานะจำลองการก่อสร้างมวลเบา	สถานะจำลองการก่อสร้างมอดู
		
	<p style="text-align: center;">กลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1</p>	
	<p style="text-align: center;">กลุ่มข้อมูลอื่น ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1</p>	



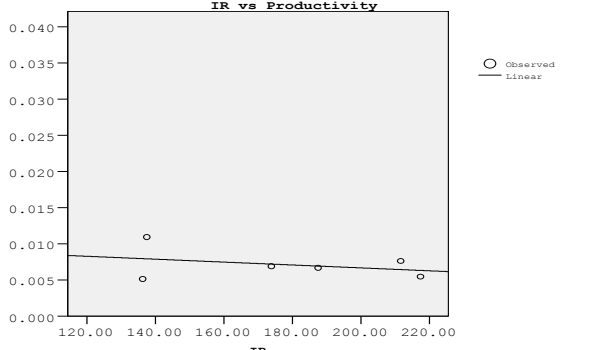
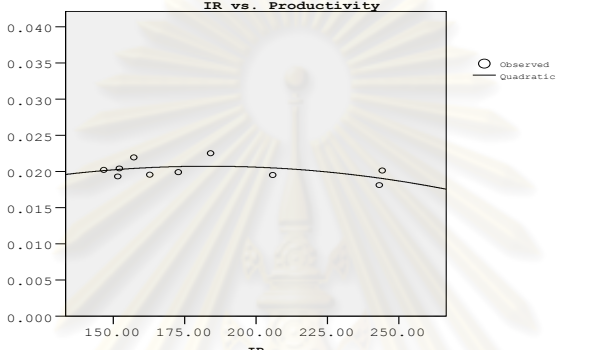
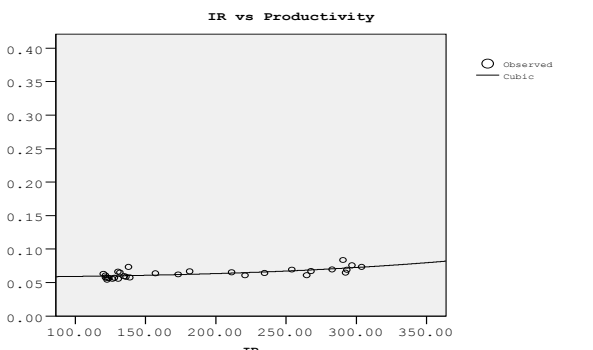
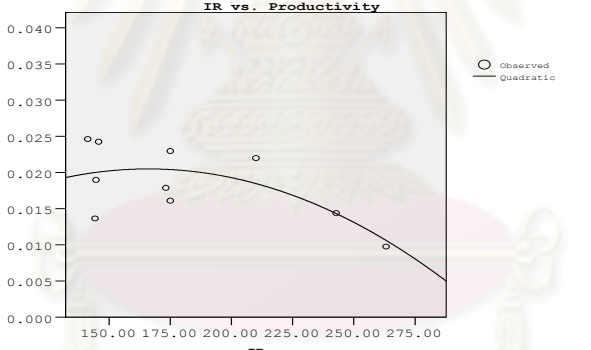
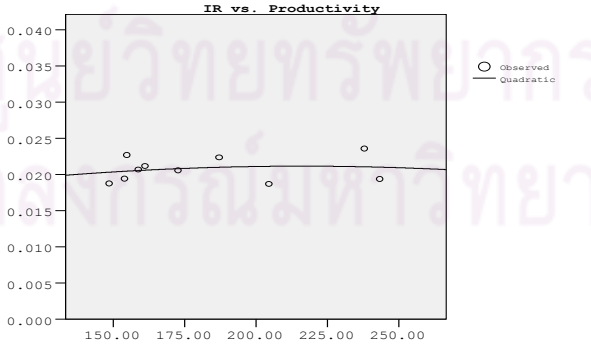
จากการศึกษาพบว่า อัตราผลผลิตโดยทั่วไปมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อความสูงในการก่ออิฐมีการเปลี่ยนแปลง สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา นั้น พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างข้อมูลของคณงานคนที่ 1 และคนที่ 2 ที่ทำก่ออิฐ ซึ่งบทที่ 5 ได้ให้รายละเอียดถึงลักษณะและ สาเหตุของความแตกต่างไว้แล้ว เมื่อนำแผนภูมิแสดงอัตราผลผลิตของสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา เฉพาะกลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 มาเปรียบเทียบพบว่า ลักษณะของข้อมูลมีแนวโน้มคล้ายกับการก่ออิฐในหน่วยงานก่อสร้าง แต่อัตราผลผลิตมีค่าสูงกว่าอัตราผลผลิตของข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้างถึงร้อยละ 183 เนื่องจากสภาพการทำงานในหน่วยงานก่อสร้าง คนงานไม่ได้ทำงานตลอดเวลาส่งผลค่าอัตราผลผลิตที่ได้รับมีค่าน้อยกว่าค่าอัตราผลผลิตที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบาซึ่งคนงานสามารถทำการก่ออิฐได้ตลอดเวลา

อย่างไรก็ตาม หากอัตราผลผลิตในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา ที่ไม่รวมข้อมูลกลุ่มที่ 1-1 และ 2-1 นั้น พบว่าข้อมูลอัตราผลผลิตมีลักษณะคล้ายกับค่าอัตราผลผลิตที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ จากการศึกษามีสาเหตุเนื่องจากลักษณะการทำงานมีความคล้ายกัน กลุ่มข้อมูลที่ทำกรก่ออิฐมวลเบาอื่น นอกจากกลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 นั้น สามารถทำการก่ออิฐได้ตลอด โดยไม่ต้องเสียเวลาในการตัดก้อนอิฐก่อนสุดท้ายของแต่ละแถว ซึ่งเป็นลักษณะที่คล้ายคลึงกับการก่ออิฐมอญ ที่สามารถทำการก่ออิฐได้ โดยไม่ต้องตัดก้อนอิฐก่อนสุดท้ายในแต่ละแถว หรือหากจำเป็นต้องตัดคนงานสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งตรงกันข้ามกับลักษณะการทำงานก่ออิฐมวลเบาของกลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 ที่คนงานต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการตัดก้อนอิฐมวลเบาก่อนสุดท้ายของแต่ละแถว โดยเฉพาะช่วงระยะเวลาเริ่มต้นการก่อใหม่

## 6.8 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตเป็นความสัมพันธ์ที่สำคัญในงานวิจัย ตามที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นว่า จุดประสงค์หนึ่งของงานวิจัยนี้ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต ซึ่งสามารถทราบได้จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต โดยผู้วิจัยแสดงตารางเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต ของข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐได้ ดังนี้

ตารางที่ 6.8 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการเกษตร และอัตราการผลิต

หน่วยงานก่อสร้าง	สถานะจำลองการก่ออิฐมวลเบา	สถานะจำลองการก่ออิฐมวลฉลุ
		
	<p style="text-align: center;">กลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1</p>	
	<p style="text-align: center;">กลุ่มข้อมูลอื่น ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1</p>	

จากตารางที่ 6.8 พบว่า แนวโน้มของค่าอัตราผลผลิต ของข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงาน ก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา เฉพาะกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 มี แนวโน้มที่มีค่าอัตราผลผลิตที่ลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงขึ้น ในทางกลับกัน สำหรับอัตราผลผลิตของ ข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา ที่ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1- 1 และ 2-1 และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ พบว่าอัตราผลผลิตกลับมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลง

สาเหตุที่การเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราผลผลิตแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ เนื่องมาจาก ลักษณะของการทำงาน ในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา เฉพาะกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 คนงานดังกล่าวต้องตัดก้อนอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละแถวให้ได้ขนาดตามช่องที่เหลือ โดยเฉพาะใน ระดับต่ำคนงานต้องทดลองตัดก้อนอิฐหลายครั้งจึงได้ขนาดตามที่ต้องการ คนงานจึงใช้เวลามาก ในการก่ออิฐโดยเฉพาะระดับต่ำ ส่งผลให้ค่าอัตราผลผลิตเมื่อก่ออิฐในระดับต่ำมีค่าน้อย ซึ่งจาก ข้อมูลข้างต้นสามารถทราบได้ว่าการก่ออิฐในระดับต่ำมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูง สาเหตุดังกล่าวเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้ค่าอัตราผลผลิตมีค่าน้อย เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยง ทางการยศาสตร์มีค่าสูง และเมื่อคนงานก่ออิฐในระดับที่สูงขึ้นสามารถทำการก่ออิฐได้เร็วขึ้น เนื่องจากทราบขนาดโดยประมาณของก้อนอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละแถวแล้ว ค่าอัตราผลผลิตจึงมี ค่าเพิ่มขึ้น สำหรับงานก่ออิฐในหน่วยงานก่อสร้าง คนงานจะต้องตัดอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละแถว ดังนั้นลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ กับอัตราผลผลิต จึงมี ความคล้ายกันกับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1

ในทางกลับกัน การก่ออิฐของกลุ่มข้อมูลสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา ที่ไม่รวมกลุ่ม ข้อมูล 1-1 และ 2-1 และกลุ่มข้อมูลสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ มีความสัมพันธ์ในอีกรูปแบบ หนึ่ง คือค่าอัตราผลผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าเพิ่มขึ้น กล่าวได้ ว่าค่าอัตราผลผลิต แปรผันตรงกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่า สาเหตุของความสัมพันธ์รูปแบบดังกล่าว เป็นเพราะคนงานก่ออิฐในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวล เบา ที่ไม่รวมกลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 และคนงานก่ออิฐในสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ มี ลักษณะการกองอิฐ ที่วางกองกระจายกับพื้น ดังนั้นคนงานสามารถหยิบอิฐขึ้นมาก่อในระดับต่ำได้ รวดเร็ว แต่เมื่อก่ออิฐในระดับสูงขึ้น คนงานจำเป็นต้องใช้เวลาในการก่อมากขึ้น ทั้งนี้เพราะคนงาน ต้องหยิบอิฐขึ้นมาก่อจากระดับพื้น จึงใช้เวลามากในการก่ออิฐ นอกจากนี้สำหรับสภาวะจำลอง การก่ออิฐมวลเบา ที่ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 และสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ คนงานใช้ เวลาน้อยมากในการตัดอิฐก้อนสุดท้ายกล่าว เนื่องจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา ใช้อิฐก้อน เดิมบางส่วน คนงานที่ทำการก่ออิฐที่หลังกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 จึงสามารถนำก้อนอิฐก้อน สุดท้ายในแต่ละแถวก่อนเดิมมาใช้ได้ และสำหรับการก่ออิฐมอญ การตัดก้อนอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละ

ละแถวให้ได้ขนาดนั้น สามารถทำได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เกรียงเคาะให้หักตามขนาดที่ต้องการ ดังนั้น ผลการศึกษาอาจกล่าวได้ว่า อัตราผลผลิตขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานมากกว่าอิทธิพลของ ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

## 6.8 สรุป

การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับทั้งจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลองการก่ออิฐ ทั้งอิฐมวลเบา และอิฐมอญ ช่วยให้ทราบถึงความเหมือน และความแตกต่างของข้อมูลที่ได้รับ รวมทั้งผลการวิเคราะห์ช่วยให้ทราบถึงสาเหตุของความแตกต่างที่เกิดขึ้น หากพิจารณาโดยรวมพบว่า ข้อมูลที่ได้รับจากทั้งหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลองการก่ออิฐ ทั้งอิฐมวลเบา และอิฐมอญ มีความคล้ายคลึงกัน อาทิเช่น ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์, อัตราส่วนของแต่ละค่าระดับ ความอันตราย, รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงในการก่ออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

อย่างไรก็ตามข้อมูลบางส่วนที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ การเปรียบเทียบท่าทางที่ใช้ในการทำงานก่ออิฐ การศึกษาพบว่าสำหรับองค์ประกอบร่างกายส่วนหลังการก่ออิฐมอญในสภาวะจำลอง มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีกว่าอิฐมวลเบา ทั้งจากหน่วยงานก่อสร้างและ สภาวะจำลอง การก่ออิฐมวลเบา นอกจากองค์ประกอบร่างกายส่วนหลังที่พบความแตกต่างแล้ว ขายังเป็น องค์ประกอบร่างกายส่วนหนึ่งที่พบว่ามีความแตกต่างระหว่าง ข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลอง ทั้งนี้เป็นเพราะการก่ออิฐในหน่วยงานก่อสร้างมีระดับความสูงในการก่ออิฐสูงสุดเพียงประมาณ 6 ก้อน ดังนั้นอัตราส่วนท่าทางขา “ยื่น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข้า” จึงมีอัตราส่วนที่มากกว่าของสภาวะจำลองการก่ออิฐ ผลการเปรียบเทียบ ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และอัตราผลผลิต พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยมี รูปแบบความสัมพันธ์แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) ข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูล จากสภาวะจำลองการก่ออิฐ กลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 ซึ่งอัตราผลผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อระดับความสูงมากกว่า 6 ก้อนค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าลดลง 2) ข้อมูลจาก สภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา ไม่รวมกลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 และข้อมูลจากสภาวะจำลอง การก่ออิฐมอญ ซึ่งอัตราผลผลิตมีค่าลดลง เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น สาเหตุที่รูปแบบ ความสัมพันธ์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะเพราะ ลักษณะการทำงาน โดยคนงานในหน่วยงานก่อสร้าง และคนงานในสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา กลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 จะต้องตัดก้อนอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละแถว ให้มีขนาดตามต้องการก่อน ซึ่งส่งผลให้ค่าอัตราผลผลิตที่ได้รับมีค่าลดลง โดยเฉพาะในช่วงเริ่มก่ออิฐที่ระดับต่ำ ที่คนงานต้องประมาณการขนาดก้อนอิฐก้อนสุดท้ายในแต่ละ

ละแถว บางครั้งคนงานจำเป็นต้องใช้เวลานานกว่าปกติในการตัดอิฐก่อนสุดท้ายในแต่ละแถว ดังกล่าว สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิต นั้นสามารถแบ่งรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าวออกได้เป็น 2 รูปแบบเช่นเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และอัตราผลผลิต ดังนี้ 1) ค่าอัตราผลผลิตของข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลจากสภาวะจำลองการก่ออิฐ กลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 มีค่าลดลงเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เพิ่มขึ้น 2) ค่าอัตราผลผลิตของข้อมูลจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลดเบา ไม่รวมกลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 และข้อมูลจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งมีสาเหตุที่รูปแบบความสัมพันธ์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ เดียวกันกับที่ได้กล่าวไว้แล้วในการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และอัตราผลผลิต จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าว อาจกล่าวได้ว่าอัตราผลผลิตขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานมากกว่าอิทธิพลของค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 7

### การวิเคราะห์ และปรับปรุงท่าทางการทำงานก่อกอิฐ

ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีการแปรผันในแต่ละระดับความสูง นอกจากนี้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มข้อมูล เนื่องจากท่าทางที่มีความแตกต่างกันในคนงานแต่ละคน หรือคนงานคนเดียวก็อาจใช้ท่าทางการก่อกอิฐที่แตกต่างกันในการก่อกอิฐแต่ละครั้ง การวิเคราะห์ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของคนงานแต่ละคนในแต่ละระดับความสูง สามารถช่วยให้ผู้วิจัยสามารถเสนอแนะถึงท่าทางที่ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดในแง่ของสภาพทางการยศาสตร์ สำหรับระดับความสูงหนึ่ง เพื่อเป็นคำแนะนำ หรือแนวปฏิบัติแก่คนงานก่อกอิฐ ให้สามารถปฏิบัติงานด้วยท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำสุด สำหรับระดับความสูงหนึ่ง

การวิเคราะห์ข้อมูลท่าทางเพื่อการปรับปรุงท่าทางการทำงานก่อกอิฐ ใช้ข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่อกอิฐเท่านั้น โดยแยกวิเคราะห์ และนำเสนอเป็น 2 กลุ่ม คือ อิฐมอลเบา และอิฐมอญ นอกจากนี้ในตอนท้ายบท ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งจากสภาวะจำลองการก่อกอิฐมอลเบา และอิฐมอญ มานำเสนอ และวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อศึกษาถึงความเหมือนและความแตกต่างของท่าทางที่ใช้ในการทำงานของอิฐทั้ง 2 ประเภท

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้กำหนดความสูงเป็นช่วง สำหรับอิฐมอลเบา แบ่งความสูงช่วงละ 3 ก้อน (ความสูงประมาณ 0.60 เมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 38.83 ของระดับความสูงเฉลี่ยของคนงาน) และสำหรับอิฐมอญ แบ่งความสูงช่วงละ 9 ก้อน (ความสูงประมาณ 0.60 เมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 38.83 ของระดับความสูงเฉลี่ยของคนงาน) โดยสามารถนำเสนอผลการศึกษได้ ดังนี้

#### 7.1 การวิเคราะห์และปรับปรุงท่าทางการทำงานของการก่อกอิฐมอลเบา

การวิเคราะห์ และปรับปรุงท่าทางในการทำงานของการก่อกอิฐมอลเบาเป็นการนำข้อมูลดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละช่วงความสูงของการก่อกอิฐมอลเบา มาวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์หาท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำที่สุดโดยที่สามารถปฏิบัติงานในสภาวะดังกล่าวได้อย่างสะดวก และมีความเหมาะสม ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งระดับความสูงของการก่อกอิฐ ออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับความสูง 0 ถึง 3 ก้อน (0.00 เมตรถึง 0.60 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 0.00 ถึงร้อยละ 38.83 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน), ระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน (0.60 เมตรถึง 1.20 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 38.83 ถึงร้อยละ 77.66 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน) และระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน (1.20 เมตรถึง 2.00 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ

ละ 77.66 ถึงร้อยละ 129.45 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน) ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์และเสนอแนะการปรับปรุงท่าทาง โดยแบ่งการนำเสนอตามระดับความสูง ดังนี้

#### 7.1.1 ระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน (0.00 เมตร ถึง 0.60 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 0.00 ถึงร้อยละ 38.83 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน)

ระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อนนี้ เป็นระดับความสูงที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งเป็นช่วงที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงสุด ผลการศึกษาอัตราส่วนของแต่ละท่าทาง ในแต่ละกลุ่มข้อมูลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.1 และรูปที่ 7.1 ดังนี้



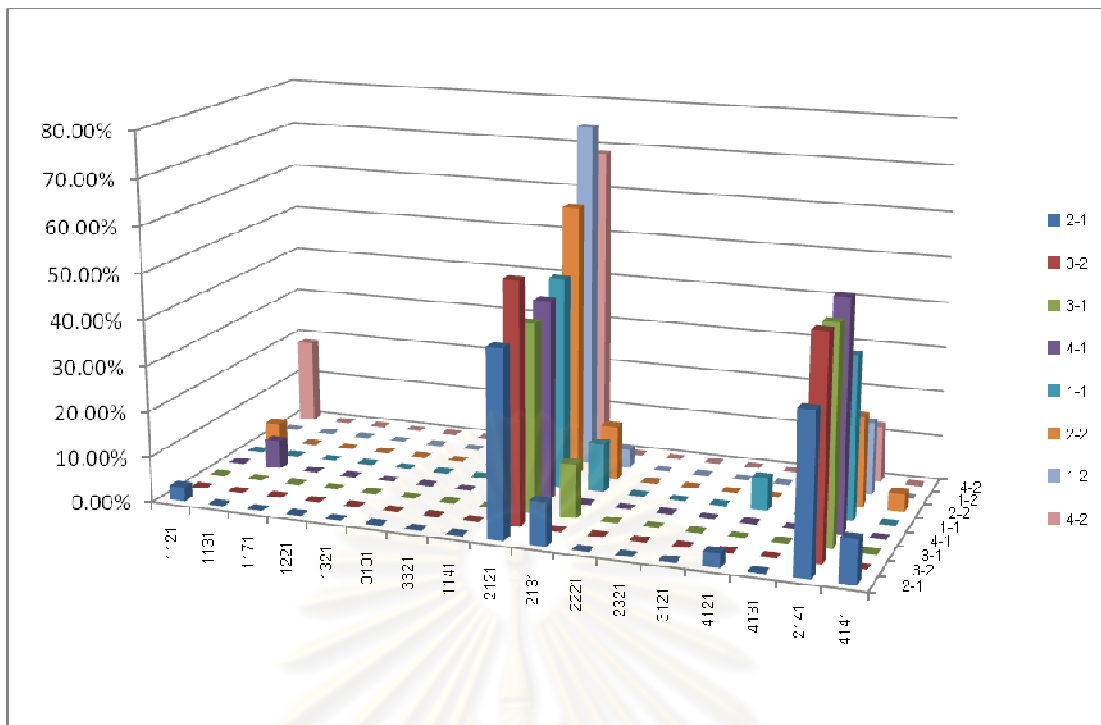
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.1 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1							อัตราส่วนระดับความอันตราย 2							อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 3	อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 4	รวม	IR	
	1121	1131	1171	1221	1321	3131	3321	1141	2121	2131	2221	2321	3121	4121	4131	2141			4141
2-1	3.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	40.63%	9.38%	0.00%	0.00%	0.00%	3.13%	0.00%	34.38%	9.38%	100.00%	250.00
3-2	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	52.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	47.62%	0.00%	100.00%	247.62
3-1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	41.18%	11.76%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	47.06%	0.00%	100.00%	247.06
4-1	0.00%	6.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	43.75%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	0.00%	100.00%	243.75
1-1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	46.43%	10.71%	0.00%	0.00%	0.00%	7.14%	0.00%	35.71%	0.00%	100.00%	235.71
2-2	4.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	60.00%	12.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	4.00%	100.00%	224.00
1-2	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.00%	76.00%	4.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	16.00%	0.00%	100.00%	216.00
4-2	18.75%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	68.75%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	12.50%	0.00%	100.00%	193.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 7.1 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ถึง 3 ก้อน

จากตาราง และรูปข้างต้น พบว่ากลุ่มข้อมูลที่ 2-1 มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในช่วงความสูงดังกล่าวสูงสุด โดยมีค่าดัชนีความเสี่ยงถึง 250.00 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มข้อมูลที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำสุดคือ กลุ่มข้อมูล 4-2 ที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เพียง 193.75 พบว่า กลุ่มข้อมูล 2-1 มีอัตราส่วนท่าทาง 4141 ซึ่งเป็นท่าทางที่อยู่ในระดับความอันตราย 4 สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มข้อมูลอื่นๆ และเมื่อพิจารณารูปที่ 7.1 พบว่าท่าทาง 2141 มีแนวโน้มของอัตราส่วนที่ลดลงเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง ในทางตรงข้าม อัตราส่วนของท่าทาง 2121 กลับมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปถึงกระบวนการปรับปรุงท่าทางเพื่อยกระดับสภาพทางการยศาสตร์ของคนงานก่ออิฐฉาบปูนได้ ดังนี้

- 1) พิจารณาลดการใช้ท่าทาง 4141 โดยอาจปรับเปลี่ยนท่าทางเป็นท่าทาง 2121 หรือในกรณีที่ท่าทาง 2121 ไม่สามารถทำได้ สามารถปรับปรุงท่าทาง 4141 เป็นท่าทาง 2141 ได้เช่นกัน คนงานก่ออิฐควรลดท่าทาง “หลังในสภาพ บิด และโค้ง” (ท่าทางหลังรหัส 4) โดยปรับท่าทางเป็น “หลังโค้ง” เพียงอย่างเดียว (ท่าทางหลังรหัส 2) และ เขาไม่ควรอยู่ในท่าทาง “ยืน ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้างโดยการงอเข่า” (ท่าทางขา รหัส 4) ควรปรับปรุงท่าทางขาเป็น “ยืน ถ้าย่น้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง” (ท่าทางขา รหัส 2) ซึ่งสามารถแสดงรูปภาพการปรับปรุงท่าทาง ได้ดังนี้

ตารางที่ 7.2 แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 4141)

ท่าทางที่ควรปรับปรุง	ท่าทางที่เหมาะสม 1	ท่าทางที่เหมาะสม 2
		
รหัสท่าทาง 4141	รหัสท่าทาง 2121	รหัสท่าทาง 2141
ระดับความอันตราย 4	ระดับความอันตราย 2	ระดับความอันตราย 3

2) พิจารณาปรับปรุงลดการใช้ท่าทาง 2141 โดยปรับปรุงเป็นท่าทาง 2121 เพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงรูปการปรับปรุงท่าทางได้ ดังนี้

ตารางที่ 7.3 แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141)

ท่าทางที่ควรปรับปรุง	ท่าทางที่เหมาะสม 1
	
รหัสท่าทาง 2141	รหัสท่าทาง 2121
ระดับความอันตราย 3	ระดับความอันตราย 2

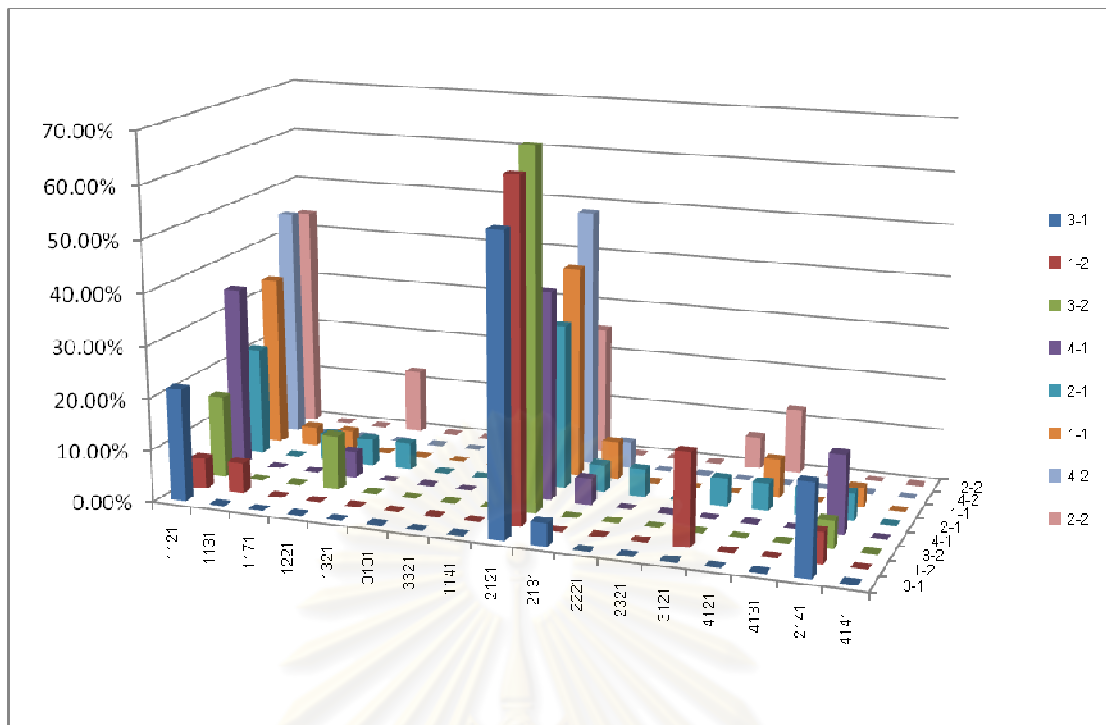
**7.1.2 ระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน (0.60 เมตร ถึง 1.20 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 38.83 ถึงร้อยละ 77.66 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน)**

การก่อกองอิฐในระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน เป็นระดับความสูงปานกลางซึ่งค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งผลการศึกษาท่าทางของคนงานในระดับความสูงดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.4 และรูปที่ 7.2 ดังนี้

ตารางที่ 7.4 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1							อัตราส่วนระดับความอันตราย 2								อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 3	อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 4	รวม	IR
	1121	1131	1171	1221	1321	3131	3321	1141	2121	2131	2221	2321	3121	4121	4131	2141	4141		
3-1	21.74%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	56.52%	4.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	17.39%	0.00%	100.00%	195.65
1-2	5.88%	5.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	64.71%	0.00%	0.00%	0.00%	17.65%	0.00%	0.00%	5.88%	0.00%	100.00%	194.12
3-2	15.79%	0.00%	0.00%	10.53%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	68.42%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.26%	0.00%	100.00%	178.95
4-1	35.00%	0.00%	0.00%	5.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	40.00%	5.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	15.00%	0.00%	100.00%	175.00
2-1	21.05%	0.00%	5.26%	5.26%	5.26%	0.00%	0.00%	0.00%	31.58%	5.26%	5.26%	0.00%	5.26%	5.26%	5.26%	5.26%	0.00%	100.00%	168.42
1-1	33.33%	3.70%	3.70%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	40.74%	7.41%	0.00%	0.00%	0.00%	7.41%	0.00%	3.70%	0.00%	100.00%	162.96
4-2	45.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	5.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	155.00
2-2	43.75%	0.00%	0.00%	12.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.25%	12.50%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	143.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.2 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อน

จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนท่าทาง 2121 มีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์ลดลง และอัตราส่วนท่าทาง 1121 เป็นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางกายศาสตร์ลดลง อย่างไรก็ตาม สำหรับการพิจารณาปรับปรุงท่าทางในระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อนนั้น ไม่มีวิธีการในการปรับปรุงท่าทางแต่อย่างใด เนื่องจากท่าทางรหัส 2121 เป็นท่าทางที่ใช้ในการก่อกองในระดับที่ไม่สูงมากที่มีสภาพทางกายศาสตร์ที่ดีแล้ว และท่าทาง 1121 ก็เป็นท่าทางที่มีสภาพทางกายศาสตร์ที่ดี ในการก่อกองในระดับปานกลาง

สำหรับระดับความสูง 4 ถึง 6 ก้อนนั้น มีคำแนะนำในการปรับปรุงท่าทางเพียงข้อเดียว ซึ่งมีผลต่อการลดค่าดัชนีความเสี่ยงเพียงเล็กน้อย คือ

- 1) พิจารณาปรับปรุงท่าทาง 2141 ไปเป็นท่าทาง 2121 ซึ่งสามารถแสดงรูปภาพได้ ดังนี้

ตารางที่ 7.5 แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141)

ท่าทางที่ควรปรับปรุง	ท่าทางที่เหมาะสม 1
	
รหัสท่าทาง 2141	รหัสท่าทาง 2121
ระดับความอันตราย 3	ระดับความอันตราย 2

### 7.1.3 ระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน (1.20 เมตร ถึง 2.00 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 77.66 ถึงร้อยละ 129.45 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน)

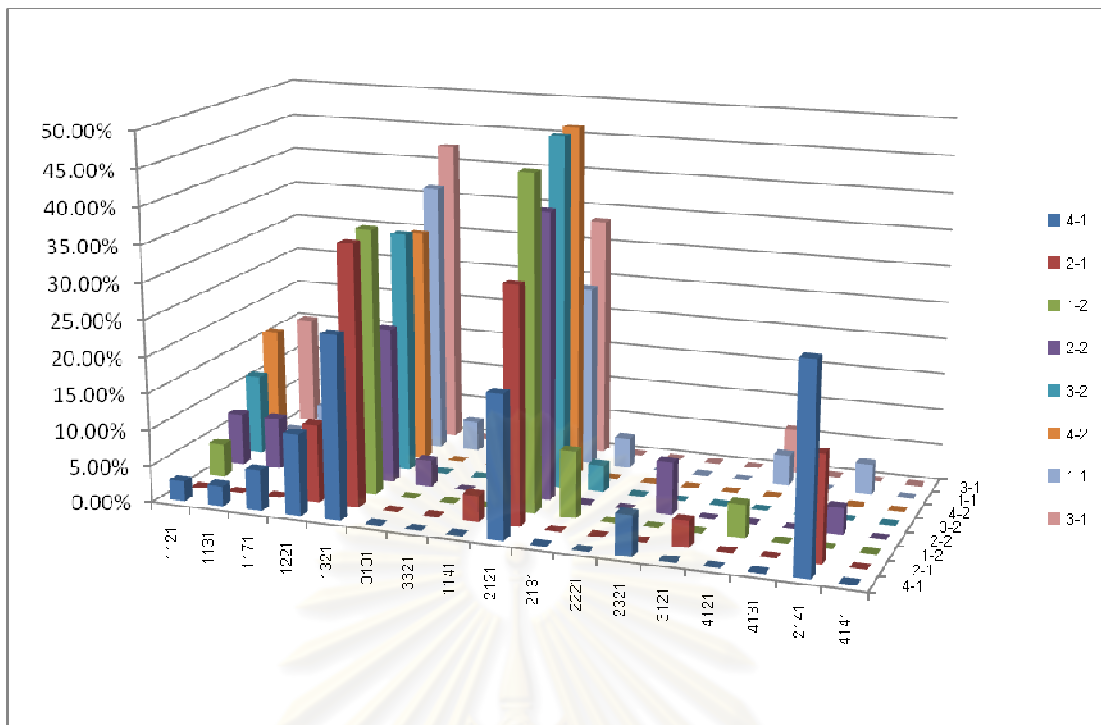
การก่อกอิฐที่ระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน เป็นความสูงในช่วงสูงสุดของการก่อกอิฐมวลเบา ซึ่งเป็นช่วงที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ค่อนข้างต่ำ โดยจากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 และบทที่ 5 ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อความสูงของการก่อกอิฐ สูงกว่าระดับไหล่ของคนงาน เนื่องจากคนงานจำเป็นต้องยกแขนทั้ง 2 ข้าง ขึ้นเหนือระดับหัวไหล่ ซึ่งเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดีนัก ผลการศึกษาท่าทางของคนงานในระดับความสูงดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.6 และรูปที่ 7.3 ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.6 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1							อัตราส่วนระดับความอันตราย 2								อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 3	อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 4	รวม	IR
	1121	1131	1171	1221	1321	3131	3321	1141	2121	2131	2221	2321	3121	4121	4131	2141	4141		
4-1	2.78%	2.78%	5.56%	11.11%	25.00%	0.00%	0.00%	0.00%	19.44%	0.00%	0.00%	5.56%	0.00%	0.00%	0.00%	27.78%	0.00%	100.00%	180.56
2-1	0.00%	0.00%	0.00%	10.71%	35.71%	0.00%	0.00%	3.57%	32.14%	0.00%	0.00%	0.00%	3.57%	0.00%	0.00%	14.29%	0.00%	100.00%	167.86
1-2	4.55%	0.00%	0.00%	0.00%	36.36%	0.00%	0.00%	0.00%	45.45%	9.09%	0.00%	0.00%	0.00%	4.55%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	159.09
2-2	7.14%	7.14%	0.00%	10.71%	21.43%	3.57%	0.00%	0.00%	39.29%	0.00%	0.00%	7.14%	0.00%	0.00%	0.00%	3.57%	0.00%	100.00%	153.57
3-2	11.11%	0.00%	0.00%	3.70%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	48.15%	3.70%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	151.85
4-2	16.13%	0.00%	0.00%	3.23%	32.26%	0.00%	0.00%	0.00%	48.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	148.39
1-1	0.00%	4.17%	0.00%	8.33%	37.50%	4.17%	8.33%	0.00%	25.00%	4.17%	0.00%	0.00%	0.00%	4.17%	0.00%	4.17%	0.00%	100.00%	141.67
3-1	15.15%	0.00%	0.00%	3.03%	42.42%	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.06%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	139.39

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.3 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 7 ถึง 10 ก้อน

จากการศึกษาพบว่าในช่วงความสูง 7 ถึง 10 ก้อน เป็นช่วงระดับความสูงที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ต่ำสุด ท่าทาง 2121 เป็นท่าทางที่มีอัตราส่วนค่อนข้างสูง โดยอัตราส่วนของท่าทางดังกล่าวมีแนวโน้มที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง เช่นเดียวกับอัตราส่วนของท่าทาง 1321 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง

จากการศึกษาไม่พบวิธีในการปรับปรุงท่าทางสำหรับคนงานในช่วงความสูง 7 ถึง 10 ก้อน เนื่องจาก ค่าดัชนีทางการยศาสตร์มีค่าไม่สูงมากนัก ประกอบกับท่าทางที่มีอัตราส่วนสูง ได้แก่ ท่าทาง 2121 และท่าทาง 1321 เป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ค่อนข้างดีอยู่แล้ว การปรับปรุงท่าทางทำได้เพียงการพิจารณาปรับลดท่าทาง 2141 โดยปรับเป็นท่าทาง 2121 ซึ่งสามารถช่วยให้ดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลงได้

จากการศึกษาในสถานะจำลองอิฐมวลเบา พบว่าการปรับปรุงท่าทางสามารถทำได้ โดยเฉพาะการก่อกอิฐในระดับต่ำ (1 ถึง 3 ก้อน) โดยการปรับปรุงในระดับต่ำดังกล่าว สามารถใช้หลักการที่กล่าวถึงในหัวข้อ 7.1.1 สามารถลดค่าดัชนีความเสี่ยงได้อย่างมีนัยยะสำคัญ จากการเปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ระหว่างค่าสูงสุด กับค่าต่ำสุดในระดับต่ำ (1 ถึง 3 ก้อน) พบว่ามีความแตกต่างกันถึงร้อยละ 29 ทั้งที่เป็นการก่อกอิฐในช่วงความสูงเดียวกันสำหรับระดับความสูงปานกลาง จนถึงระดับสูงนั้น ผู้วิจัยไม่พบว่ามีท่าทางใดที่ควรได้รับการปรับปรุง เนื่องจากท่าทางที่ใช้โดยทั่วไปของคนงานในระดับความสูงดังกล่าว นั้น เป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ค่อนข้างดีอยู่แล้ว ดังเห็นได้จากค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของช่วง

ระดับความสูงปานกลาง ถึงระดับสูง มีค่าไม่สูงมาก โดยการปรับปรุงท่าทางในระดับความสูงดังกล่าวได้เพียงการพิจารณาปรับปรุงท่าทางบางท่าทาง เพื่อช่วยให้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง แต่เป็นการลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากอัตราส่วนของท่าทางที่ปรับปรุงดังกล่าวมีค่าค่อนข้างต่ำ

หัวข้อถัดไปเป็นการกล่าวถึงผลการศึกษากิจการปรับปรุงท่าทางในแต่ละระดับความสูงสำหรับอิฐมอญ ซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดได้ ดังนี้

## 7.2 การวิเคราะห์และปรับปรุงท่าทางการทำงานของการก่ออิฐมอญ

การวิเคราะห์และปรับปรุงท่าทางการทำงานของการก่ออิฐมอญ เป็นการนำข้อมูลดัชนีความเสี่ยงของการก่ออิฐมอญในแต่ละระดับความสูงของการก่ออิฐมอญมาวิเคราะห์เพื่อเสนอแนะถึงแนวทางการปรับปรุงท่าทางในการทำงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อนำท่าทางที่คนงานก่ออิฐควรใช้ เพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ให้แก่คนงานก่ออิฐมอญ โดยท่าทางดังกล่าวนอกจากมีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำแล้ว ยังต้องมีความเหมาะสมในการทำงานที่ระดับความสูงดังกล่าวอีกด้วย ผู้วิจัยได้แบ่งระดับความสูงของการก่ออิฐมอญออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับความสูง 1 ถึง 9 ก้อน (0.00 เมตร ถึง 0.60 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 0.00 ถึง ร้อยละ 38.83 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน), ระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน (0.60 เมตร ถึง 1.20 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 38.83 ถึงร้อยละ 77.66 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน) และระดับความสูง 19 ถึง 34 ก้อน (1.20 เมตร ถึง 2.00 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 77.66 ถึงร้อยละ 129.45 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน) สามารถนำเสนอผลการศึกษาลำดับสำหรับแต่ละระดับความสูงได้ ดังนี้

### 7.2.1 ระดับความสูง 1 ถึง 9 ก้อน (0.00 เมตร ถึง 0.60 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 0.00 ถึงร้อยละ 38.83 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน)

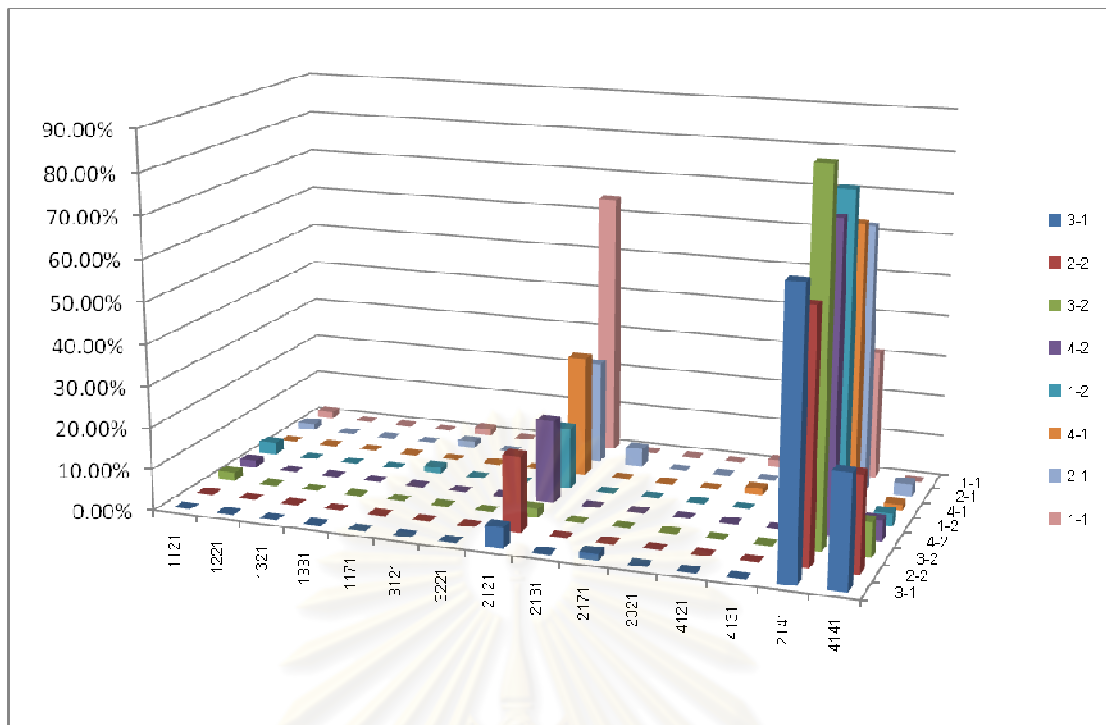
การก่ออิฐที่ระดับความสูง 1 ถึง 9 ก้อน เป็นระดับความสูงในระดับต่ำ ซึ่งการก่ออิฐในระดับดังกล่าวมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูงสุด และจากการศึกษากิจการปรับปรุงท่าทางในการก่ออิฐมวพบพบว่า ท่าทางการก่ออิฐในระดับต่ำสามารถทำการปรับปรุงได้ โดยผลการศึกษาท่าทางของคนงานในช่วงระดับความสูงดังกล่าว สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 7.7 และรูปที่ 7.4 ดังนี้



ตารางที่ 7.7 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 1 ก้อนถึง 9 ก้อน

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1							อัตราส่วนระดับความอันตราย 2						อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 3	อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 4	% รวม	IR
	1121	1221	1321	1331	1171	3121	3221	2121	2131	2171	2321	4121	4131	2141	4141		
3-1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.00%	0.00%	1.67%	0.00%	0.00%	0.00%	66.67%	26.67%	100.00%	320.00
2-2	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	18.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	59.09%	22.73%	100.00%	304.55
3-2	2.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	87.50%	8.33%	100.00%	302.08
4-2	1.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	73.33%	5.00%	100.00%	281.67
1-2	2.99%	0.00%	0.00%	0.00%	1.49%	0.00%	0.00%	14.93%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	77.61%	2.99%	100.00%	279.10
4-1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	29.41%	0.00%	0.00%	0.00%	1.47%	0.00%	67.65%	1.47%	100.00%	270.59
2-1	1.47%	0.00%	0.00%	0.00%	1.47%	0.00%	0.00%	25.00%	4.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	64.71%	2.94%	100.00%	267.65
1-1	1.56%	0.00%	0.00%	0.00%	1.56%	0.00%	0.00%	64.06%	0.00%	0.00%	0.00%	1.56%	0.00%	31.25%	0.00%	100.00%	228.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.4 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความเสี่ยง 1 ก้อนถึง 9 ก้อน

จากผลการวิเคราะห์พบว่าท่าทาง 4141 เป็นท่าทางที่มีผลต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มากที่สุด เนื่องจากอัตราส่วนท่าทาง 4141 มีค่าลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลง ในขณะที่ท่าทาง 2141 เป็นท่าทางในระดับความอันตราย 3 ที่มีอัตราส่วนสูงสุด โดยอัตราส่วนท่าทาง 2141 มีแนวโน้มลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง

ในทางกลับกันท่าทาง 2121 เป็นท่าทางที่มีอัตราส่วนเพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลง ซึ่งข้อมูลดังกล่าว สามารถพิจารณาถึงแนวทางการปรับปรุงท่าทางได้ ดังนี้

1) พิจารณาปรับปรุงท่าทาง 4141 โดยปรับปรุงเป็นท่าทาง 2121 หรือหากไม่สามารถปรับปรุงเป็นท่าทาง 2121 ได้ อาจปรับปรุงเป็นท่าทาง 2141 แต่การปรับปรุงเป็นท่าทาง 2141 สามารถลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ได้น้อยกว่าการปรับปรุงเป็นท่าทาง 2121 ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการปรับปรุงได้ว่า คนงานก่อนออกกำลังกายควรลดการบิดร่างกายส่วนหลัง และลดการงอเข่า ของร่างกายส่วนขา การก้มอวัยวะในระดับต่ำ ควรใช้การก้มหลังโค้ง และยืนตรง ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้งสองข้าง ไม่ควรนั่งยอง การปฏิบัติดังกล่าวสามารถช่วยลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ได้ โดยภาพแสดงการปรับปรุงท่าทาง สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 7.8 แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 4141)

ท่าทางที่ควรปรับปรุง	ท่าทางที่เหมาะสม 1	ท่าทางที่เหมาะสม 2
		
รหัสท่าทาง 4141	รหัสท่าทาง 2121	รหัสท่าทาง 2141
ระดับความอันตราย 4	ระดับความอันตราย 2	ระดับความอันตราย 3

2) พิจารณาปรับปรุงลดการใช้ท่าทาง 2141 โดยปรับปรุงเป็นท่าทาง 2121 เพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงรูปการปรับปรุงท่าทางได้ ดังนี้

ตารางที่ 7.9 แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141)

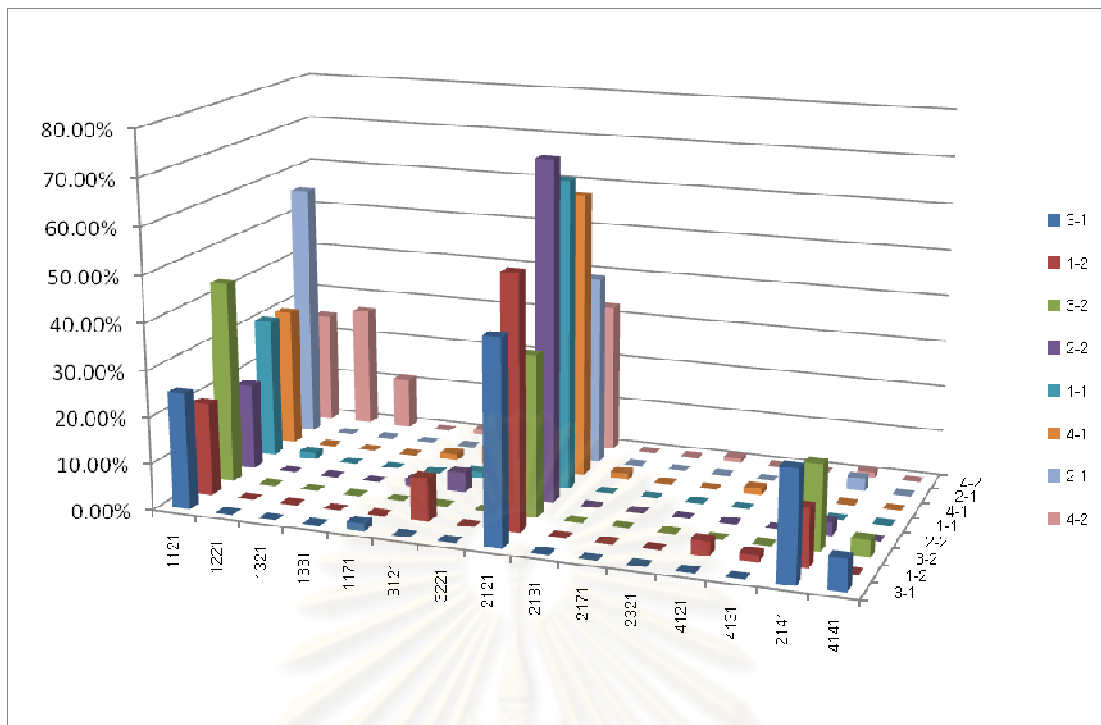
ท่าทางที่ควรปรับปรุง	ท่าทางที่เหมาะสม 1
	
รหัสท่าทาง 2141	รหัสท่าทาง 2121
ระดับความอันตราย 3	ระดับความอันตราย 2

7.2.2 ระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน (0.60 เมตร ถึง 1.20 เมตรหรือระดับความสูงร้อยละ 38.83 ถึงร้อยละ 77.66 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน)

ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน นั้นมีค่าไม่สูงมาก เหมือนการก่อดินในระดัความสูงต่ำ โดยผลการศึกษาท่าทางของคนงานในช่วงระดับความสูงดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.10 และรูปที่ 7.5 ดังนี้

ตารางที่ 7.10 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 10 ถึง 18 ก้อน

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1							อัตราส่วนระดับความอันตราย 2						อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 3	อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 4	% รวม	IR
	1121	1221	1321	1331	1171	3121	3221	2121	2131	2171	2321	4121	4131	2141	4141		
3-1	25.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.67%	0.00%	0.00%	43.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	23.33%	6.67%	100.00%	210.00
1-2	20.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.23%	0.00%	53.85%	0.00%	0.00%	0.00%	3.08%	1.54%	12.31%	0.00%	100.00%	183.08
3-2	43.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	34.55%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	18.18%	3.64%	100.00%	181.82
2-2	18.57%	0.00%	0.00%	0.00%	1.43%	4.29%	0.00%	72.86%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.86%	0.00%	100.00%	178.57
1-1	30.56%	1.39%	0.00%	0.00%	0.00%	1.39%	0.00%	66.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	166.67
4-1	30.14%	0.00%	0.00%	0.00%	1.37%	4.11%	0.00%	61.64%	1.37%	0.00%	0.00%	1.37%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	164.38
2-1	56.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	41.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.67%	0.00%	100.00%	146.67
4-2	24.49%	26.53%	11.22%	0.00%	1.02%	1.02%	1.02%	32.65%	0.00%	0.00%	1.02%	0.00%	0.00%	1.02%	0.00%	100.00%	135.71



รูปที่ 7.5 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความเสี่ยง 10 ถึง 18 ก้อน

ผลการวิเคราะห์พบว่าอัตราส่วนท่าทาง 2121 มีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง และอัตราส่วนท่าทาง 1121 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง สำหรับการพิจารณาปรับปรุงท่าทางในระดับความเสี่ยง 10 ถึง 18 ก้อนนั้น ไม่พบวิธีในการปรับปรุงท่าทางที่มีประสิทธิภาพแต่อย่างใด เนื่องจากท่าทางรหัส 2121 เป็นท่าทางที่ใช้ในการก่อกองวัสดุในระดับต่ำที่มีสภาพทางการยศาสตร์ดีแล้ว นอกจากนี้ท่าทาง 1121 เป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีในการก่อกองวัสดุในระดับออก

นอกจากนี้ในช่วงความเสี่ยงดังกล่าว ยังมีการใช้ท่าทาง 2141 อยู่บ้าง ซึ่งเป็นท่าทางที่อยู่ในระดับความอันตรายระดับ 3 และควรพิจารณาปรับปรุงท่าทางดังกล่าว ซึ่งวิธีการปรับปรุงท่าทางในระดับความเสี่ยง 10 ถึง 18 ก้อน สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) พิจารณาปรับปรุงท่าทาง 2141 ไปเป็นท่าทาง 2121 ซึ่งสามารถแสดงรูปภาพได้ดังนี้

ตารางที่ 7.11 แสดงการเปรียบเทียบท่าทางที่ควรปรับปรุง และท่าทางที่เหมาะสม (รหัสท่าทาง 2141)

ท่าทางที่ควรปรับปรุง	ท่าทางที่เหมาะสม 1
	
รหัสท่าทาง 2141	รหัสท่าทาง 2121
ระดับความอันตราย 3	ระดับความอันตราย 2

7.2.3 ระดับความสูง 18 ถึง 34 ก้อน (1.20 เมตร ถึงประมาณ 2.00 เมตรหรือระดับความสูงร้อยละ 77.66 ถึงร้อยละ 129.45 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน)

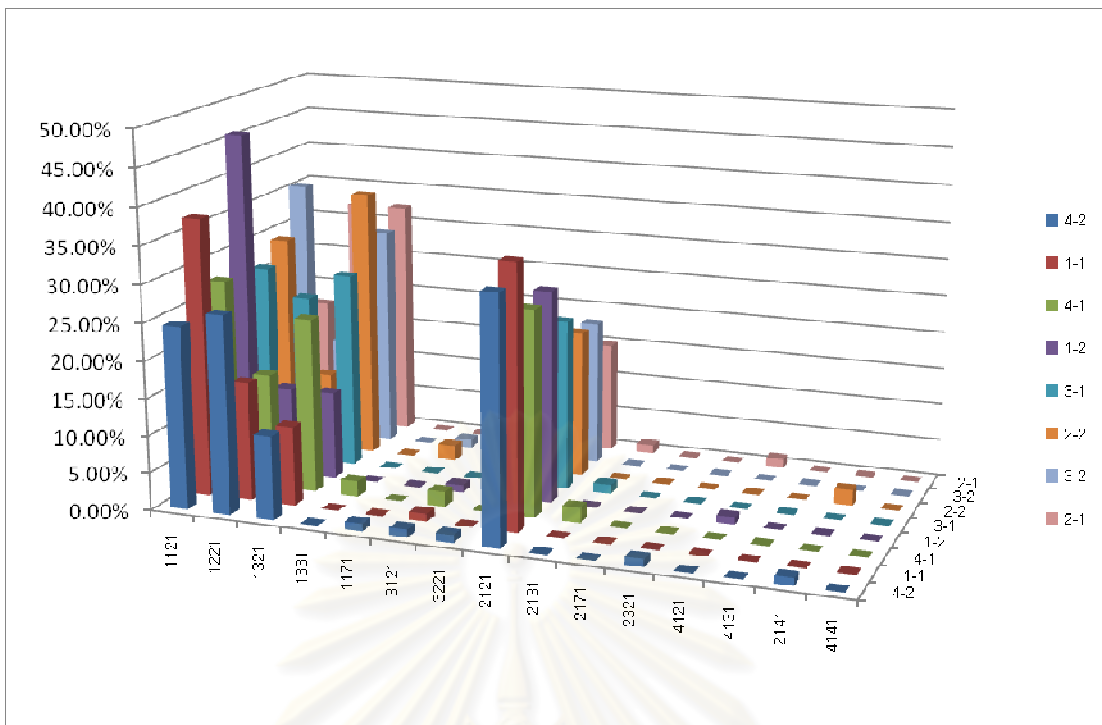
การก่อกอิฐที่ระดับความสูง 18 ถึง 34 ก้อนเป็นช่วงระดับความสูงที่สูงสุด จากการศึกษาในบทที่ 4 และ 5 พบว่า ระดับความสูงดังกล่าว มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ค่อนข้างน้อย ซึ่งหมายถึงระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ค่อนข้างต่ำ โดยผลการศึกษาท่าทางของคนงานในช่วงระดับความสูงดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7.12 และรูปที่ 7.6 ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.12 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความสูง 19 ก้อนถึง 34 ก้อน

กลุ่มข้อมูล	อัตราส่วนระดับความอันตราย 1							อัตราส่วนระดับความอันตราย 2						อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 3	อัตราส่วน ระดับ ความอันตราย 4	% รวม	IR
	1121	1221	1321	1331	1171	3121	3221	2121	2131	2171	2321	4121	4131	2141	4141		
4-2	24.49%	26.53%	11.22%	0.00%	1.02%	1.02%	1.02%	32.65%	0.00%	0.00%	1.02%	0.00%	0.00%	1.02%	0.00%	100.00%	135.71
1-1	37.23%	15.96%	10.64%	0.00%	0.00%	1.06%	0.00%	35.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	135.11
4-1	27.55%	15.31%	23.47%	2.04%	0.00%	2.04%	0.00%	27.55%	2.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	129.59
1-2	46.08%	11.76%	11.76%	0.00%	0.00%	0.98%	0.00%	28.43%	0.00%	0.00%	0.00%	0.98%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	129.41
3-1	26.51%	22.89%	26.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	22.89%	1.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	124.10
2-2	29.17%	10.42%	36.46%	0.00%	2.08%	0.00%	0.00%	19.79%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	0.00%	100.00%	123.96
3-2	35.63%	13.79%	29.89%	0.00%	1.15%	0.00%	0.00%	19.54%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	119.54
2-1	17.24%	32.18%	32.18%	0.00%	0.00%	1.15%	0.00%	14.94%	1.15%	0.00%	0.00%	1.15%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	117.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.6 แสดงอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในระดับความเสี่ยง 19 ก้อนถึง 34 ก้อน

ผลการวิเคราะห์พบว่า อัตราส่วนท่าทาง 2121 มีอัตราส่วนที่ลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าลดลง โดยท่าทาง 2121 มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ค่อนข้างดี สำหรับการก่ออิฐในระดับต่ำ (ในกรณีนี้เป็นท่าทางที่คนงานใช้ในการหยิบก้อนอิฐขึ้นมาทำการก่ออิฐ) ดังนั้นท่าทางดังกล่าวจึงไม่พบวิธีการปรับปรุงเพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ได้ สำหรับท่าทางอื่น ที่มีอัตราส่วนสูงนั้น ได้แก่ ท่าทาง 1121, ท่าทาง 1221 และท่าทาง 1321 ซึ่งท่าทางทั้งหมดมีความเสี่ยงทางการยศาสตร์อยู่ในระดับความอันตราย 1 ซึ่งหมายความว่า เป็นท่าทางที่ไม่ต้องได้รับการปรับปรุงแต่อย่างไร เพราะมีความปลอดภัยต่อคนงานอยู่แล้ว

สำหรับคำแนะนำในการปรับปรุงท่าทางการทำงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของการก่ออิฐมอญในระดับความเสี่ยง 18 ถึง 34 ก้อน ซึ่งเป็นระดับสูงสุดนั้น สามารถสรุปได้ ดังนี้

- 1) คนงานก่ออิฐควรลดท่าทางที่ต้องก้มไปหยิบอิฐในระดับต่ำ ซึ่งอาจทำได้โดยใช้เครื่องมือช่วยยกก้อนอิฐขึ้นมาในระดับที่พอเหมาะ เช่น แม่แรง เพื่อช่วยลดท่าทางที่คนงานก่ออิฐจะต้องก้มไปหยิบก้อนอิฐในระดับต่ำ หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงการก้มไปหยิบอิฐในระดับต่ำได้ ผู้วิจัยแนะนำให้ก้มหยิบด้วยท่าทาง 2121 ซึ่งเป็นท่าทางที่ดีที่สุดในการทำงานในระดับต่ำ



### 7.3 สรุป

การปรับปรุงท่าทางในการทำงานก่อนอริฐ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์นั้น สามารถกระทำได้ทั้งในการก่อนอริฐมวลเบา และการก่อนอริฐมถน โดยการปรับปรุงท่าทางสามารถทำได้ในกรณีที่คนงานก่อนอริฐปฏิบัติงานอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งเป็นระดับที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่สูงที่สุด และนอกจากนี้ท่าทางที่คนงานใช้ในการก่อนอริฐที่ระดับต่ำดังกล่าวมีความหลากหลาย จากการศึกษพบว่าท่าทางที่เหมาะสมที่สุดในแง่การยศาสตร์ สำหรับการก่อนอริฐในระดับต่ำ คือท่าทาง 2121 โดยผลการศึกษาแนะนำให้คนงานที่ใช้ท่าทาง 2141 หรือ 4141 พิจารณาปรับปรุงท่าทางของตนให้เป็นท่าทาง 2121 ซึ่งเป็นท่าทางที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ต่ำกว่า โดยหากคนงานสามารถปรับใช้ท่าทางดังกล่าวจะช่วยให้ค่าดัชนีความเสี่ยงที่คนงานได้รับนั้นมีค่าลดลง

สำหรับระดับความสูงปานกลาง จนถึงระดับสูงนั้น ไม่พบคำแนะนำที่ชัดเจนสำหรับการปรับปรุงท่าทางในการทำงาน แต่สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า คนงานควรลดท่าทาง 2141 โดยใช้ท่าทาง 2121 เช่นเดียวกับการปรับปรุงท่าทางในระดับต่ำ นอกจากนี้คนงานควรลดการก้มตัวไปหยิบก่อนอริฐในระดับต่ำ โดยอาจให้เครื่องมือช่วยยกก่อนอริฐให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น เช่น แม่แรง หรือรางเลื่อน เพื่อช่วยลดท่าทางที่คนงานก่อนอริฐจะต้องก้มไปหยิบก่อนอริฐในระดับต่ำ ซึ่งเป็นท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่สูง

## บทที่ 8

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 8.1 สรุปผลการวิจัย

กิจกรรมการก่ออิฐเป็นกิจกรรมที่พบว่ามีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในระดับสูงปานกลาง ซึ่งผลจากการปฏิบัติงานในความเสี่ยงทางการยศาสตร์ดังกล่าวอาจส่งผลให้คนงานได้รับอันตราย ทั้งแบบเฉียบพลัน และแบบสะสมที่อาจไม่แสดงอาการในทันที จากผลการวิจัยพบว่า การก่ออิฐในหน่วยงานก่อสร้างมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 199.20 การก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลอง มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 183.25 และการก่ออิฐมอญในสภาวะจำลอง มีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 185.00 จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการก่ออิฐเป็นกิจกรรมที่ความเสี่ยงทางการยศาสตร์เฉลี่ยในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในแต่ละระดับความสูงจะพบว่า ในช่วงระดับต่ำ (สูงไม่เกิน 1.00 เมตร) ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่คนงานก่ออิฐได้รับนั้นมีค่าสูงมาก โดยมีค่าสูงสุดประมาณ 300 ในการก่ออิฐมอญ ซึ่งค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าสูงเนื่องจาก การก่ออิฐในระดับต่ำคนงานจำเป็นต้องใช้ท่าทางที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูง เช่นการงอเข่าเพื่อนั่งยอง หรือการงอหลังเพื่อก้มก่ออิฐ เป็นต้น

นอกจากนี้การวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทางการก่ออิฐพบว่า ท่าทางบางท่าทางในองค์ประกอบของร่างกายบางองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และเป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญ พบว่า ท่าทาง “หลังโค้ง และบิด” และท่าทาง “ขาขึ้น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้ง 2 ข้างโดยการงอเข่า” เป็นท่าทางที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในทิศทางเดียวกัน ส่วนข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา มีความแตกต่างออกไป กล่าวคือ สำหรับสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา ท่าทางขา ขึ้น ถ่ายน้ำหนักลงขาทั้ง 2 ข้างงอเข่า ถูกพบว่ามีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงท่าทางการทำงาน โดยการลดการใช้ท่าทางดังกล่าว ซึ่งสามารถลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ได้

การวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทางการก่ออิฐ สามารถช่วยในการปรับปรุงท่าทางในการทำงานได้ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการปรับปรุงท่าทางการทำงานยิ่งขึ้น การวิเคราะห์รหัสท่าทางสามารถนำเสนอคำแนะนำในการปรับปรุงท่าทางการทำงานให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยการใช้หลักการแผนภูมิ Pareto เพื่อวิเคราะห์รหัสท่าทางที่มีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยง

ทางการยศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า รหัสท่าทางที่มีผลต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีความเหมือนกัน ระหว่างข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้าง และสภาวะจำลองการก่ออิฐ ซึ่งรหัสท่าทางดังกล่าว ได้แก่ ท่าทาง 1121 ในระดับความอันตราย 1 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์พบว่า อัตราส่วนท่าทาง 1121 มีแนวโน้มที่มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีแนวโน้มลดลง ดังนั้นคนงานจึงควรปรับท่าทางโดยใช้ท่า 1121 ให้มากขึ้น เพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ในขณะที่ท่าทาง 2121 ในระดับความอันตราย 2 เป็นอีกท่าทางหนึ่งที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนท่าทาง 2121 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง ดังนั้นคนงานควรปรับใช้ท่าทาง 2121 ให้มากขึ้น เพื่อให้ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง ท่าทางสุดท้ายที่ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ได้แก่ ท่าทาง 2141 ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นทราบว่าอัตราส่วนท่าทาง 2141 มีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลง แสดงให้เห็นว่าคนงานควรลดการใช้ท่าทาง 2141 เพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าสูงมากในระดับต่ำ โดยมีค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ สูงกว่าค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่ำสุดถึงร้อยละ 150 ซึ่งผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่า การก่ออิฐในระดับต่ำมีสภาพทางการยศาสตร์ที่ไม่ดี โดยเมื่อระดับความสูงในการก่ออิฐสูงขึ้น ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าลดลง โดยค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์มีค่าต่ำสุดที่ระดับความสูงประมาณ 140 เซนติเมตร ถึง 160 เซนติเมตร และเมื่อก่ออิฐสูงกว่าระดับความสูงดังกล่าว ค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ประมาณร้อยละ 5) เนื่องจากคนงานจำเป็นต้องยกแขนขึ้นเหนือหัวไหล่ในการก่ออิฐที่ระดับสูง ผลการศึกษาในหัวข้อดังกล่าวแสดงว่า การปรับปรุงท่าทางการก่ออิฐตามหลักการยศาสตร์ควรทำการปรับปรุงท่าทางที่ระดับความสูงไม่เกิน 1.00 เมตร

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และอัตราผลผลิต พบว่าข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐ มวลเบา กลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 ซึ่งอัตราผลผลิตมีค่าน้อยในช่วงแรก และจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น จากนั้นเมื่อระดับความสูงอิฐมวลเบา มากกว่า 6 ก้อน ค่าอัตราผลผลิตกลับมีค่าลดลง ซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบาของกลุ่มข้อมูลอื่น ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมถุ คืออัตราผลผลิตมีค่าสูงในช่วงระดับต่ำ และค่าอัตราผลผลิตลดลงเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะในการก่ออิฐที่ระดับความสูงน้อย แม้ว่าคนงานจะมีสภาพ

ทางการยศศาสตร์ที่ไม่ดี แต่สามารถทำการก่ออิฐได้อย่างรวดเร็ว เพราะก้อนอิฐของกระจายอยู่ในระดับพื้น ทำให้คนงานที่ก่ออิฐในระดับต่ำสามารถก่อได้อย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้การพิจารณาท่าทางของคนงาน และลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงานก่ออิฐ ช่วยให้ทราบถึงสาเหตุที่ความสัมพันธ์ดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากการก่ออิฐในหน่วยงานก่อสร้าง และการก่ออิฐมวลเบาในสภาวะจำลองของกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 นั้น คนงานจำเป็นต้องตัดก้อนอิฐขึ้นสุดท้ายในแต่ละแถว ซึ่งเป็นสาเหตุให้คนงานใช้เวลาก่ออิฐมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ค่าอัตราผลผลิตที่ได้มีค่าลดลง สำหรับกลุ่มข้อมูลอื่นของสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา ที่ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 ในการก่ออิฐมวลเบา นั้นคนงานไม่ต้องตัดก้อนอิฐขึ้นสุดท้าย เนื่องจากการเก็บข้อมูลนำก้อนอิฐเดิมที่กลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 ได้ก่อไปแล้วนำมาใช้ใหม่ ในขณะที่กลุ่มข้อมูลของการก่ออิฐมอญในสภาวะจำลองนั้น คนงานจะทำการเคาะอิฐให้ได้ขนาดเพื่อทำการก่อ ซึ่งสามารถทำได้อย่างรวดเร็วกว่า

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศศาสตร์ และอัตราผลผลิตผลลัพธ์ที่ได้รับสามารถแยกออกเป็น 2 กลุ่มเช่นเดียวกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และอัตราผลผลิต กล่าวคือ สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานก่อสร้าง และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา กลุ่มข้อมูลที่ 1-1 และ 2-1 นั้น ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศศาสตร์ และอัตราผลผลิตมีลักษณะแปรผกผันกัน กล่าวคือเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศศาสตร์เพิ่มขึ้น ค่าอัตราผลผลิตจะมีค่าลดลง ในทางกลับกัน สำหรับข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมวลเบา กลุ่มข้อมูลอื่น ที่ไม่รวมกลุ่มข้อมูล 1-1 และ 2-1 และข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก่ออิฐมอญนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศศาสตร์ และอัตราผลผลิตมีลักษณะแปรตามกัน กล่าวคือเมื่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศศาสตร์เพิ่มขึ้น ค่าอัตราผลผลิตที่ได้รับจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งมีสาเหตุเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ความสูงของการก่ออิฐ และอัตราผลผลิต ที่แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ

การวิเคราะห์ และปรับปรุงท่าทางการก่ออิฐ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาแนวปฏิบัติในการปรับปรุงท่าทางการทำงาน เนื่องจากในการวิเคราะห์องค์ประกอบของท่าทางการก่ออิฐ ได้ใช้ข้อมูลทางการยศศาสตร์เฉลี่ย แต่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของการก่ออิฐ และค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศศาสตร์ พบว่าช่วงระดับความสูงมีผลอย่างมากต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศศาสตร์ การวิเคราะห์ และปรับปรุงท่าทางการก่ออิฐ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการปฏิบัติ และคำแนะนำในการปรับปรุงท่าทางการทำงานเพื่อลดค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศศาสตร์ที่คนงานก่ออิฐได้รับ จึงแบ่งระดับความสูงออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) 0.00 ถึง 0.60 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 0.00 ถึงร้อยละ 38.83 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน 2) 0.60 ถึง 1.20 เมตร หรือระดับความสูงร้อยละ 38.83 ถึงร้อยละ 77.66 ของความสูงเฉลี่ยของคนงาน และ 3)

มากกว่า 1.20 เมตร หรือระดับความสูงมากกว่าร้อยละ 77.66 ของความสูงเฉลี่ยของคณงานซึ่งจากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่า แนวทางในการปรับปรุงท่าทางเหมือนกันระหว่าง ข้อมูลที่ได้รับจากสภาวะจำลองการก้ออิฐมวลเบา และอิฐมอญ ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1) ช่วงระดับความสูง 0.00 ถึง 0.60 เมตร (ระดับความสูงไม่เกินร้อยละ 38.83 ของความสูง) คณงานควรลดการใช้ท่าทางรหัส 4141 และ 2141 โดยควรใช้ท่าทางรหัส 2121 ในการทำงานก้ออิฐ

2) ช่วงระดับความสูง 0.60 ถึง 1.20 เมตร และช่วงระดับความสูงมากกว่า 1.20 เมตร (ระดับความสูงมากกว่าร้อยละ 38.83 ของความสูง) นั้น ไม่พบคำแนะนำที่ชัดเจนสำหรับการปรับปรุงท่าทางในการทำงาน แต่สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า คณงานควรลดท่าทาง 2141 โดยใช้ท่าทาง 2121 เป็นหลัก เช่นเดียวกับการปรับปรุงท่าทางในระดับความสูง 0.00 ถึง 0.60 เมตร อย่างไรก็ตามในการก้ออิฐในระดับความสูงมากกว่า 0.60 เมตร พบว่าท่าทางส่วนใหญ่ที่คณงานก้ออิฐใช้นั้น เป็นท่าทางที่มีสภาพทางการยศาสตร์ค่อนข้างดี โดยมากเป็นท่าทางที่มีระดับความอันตราย 1 และ 2 ดังนั้นการปรับปรุงจึงมีความจำเป็นไม่มากนักในระดับความสูงดังกล่าว

## 8.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ช่วยให้ทราบถึงองค์ประกอบท่าทางการทำงาน ที่มีผลต่อสภาพทางการยศาสตร์ในการทำกิจกรรมก้ออิฐ และได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทางการยศาสตร์ของคณงานก้ออิฐ ซึ่งพบว่าสภาพทางการยศาสตร์ดังกล่าวควรได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น และงานวิจัยฉบับนี้ได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงท่าทางการทำงานในกระบวนการก้ออิฐ โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์เพื่อปรับปรุงท่าทางการทำงานของคณงานก้ออิฐ เพื่อให้มีสภาพทางการยศาสตร์ในการทำงานที่ดีขึ้น

สำหรับข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงท่าทางการทำงานที่ได้รับจากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับคณงานก้ออิฐไม่ว่าจะเป็นอิฐมวลเบา หรืออิฐมอญ เพื่อลดระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ผลลัพธ์ดังกล่าวส่งผลให้คณงานมีสภาพการยศาสตร์ในการทำงานที่ดีขึ้น ซึ่งทำให้คณงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 8.3 ข้อจำกัดงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

อุปสรรคของงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็นสามส่วนด้วยกัน โดยส่วนที่หนึ่งคืออุปสรรคในการเก็บข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตจากหน่วยงานก้อสร้าง การเก็บข้อมูลจาก

หน่วยงานก่อสร้างนั้นมีอุปสรรคค่อนข้างมาก กล่าวคือข้อมูลที่ได้รับอาจไม่ครบถ้วนเนื่องจากคนงานก่ออิฐไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น การพักระหว่างการทำงาน, อิฐหมด, ผนังงานมืงานอื่นที่รีบด่วนกว่าแทรกเข้ามา ฯลฯ นอกจากนี้พบว่าสภาพการทำงานในแต่ละกลุ่มข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้างมีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน เช่น ลักษณะของแผงก่ออิฐที่ทำการก่อ, ความสูงของแผงอิฐที่ทำการก่อ ฯลฯ ซึ่งส่งผลให้การนำข้อมูลจากต่างกลุ่มข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบกันอาจไม่ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และสุดท้ายข้อจำกัดของการเก็บข้อมูลอันเกิดจากกล้องวิทัศน์ที่ใช้เก็บข้อมูล มีระยะเวลาใช้งานที่จำกัดเพราะในการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานก่อสร้างต้องใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เพราะหาเต้าเสียบไฟฟ้าได้ยาก หรืออาจไม่สะดวกในการใช้เต้าเสียบ จากอุปสรรคเรื่องการเก็บข้อมูลในหน่วยงานก่อสร้างข้างต้น ผู้วิจัยแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยออกแบบ และทำการเก็บข้อมูลในสภาวะจำลองการก่ออิฐ ซึ่งถูกออกแบบให้มีความคล้ายคลึงกับการทำงานก่ออิฐจริงมากที่สุด สำหรับอุปสรรคส่วนที่สองคือ อุปสรรคของการเก็บข้อมูลในสภาวะจำลองผู้วิจัยพบว่าคนงานที่เข้าร่วมการวิจัยนั้น บางครั้งมีอาการเกร็ง หรือตื่นเต้น พฤติกรรมดังกล่าวอาจส่งผลต่อค่าดัชนีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ และอัตราผลผลิตที่ได้รับ ทำให้มีค่าที่ผิดเพี้ยน ซึ่งผู้วิจัยแก้ไขอุปสรรคดังกล่าวโดยการพูดคุยกับคนงานที่เข้าร่วมงานวิจัยก่อน เพื่อให้คนงานคลายความตื่นเต้น และได้เน้นย้ำกับคนงานว่าให้ทำการก่ออิฐไปตามปกติ การแก้ไขอุปสรรคดังกล่าวส่งผลให้คนงานคลายความกังวล และตื่นเต้น ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถทำการก่ออิฐได้ตามปกติมากขึ้น อุปสรรคข้อที่สามที่สุดท้ายคือการประเมินรหัสท่าทางการยศาสตร์ที่ต้องใช้การประเมินด้วยสายตาจากรูปภาพ ซึ่งอาจมีความผิดพลาดในการประเมินรหัสท่าทาง ผู้วิจัยได้แก้ไขอุปสรรคดังกล่าวโดยทำการประเมินรหัสท่าทางอย่างตั้งใจ และมีการสุ่มตรวจอีกครั้งในบางข้อมูล เพื่อเป็นการตรวจสอบ และยืนยันความถูกต้องของรหัสท่าทางที่ได้รับ

สำหรับข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคตควรทำการวิจัยในกิจกรรมอื่นในงานก่อสร้าง เพราะในงานก่อสร้างมีหลายกิจกรรมที่มีความสำคัญ และถูกพบว่ามีความเสี่ยงทางการยศาสตร์สูง เช่น การตัดเหล็กเส้น, การติดตั้งฝ้า, การเทคอนกรีต เป็นต้น งานวิจัยในอนาคตสามารถนำแนวทางในการวิจัยของงานวิจัยฉบับนี้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานวิจัยได้ ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวสามารถช่วยยกระดับสภาพทางการยศาสตร์ของคนงานก่อสร้างที่ทำงานในกิจกรรมอื่นให้มีสภาพทางการยศาสตร์ที่ดีขึ้น

นอกจากนี้งานวิจัยในอนาคตควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงสภาพทางการยศาสตร์ โดยการนำเครื่องมือมาใช้ เช่น การให้คนงานนั่งบนเก้าอี้ขนาดเล็กในขณะที่ก่ออิฐในระดับความสูงต่ำ, การนำโต๊ะมาตั้ง ฯลฯ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการนำเครื่องมือเข้ามาช่วยลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถช่วยยกระดับสภาพทางการยศาสตร์ในการทำงานให้ดีขึ้น

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กัลยา วานิชบัญญัติ. สถิติสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือฟ้าดงกรณมหาวิทยาลัย , 2007.

จำลองลักษณ์ ขุนพลแก้ว และคณะ. หลักการเพิ่มผลผลิต = Basic productivity improvement. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2005.

พรเพ็ญ เพชรสุขศิริ. เอกสารประกอบการสอน รศ.602 การวิจัยทางการบริหาร[ออนไลน์]. 2007. แหล่งที่มา: [http://www.nidampa9phitsanulok.net/download/602/supattra%20srisawang/pa602\\_pompen.doc](http://www.nidampa9phitsanulok.net/download/602/supattra%20srisawang/pa602_pompen.doc)[2010, กันยายน 22]

สุทธิ ศรีบูรพา. เออร์گونอมิกส์ : วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 1997.

สยามซีแพคบล็อก, บริษัทจำกัด. อิฐมวลเบาซีแพค CPAC[ออนไลน์]. 2008. แหล่งที่มา: [http://www.cpacdesign.com/detail\\_product.php?productid=101](http://www.cpacdesign.com/detail_product.php?productid=101)[2010, กันยายน 21]

### ภาษาอังกฤษ

Albers, J.T. and Estill, C.F. Simple Solutions: Ergonomic for Construction Workers. Department of Health and Human Services, Centers for Disease and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, 2007.

Buchholz, B., et al. PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work. Applied Ergonomic. 27, 3 (1996):177-187.

David, G.C. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. Occupational Medicine. 55, 3 (2005): 190-199.

Davis, G. Ergonomics Demonstration Project: Masonry Industry. US.Department of Labor and Industries. (2002).

EMC Insurance Company. NIOSH Lifting Equation[Online]. 2009. Available from: <http://www.emcins.com/lc/niosh.htm> [2008, October 21]

- Generalis, G., and Mylonakis, J. Productivity and Ergonomic: A Strong Relationship Leading to Best Working Results European Journal of Social Sciences. 5, 1 (2007).
- Gilkey, D.P. et al. Occupational Low Back Pain in Residential Carpenters: OWAS Categories and Forces of Compression and Shear. Proceedings of National Occupational Research Agenda (NORA) Conference, Arlington, VA, 2003.
- Hasiholan, B. A Study of RFID Application for improving The Installation process of Precast Concrete Panels in A Housing Project. Master's Thesis, Department of Civil Engineering, Chulalongkorn University, 2006.
- Hendrick, H.W. Good Ergonomics Is Good Economics. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 40<sup>th</sup> Annual Meeting, Santa Monica, CA, 1996.
- Karhu, O., Kansi, P., and Kuorinka, I. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. Applied Ergonomics. 8, 4 (1977): 199-201.
- Kivi, P., and Mattila, M. Analysis and improvement of work postures in the building industry: application of the computerized OWAS method. Applied Ergonomics. 22, 1 (1991): 43-48.
- Liberda, M., Ruwanpura, J., and Jergeas, G. Construction Productivity Improvement: A Study of Human, Management and External Issue. Proceedings of Construction Research Congress, Honolulu, Hawaii, 19-21 March 2003.
- Lim, E.C., and Alum, J. Construction productivity: issues encountered by contractors in Singapore. International Journal of Project Management. 13, 1 (1995): 51-58.
- Mattila, M., Karwowski, W. and Vilkki, M. Analysis of working postures in hammering tasks on building construction sites using the computerized OWAS method. Applied Ergonomics. 24, 6 (1993): 405-412.
- Mirka, G.A. et al. Ergonomic interventions for the reduction of low back stress in framing carpenters in the home building industry. International Journal of Industrial Ergonomics. 31, 6 (2003): 397-409
- Paquet, V., Punnett, L., Woskie, S., and Buchholz, B. Reliable exposure assessment strategies for physical ergonomics stressors in construction and other non-routinized work. Ergonomics. 48, 9 (2005): 1200-1219.



- Paquet, V., Punnett, L. and Buchholz, B. An evaluation of manual material handling in highway construction work. International Journal of Industrial Ergonomics. 24, 4 (1999): 431-444.
- Rhijn, J.W. et al., Changing from batch to flow assembly in the production of emergency lighting devices. International Journal of Production Research. 43, 17 (2005): 3687 – 3701.
- Resnick, M.L. and Zanotti, A. Using Ergonomics to Target Productivity Improvements. Computer Industrial Ergonomics. 33, 1-2 (1997): 185-188.
- Spielholz, P., Davis, G. and Griffith, J. Physical Risk Factors and Controls for Musculoskeletal Disorders in Construction Trades. Journal of Construction Engineering and Management. 132, 10 (2006): 1059-1068.
- The International Ergonomics Association. What is Ergonomic[Online]. 2000. Available from: [http://www.iea.cc/browse.php?contID=what\\_is\\_ergonomics](http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics) [2008, November 5]
- Thomas, H.R. et al., Modeling Construction Labor Productivity. Journal of Construction Engineering and Management. 116, 4 (1990): 705-726.
- The Center for Construction Research and Training. THE CONSTRUCTION CHART BOOK The U.S. Construction Industry and Its Workers. 4th Edition. MD: The Center for Construction Research and Training, 2007.
- Universidad Politécnica de Valencia. OWAS(Ovako Working Analysis System)[Online]. 2006. Available from: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>[2008, August 3]
- Waters, T.R., Anderson, V.P., and Garg, A. Applications Manual for The Revised NIOSH Lifting Equation. U.S. Department of Health and Human Services, 1994.
- Yeow, P.H.P. and Sen, R.N. Quality, productivity, occupational health and safety and cost effectiveness of ergonomic improvements in the test workstations of an electronic factory. International Journal of Industrial Ergonomics. 32, 3 (2003): 147-163.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณรหัสทำทางจากภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.	รูปภาพ	CODE				ระดับความอันตราย
		BACK	ARM	LEGS	LOAD	
1		2	1	2	1	2
2		1	3	2	1	1
3		2	1	4	1	3
4		2	1	4	1	3
5		2	1	2	1	2

No.	รูปภาพ	CODE				ระดับความอันตราย
		BACK	ARM	LEGS	LOAD	
6		2	1	2	1	2
7		2	1	2	1	2
8		4	1	2	1	2
9		2	1	4	1	3
10		1	1	2	1	1



ภาคผนวก ข  
ข้อมูลอัตราผลผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ข้อมูลอัตราผลผลิตจากหน่วยงานก่อสร้าง

## 1) กลุ่มข้อมูล 1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ ก่อได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความ สูงอิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	7	30	450	2	225	225	2
2	0	17	10	1030	6	171.667	145	2
3	0	18	28	1108	7	158.286	78	2
4	0	25	40	1540	8	192.5	432	2
5	0	29	0	1740	9	193.333	200	3
6	0	34	21	2061	11	187.364	160.5	3
7	0	38	26	2306	15	153.733	61.25	3
8	0	49	0	2940	16	183.75	634	4
9	0	54	7	3247	19	170.895	102.333	4
10	0	57	0	3420	20	171	173	4
11	0	59	3	3543	21	168.714	123	4
12	1	11	3	4263	22	193.773	720	1
13	1	18	25	4705	24	196.042	221	2
13	1	23	34	5014	27	185.704	103	2

## 2) กลุ่มข้อมูล 2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	4	10	250	2	125	125	2
2	0	12	48	768	6	128	129.5	3
3	0	20	28	1228	8	153.5	230	3
4	0	25	50	1550	10	155	161	3
5	0	29	0	1740	12	145	95	4
6	0	34	18	2058	14	147	159	4
7	0	47	10	2830	18	157.2222	193	5
8	0	50	10	3010	21	143.3333	60	5
9	0	57	0	3420	23	148.6957	205	6
10	1	3	10	3790	26	145.7692	123.3333	6
11	1	10	8	4208	27	155.8519	418	6
12	1	18	2	4682	28	167.2143	474	1
13	1	23	47	5027	29	173.3448	345	1

## 3) กลุ่มข้อมูล 3

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ ก่อได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความ สูงอิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	2	0	120	2	60	60	1
2	0	5	21	321	3	107	201	1
3	0	10	15	615	6	102.5	98	1
4	0	13	50	830	7	118.571	215	1
5	0	40	0	2400	10	240	523.333	1
6	0	44	50	2690	13	206.923	96.6667	1
7	0	57	0	3420	15	228	365	3
8	1	3	54	3834	20	191.7	82.8	3
9	1	8	25	4105	21	195.476	271	3

## 4) กลุ่มข้อมูล 4

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ ก่อได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความ สูงอิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	18	50	1130	5	226	226	2
2	0	21	0	1260	7	180	65	2
3	0	32	0	1920	10	192	220	3
4	0	36	20	2180	12	181.667	130	3
5	0	49	0	2940	15	196	253.333	3
6	0	55	0	3300	16	206.25	360	4
7	1	5	0	3900	18	216.667	300	4



## 5) กลุ่มข้อมูล 5

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ ก่อได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความ สูงอิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	10	0	600	3	200	200	3
2	0	14	20	860	5	172	130	3
3	0	19	10	1150	7	164.286	145	3
4	0	24	40	1480	10	148	110	4
5	0	28	40	1720	12	143.333	120	4
6	0	32	0	1920	14	137.143	100	4
7	0	41	0	2460	15	164	540	1
8	0	46	0	2760	16	172.5	300	1
9	0	48	0	2880	17	169.412	120	1
10	0	51	0	3060	18	170	180	1
11	0	58	0	3480	20	174	210	1
12	1	10	10	4210	22	191.364	365	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ข้อมูลอัตราผลผลิตจากสภาวะจำลองการก่อก้อนมูลเบา

## 1) กลุ่มข้อมูล 1-1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	7	0	420	4	105	105	1
2	0	12	0	720	8	90	75	2
3	0	14	11	851	12	70.91667	32.75	3
4	0	17	0	1020	16	63.75	42.25	4
5	0	21	0	1260	20	63	60	5
6	0	27	31	1651	24	68.79167	97.75	6
7	0	30	8	1808	28	64.57143	39.25	7
8	0	33	30	2010	32	62.8125	50.5	8
9	0	35	59	2159	36	59.97222	37.25	9
10	0	40	16	2416	40	60.4	64.25	10

## 2) กลุ่มข้อมูล 1-2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1		3	37	217	4	54.25	54.25	1
2		8	0	480	8	60	65.75	2
3		12	55	775	12	64.58333	73.75	3
4		16	10	970	16	60.625	48.75	4
5		19	5	1145	20	57.25	43.75	5
6		21	5	1265	24	52.70833	30	6
7		23	0	1380	28	49.28571	28.75	7
8		25	44	1544	32	48.25	41	8
9		28	23	1703	36	47.30556	39.75	9
10		31	27	1887	40	47.175	46	10

## 3) กลุ่มข้อมูล 2-1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1		6	42	402	4	100.5	100.5	1
2		11	2	662	8	82.75	65	2
3		16	0	960	12	80	74.5	3
4		19	0	1140	16	71.25	45	4
5		22	30	1350	20	67.5	52.5	5
6		26	25	1585	24	66.04167	58.75	6
7		29	19	1759	28	62.82143	43.5	7
8		33	0	1980	32	61.875	55.25	8
9		35	59	2159	36	59.97222	44.75	9
10		40	0	2400	40	60	60.25	10

## 4) กลุ่มข้อมูล 2-2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1		3	0	180	4	45	45	1
2		8	25	505	8	63.125	81.25	2
3		12	37	757	12	63.08333	63	3
4		15	0	900	16	56.25	35.75	4
5		17	30	1050	20	52.5	37.5	5
6		20	30	1230	24	51.25	45	6
7		23	30	1410	28	50.35714	45	7
8		26	6	1566	32	48.9375	39	8
9		31	42	1902	36	52.83333	84	9
10		36	0	2160	40	54	64.5	10

## 5) กลุ่มข้อมูล 3-1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1		2	45	165	4	41.25	41.25	1
2		5	7	307	8	38.375	35.5	2
3		8	50	530	12	44.16667	55.75	3
4		12	39	759	16	47.4375	57.25	4
5		16	29	989	20	49.45	57.5	5
6		20	6	1206	24	50.25	54.25	6
7		23	43	1423	28	50.82143	54.25	7
8		29	20	1760	32	55	84.25	8
9		33	4	1984	36	55.11111	56	9
10		36	31	2191	40	54.775	51.75	10

## 6) กลุ่มข้อมูล 3-2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1		2	39	159	4	39.75	39.75	1
2		7	38	458	8	57.25	74.75	2
3		10	30	630	12	52.5	43	3
4		13	42	822	16	51.375	48	4
5		16	39	999	20	49.95	44.25	5
6		20	3	1203	24	50.125	51	6
7		23	40	1420	28	50.71429	54.25	7
8		27	16	1636	32	51.125	54	8
9		30	3	1803	36	50.08333	41.75	9
10		33	0	1980	40	49.5	44.25	10

## 7) กลุ่มข้อมูล 4-1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1		3	4	184	4	46	46	1
2		5	44	344	8	43	40	2
3		8	58	538	12	44.83333	48.5	3
4		11	40	700	16	43.75	40.5	4
5		16	9	969	20	48.45	67.25	5
6		19	1	1141	24	47.54167	43	6
7		25	4	1504	28	53.71429	90.75	7
8		28	3	1683	32	52.59375	44.75	8
9		32	9	1929	36	53.58333	61.5	9
10		34	37	2077	40	51.925	37	10

## 8) กลุ่มข้อมูล 4-2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1		2	15	135	4	33.75	33.75	1
2		5	16	316	8	39.5	45.25	2
3		8	28	508	12	42.33333	48	3
4		11	25	685	16	42.8125	44.25	4
5		14	56	896	20	44.8	52.75	5
6		18	25	1105	24	46.04167	52.25	6
7		21	26	1286	28	45.92857	45.25	7
8		26	18	1578	32	49.3125	73	8
9		30	9	1809	36	50.25	57.75	9
10		33	53	2033	40	50.825	56	10

## ข้อมูลอัตราผลผลิตจากสภาวะจำลองการก่อกออิฐมอญ

## 1) กลุ่มข้อมูล 1-1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ใน การก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	4	27	267	14	19.07	19.07	1
2	0	8	31	511	28	18.25	17.43	2
3	0	11	48	708	42	16.86	14.07	3
4	0	14	36	876	56	15.64	12.00	4
5	0	17	45	1065	70	15.21	13.50	5
6	0	20	24	1224	84	14.57	11.36	6
7	0	24	32	1472	98	15.02	17.71	7
8	0	28	15	1695	112	15.13	15.93	8
9	0	32	15	1935	126	15.36	17.14	9
10	0	36	18	2178	140	15.56	17.36	10
11	0	40	0	2400	154	15.58	15.86	11
12	0	43	50	2630	168	15.65	16.43	12
13	0	47	38	2858	182	15.70	16.29	13
14	0	52	8	3128	196	15.96	19.29	14
15	0	55	55	3355	210	15.98	16.21	15
16	1	0	46	3646	224	16.28	20.79	16
17	1	3	40	3820	238	16.05	12.43	17
18	1	8	1	4081	252	16.19	18.64	18
19	1	11	58	4318	266	16.23	16.93	19
20	1	16	0	4560	280	16.29	17.29	20
21	1	19	29	4769	294	16.22	14.93	21
22	1	24	6	5046	308	16.38	19.79	22
23	1	27	40	5260	322	16.34	15.29	23
24	1	31	44	5504	336	16.38	17.43	24
25	1	35	58	5758	350	16.45	18.14	25
26	1	44	40	6280	364	17.25	37.29	26
27	1	48	47	6527	378	17.27	17.64	27
28	1	52	43	6763	392	17.25	16.86	28
29	1	58	4	7084	406	17.45	22.93	29

## 2) กลุ่มข้อมูล 1-2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ใน การก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	3	42	222	14	15.85714286	15.85714	1
2	0	7	19	439	28	15.67857143	15.5	2
3	0	10	36	636	42	15.14285714	14.07143	3
4	0	14	37	877	56	15.66071429	17.21429	4
5	0	18	50	1130	70	16.14285714	18.07143	5
6	0	22	58	1378	84	16.4047619	17.71429	6
7	0	26	30	1590	98	16.2244898	15.14286	7
8	0	30	52	1852	112	16.53571429	18.71429	8
9	0	33	56	2036	126	16.15873016	13.14286	9
10	0	37	30	2250	140	16.07142857	15.28571	10
11	0	41	15	2475	154	16.07142857	16.07143	11
12	0	45	10	2710	168	16.13095238	16.78571	12
13	0	48	27	2907	182	15.97252747	14.07143	13
14	0	52	40	3160	196	16.12244898	18.07143	14
15	0	55	53	3353	210	15.96666667	13.78571	15
16	0	59	34	3574	224	15.95535714	15.78571	16
17	1	2	36	3756	238	15.78151261	13	17
18	1	6	6	3966	252	15.73809524	15	18
19	1	9	17	4157	266	15.62781955	13.64286	19
20	1	13	11	4391	280	15.68214286	16.71429	20
21	1	16	7	4567	294	15.53401361	12.57143	21
22	1	19	46	4786	308	15.53896104	15.64286	22
23	1	23	36	5016	322	15.57763975	16.42857	23
24	1	30	30	5430	336	16.16071429	29.57143	24
25	1	34	38	5678	350	16.22285714	17.71429	25
26	1	38	5	5885	364	16.16758242	14.78571	26
27	1	41	37	6097	378	16.12962963	15.14286	27
28	1	44	42	6282	392	16.0255102	13.21429	28
29	1	47	59	6479	406	15.95812808	14.07143	29
30	1	50	45	6645	420	15.82142857	11.85714	30
31	1	53	4	6784	434	15.63133641	9.928571	31
32	1	54	44	6884	448	15.36607143	7.142857	32
33	1	57	44	7064	462	15.29004329	12.85714	33

## 3) กลุ่มข้อมูล 2-1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ใน การก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	4	20	260	14	18.57142857	18.57143	1
2	0	8	43	523	28	18.67857143	18.78571	2
3	0	12	55	775	42	18.45238095	18	3
4	0	16	25	985	56	17.58928571	15	4
5	0	19	38	1178	70	16.82857143	13.78571	5
6	0	23	23	1403	84	16.70238095	16.07143	6
7	0	26	55	1615	98	16.47959184	15.14286	7
8	0	30	40	1840	112	16.42857143	16.07143	8
9	0	34	13	2053	126	16.29365079	15.21429	9
10	0	37	13	2233	140	15.95	12.85714	10
11	0	41	40	2500	154	16.23376623	19.07143	11
12	0	45	10	2710	168	16.13095238	15	12
13	0	49	27	2967	182	16.3021978	18.35714	13
14	0	53	33	3213	196	16.39285714	17.57143	14
15	0	57	40	3460	210	16.47619048	17.64286	15
16	1	2	11	3731	224	16.65625	19.35714	16
17	1	7		4020	238	16.8907563	20.64286	17
18	1	11	45	4305	252	17.08333333	20.35714	18
19	1	16	15	4575	266	17.19924812	19.28571	19
20	1	21	30	4890	280	17.46428571	22.5	20
21	1	25	40	5140	294	17.4829932	17.85714	21
22	1	30	22	5422	308	17.6038961	20.14286	22
23	1	35	26	5726	322	17.7826087	21.71429	23
24	1	39	39	5979	336	17.79464286	18.07143	24
25	1	43	45	6225	350	17.78571429	17.57143	25
26	1	48	55	6535	364	17.9532967	22.14286	26
27	1	52	56	6776	378	17.92592593	17.21429	27
28	1	58	0	7080	392	18.06122449	21.71429	28



## 4) กลุ่มข้อมูล 2-2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	3	50	230	14	16.42857	16.42857	1
2	0	7	25	445	28	15.89286	15.35714	2
3	0	11	21	681	42	16.21429	16.85714	3
4	0	15	16	916	56	16.35714	16.78571	4
5	0	19	7	1147	70	16.38571	16.5	5
6	0	22	40	1360	84	16.19048	15.21429	6
7	0	26	20	1580	98	16.12245	15.71429	7
8	0	29	45	1785	112	15.9375	14.64286	8
9	0	33	14	1994	126	15.8254	14.92857	9
10	0	37	0	2220	140	15.85714	16.14286	10
11	0	40	56	2456	154	15.94805	16.85714	11
12	0	44	56	2696	168	16.04762	17.14286	12
13	0	48	3	2883	182	15.84066	13.35714	13
14	0	52	8	3128	196	15.95918	17.5	14
15	0	56	5	3365	210	16.02381	16.92857	15
16	1	1	18	3678	224	16.41964	22.35714	16
17	1	4	13	3853	238	16.18908	12.5	17
18	1	8	16	4096	252	16.25397	17.35714	18
19	1	11	8	4268	266	16.04511	12.28571	19
20	1	16	56	4616	280	16.48571	24.85714	20
21	1	20	27	4827	294	16.41837	15.07143	21
22	1	24	30	5070	308	16.46104	17.35714	22
23	1	28	7	5287	322	16.41925	15.5	23
24	1	32	18	5538	336	16.48214	17.92857	24
25	1	35	39	5739	350	16.39714	14.35714	25
26	1	39	23	5963	364	16.38187	16	26
27	1	43	18	6198	378	16.39683	16.78571	27
28	1	47	44	6464	392	16.4898	19	28
29	1	51	26	6686	406	16.46798	15.85714	29
30	1	56	30	6990	420	16.64286	21.71429	30

## 5) กลุ่มข้อมูล 3-1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	4	12	252	14	18	18	1
2	0	7	35	455	28	16.25	14.5	2
3	0	10	33	633	42	15.07143	12.71429	3
4	0	14	9	849	56	15.16071	15.42857	4
5	0	17	4	1024	70	14.62857	12.5	5
6	0	20	21	1221	84	14.53571	14.07143	6
7	0	23	40	1420	98	14.4898	14.21429	7
8	0	27	5	1625	112	14.50893	14.64286	8
9	0	30	12	1812	126	14.38095	13.35714	9
10	0	34	6	2046	140	14.61429	16.71429	10
11	0	37	18	2238	154	14.53247	13.71429	11
12	0	40	64	2464	168	14.66667	16.14286	12
13	0	43	77	2657	182	14.5989	13.78571	13
14	0	46	94	2854	196	14.56122	14.07143	14
15	0	49	95	3035	210	14.45238	12.92857	15
16	0	52	99	3219	224	14.37054	13.14286	16
17	0	55	97	3397	238	14.27311	12.71429	17
18	0	59	89	3629	252	14.40079	16.57143	18
19	0	62	73	3793	266	14.2594	11.71429	19
20	0	65	91	3991	280	14.25357	14.14286	20
21	0	69	49	4189	294	14.2483	14.14286	21
22	0	72	85	4405	308	14.30195	15.42857	22
23	0	75	107	4607	322	14.30745	14.42857	23
24	0	78	99	4779	336	14.22321	12.28571	24
25	0	82	75	4995	350	14.27143	15.42857	25
26	0	86	55	5215	364	14.32692	15.71429	26
27	0	89	73	5413	378	14.32011	14.14286	27
28	0	93	83	5663	392	14.44643	17.85714	28
29	0	96	107	5867	406	14.45074	14.57143	29
30	1	41	60	6120	420	14.57143	18.07143	30

## 6) กลุ่มข้อมูล 3-2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	2	35	155	14	11.07143	11.07143	1
2	0	5	36	336	28	12	12.92857	2
3	0	8	2	482	42	11.47619	10.42857	3
4	0	10	34	634	56	11.32143	10.85714	4
5	0	12	57	777	70	11.1	10.21429	5
6	0	15	59	959	84	11.41667	13	6
7	0	18	36	1116	98	11.38776	11.21429	7
8	0	22		1320	112	11.78571	14.57143	8
9	0	24	12	1452	126	11.52381	9.428571	9
10	0	27	1	1621	140	11.57857	12.07143	10
11	0	30	12	1812	154	11.76623	13.64286	11
12	0	33	44	2024	168	12.04762	15.14286	12
13	0	36	28	2188	182	12.02198	11.71429	13
14	0	39	50	2390	196	12.19388	14.42857	14
15	0	42	48	2568	210	12.22857	12.71429	15
16	0	45	56	2756	224	12.30357	13.42857	16
17	0	48	33	2913	238	12.2395	11.21429	17
18	0	51	39	3099	252	12.29762	13.28571	18
19	0	54	58	3298	266	12.3985	14.21429	19
20	0	57	59	3479	280	12.425	12.92857	20
21	1	0	59	3659	294	12.44558	12.85714	21
22	1	4	29	3869	308	12.56169	15	22
23	1	7	46	4066	322	12.62733	14.07143	23
24	1	11	38	4298	336	12.79167	16.57143	24
25	1	15	4	4504	350	12.86857	14.71429	25
26	1	19	21	4761	364	13.07967	18.35714	26
27	1	22	45	4965	378	13.13492	14.57143	27
28	1	26	27	5187	392	13.23214	15.85714	28
29	1	30	5	5405	406	13.31281	15.57143	29
30	1	34	35	5675	420	13.5119	19.28571	30

## 7) กลุ่มข้อมูล 4-1

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	4	5	245	14	17.5	17.5	1
2	0	5	52	352	28	12.57143	7.642857	2
3	0	10	42	642	42	15.28571	20.71429	3
4	0	13	5	785	56	14.01786	10.21429	4
5	0	18	35	1115	70	15.92857	23.57143	5
6	0	21	26	1286	84	15.30952	12.21429	6
7	0	25	14	1514	98	15.44898	16.28571	7
8	0	29	32	1772	112	15.82143	18.42857	8
9	0	34	11	2051	126	16.27778	19.92857	9
10	0	39	74	2414	140	17.24286	25.92857	10
11	0	42	58	2578	154	16.74026	11.71429	11
12	0	46	78	2838	168	16.89286	18.57143	12
13	0	50	66	3066	182	16.84615	16.28571	13
14	0	52	101	3221	196	16.43367	11.07143	14
15	0	57	76	3496	210	16.64762	19.64286	15
16	0	60	108	3708	224	16.55357	15.14286	16
17	0	64	64	3904	238	16.40336	14	17
18	0	69	104	4244	252	16.84127	24.28571	18
19	0	74	60	4500	266	16.91729	18.28571	19
20	0	78	79	4759	280	16.99643	18.5	20
21	0	83	61	5041	294	17.14626	20.14286	21
22	0	87	80	5300	308	17.20779	18.5	22
23	0	92	51	5571	322	17.30124	19.35714	23
24	1	41	94	6154	336	18.31548	41.64286	24
25	1	46	86	6446	350	18.41714	20.85714	25
26	1	49	107	6647	364	18.26099	14.35714	26

## 8) กลุ่มข้อมูล 4-2

No.	เวลา			TOTAL (วินาที)	จำนวน ก้อนที่ก่อ ได้ (ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ เฉลี่ย (วินาที / ก้อน)	เวลาที่ใช้ในการ ก่อ (วินาที / ก้อน)	ความสูง อิฐ (ก้อน)
	ชั่วโมง	นาที	วินาที					
1	0	2	45	165	14	11.78571	11.78571	1
2	0	5	24	324	28	11.57143	11.35714	2
3	0	6	38	398	42	9.47619	5.285714	3
4	0	10	15	615	56	10.98214	15.5	4
5	0	13	36	816	70	11.65714	14.35714	5
6	0	17	52	1072	84	12.7619	18.28571	6
7	0	21	32	1292	98	13.18367	15.71429	7
8	0	26	13	1573	112	14.04464	20.07143	8
9	0	30	19	1819	126	14.43651	17.57143	9
10	0	33	39	2019	140	14.42143	14.28571	10
11	0	37	54	2274	154	14.76623	18.21429	11
12	0	41	51	2511	168	14.94643	16.92857	12
13	0	46	12	2772	182	15.23077	18.64286	13
14	0	51	18	3078	196	15.70408	21.85714	14
15	0	55	40	3340	210	15.90476	18.71429	15
16	1	0	52	3652	224	16.30357	22.28571	16
17	1	4	39	3879	238	16.29832	16.21429	17
18	1	8	49	4129	252	16.38492	17.85714	18
19	1	13	10	4390	266	16.50376	18.64286	19
20	1	17	30	4650	280	16.60714	18.57143	20
21	1	21	51	4911	294	16.70408	18.64286	21
22	1	30	14	5414	308	17.57792	35.92857	22
23	1	34	20	5660	322	17.57764	17.57143	23
24	1	37	25	5845	336	17.39583	13.21429	24
25	1	41	33	6093	350	17.40857	17.71429	25
26	1	45	12	6312	364	17.34066	15.64286	26
27	1	48	59	6539	378	17.29894	16.21429	27
28	1	54	0	6840	392	17.44898	21.5	28
29	1	57	58	7078	406	17.4335	17	29



ภาคผนวก ค  
การใช้งานโปรแกรม WinOWAS®

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## โปรแกรม WinOWAS®

โปรแกรม WinOWAS เป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนา โดยมหาวิทยาลัย Tampere University of Technology แห่งประเทศฟินแลนด์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการประเมินสภาพทางกายศาสตร์ในการทำงานด้วยวิธี OWAS ซึ่งใช้สำหรับงานดังต่อไปนี้:

- การปรับปรุงท่าทางการทำงาน เพื่อลดภาระที่เกิดกับกล้ามเนื้อ และความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงาน
- การพัฒนาวิธีการ หรือรูปแบบการทำงานใหม่ๆ
- การสำรวจสภาพทางกายศาสตร์
- การสำรวจสภาพการทำงาน
- งานวิจัย และการพัฒนาอื่นๆ

โปรแกรมห้มีขั้นตอนการใช้งานที่เป็นระบบ ไม่ซับซ้อน หากผู้ใช้มีความเข้าใจในหลักการประเมินสภาพทางกายศาสตร์ด้วยวิธี OWAS จะสามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งขั้นตอนการใช้งานรวมถึงผลลัพธ์ที่ได้รับ สามารถแสดงให้เห็นทราบได้ ดังนี้

1. เรียกใช้งานโปรแกรมจาก icon ของ WinOWAS ดังรูป



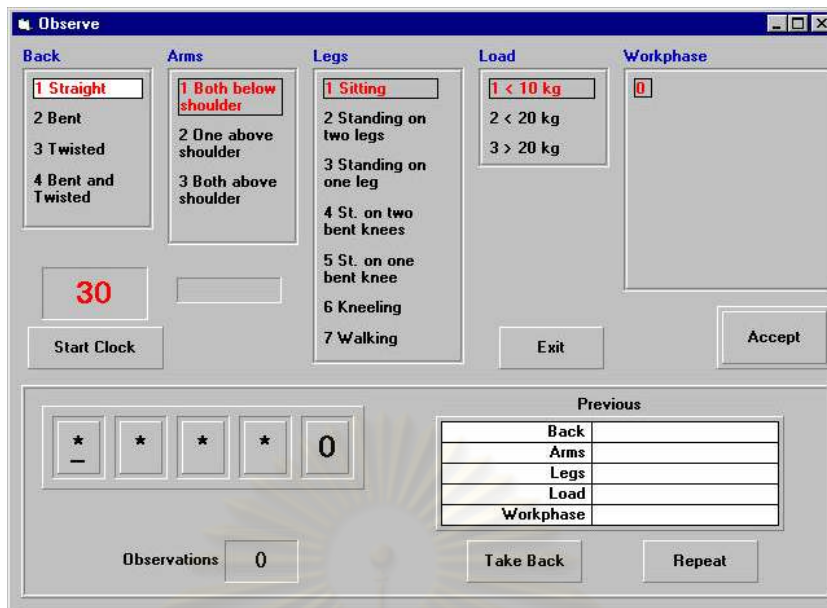
2. จากนั้นจะพบกับหน้าจอหลักของโปรแกรม

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ก่อนที่จะเริ่มต้นกรอกข้อมูล ผู้ใช้งานต้องทำการกรอกข้อมูลพื้นฐานของกิจกรรมที่จะทำการศึกษาก่อน ซึ่งสามารถทำได้ โดยเลือก Observation จากนั้นเลือก Define Background Information ซึ่งจะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

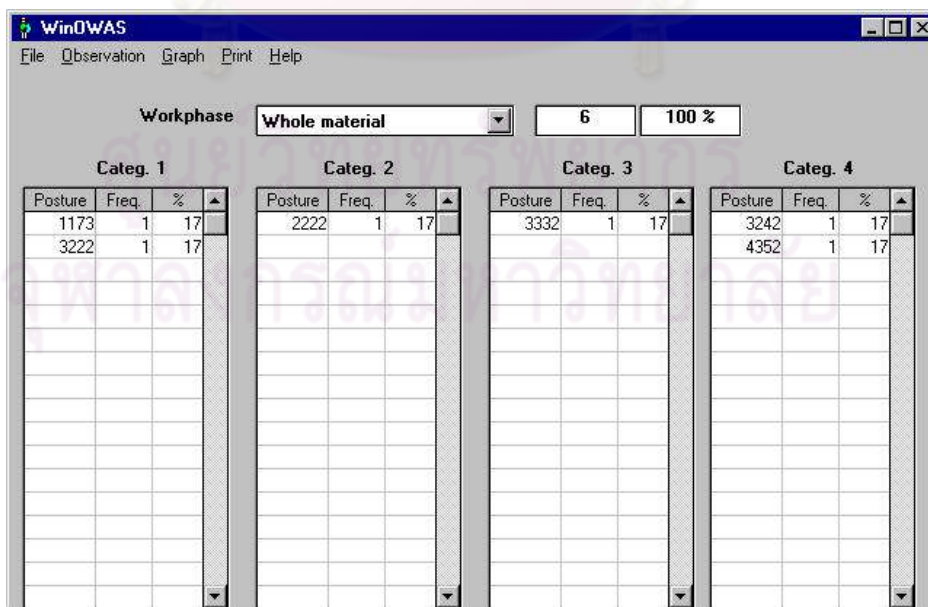
4. หลังจากที่ได้ทำการกรอกข้อมูลพื้นฐานของกิจกรรมที่จะทำการศึกษาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้จะต้องเลือก Observation และเลือก Start เพื่อเริ่มทำการกรอกข้อมูลสภาพทางการยศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงภาพประกอบได้ ดังนี้



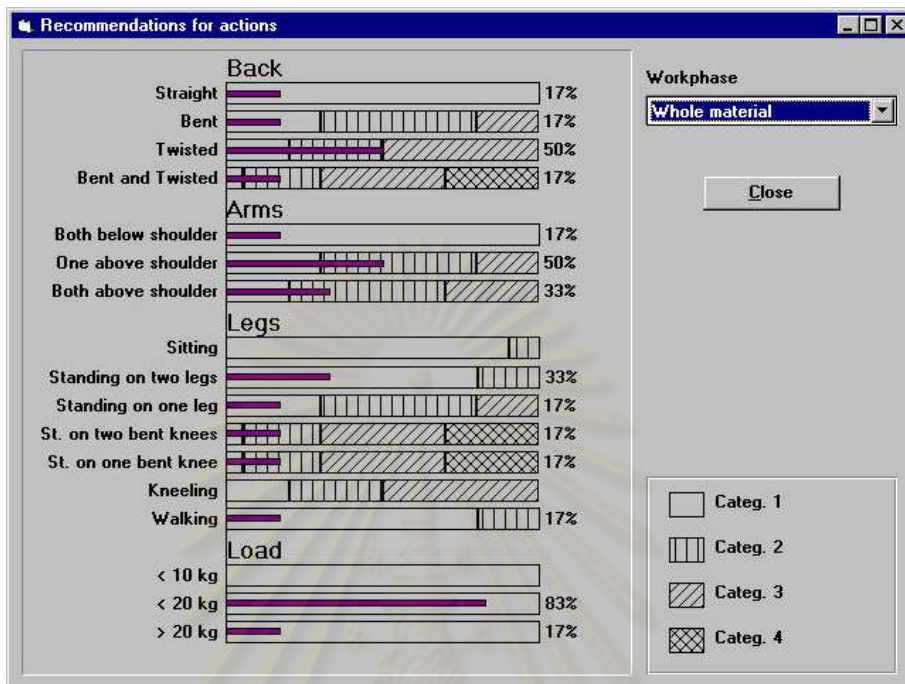


ซึ่งผู้ใช้จะสามารถทำการกรอกข้อมูลรหัสท่าทางได้ในหน้าจอนี้ สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะนำภาพการทำงานที่ได้จากการตัดภาพโทรทัศน์เป็นภาพนิ่งมากำหนดรหัสท่าทางก่อน ดังนั้นในหน้าจอนี้ ผู้วิจัยจึงสามารถใส่รหัสท่าทางได้เลย โดยการพิมพ์ท่าทางลงไป และกดปุ่ม Enter

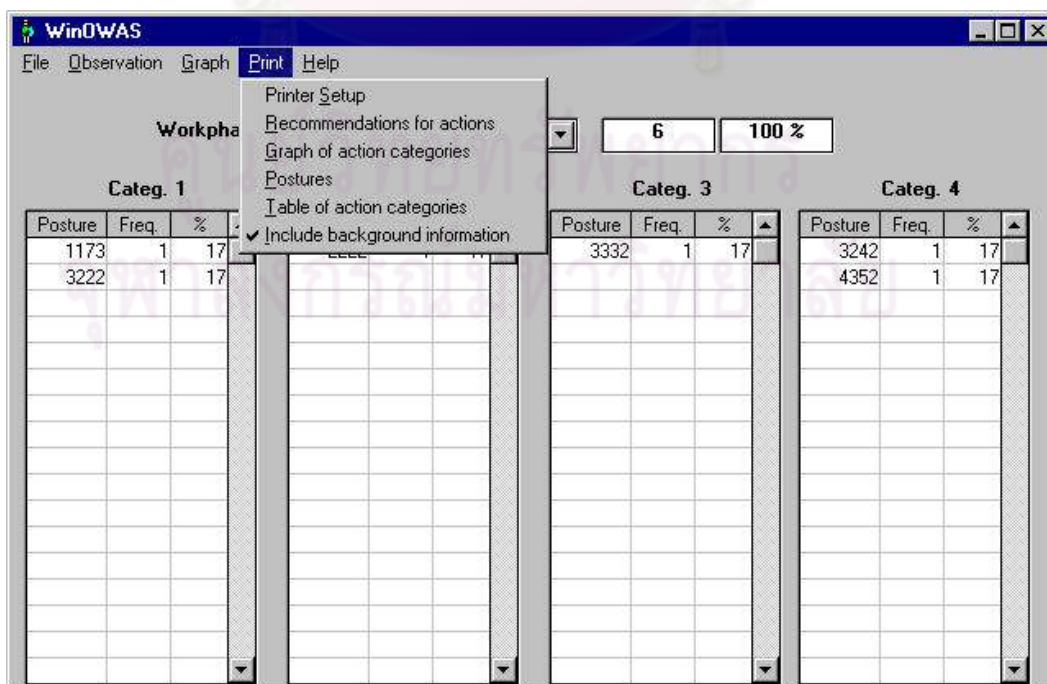
5. หลังจากที่ได้กรอกข้อมูลรหัสท่าทางจะครบแล้วนั้น ผู้ใช้จะต้องกดปุ่ม Exit เพื่อกลับไปดูหน้าจอหลัก ซึ่งรหัสท่าทางที่กรอกเข้าไปจะแสดงค่าความถี่ และอัตราส่วนออกมา ซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูป




6. หลังจากกรอกข้อมูลรหัสท่าทางแล้วเสร็จ ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเรียกดูผลลัพธ์ได้ โดยกดปุ่ม Graph และกดปุ่ม Recommendations for Actions ซึ่งผลที่ได้รับจะแสดงได้ตามภาพ ซึ่งเป็นารแสดงค่าของอัตราส่วนของแต่ละท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย



7. โปรแกรมยังสามารถสั่งพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์ ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานเพียงการกดปุ่ม Print และผู้ใช้สามารถเลือกว่าจะสั่งพิมพ์แผนภูมิใดออกมา สำหรับเอกสารที่พิมพ์ออกมานั้น ผู้วิจัยจะได้นำเสนอในรายละเอียดในภาคผนวกถัดไป





ภาคผนวก ง  
ตัวอย่างผลลัพธ์จากโปรแกรม WinOWAS

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## กลุ่มข้อมูล 1

1) ข้อมูลรหัสท่าทาง

### Postures

Company: Adisorn Construction      Observer: Piyaphan B  
 Department:      Time Interval in seconds: 30  
 Work to be studied: Masonry  
 Date: 02/5/2009  
 Time: 10:30

Whole material			Categ. 1		
Posture	Freq.	%	Posture	Freq.	%
1121	64	39	3121	9	5
1161	5	3	3161	5	3
1221	3	2	1131	2	1
1122	1	1	3221	1	1

Whole material			Categ. 2		
Posture	Freq.	%	Posture	Freq.	%
2121	46	28	2131	6	4
4121	5	3	1141	3	2
2161	3	2	4131	2	1
2111	1	1	2321	1	1

Whole material			Categ. 3		
Posture	Freq.	%	Posture	Freq.	%
2141	5	3	3141	1	1

Whole material			Categ. 4		
Posture	Freq.	%	Posture	Freq.	%
4141	1	1	4161	1	1

2) ข้อมูลอัตราส่วนระดับความอันตราย

### Action categories

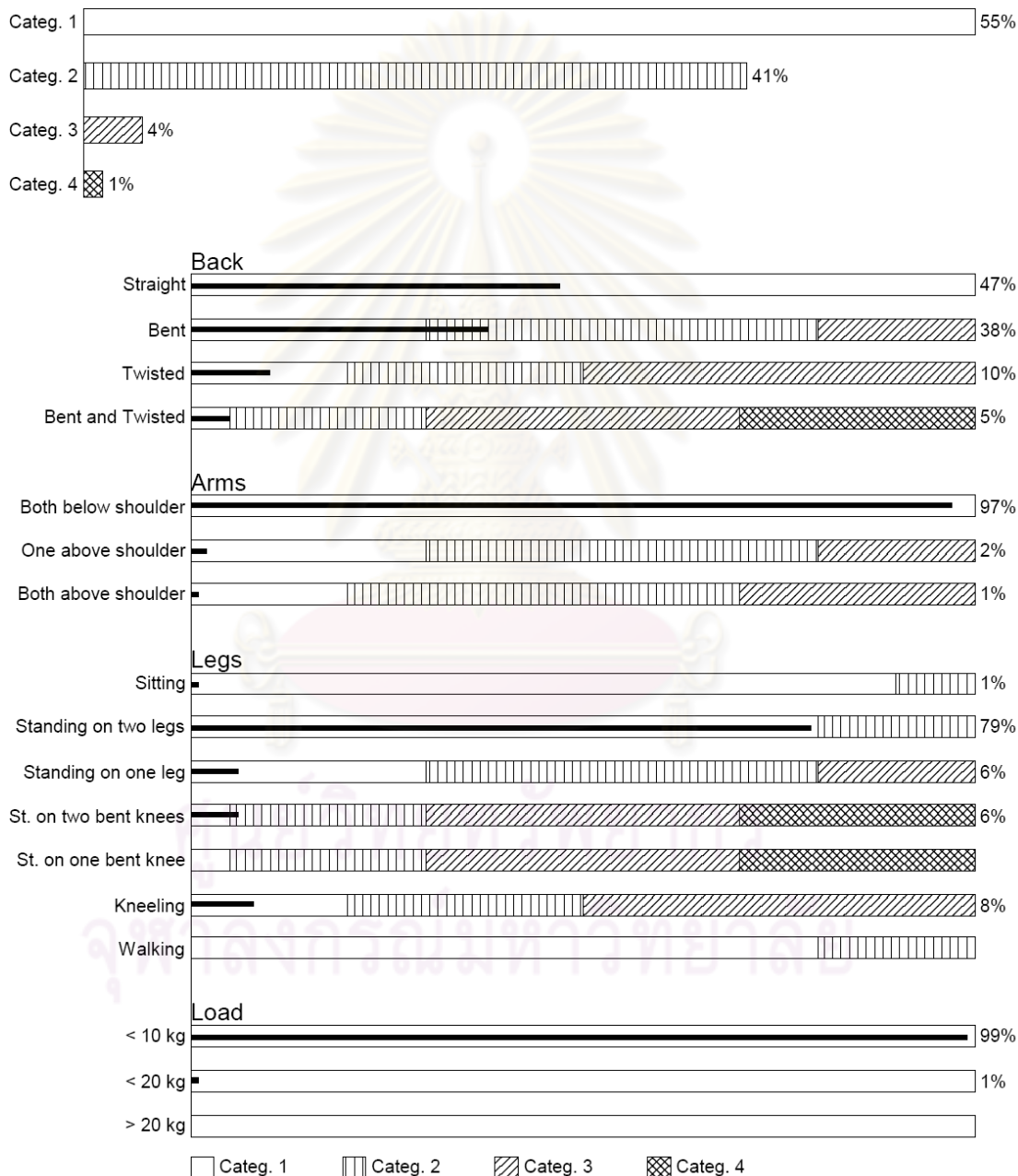
Company: Adisorn Construction      Observer: Piyaphan B  
 Department:      Time Interval in seconds: 30  
 Work to be studied: Masonry  
 Date: 02/5/2009  
 Time: 10:30

	Categ. 1	Categ. 2	Categ. 3	Categ. 4
%	55	41	4	1
Freq.	90	67	6	2
Whole material %	55	41	4	1
Whole material Freq.	90	67	6	2

3) ข้อมูลอัตราส่วนท่าทางในแต่ละองค์ประกอบของร่างกาย

### Recommendations for actions

Company:	Adisorn Construction	Observer:	Piyaphan B
Department:		Time Interval in seconds:	30
Work to be studied:	Masonry	Workphase:	Whole material
Date:	02/5/2009	Observations:	165
Time:	10:30	Percent.:	100 %



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ปิยะพันธ์ บรรเทิงไพบูลย์ เกิดเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2528 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550



ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย