การศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

โดย
นายเทวัญ ศรีดารานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

โดย
นายเทวัญ ศรีดารานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

A STUDY OF SITUATIONS AND EFFECT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGIES IN THAI CONSTRUCTION INDUSTRY

By

MR. Tewan SRIDARANON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Engineering (ENGINEERING MANAGEMENT)

Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย
โดย	เทวัญ ศรีดารานนท์
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูศักดิ์ พรสิงห์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูศักดิ์ พรสิงห์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองแท่ง ทองลิ่ม)

59405314 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : อุตสาหกรรมก่อสร้าง, เทคโนโลยีการก่อสร้าง, เทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดด

นาย เทวัญ ศรีดารานนท์: การศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูศักดิ์ พรสิงห์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจสถานการณ์การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างของอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย เช่น เทคโนโลยีช่วยออกแบบ เทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูป เทคโนโลยีช่วยในการบริหารจัดการโครงการ และแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ซึ่งอยู่ในกลุ่มเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดด เช่น เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยวิธีการวิจัยเชิงสำรวจเป็นหลัก ผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามเพื่อสำรวจสถานการณ์และความคิดเห็นดังกล่าวกับกลุ่มบริษัทที่เป็นสมาชิกสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่มีทั้งหมดจำนวน 580 จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 86 บริษัท มีบริษัทตอบกลับทั้งหมดจำนวน 63 บริษัท คิดเป็นค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 88.1 ผลการสำรวจพบว่าบริษัทก่อสร้างไทยโดยส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีการก่อสร้างรวมถึงเทคโนโลยีการก่อสร้าง ทั้งนี้เพราะการที่บริษัทเป็นสมาชิกสมาคมทำให้มีการถ่ายทอดองค์ความรู้และแนวโน้มเทคโนโลยีจากสมาคมและสมาชิกอื่น ๆ บริษัทต่าง ๆ มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างอย่างมีนัยสำคัญ โดยเทคโนโลยีช่วยในการออกแบบสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 29.94 รองลงมาคือโปรแกรมการจัดการโครงการ คิดเป็นร้อยละ 26.95 ส่วนเทคโนโลยีในกลุ่มป่วนและก้าวกระโดดมีเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 4.79 จะเห็นได้ว่าในกลุ่มป่วนและก้าวกระโดดมีการประยุกต์ใช้น้อยมากเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีการก่อสร้างอื่น อย่างไรก็ดีแนวโน้มการนำเข้ามาประยุกต์ใช้ขึ้นอยู่กับการขาดแคลนแรงงาน การกดดันในเรื่องการแข่งขันในธุรกิจ และต้นทุนการก่อสร้างที่สูงขึ้น

59405314 : Major (ENGINEERING MANAGEMENT)
Keyword : Construction Industry, Construction Technology, Disruptive Technology

MR. TEWAN SRIDARANON : A STUDY OF SITUATIONS AND EFFECT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGIES IN THAI CONSTRUCTION INDUSTRY THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR DR. CHOOSAK PORNSING, Ph.D.

This research has the objectives to survey the situation of construction technology application in Thai construction industry for example, computer aided design technology, pre-fabrication technology, and computer aided project management technology; and study the trend of disruptive technology application for example, 3D printing technology, virtual reality technology, and internet of things technology. This study deploys survey research technique as a principle method. A questionnaire is designed for a group of construction companies who is a member of Thai construction association under H.M. the king which there are 580 companies; however, they are randomly selected for 86 companies to be surveyed. There are 63 companies response the questions which account for 88.1 percent. The results show that most of Thai construction companies understand the construction technology; because of, the activities and knowledge transfer from the association and other member companies. For this, computer aided design technology is the most applied in construction companies; it accounts for 29.94 percent, next is the project management package which accounts for 26.95; while internet of things which fall into disruptive construction technology group is the most application technology, it accounts for 4.79 percent. Evidently, the group of disruptive technology is less used when compared to other technology. However, the trend of technology application is up to the situation of labor scarce, the pressure of competition in business, and the rising of construction cost.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความกรุณาของผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ผู้ทรงคุณวุฒิท่านแรก คือ ผศ.ดร.ชูศักดิ์ พรสิงห์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือชี้แนะแนวทางการจัดทำและปรับปรุงแก้ไขด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา

ผู้ทรงคุณวุฒิอีกสองท่าน คือ รศ.ดร.ประจวบ กล่อมจิต ให้เกียรติเป็นประธานกรรมการตรวจงานวิจัย และ ผศ.ดร.ทองแท่ง ทองลิ่ม ให้เกียรติเป็นกรรมการตรวจงานวิจัย ท่านทั้งสองให้ความรู้ คำแนะนำ เพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณตัวแทนบริษัทตัวอย่างที่กรุณาเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามเชิงลึก อีกทั้งงานวิจัยฉบับนี้ยังได้รับทุนจากเงินกองทุนสนับสนุนการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ ประเภททุนอุดหนุนการวิจัย นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนานักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (วิทยานิพนธ์ / สารนิพนธ์) คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563 ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาส นี้

หากงานวิจัยฉบับนี้มีคุณค่าและประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าของผู้ที่สนใจ ผู้วิจัยขอน้อมอุทิศให้แก่ผู้มีพระคุณทั้งหมดข้างต้น ส่วนความผิดพลาดและข้อบกพร่องใด ๆ ผู้ศึกษากราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้ และขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

เทวัญ ศรีดารานนท์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 สมมติฐานการวิจัย 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 3
1.6 นิยามศัพท์ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 อุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย 5
2.2 เทคโนโลยีการก่อสร้าง 16
2.3 เทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้าง 23
2.4 ผลิตภาพของอุตสาหกรรมก่อสร้าง 29
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 36
3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 36

3.2 ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย 36
3.3 วิธีการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 41
3.5 แผนผังขั้นตอนการทำวิจัย 43
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 45
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม 45
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม 49
4.3 การวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้าง.....57
4.4 การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน 61
4.5 ผลการสำรวจคำถามเชิงลึก.....73
4.6 ผลการสำรวจข้อเสนอแนะ.....76
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....77
5.1 สรุปผล 77
5.2 ข้อเสนอแนะ 78
รายการอ้างอิง.....79
ภาคผนวก 82
แบบสำรวจ.....83
ประวัติผู้เขียน 89

สารบัญรูป

			หน้า
รูปที่	1	ผลิตภาพของอุตสาหกรรมก่อสร้าง	2
รูปที่	2	กรอบแนวคิดการวิจัย	3
รูปที่	3	สัดส่วนงานก่อสร้างภาครัฐต่องานก่อสร้างภาคเอกชนของไทย	6
รูปที่	4	ตัวอย่างโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบผสมผสาน	12
รูปที่	5	จำนวนโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบผสมผสานและการคาดการ์ในอนาคต	12
รูปที่	6	การลงทุนในการก่อสร้างต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของกลุ่ม CLM	13
รูปที่	7	ตัวอย่างโปรแกรม AutoCAD ที่ใช้ในงานก่อสร้าง	17
รูปที่	8	ตัวอย่างโปรแกรม Microsoft Project ที่ใช้ในงานก่อสร้าง	18
รูปที่	9	ตัวอย่างโปรแกรม AxisVM ในระบบ BIM	20
รูปที่	10	เทคโนโลยี Prefabs ของบริษัท Green Diary	21
รูปที่	11	เทคโนโลยี Construction Robotics งานฉาบปูนของบริษัท House of Bots	22
รูปที่	12	เทคโนโลยี Construction Robotics งานปูทางเดินของบริษัท Stewart Perry	22
รูปที่	13	ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ 3 มิติในงานก่อสร้างของ Apis Cor	23
รูปที่	14	ตัวอย่างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในงานก่อสร้าง	24
รูปที่	15	สัดส่วนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจ	27
รูปที่	16	กระบวนการทำงานก่อสร้าง	31
รูปที่	17	แผนผังการทำวิจัย	44
รูปที่	18	สัดส่วนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างในปัจจุบัน	56
รูปที่	19	ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 1	63
รูปที่	20	ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 1	63
รูปที่	21	ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 2	64

รูปที่ 22 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 2 65
รูปที่ 23 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 67
รูปที่ 24 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 2 67
รูปที่ 25 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 ลักษณะที่ 1 69
รูปที่ 26 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 ลักษณะที่ 2 69
รูปที่ 27 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 1 71
รูปที่ 28 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 1 71
รูปที่ 29 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 2 72
รูปที่ 30 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 2 73

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

			หน้า
ตารางที่	1	การเปรียบเทียบกลุ่มงานก่อสร้างภาครัฐและงานก่อสร้างภาคเอกชน	7
ตารางที่	2	การเปรียบเทียบผู้ประกอบการขนาดใหญ่และผู้ประกอบการขนาดการและขนาดย่อม	8
ตารางที่	3	การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย	38
ตารางที่	4	เกณฑ์การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค	40
ตารางที่	5	ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแบบสอบถามด้านความคิดเห็นสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับเทคโนโลยีก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย	40
ตารางที่	6	เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม	45
ตารางที่	7	ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม	46
ตารางที่	8	วุฒิการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม	47
ตารางที่	9	อายุงานของผู้ตอบแบบสอบถาม	47
ตารางที่	10	ตำแหน่งงานปัจจุบันของผู้ตอบแบบสอบถาม	48
ตารางที่	11	ความเชี่ยวชาญและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของผู้ตอบแบบสอบถาม	49
ตารางที่	12	ประเภทงานก่อสร้างของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	50
ตารางที่	13	ประเภทของกิจการของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	51
ตารางที่	14	จำนวนบุคคลากรของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	51
ตารางที่	15	ประเภทกลุ่มลูกค้าของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	52
ตารางที่	16	ประเภทกลุ่มลูกค้าต่างประเทศของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	53
ตารางที่	17	รายได้ประมาณการรอบบัญชีของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	54
ตารางที่	18	เงินลงทุนเพื่อเทคโนโลยีและนวัตกรรมของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	54
ตารางที่	19	เทคโนโลยีการก่อสร้างที่ใช้ในปัจจุบันของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	55
ตารางที่	20	แรงงานฝีมือของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	57

ตารางที่ 21 ผลสำรวจความคิดเห็นด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง..... 57
ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 1 62
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 2 64
ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 2..... 66
ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 3 ลักษณะที่ 1 68
ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 3 ลักษณะที่ 2 69
ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 1 70
ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 2 72

มหาวิทยาลัยศิลปากร

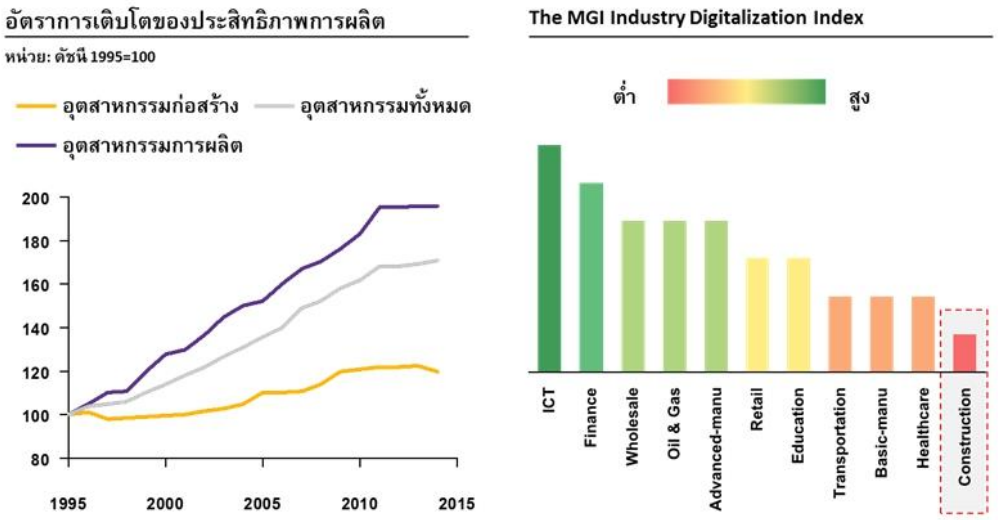
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

อุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นภาคที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของไทย โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการประมาณการกันว่าธุรกิจอสังหาริมทรัพย์และการก่อสร้างมีสัดส่วนถึงร้อยละ 20 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) (เกรียงไกร เตชกานนท์, 2552) หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณสองล้านล้านบาท ทั้งนี้รายงานการศึกษาของธนาคารกสิกรไทย ประมาณการว่าในปี พ.ศ. 2562 จะมีการเร่งการก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่ (Mega Project) ที่มีวงเงินลงทุนรวมกว่า 1.03 ล้านล้านบาท รวมถึงโครงการพื้นฐานตามนโยบายไทยนิยมยั่งยืนของรัฐบาลกว่าอีก 14,362 โครงการ โครงการศาลาประชาคม 8,960 โครงการ โครงการปรับปรุงซ่อมแซมประปาหมู่บ้าน 6,103 โครงการ และแผนการลงทุนของกระทรวงคมนาคมอีก 48 เส้นทางด้วยวงเงิน 48,000 ล้านบาท (ธนาคารกสิกรไทย, 2561)

ทั้งหมดนี้เป็นเพียงโครงการจากทางภาครัฐที่ยังไม่ได้รวมถึงโครงการก่อสร้างของภาคเอกชนที่มีขึ้นทั้งในแนวราบและแนวสูงตามแนวรถไฟฟ้า รายงานนี้ยังระบุด้วยว่าประมาณการอุตสาหกรรมก่อนสร้างอาจมีมากถึงสามล้านล้านบาท ด้วยปัจจัยหนุน 3 ประการคือ โครงการขนาดใหญ่จากรัฐ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และพระราชบัญญัติงบประมาณรายปี อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมก่อสร้างก็ยังพบกับอุปสรรคนานับประการที่เป็นความท้าทายต่อผู้ประกอบการ ทั้งจากความผันผวนของราคาน้ำมันที่ส่งผลถึงราคาวัสดุก่อสร้าง โดยเฉพาะในหมวดเหล็กและผลิตภัณฑ์จากเหล็กที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัญหาการขาดแคลนแรงงานทั้งแรงงานฝีมือและแรงงานไร้ฝีมือจนต้องมีการนำเข้าแรงงานต่างด้าวจากประเทศเพื่อนบ้าน ความซับซ้อนของโครงการทั้งในแง่เทคโนโลยีการก่อสร้างและการบริหารจัดการโครงการ ที่ทำให้ผู้ประกอบการรายย่อยที่อยู่ในกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises: SMEs) เสียเปรียบในการแข่งขัน เหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคที่ทำให้อุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยไม่สามารถเติบโตได้อย่างยั่งยืน

รายงานของศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจ ธนาคารไทยพาณิชย์ (2562) ระบุว่าอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยยังมีปัญหาด้านผลิตภาพ (Productivity) ของการทำงานอย่างรุนแรงหากเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ โดยอัตราการเติบโตของผลิตภาพในปี ค.ศ. 2015 ดัชนีอยู่ที่ 110 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 1995 ที่อยู่ที่ 100 ในขณะที่อุตสาหกรรมการผลิตมีดัชนีอยู่ที่ 195 ในปีเดียวกัน (ดูรูปที่ 1) นอกจากนี้แรงกดกันทางด้านเทคโนโลยีป่วนและก้าวประโดด (Disruptive Technology) เช่น 3D Printing, Construction Robotics, Virtual Reality เป็นต้น ได้เริ่มเข้ามีประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในหลาย ๆ ประเทศที่พัฒนาแล้ว



หมายเหตุ: อัตราการเติบโตของประสิทธิภาพการผลิตคำนวณจาก 41 ประเทศที่มี GDP รวมสูงถึง 96% ของ GDP โลก

ที่มา: การวิเคราะห์โดย EIC จากข้อมูลของ WEF และ McKinsey

รูปที่ 1 ผลิตภาพของอุตสาหกรรมก่อสร้าง

ที่มา: https://baania.com/th/article/เทคโนโลยี-ทางรอดอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย เข้าถึงเมื่อ 10 มิถุนายน 2562.

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสถานการณ์ของเทคโนโลยีการก่อสร้างของอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย ทั้งในประเด็นเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ผลิตภาพการทำงานของอุตสาหกรรมก่อสร้าง และแนวโน้มการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เป็นนวัตกรรมเข้ามาประยุกต์ใช้กับงานก่อสร้างตลอดโซ่คุณค่า (Value Chain) ของอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

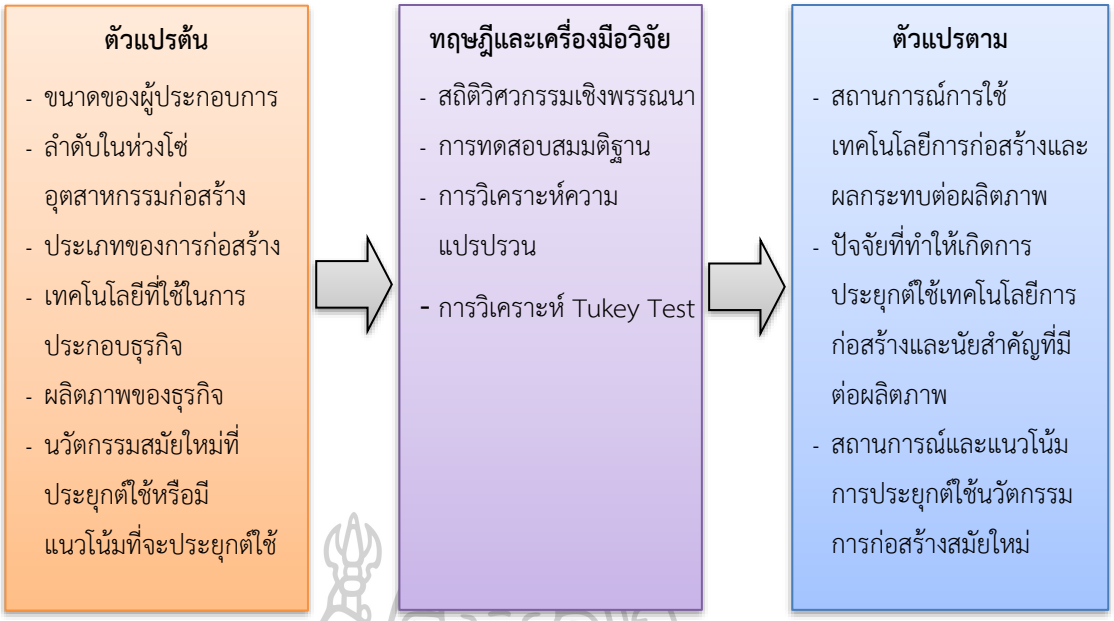
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสถานการณ์การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีก่อการสร้างของอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย รวมถึงผลิตภาพการก่อสร้างในปัจจุบัน

1.2.2 เพื่อศึกษาแนวโน้มการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจที่มีการเก็บข้อมูลในช่วงปี ตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึง มกราคม พ.ศ. 2563 โดยใช้ประชากรที่เป็นบริษัทก่อสร้างที่จดทะเบียนในสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ของข้อมูล ณ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 580 บริษัท โดยแสดงกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างเกิดขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผู้ประกอบการรายใหญ่และรายย่อย

1.4.2 ผลของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างส่งผลถึงผลิตภาพที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

1.4.3 การรับรู้เรื่องนวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่มีแตกต่างกันระหว่างผู้ประกอบการรายใหญ่และรายย่อย

1.4.4 ได้มีการประยุกต์ใช้หรือมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่ในผู้ประกอบการรายใหญ่

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 ทราบถึงสภาวะความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

1.5.2 ทราบถึงแนวทางในการเพิ่มผลิตภาพของอุตสาหกรรมการก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีการก่อสร้างและนวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่

1.5.3 ทราบแนวทางในการส่งเสริมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่

1.6 นิยามศัพท์

เนื่องจากคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้หลาย ๆ คำยังเป็นคำที่ใหม่และได้มีการใช้แตกต่างกันไปจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้มีความชัดเจนและเป็นหนึ่งเดียวทั้งฉบับผู้วิจัยจึงขอนิยามศัพท์สำหรับการวิจัย โดยมิได้มีเจตนาที่จะบัญญัติศัพท์เพื่อทดแทนแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เป็นการทั่วไปแต่อย่างใด

1.6.1 เทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดด (Disruptive Technology) หมายถึง “เทคโนโลยีที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเข้ามาทดแทนเทคโนโลยีเดิมที่ใช้อยู่ในขณะนั้น”

1.6.2 Prefabs มาจากคำว่า Prefabricated Building หมายถึง “วิธีการก่อสร้างบ้านหรืออาคารโดยผลิตชิ้นส่วนแต่ละช้อนให้สำเร็จก่อนจะนำมาประกอบที่หน้างาน”

1.6.3 ผู้ประกอบการ ในงานวิจัยนี้หมายถึงผู้ประกอบการรับเหมาก่อสร้างที่เป็นบุคคลธรรมดา/คณะบุคคลที่ไม่ใช่นิติบุคคล/ห้างหุ้นส่วนสามัญที่ไม่ใช่นิติบุคคล/ห้างหุ้นส่วนสามัญที่จดทะเบียนนิติบุคคล/ห้างหุ้นส่วนจำกัด/บริษัทจำกัด/บริษัทมหาชนจำกัด ที่ทำงานรับเหมาก่อสร้างโดยแบ่งขนาดตามพระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม พ.ศ. 2543 แต่ไม่รวมถึงวิสาหกิจชุมชน

1.6.4 เทคโนโลยีการก่อสร้าง (Construction Technology) ในงานวิจัยนี้ขอนิยามแยกต่างหากจากคำว่านวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่เพื่อแบ่งประเภทของเทคโนโลยีให้ชัดเจน ทั้งนี้เทคโนโลยีการก่อสร้าง ในที่นี้หมายถึงกลุ่มของเครื่องมือ เครื่องจักร และซอฟแวร์ที่ใช้ในขณะก่อสร้างเพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเครื่องมือเครื่องจักรเหล่านี้รวมถึงเครื่องมือเครื่องจักรที่เป็นอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ เช่น Building Information Management (BIM), Project Management Package, Computer Aided Design (CAD), Prefabs Technology, Construction Robotics เป็นต้น

1.6.5 นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่ (Modern Construction Innovation) ในงานวิจัยนี้หมายถึงนวัตกรรมการก่อสร้างที่อาศัยเทคโนโลยีฐานจากยุคอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์การดำเนินอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างมีนัยสำคัญ อันนับเป็นเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น 3D Printing Technology, Virtual Reality Technology, Internet of Things, Big Data เป็นต้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้าง เทคโนโลยีการก่อสร้าง และนวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่ที่เป็นผลมาจากเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดด ผู้วิจัยยังสนใจถึงทฤษฎีการประเมินผลิตภาพของอุตสาหกรรมก่อนสร้างซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะอันไม่เหมือนกับอุตสาหกรรมผลิตและอุตสาหกรรมบริการอื่น ๆ ในตอนท้ายผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยทั้งทางด้านเทคโนโลยีก่อสร้างและการวิจัยอุตสาหกรรมก่อสร้างเพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของงานวิจัยครั้งนี้ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.1 อุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

การก่อสร้าง หมายถึง กระบวนการหนึ่ง ๆ ที่จัดให้มีขึ้นเพื่อประกอบโครงสร้างพื้นฐานจนก่อขึ้นมาเป็นตัวอาคาร บ้าน หรือสาธารณูปโภคอื่นใด เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งานของมนุษย์ ทั้งนี้ประเภทของงานก่อสร้างสามารถแบ่งออกได้ 4 ประเภทด้วยกัน (ไทยเจริญเทค, 2562) คือ

1) ประเภทที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม
2) ประเภทที่ใช้ในงานเชิงพาณิชย์
3) ประเภทงานโยธาเพื่อใช้ในส่วนสาธารณูปโภค

ด้วยที่อยู่อาศัยนั้นนับเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ของมนุษย์ จึงทำให้มีการก่อสร้างอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งนี้งานหลักของการก่อสร้างเป็นงานหลักทางด้านวิศวกรรมโยธา แต่ยังรวมไปถึงงานวิศวกรรมด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมการจัดการ เป็นต้น

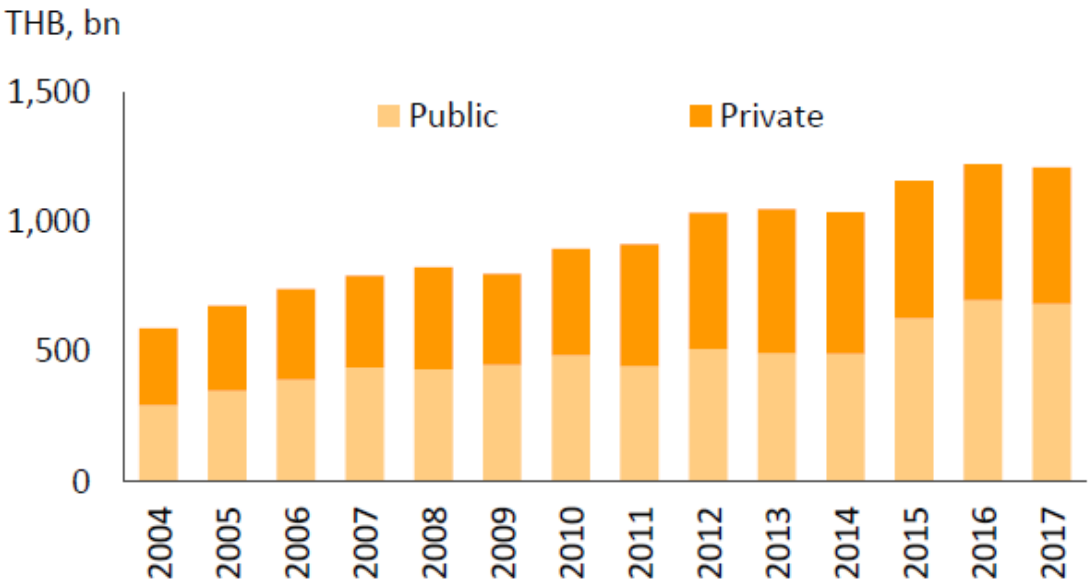
2.1.1 ลักษณะโดยทั่วไปของอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย

รายงานจากธนาคารกรุงศรีอยุธยา (นิรัติศัย ทุมวงษา, 2561) ได้กล่าวถึงประเภทของงานก่อสร้างในไทยว่า สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ งานก่อสร้างของภาครัฐและงานก่อสร้างของภาคเอกชน โดย

กลุ่มงานก่อสร้างของภาครัฐ มีมูลค่าการลงทุนเฉลี่ยร้อยละ 53 ของมูลค่าการก่อสร้างของไทย โดยร้อยละ 80 เป็นงานก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน และร้อยละ 20 เป็นงานก่อสร้างอาคารของรัฐ ในการก่อสร้างของภาครัฐนั้นผู้ประกอบการรายใหญ่จะได้เปรียบในการรับงานจากภครัฐ ดังจะได้เห็นจากผู้รับเหมาก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่มักจะเป็นบริษัทก่อสร้าง

ขนาดใหญ่ เนื่องจากมีประสบการณ์และความชำนาญเฉพาะด้าน มีความสามารถทางการเงินและแหล่งทุนสนับสนุน รวมถึงเทคโนโลยีการก่อสร้างที่สามารถจัดให้ได้ตามกำลังทุนที่มี อย่างไรก็ตาม ในหลาย ๆ โครงการขนาดใหญ่ก็ต้องการผู้รับเหมาช่วง ซึ่งมักเป็นผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม ทำให้ผู้ประกอบการเหล่านี้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในโครงการขนาดใหญ่ได้

กลุ่มงานก่อสร้างภาคเอกชน มีมูลค่าการลงทุนเฉลี่ยร้อยละ 47 ของมูลค่าการก่อสร้างของไทย โดยแบ่งเป็นการก่อสร้างที่อยู่อาศัยร้อยละ 57 ของมูลค่าก่อสร้างงานภาคเอกชนทั้งหมด ที่เหลือร้อยละ 11 เป็นการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรม ร้อยละ 10 เป็นสิ่งก่อสร้างด้านพาณิชกรรม และ อื่น ๆ เช่น โรงพยาบาล โรงแรม อีกร้อยละ 22 ทั้งนี้งานก่อสร้างภาคเอกชนจะมีความอ่อนไหวกว่างานก่อสร้างของภาครัฐด้วยปัจจัยหลากหลายปัจจัยที่มีผลต่อความเชื่อมั่นในการลงทุน เช่น ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ความมั่นคงทางการเมือง นโยบายของรัฐ และมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจ เป็นต้น ในกลุ่มงานก่อสร้างภาคเอกชนมีทั้งผู้ประกอบการรายใหญ่และผู้ประกอบการรายย่อยที่มีความชำนาญ ด้วยเหตุผลอัตรากำไร (Margin) ของงานก่อสร้างภาคเอกชนมักจะมีสูงกว่างานก่อสร้างภาครัฐ แม้ว่าโดยรวมแล้วโครงการของภาครัฐจะมีมูลค่าสูงกว่ามากแต่ความซับซ้อนในการดำเนินโครงการนั้นน้อยกว่ามาก รวมไปถึงเทคนิคการก่อสร้างที่ไม่ซับซ้อน ทำให้มีผู้ประกอบการหลากหลายกลุ่มเข้ามาดำเนินธุรกิจในงานก่อสร้างภาคเอกชนจำนวนมาก (รูปที่ 3 แสดงสัดส่วนมูลค่างานก่อสร้างภาครัฐต่อภาคเอกชน)



รูปที่ 3 สัดส่วนงานก่อสร้างภาครัฐต่องานก่อสร้างภาคเอกชนของไทย

ที่มา: https://www.krungsri.com/bank/getmedia/7f57f5b7-189a-4db0-ac25-b31d23c6741c/IO_Construction_Contractor_2018_TH.aspx. เข้าถึงเมื่อ 28 เมษายน 2562.

ด้วยประสบการณ์และความชำนาญ รวมถึงแรงงานฝีมือของกลุ่มผู้ประกอบการก่อสร้างของไทย จึงได้มีผู้ประกอบการหลายรายได้ขยายฐานลูกค้าออกไปยังต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศในกลุ่มลุ่มน้ำโขง (CLMV) โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศกัมพูชา สปป.ลาว และเมียนมา เนื่องจากประเทศเหล่านี้กำลังมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีความต้องการโครงสร้างพื้นฐานทั้งเขื่อน ถนน รถไฟ และโรงไฟฟ้า ทำให้ผู้ประกอบการที่มีประสบการณ์และเงินทุนสนับสนุนสามารถขยายฐานเข้าไปในโครงการเหล่านี้ได้ นอกจากนั้นผู้ประกอบการขนาดกลางยังได้มีการขยายฐานไปยังกลุ่มงานก่อสร้างภาคเอกชนของประเทศเลห่านี้ เนื่องจากการเติบโตขึ้นของชนชั้นกลางในประเทศเหล่านี้ อันเนื่องมาจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้มีความต้องการที่อยู่อาศัย โรงแรม และอาคารพาณิชย์ที่ทันสมัย การก่อสร้างได้มาตรฐาน จึงเป็นโอกาสของผู้ประกอบการไทยที่กลุ่มประเทศเพื่อนบ้านให้ความไว้วางใจในฝีมือและงานก่อสร้างที่ได้มาตรฐานกว่าผู้ประกอบการท้องถิ่นในประเทศ

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างงานก่อสร้างภาครัฐและงานก่อสร้างเอกชนของไทย ซึ่งทำให้เห็นได้ว่าเทคนิคและวิธีการบริหารโครงการนั้นมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะประเด็นเกณฑ์การรับรู้รายได้และการคัดเลือกผู้รับเหมา ดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องมีการสร้างความชำนาฐของตนเองเพื่อให้มีความชัดเจนในการดำเนินธุรกิจก่อสร้างเพื่อสร้างความได้เปรียบในกลุ่มงานของตน ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบกลุ่มผู้ประกอบการระหว่างกลุ่มผู้ประกอบการรายใหญ่และกลุ่มผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม จะเห็นได้ว่าประเด็นทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างมีผลมาจากประเด็นด้านเงินทุน กลุ่มงานที่ได้รับ และลักษณะการบริหารจัดการที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบกลุ่มงานก่อสร้างภาครัฐและงานก่อสร้างภาคเอกชน

ประเภท	งานก่อสร้างภาครัฐ	งานก่อสร้างภาคเอกชน
ลักษณะการก่อสร้าง	งานก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่ต้องการความชำนาญเฉพาะด้าน เช่น โครงการรถไฟฟ้า	ส่วนใหญ่เป็นงานด้านที่อยู่อาศัย รองลงมาเป็นโรงงานอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม
เกณฑ์การรับรู้รายได้	ค่าก่อสร้างปรับตามค่า K ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยลดความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาวัสดุก่อสร้าง โดยคำนวณจากดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างรายการที่สำคัญ ทั้งนี้หากค่า K ปรับเพิ่มมากกว่าร้อยละ 4 ผู้รับเหมาจะได้รับค่าชดเชย แต่หากปรับลดลงมากกว่าร้อยละ 4 ผู้รับเหมาจะต้องคืนเงินชดเชยให้แก่รัฐ	ผู้รับเหมารับความเสี่ยงเองทั้งหมดหากมีการปรับราคาวัสดุก่อสร้างจากวันที่ทำสัญญาก่อสร้าง แต่หากราคาวัสดุก่อสร้างลดลง ผู้รับเหมาก็จะได้กำไรมากขึ้นจากส่วนต่าง

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบกลุ่มงานก่อสร้างภาครัฐและงานก่อสร้างภาคเอกชน (ต่อ)

ประเภท	งานก่อสร้างภาครัฐ	งานก่อสร้างภาคเอกชน
การคัดเลือกผู้รับเหมา	เปิดประกวดราคาทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-Bidding)	โดยส่วนใหญ่จะมีระบบคัดเลือกที่แน่นอนและคัดเลือกจากผู้รับเหมาที่คุ้นเคย แต่หากเป็นงานก่อสร้างขนาดใหญ่อาจใช้วิธีประมูลทางอิเล็กทรอนิกส์หรือยื่นซองราคา
ผลตอบแทน	อัตรากำไรค่อนข้างต่ำ	อัตรากำไรสูงกว่างานภาครัฐ
เหล่งเงินทุน	งบประมาณของรัฐบาล เงินทุนรัฐวิสาหกิจ เงินกู้ เงินร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน (Public Private Partmership: PPP) และกองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Fund)	เงินทุนหรือเงินกู้ของเจ้าของโครงการ (รวมถึงการระดมทุนจากหุ้นสามัญและหุ้นกู้)

ที่มา: นิรัติศัย ทุมวงษา (2561)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผู้ประกอบการขนาดใหญ่และผู้ประกอบการขนาดการและขนาดย่อม

ประเภท	ผู้ประกอบการขนาดใหญ่	ผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม
ทักษะ/ความชำนาญ	มีศักยภาพในการรับงานก่อสร้างภาครัฐและภาคเอกชน โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ งานอาคารสูง งานก่อสร้างที่มีลักษณะเฉพาะ มีมูลค่าสูงและมีความเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่อุปทาน ได้ประโยชน์จาก Economies of Scale เพราะมีงานในมือจำนวนมาก	ส่วนใหญ่รับงานก่อสร้างทั่วไป แต่ผู้รับเหมาขนาดกลางบางรายอาจสามารถรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะเฉพาะได้หากมีความชำนาญเฉพาะด้าน เช่น งานขุดเจาะฐานราก
ศักยภาพทางการเงิน	มีความมั่นคงทางการเงิน ทำให้มีโอกาสในการรับงานก่อสร้างขนาดใหญ่	มีเงินลงทุนจำกัด จึงเป็นข้อจำกัดในการรับงานก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่โดยตรง แต่จะมีส่วนร่วมด้วยการเป็นผู้รับเหมาช่วง (Sub-contract)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผู้ประกอบการขนาดใหญ่และผู้ประกอบการขนาดการและขนาดย่อม (ต่อ)

ประเภท	ผู้ประกอบการขนาดใหญ่	ผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม
เทคโนโลยีการก่อสร้าง	มีการลงทุนพัฒนาและนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ เพื่อให้สามารถดำเนินการก่อสร้างได้รวดเร็ว ประหยัดต้นทุน ลดความเสี่ยงจากปัญหาการขาดแคลนแรงงาน รวมทั้งบางรายมีการลงทุนในธุรกิจก่อสร้างด้วย เช่น ธุรกิจผลิตแผ่นพื้นสำเร็จรูป ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป (Prefabs)	ยังไม่มีการพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้างของตนเอง และยังพึ่งพาแรงงานสูง แต่มีการเริ่มหันมาใช้วัสดุก่อสร้างแบบสำเร็จรูปมากขึ้น เช่น แผ่นพื้น/แผ่นผนัง/เมทัลชีท
อำนาจการต่อรองกับผู้ส่งมอบ	มีความได้เปรียบจาก Economies of Scale จึงมีอำนาจต่อรองกับผู้ส่งมอบวัสดุก่อสร้างสูง	มีปริมาณงานน้อย จึงมีอำนาจการต่อรองกับผู้ส่งมอบวัสดุก่อสร้างต่ำกว่า
การบริหารจัดการต้นทุน	มีการบริหารงานที่เป็นมืออาชีพ มีการวางแผนและจัดเก็บวัสดุก่อสร้างอย่างเป็นระบบ	ส่วนใหญ่เป็นการบริหารงานแบบครอบครัว การจัดเก็บวัสดุก่อสร้างจึงไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ

ที่มา: นิรัติศัย ทุมวงษา (2561)

ข้อมูล ณ ปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมก่อสร้างสูงถึง 90,000 ราย (โดยประมาณ) โดยเป็นผู้ประกอบการที่จดทะเบียนเป็นนิติบุคคลในฐานข้อมูลของกรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์) แต่ทั้งนี้บางนิติบุคคลอาจจัดตั้งขึ้นมาเป็นการเฉพาะกิจ หากแบ่งประเภทผู้ประกอบการแล้วจะเป็นรายใหญ่ราว 300 รายเท่านั้น แต่กลับมีส่วนแบ่งมูลค่าตลาดถึงร้อยละ 42 ของมูลค่าตลาดรวม และส่วนมากเป็นบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ เช่น บมจ. อิตาเลียนไทย ดิเวลอปเมนต์ บมจ. ช.การช่าง บมจ. ซิโน-ไทย เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์คอนสตรัคชั่น ซึ่งสามบริษัทรวมกันมีส่วนแบ่งการตลาดสูงถึงร้อยละ 50 ของรายได้รวมในกลุ่มบริษัทก่อสร้างในตลาดหลักทรัพย์

2.1.2 สถาณการณ์อุตสาหกรรมก่อสร้างไทย

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยมีมูลค่าโดยเฉลี่ยเป็นร้อยละ 8.4 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศมาโดยตลอด (นิรัติศัย ทุมวงษา, 2561) มีการจ้างงานตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่าที่เชื่อมโยงกับหลากหลายธุรกิจ เช่น ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ธุรกิจผลิตวัสดุก่อสร้าง ธุรกิจขนส่งและโลจิสติกส์ และธุรกิจธนาคารและการเงิน เป็นต้น แต่อุตสาหกรรมก่อสร้างก็ยังคงอยู่ในภาวะเสี่ยงทั้งจากปัญหาด้านแรงงาน ปัญหาด้านเศรษฐกิจที่ซบเซา และปัญหามาตรการจากภาครัฐ ดังนั้นผู้ประกอบการณ์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยต้องศึกษาและปรับตัวตามสถานการณ์และความเสี่ยงเข้านั้นอยู่ตลอดเวลา

1) แนวโน้มอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

ถึงแม้อุตสาหกรรมก่อสร้างจะเป็นอุตสาหกรรมที่สลับซับซ้อน มีความยุ่งยากในการบริหารจัดการสูงเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่นอุตสาหกรรมการผลิต มีผู้เข้ามาเกี่ยวข้องจำนวนมากทั้งทางตรงและทางอ้อม แต่อุตสาหกรรมก่อสร้างก็นับว่าเป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำของระบบเศรษฐกิจ เช่นการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน การก่อสร้างโรงงาน การก่อสร้างที่พักอาศัย ดังนั้นอุตสาหกรรมก่อสร้างจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาและกระตุ้นการเจริญเติบโตทั้งในแบบชั่วคราวและแบบยั่งยืนอยู่ตลอดเวลา อุตสาหกรรมก่อสร้างไทยนับจากนี้จะได้รับผลบวกจากโครงการขนาดใหญ่ของภาครัฐอย่างมาก เช่นโครงการระเบียงเศรษฐกิจเศรษฐกิจภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) โครงรถไฟรางคู่ โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมสามสนามบิน เป็นต้น บางโครงการได้ผ่านการทำประชาพิจารณ์และผ่านการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environment Impact Analysis: EIA) และในบางโครงการก็กำลังดำเนินตามขั้นตอนของกฎหมายอยู่

รายงานของธนาคารกสิกรไทย (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2561) ระบุว่าในช่วงครึ่งปีหลังของ 2561 ถึงปี 2562 การก่อสร้างภาคเอกชนเพื่อการพาณิชยกรรมจะมีการปรับตัวสูงขึ้นตามแผนการลงทุนของผู้ประกอบการห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ ด้วยกลยุทธ์การเข้าถึงหัวเมืองใหญ่ในภูมิภาค เช่น อยุธยา ภูเก็ต สมุทรปราการ นอกจากนั้นห้างสรรพสินค้าท้องถิ่นก็เตรียมรับมือการเข้ามาของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ด้วยการปรับโฉม (Renovate) ครั้งสำคัญ นอกจากนั้นวิถีการใช้ชีวิตของผู้คนในหัวเมืองภูมิภาคก็ได้ปรับเปลี่ยนไปเริ่มเป็นสังคมเมืองโดยสมบูรณ์แบบมากขึ้น ดังนั้นโครงการก่อสร้างบ้านของบริษัทขนาดใหญ่ เช่น แลนด์แอนด์เฮาส์ พร็อพเพอร์ตี้เพอร์เฟค และกัสสร เริ่มเข้าไปดำเนินการในหัวเมืองเหล่านี้ ทำให้บรรยากาศของอุตสาหกรรมก่อสร้างดำเนินไปอย่างมีสีสัน

ด้วยอานิสงค์ของการปรับตัวภาคอุตสาหกรรม ทั้งอุตสาหกรรมการผลิตอุตสาหกรรมขนส่งและโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมวิจัย มีรายงานว่าพื้นที่ก่อสร้างอุตสาหกรรมก็มีการคาดการณ์ว่าจะปรับตัวเพิ่มขึ้น ด้วยตัวเลขขอรับการส่งเสริมการลงทุนเพิ่มขึ้น การเช่าพื้นที่ในนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และจากรายงานของการนิคมอุตสาหกรรมก็พบว่าถ้าโครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนได้เริ่มเข้ามาลงทุนจริงอย่างต่อเนื่องแล้ว ก็มีแนวโน้มที่จะต้องก่อสร้างนิคมอุตสาหกรรมแห่งใหม่เพื่อรองรับการลงทุนที่จะเข้ามา สิ่งนี้ก็จะส่งผลทางด้านบวกต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยโดยตรง เพราะมิใช่เป็นเพียงการก่อสร้างนิคมอุตสาหกรรมเท่านั้นแต่จะนำมาถึงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ อีก เช่นระบบไฟฟ้า ระบบประปา ถนน ที่อยู่อาศัยโดยรอบ และอาคารพาณิชยกรรมรอบโครงการ เป็นต้น

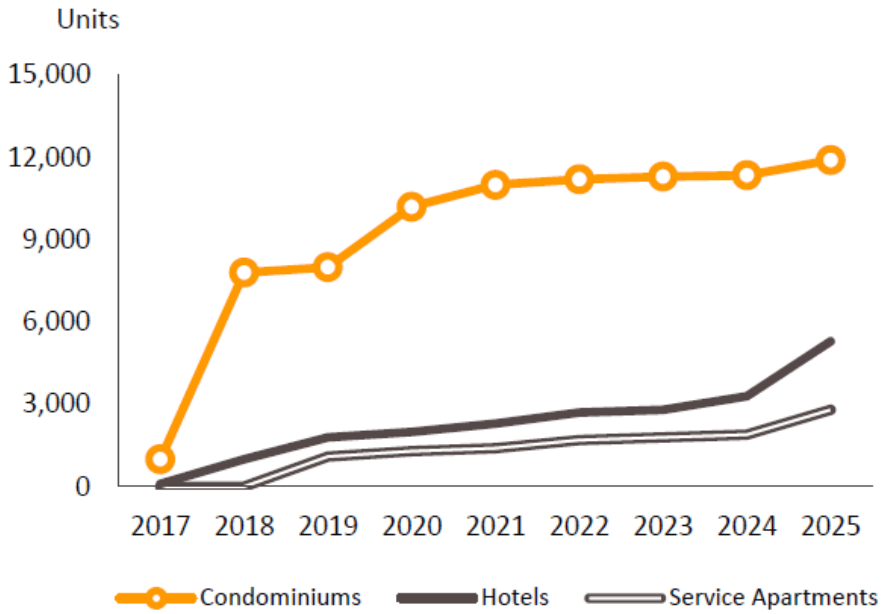
2) ลักษณะโครงการและการขยายตัว

ธนาคารกรุงศรี (นิรัติศัย ทุมวงษา, 2561) ได้เผยแพร่รายงานเกี่ยวกับธุรกิจรับเหมาก่อสร้างว่า ผู้รับเหมาก่อสร้างที่เน้นโครงการภาครัฐจะมีแนวโน้มดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะโครงการวิศวกรรโยธาขนาดใหญ่ กลุ่มผู้รับเหมาในภาคนี้จะได้แก่กลุ่มผู้รับเหมาขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่สามารถรับงานระดับ Mega projects ได้ เนื่องจากงานเหล่านี้จะเป็นงานโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ เช่น การก่อสร้างรถไฟฟ้า การก่อสร้างท่าเรือ การก่อสร้างทางหลวงระหว่างเมือง และการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานของระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก คาดการณ์ว่าในช่วงสามปีตั้งแต่ 2561 ถึง 2563 จะมีงบประมาณลงทุนรวมถึง 144.8 พันล้านบาท ทั้งหมดนี้หากเป็นไปตามแผนที่วางไว้ผู้รับเหมาที่มีต้นทุนและมีประสบการณ์งานก่อสร้างภาครัฐจะเป็นกลุ่มที่ได้เปรียบในการแข่งขัน แต่สำหรับผู้รับเหมารายย่อยและรายเล็กจะมีแรงกดดันจากภาวะการแข่งขันที่สูง โดยต้องใช้กลยุทธ์การสร้างเครือข่ายงานก่อสร้างกับผู้รับเหมารายใหญ่และชูความชำนาญเฉพาะด้านของตนเองในการรับเหมาช่วงจากรายใหญ่อีกทอดหนึ่ง รวมถึงการเข้าแข่งขันประมูลในงานโครงการที่มีลักษณะแบ่งสัญญางานก่อสร้างที่เป็นสัญญาย่อย ๆ จึงจะทำให้มีโอกาสแข่งขันได้

ส่วนงานก่อสร้างภาคเอกชนนั้นจะเติบโตตามการก่อสร้างของภาครัฐ เช่นงานก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยขนาดใหญ่พื้นที่ตามแนวรถไฟฟ้า นอกจากนี้การลงทุนภาคเอกชนก็ยังปรับตัวตามกำลังซื้อของผู้บริโภค โดยกลุ่มผู้รับเหมาขนาดใหญ่และขนาดกลางจะเน้นรับงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ เช่นคอนโดมิเนียม โรงงานอุตสาหกรรม อาคารพาณิชยกรรม โรงแรม ในขณะผู้รับเหมารายเล็กจะเน้นการก่อสร้างที่อยู่อาศัยที่รับช่วงจากผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์อีกทอดหนึ่ง ด้วยงานก่อสร้างภาคเอกชนจะต้องอาศัยแรงเหนี่ยวนำจากการลงทุนโครงการขนาดใหญ่ของภาครัฐ ดังนั้นการเติบโตของงานก่อสร้างภาคเอกชนจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป และเกิดขึ้นในพื้นที่ศักยภาพใหม่ เช่น พื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟฟ้าและตามแนวรถไฟฟ้า พื้นที่โดยรอบเขตเศรษฐกิจภาคตะวันออก เป็นต้น ลักษณะโครงการที่ภาคเอกชนมีแนวโน้มให้ความสนใจในการพัฒนาคือโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบผสมผสาน (ศุภวรรณ ฤทธิเดช, 2560) โดยมีแนวคิดในการก่อสร้างทั้งอาคารที่อยู่อาศัยและอาคารเพื่อการพาณิชย์ในโครงการเดียวกัน เนื่องจากเป็นส่วนที่ส่งเสริมซึ่งกันและการทั้งในแง่การใช้ชีวิตและการดำเนินธุรกิจ รูปที่ 4 ตัวอย่างโครงการอสังหาริมทรัพย์ในรูปแบบผสมผสาน ทั้งนี้หากโครงการมีขนาดใหญ่การอาศัยผู้รับเหมาช่วงก็เป็นกลยุทธ์หนึ่งที่เจ้าของโครงการต้องดำเนิน แต่สายสัมพันธ์และความไว้วางใจนับเป็นสิ่งสำคัญของงานภาคเอกชน ผู้รับเหมารายย่อยจึงต้องรักษาสายสัมพันธ์ด้วยการทำงานที่มีคุณภาพตามมาตรฐานในเวลาที่กำหนด และแสดงถึงความเป็นผู้ชำนาญในด้านใดด้านหนึ่งที่ตนถนัดพร้อมทั้งแสดงถึงการลงทุนทางเทคโนโลยีการก่อสร้างให้เจ้าของโครงการได้เห็น (รูปที่ 5 แสดงจำนวนโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบผสมผสานที่เกิดขึ้นแล้วและที่คาดการณ์ต่อไปในอนาคต)

รูปที่ 4 ตัวอย่างโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบผสมผสาน

ที่มา: https://www/article/article/โครงการมิกส์ยูส-Mixed-use-อสังหาฯ-แนวใหม่ที่ใคร ๆ ก็อยากลงทุน. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562.

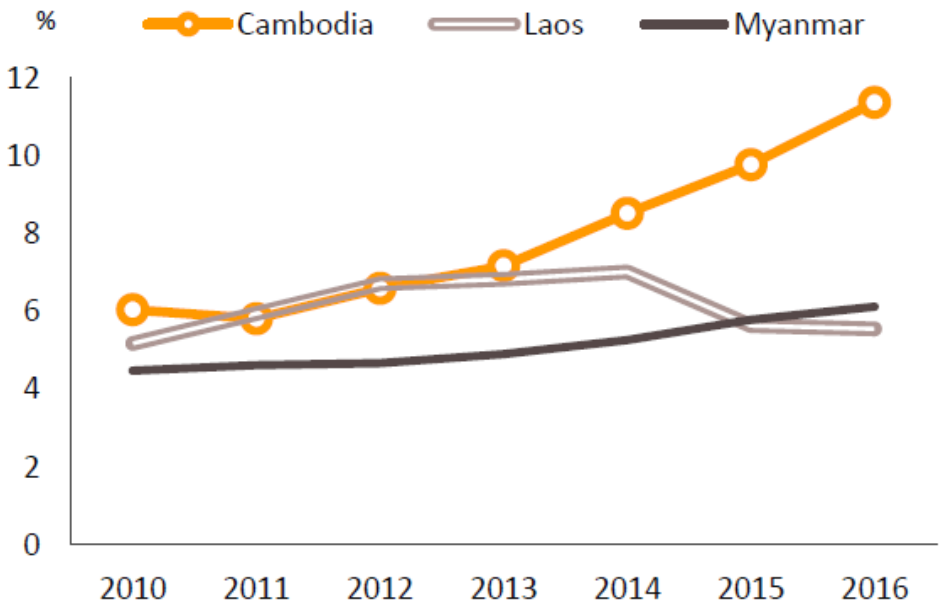


รูปที่ 5 จำนวนโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบผสมผสานและการคาดการ์ในอนาคต

ที่มา: https://www.krungsri.com/ bank/getmedia/7 f5 7 f5 b7 - 1 8 9 a-4 db0 - ac2 5 - b31d23c6741c/IO_ Construction_Contractor_2018_TH.aspx. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2562.

3) งานก่อสร้างในกลุ่มประเทศ CLM

แนวโน้มหนึ่งของอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยคือการขยายฐานลูกค้าเข้าสู่กลุ่ม CLM (Cambodia, Laos, and Myanma) โดยเฉพาะโครงการก่อสร้างพื้นฐานที่มีรัฐบาลของประเทศนั้นเป็นผู้ลงทุน ร่วมลงทุน หรือได้รับการสนับสนุนการลงทุนจากประเทศที่พัฒนาแล้ว ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมานับว่าเป็นช่วงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของประเทศเหล่านี้ ด้วยทิศทางการพัฒนาของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) และการแผ่ขยายอำนาจของสองมหาอำนาจอย่างจีนและสหรัฐอเมริกา กลุ่มประเทศเหล่านี้ได้เกิดโครงการพัฒนาขึ้นมา กมายทั้งโครงการขนาดใหญ่และขนาดกลางเพื่อให้ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นและปรับตัวรับอุตสาหกรรมการผลิตและขนส่งที่จะเกิดขึ้นในภูมิภาคอันเป็นผลมาจากเขตการค้าเสรีอาเซียนและอื่น ๆ นอกจากนี้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของกลุ่มประเทศนี้ก็เป็นแรงผลักเชิงบวกให้อุตสาห กรรมก่อสร้างพัฒนามากขึ้นและด้วยความไม่ชำนาญของผู้ประกอบการในพื้นที่และความแตกต่างทางวัฒนาธรรมที่สูงของบริษัทข้ามชาติ จึงเป็นโอกาสให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยได้ขยายฐานออกไปอย่างต่อเนื่อง รูปที่ 6 แสดงสัดส่วนของอุตสาหกรรมก่อสร้างต่อผลผลิตมวลรวมภายในประเทศของแต่ละประเทศในกลุ่ม CLM



รูปที่ 6 การลงทุนในการก่อสร้างต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของกลุ่ม CLM

ที่มา: https://www.krungsri.com/ bank/getmedia/7 f5 7 f5 b7 - 1 8 9 a-4 db0 - ac2 5 - b31d23c6741c/IO_ Construction_Contractor_2018_TH.aspx. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2562.

ทั้งนี้ได้มีการคาดการณ์ของกองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund: IMF) ว่าในช่วง 3 ปีระหว่าง 2561-2563 จะมีการขยายตัวต่อเนื่องประมาณร้อยละ 6.2-7.6 ต่อปี การพัฒนาและขยายตัวของอุตสาหกรรมก่อสร้างในกลุ่ม CLM ไม่ได้ส่งผลดีต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยเท่านั้น ยังส่งผลดีต่อผู้ผลิตวัสดุก่อสร้างในประเทศไทยอีกด้วย ทั้งนี้เพราะผู้ประกอบการอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยมีความมั่นใจในวัสดุก่อสร้างที่ผลิตในประเทศไทยมากว่าวัสดุก่อสร้างท้องถิ่น นอกจากนี้เจ้าของโครงการเองก็มีทัศนคติเชิงบวกต่อวัสดุก่อสร้างไทยมากกว่าถึงแม้จะมีราคาแพงกว่าและต้องเพิ่มเติมค่าขนส่งแต่คุณภาพ ความหลากหลายและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ก็เป็นสิ่งที่ทำให้เจ้าของโครงการพึงพอใจมากกว่า และหากจะสรุปประเด็นรายประเทศเรื่องสถานกาณ์อุตสาหกรรมก่อสร้างในกลุ่มประเทศ CLM จะสามารสรุปสั้น ๆ ได้ดังนี้

1) ประเทศกัมพูชา

คาดการณ์ว่าจะมีการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานอย่างต่อเนื่องทั้งระบบโครงข่ายถนน เส้นทางคมนาคมอื่น ๆ เช่น รางรถไฟ และอสังหาริมทรัพย์ในพื้นที่ที่มีศักยภาพ เช่น สีหนุวิลล์ อันเป็นแหล่งเศรษฐกิจ คมนาคม และการท่องเที่ยวของกัมพูชา

2) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

คาดการณ์ว่าจะมีการลงทุนโครงข่ายคมนาคมขนาดใหญ่โดยเฉพาะโครงการลงทุนระหว่างประเทศ รวมถึงโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ นอกจากนี้ผู้ประกอบการไทยยังมีโอกาสเข้าไปในงานก่อสร้างภาคเอกชนที่ขยายตัวรับการเพิ่มขึ้นของรายได้ของประชาชนลาวและการขยายตัวของชนชั้นกลางของประเทศ ในแหล่งท่องเที่ยวยังคงมีการก่อสร้างอาคารพาณิชย์ โรงแรม และรีสอร์ทอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้นักออกแบบและแรงงานฝีมือในลาวก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้โครงการก่อสร้างในลาวขยายตัวได้อย่างต่อเนื่อง

3) ประเทศเมียนม่า

รัฐบาลยังคงเป็นผู้ลงทุนในโครงการก่อสร้างรายใหญ่ของประเทศ อาจต้องมีสายสัมพันธ์ที่ดีในการประกอบธุรกิจ ในส่วนภาคเอกชนเริ่มมีสัญญาณฟื้นตัวที่ดีทั้งที่อยู่อาศัย โรงแรม อาคารพาณิชย์ แต่ความเสี่ยงจากการประกอบธุรกิจยังคงเป็นอุปสรรคที่สำคัญของผู้ประกอบการก่อสร้างของไทยที่ต้องบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.3 ปัจจัยที่ผลกระทบเชิงลบต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างไทย

ในช่วงของความผันผวนทางเศรษฐกิจและการเมืองของไทย ย่อมมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การบริหารจัดการต่อปัจจัยเหล่านี้จึงเป็นเรื่องการบริหารจัดการความเสี่ยง ซึ่งจะไม่ขอกล่าวถึงในงานวิจัยนี้ แต่ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมายที่มีผลกระทบเชิงลบต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างไทยที่สามารถจัดการได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีการก่อสร้าง รวมถึงนวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่

1) ค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำ

ค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำมีผลโดยตรงต่อต้นทุนการก่อสร้าง การปรับขึ้นทุกครั้งส่งผลกระทบถึงต้นทุนการก่อสร้างที่มีขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ที่มีความสลับซับซ้อนมากจนทำให้การวางแผนโครงการที่แม่นยำทำได้ยาก อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยได้มีการปรับตัวมาพอสมควร เนื่องจากแรงงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างมักจะเป็นแรงงานฝีมือที่มีค่าแรงสูงกว่าแรงงานขั้นต่ำอยู่แล้ว ส่วนแรงงานไร้ฝีมือมักจะทำในหน้าที่กรรมกร ซึ่งผู้ประกอบการเริ่มใช้เครื่องจักรทุ่นแรงในหน้าที่มาพอสมควร จึงมีความพยายามลดการจ้างงานไร้ฝีมือลงได้อย่างจริงจัง นอกจากนี้ผู้ประกอบการเริ่มใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูปเข้ามาแทนที่ ถึงกระนั้นผู้ประกอบการขนาดเล็กอาจหลีกเลี่ยงปัญหาได้ยาก เนื่องจากลักษณะงานก่อสร้าง มูลค่าโครงการ และอื่น ๆ ไม่เอื้ออำนวยให้จัดหาเครื่องจักรทุ่นแรงและเทคโนโลยีก่อสร้างขั้นสูง ทำให้ต้องอาศัยแรงงานเป็นสำคัญในการดำเนินธุรกิจ

2) การขาดแคลนแรงงาน

อีกปัญหาหนึ่งของการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) ของไทย คือ การขาดแคลนแรงงานโดยเฉพาะไร้ฝีมือ จึงต้องมีการนำเข้าแรงงานต่างด้าวที่ไม่มีทักษะเข้ามาทำงานทดแทน แต่อุปสรรคในการดำเนินธุรกิจก็ยังคงมีอยู่ด้วยกฎระเบียบที่เข้มงวดด้านแรงงานต่างด้าว ด้านการพิสูจน์สัญชาติ ด้านพิธีการเข้าออกของแรงงานต่างด้าว นอกจากนี้เทคโนโลยีการผลิตที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง วัสดุก่อสร้างที่มีความทันสมัยและต้องอาศัยทักษะในการติดตั้งเฉพาะ เช่น ผนังสำเร็จรูป พื้นสำเร็จรูป ทำให้แรงงานต่างด้าวที่ไม่สามารถพัฒนาฝีมือแรงงานได้ทันส่งผลต่อคุณภาพงานก่อสร้างที่ลดลง โดยเฉพาะผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมที่ต้องอาศัยแรงงานต่างด้าวเป็นหลัก

3) ราคาวัสดุก่อสร้าง

ต้นทุนหลักของผู้ประกอบการก่อสร้างหนีไม่พ้นวัสดุก่อสร้าง วัสดุก่อสร้างที่เป็นส่วนสำคัญคือเหล็กก่อสร้างและซีเมนต์ ในส่วนของเหล็กก่อสร้างนั้นจะขึ้นลงตามสภาวะอุปสงค์และอุปทาน แต่ยังมีปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่อาจเข้ามากระทบ เนื่องจากเหล็กก่อสร้างส่วนใหญ่ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ประเด็นเรื่องความผันผวนทางเศรษฐกิจของโลกก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการขึ้นลงของราคาเหล็ก รวมถึงราคาน้ำมันที่มีผลต่อระบบเศรษฐกิจมหภาพ แต่ในช่วงที่มีสงครามทางการค้าระหว่างจีนและสหรัฐอาจส่งผลดีต่อราคาเหล็ก เนื่องด้วยการกีดกันทางการค้าของสหรัฐทำให้ราคาเหล็กของจีนปรับลดลงเพราะต้องหันมาทุ่มตลาดในภูมิภาพอาเซียนมากขึ้น ในส่วนของซีเมนต์อาจมีการปรับตัวขึ้นลงตามราคาเชื้อเพลิงบ้าง แต่จะอยู่ในกรอบแคบ ๆ เนื่องจากประเทศไทยมีอุปทานในอุตสาหกรรมซีเมนต์ที่เข้มแข็งมากพอสมควร

4) การคุกคามของกลุ่มผู้ประกอบการขนาดใหญ่

ด้วยเงินทุนขนาดใหญ่ ทรัพยากรบุคคลที่มีทักษะและความสามารถในการทำงานสูง เทคโนโลยีการก่อสร้างที่มีอยู่ในมือและที่สามารถจัดหาได้ ทำให้ผู้ประกอบการขนาดใหญ่ก้าวข้ามเข้ามาเป็นคู่แข่งกับผู้ประกอบการขนาดเล็กได้ไม่ยากนัก ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น วัสดุสำเร็จรูป หุ่นยนต์ก่อสร้าง เครื่องพิมพ์สามมิติ ทำให้ความต้องการผู้ประกอบการขนาดเล็กในการรับช่วงการก่อสร้างลดน้อยลง หากมองในแง่ของการแข่งขันแล้วอาจเป็นเรื่องปกติในการแข่งขันทางธุรกิจ แต่หากเป็นเช่นนี้ห่วงโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยจะเปลี่ยนไปและลดความยั่งยืนของอุตสาหกรรมได้

5) ความเข้มงวดของกฎหมาย

กฎหมายบางฉบับมีผลให้การดำเนินธุรกิจคล่องตัวขึ้น มีความยุติธรรมในสังคมและก่อให้เกิดการอยู่ร่วมกันอย่างเป็นสุข ในทางกลับกันอาจส่งผลให้การดำเนินธุรกิจติดขัดและเกิดความล่าช้าได้ เช่น พระราชบัญญัติจัดซื้อจัดจ้างฯ พ.ศ. 2560 ฉบับใหม่ ที่มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2560 อาจส่งผลให้การก่อสร้างภาครัฐชะลอตัวลง เนื่องจากกฎหมายฉบับใหม่นี้ก่อให้เกิดกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างที่ซับซ้อน ด้วยเพราะมีความเกี่ยวข้องกับหน่วยงานภาครัฐหลายหน่วยงานมากขึ้น โดยมีการควบคุมตั้งแต่กระบวนการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ การประกวดราคา จนถึงการเบิกจ่ายค่างวดงานก่อสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้น

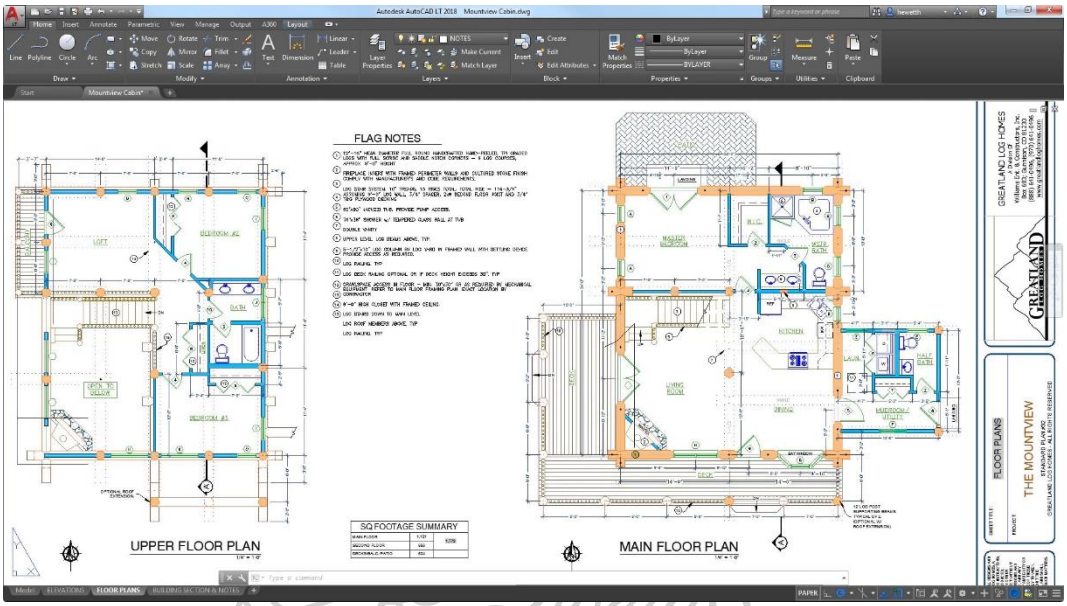
2.2 เทคโนโลยีการก่อสร้าง

ในหัวข้อนี้มิได้มีความมุ่งหวังที่จะอธิบายแต่ละเทคโนโลยีโดยละเอียด หากแต่เป็นการรวบรวมลักษณะของแต่ละเทคโนโลยี ความสามารถและความก้าวหน้าที่มีต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างสังเขป ดังนั้นผู้อ่านสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้จากรายการอ้างอิงที่ได้รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบในท้ายเล่มของงานวิจัยฉบับนี้

2.2.1 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ

คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (Computer Aided Design: CAD) นับเป็นเทคโนโลยีแรก ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในวงการก่อสร้าง ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยสร้างงานเขียนแบบ การปรับปรุงแบบ และการหาค่าเหมาะที่สุดในการออกแบบ โปรแกรมด้านการออกแบบช่วยทำให้งานออกแบบการก่อสร้างมีผลิตภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบและผู้ก่อสร้างมีประสิทธิผลมากขึ้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบยังเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรม (Computer Aided Engineering: CAE)

ปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบให้ได้เหลือใช้จากหลากหลายบริษัท ให้ได้เลือกใช้ให้เหมาะกับงาน เช่น โปรแกรม AutoCAD ของบริษัท Autodesk โปรแกรม Sketch Up ของบริษัท Trimble โปรแกรม Solid Edge ของบริษัท Siemens เป็นต้น รูปที่ 7 คือตัวอย่างหน้าจอของโปแกรม AutoCAD ที่ใช้ในการออกแบบอาคาร



รูปที่ 7 ตัวอย่างโปรแกรม AutoCAD ที่ใช้ในงานก่อสร้าง

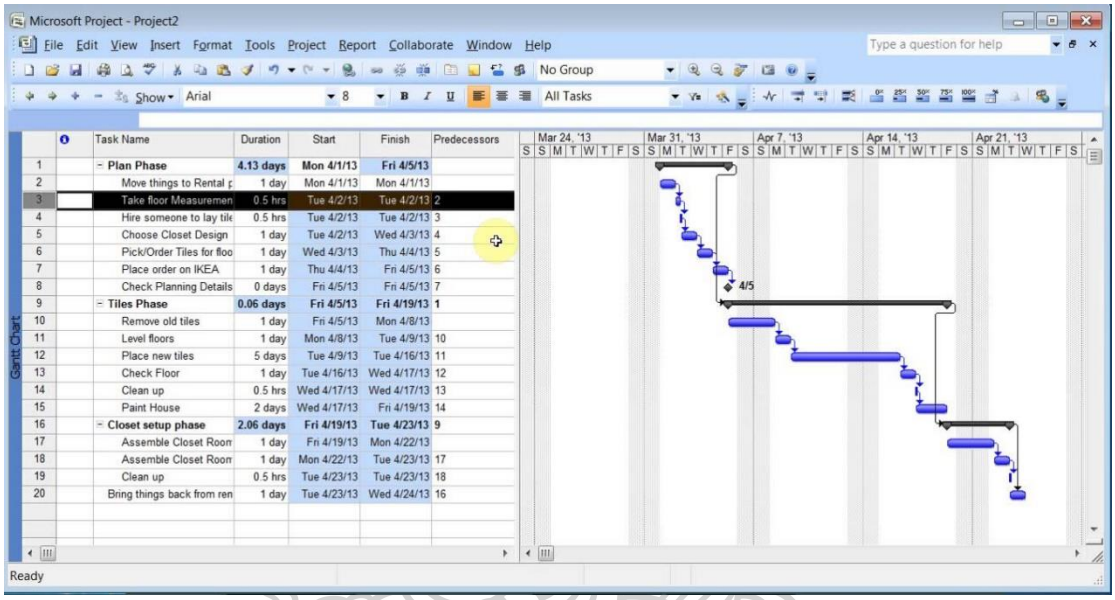
ที่มา: https://www.cadpro.co.nz/products/autodesk-software/lt-family-products/autocad-lt-for-mac/. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2562.

2.2.2 การวางแผนและจัดการโครงการ

โครงการคือกิจกรรมที่เป็นการชั่วคราวที่มีการกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของกิจกรรม ส่วนการจัดการโครงการคือวิธีปฏิบัติในการวางแผน การดำเนิน การควบคุม และการสิ้นสุดโครงการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ภายใต้ทรัพยากรและเวลาที่จำกัด โครงการก่อสร้างนับเป็นโครงการที่มีความสลับซับซ้อน มีกิจกรรมและผู้เกี่ยวข้องหลากหลายฝ่ายที่เข้ามาดำเนินการในเวลาที่แตกต่างกันร่วมกันหรือต่อเนื่องกัน

เมื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาถึงจุดหนึ่ง โปรแกรมบริหารจัดการโครงการจึงได้ถูกคิดค้นขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้บริหารโครงการก่อสร้าง ดำเนินและควบคุมโครงการได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้โปรแกรมบริหารจัดการโครงการยังสามารถนำเสนอแนวทางบริหารจัดการทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงการนำเสนอทางเลือกในการจัดตารางดำเนินการของโครงการเพื่อให้โครงการเสร็จได้เร็วกว่ากำหนด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของโปรแกรมบริหารจัดการโครงการนั้น ๆ

ในปัจจุบันโปรแกรมการบริหารจัดการโครงการมีให้ผู้บริหารโครงการก่อสร้างเลือกใช้อย่างมากมาย ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งเป็นโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมในลักษณะ Web-based และ Mobile ที่สามารถเข้าถึงได้จากที่ไหนก็ได้ที่มีโครงข่ายสื่อสาร ดังนั้นจึงมีความสะดวกต่อผู้ดูแลโครงการก่อสร้างที่จะเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ ณ สถานที่ก่อสร้างจริง



รูปที่ 8 ตัวอย่างโปรแกรม Microsoft Project ที่ใช้ในงานก่อสร้าง

ที่มา: https://www.stakeholdermap.com/project-management/10-useful-project-management-tools.html. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2562.

2.2.3 Building Information Management

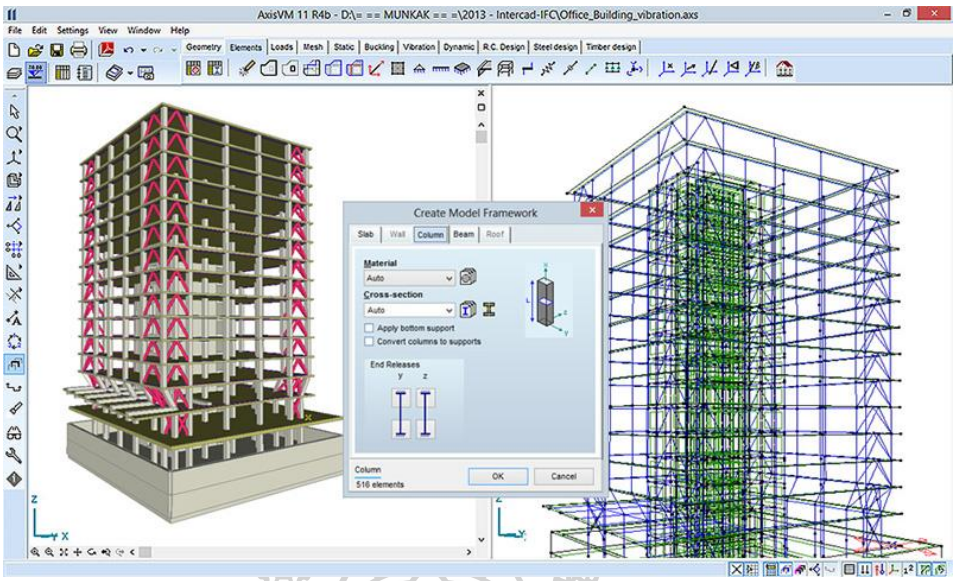
BIM ย่อมาจาก Building Information Management นับเป็นเทคโนโลยีที่เปลี่ยนกระบวนทัศน์ของอุตสาหกรรมก่อสร้างได้อย่างมีนัยสำคัญ (Hardin & McCool, 2015) ด้วยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สำหรับการก่อสร้างเริ่มตั้งแต่การออกแบบอาคารไปจนถึงการก่อสร้างด้วยการอาศัยเทคโนโลยีเสมือนจริงมาสร้างแบบจำลองเสมือนของอาคารที่แม่นยำอย่างน้อยหนึ่งแบบจำลองดิจิทัล เช่นการออกแบบ การเขียนแบบ การคำนวณโครงสร้าง การประมาณราคา การจัดซื้อ (รูปที่ 9 คือตัวอย่างของโปรแกรม AxisVM ที่มี BIM และ CAD อยู่บนแพลตฟอร์มเดียวกัน)

นอกจากนี้ BIM ยังช่วยลดช่องว่างในการทำงานของแต่ละฝ่ายที่มีการขาดการประสานงานกันที่อาจเกิดผลเสียต่อองค์กร เนื่องด้วยจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการก่อสร้าง สูญเสียงบประมาณ และระยะเวลาในการก่อสร้างที่ต้องยาวนานออกไป จากการศึกษาของ Bryde et al. (2013) ถึงผลที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ BIM ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่กว่า 35 โครงการ

ก่อสร้างในยุโรปและอเมริการเหนือพบว่า โครงการสามารถลดต้นทุนการดำเนินโครงการได้อย่างมีนัยสำคัญ ถึงแม้การลงทุนในระบบ BIM จะมีมูลค่าสูง โดยเฉพาะกับผู้ประกอบการขนาดเล็ก แต่โปรแกรมบางระบบก็มีราคาไม่ได้แตกต่างไปจากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ และบางครั้งก็มาบนแพลตฟอร์มเดียวกัน แต่สิ่งที่เป็นความท้าทายมากกว่าในการประยุกต์ใชระบบ BIM คือบุคลากรในโครงการที่ต้องมีการลงทุนฝึกอบรมอย่างเป็นระบบ โครงการโดยส่วนใหญ่จะมอบหมายให้เป็นหน้าที่ของบริษัทผู้ขายระบบ BIM แต่จากศึกษาพบว่าโครงการที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินระบบ BIM เป็นโครงการที่การฝึกอบรมระบบ BIM นำโดยผู้ประกอบการเองและบริษัทผู้ขายระบบ BIM เป็นผู้สนับสนุนเท่านั้น

ในประเทศไทยนั้น มีรายงานว่าโปรแกรม BIM สามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างได้ลงถึงร้อยละ 30 และลดปริมาณการใช้แรงงานลงได้ถึงร้อยละ 25 (ข่าวอสังหาริมทรัพย์, 2561) โดยผู้ประกอบการต้องมีการลงทุนทางเทคโนโลยีอย่างจริงจังทั้งสองด้านคือ ด้านโปรแกรม BIM และด้านการฝึกอบรมบุคคลากร ซึ่งในส่วนโปรแกรมมีต้นทุนราว 2.5 แสนบาทต่อโปรแกรม ในขณะที่ต้นทุนการฝึกอบรมอยู่ที่ 3 หมื่นบาทต่อหลักสูตร จากรายงานด้านอีไอเอพบว่า หากโครงการมีขนาดมูลค่า 100 ถึง 1,000 ล้านบาท การใช้ระบบ BIM จะช่วยประหยักค่าใช้จ่ายได้ถึง 1-1.5 เท่าของเงินที่ลงทุนลงไปในระบบ BIM

แต่ในรายงานฉบับเดียวกันได้ให้ข้อสังเกตว่า ผู้ประกอบการขนาดใหญ่เท่านั้นที่มีเงินทุนและความสามารถในการประยุกต์ใช้ BIM กับโครงการก่อสร้าง เนื่องจากต้นทุนในการใช้ระบบมิได้เกี่ยวข้องเพียงเงินลงทุนในระบบเท่านั้น แต่ยังต้องรวมไปถึงต้นทุนการฝึกอบรม ต้นทุนเวลาในการปรับเปลี่ยนระบบการจัดเก็บเอกสารจากรูปแบบเดิมมาเป็นรูปแบบดิจิตัล และต้องอาศัยผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่คุณค่าโครงการก่อสร้างให้ปรับมาใช้ระบบ BIM อย่างจริงจังอีกด้วย



รูปที่ 9 ตัวอย่างโปรแกรม AxisVM ในระบบ BIM

ที่มา: https://techsauce.co/tech-and-biz/interesting-3-construction-technologies/. เข้าถึงเมื่อ 2 พฤษภาคม 2562.

2.2.4 เทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูป

เทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูป หรือที่เรียกอย่างง่าย ๆ ว่า Prefabs Technology ย่อมาจาก Prefabricated Building Technology หมายถึง วิธีการก่อสร้างบ้านหรืออาคารโดยผลิตชิ้นส่วนแต่ละชิ้นให้สำเร็จก่อนจะนำมาประกอบกันที่หน้างาน โดยแนวคิดของเทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นจากปัญหาการขาดแคลนแรงงานฝีมือในการทำงาน การออกแบบ Prefabs ก็จะขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงการแต่ละโครงการ แต่สามารถแบ่งออกเป็นลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) Precast Technology คือการผลิตผนังและพื้นสำเร็จรูปในลักษณะการเทหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก แล้วยกมาเป็นชิ้น ๆ มาประกอบขึ้นเป็นอาคาร และใช้ผนังรับน้ำหนักแทนระบบเสาคาน

2) Ball Frame Technology คือการใช้เหล็กรูปหรือไม้เนื้อแข็งประกอบกันเป็นโครงข้อแข็ง แล้วจึงติดไม้ฝาหรือแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์เข้าไปทั้งสองฝั่งเพื่อบังซ่อนโครงคร่าว

3) Frame Wall Technology คือการประกอบเหล็กหรือไม้เนื้อแข็งประกอบกันเป็นโครงสร้างถัก (Truss) แล้วใส่แผ่นซีเมนต์เข้าไปทั้งสองฝั่งเพื่อซ่อนบังโครงคร่าวจนกลายเป็นผนัง 1 ผืน และใช้การเชื่อมต่อด้วยโลหะเมื่อนำไปหน้างานเพื่อประกอบแต่ละชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน

4) Modular Technology คือการสร้างอาคารโดยแบ่งออกเป็นโมดูลหลาย ๆ โมดูล และอาคารก็มีการตกแต่งเสร็จเกือบ 100% แล้วจึงนำแต่ละโมดูลไปประกอบกันที่หน้างาน ดังแสดงในรูปที่ 10

รูปที่ 10 เทคโนโลยี Prefabs ของบริษัท Green Diary

ที่มา: https://techsauce.co/tech-and-biz/interesting-3-construction-technologies/. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562.

มีรายงานการติดตามการใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูปทั้งในประเทศไทย สหรัฐอเมริกา ฮ่องกง และนิวซีแลนด์ พบว่าสามารถช่วยลดต้นทุนแรงงานได้ร้อยละ 5-20 ลดระยะเวลาการก่อสร้างได้ถึงร้อยละ 20 และช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างโดยรวมได้ร้อยละ 10 และในประเทศไทยเองนั้น ปัจจุบันได้เกิดบริษัทรับสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่องานก่อสร้างอยู่จำนวนมาก ผู้ประกอบการไม่จำเป็นต้องสร้างโรงงานเอง เพราะจากการศึกษาการสร้างโรงงานผลิตที่มีกำลังการผลิตรวม 3 แสนตารางเมตรต่อปี ต้องใช้เงินลงทุนสูงกว่า 1 พันล้านบาท

2.2.5 หุ่นยนต์ก่อสร้าง

ปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรมก่อสร้างทุกภูมิภาคในโลกคือ ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ทั้งแรงงานฝีมือและแรงงานไม่มีฝีมือ การใช้หุ่นยนต์ในการก่อสร้างจึงได้ถูกคิดค้นขึ้น โดยได้รับความนิยมและประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริการ ออสเตรเลีย และอังกฤษ โดยส่วนใหญ่จะเป็นหุ่นยนต์ช่วยในการก่อสร้างงานฐานรากและหุ่นยนต์เรียงอิฐ และพบว่าสามารถช่วยให้งานก่อสร้างเสร็จเร็วขึ้นถึง 10 เท่าและ 5 เท่า ตามลำดับ และช่วยลดต้นทุนแรงงานได้ถึงร้อยละ 50 และร้อยละ 30 ตามลำดับ

แต่ในประเทศไทยกลับพบว่ายังไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากการลงทุนยังไม่คุ้มค่า เพราะการลงทุนในหุ่นยนต์ก่อสร้างอาจมีต้นทุนสูงมาก โดยค่าจ้างแรงงานขึ้นต่ำต้องสูงถึงวันละ 700 บาท จึงจะถึงจุดคุ้มทุนของการใช้หุ่นยนต์ในการก่อสร้าง รูปที่ 11 แสดงเทคโนโลยีหุ่นยนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างงานฉาบปูนของบริษัท House of Bots และรูปที่ 12 คือหุ่นยนต์เรียงอิฐสำหรับปูทางเดินของบริษัท Stewart Perry

รูปที่ 11 เทคโนโลยี Construction Robotics งานฉาบปูนของบริษัท House of Bots
ที่มา: https://techsauce.co/tech-and-biz/interesting-3-construction-technologies/. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562.

รูปที่ 12 เทคโนโลยี Construction Robotics งานปูทางเดินของบริษัท Stewart Perry
ที่มา: https://www.3dnatives.com/en/3d-printed-house-companies-120220184/. เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2562.

2.3 เทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

การเข้าถึงของอุตสาหกรรมยุค 4.0 ทำให้กระบวนทัศน์ในการดำเนินธุรกิจ อุตสาหกรรม รวมถึงการดำเนินชีวิตต้องมีการปรับตัว แนวคิดกนวัตกรรมในการก่อสร้างก็เช่นเดียวกัน การปรับตัวครั้งนี้อยู่ในระดับก้าวกระโดดเพราะบางเทคโนโลยีอาจไม่ได้ถูกขับเคลื่อนเพื่อการแก้ปัญหาที่มีอยู่ แต่กลับเป็นการสร้างนวัตกรรมจากพื้นฐานเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยให้คิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมา ในงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงนวัตกรรมการก่อสร้างที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้าง 4 เทคโนโลยีด้วยกันคือ เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง และเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีการอธิบายอย่างคร่าว ๆ ดังต่อไปนี้

2.3.1 เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ

การพิมพ์ 3 มิติในงานก่อสร้าง หมายถึงเทคโนโลยีที่หลากหลายที่มีเครื่องพิมพ์ 3 มิติเป็นแกนกลางเพื่อการก่อสร้างอาคารและส่วนประกอบของอาคารและสิ่งก่อสร้าง ในชื่ออื่น ๆ ที่เทียบเคียงได้ของเทคโนโลยีนี้คือ Automonmous Robotic Construction System (ARCS) และ Large Scale Additive Manufacturing (LSAM)

เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติต้องอาศัยวิธีการอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบเพื่อให้การทำงานในการก่อสร้างสิ่งใหญ่ ๆ เช่น เทคโนโลยีงานฉีด (คอนกรีต ขี้ผึ้ง โฟม และโพลีเมอร์) เทคโนโลยีผง (โพลีเมอร์ รีแอ๊กทีฟบอนด์ และซินเตอริ่ง) และงานเชื่อม เป็นต้น รูปที่ 13 คือเทคโนโลยีงานฉีดคอนกรีตของ Apis Cor

รูปที่ 13 ตัวอย่างเครื่องพิมพ์ 3 มิติในงานก่อสร้างของ Apis Cor

ที่มา: https://www.3dnatives.com/en/3d-printed-house-companies-120220184/. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562.

2.3.2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

การนำเสนอแบบก่อสร้างรวมถึงการคำนวณงบประมาณในการก่อสร้างนับเป็นงานที่ต้องละเอียดอ่อนและแม่นยำ ต้องเกี่ยวข้องกับผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย สถาปนิก วิศวกร เจ้าของโครงการ และลูกค้า ดังนั้นการนำเสนอด้วยนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ลดความผิดพลาดในการสื่อสารจึงเป็นเรื่องสำคัญในการดำเนินโครงการก่อสร้างทุกชนิด ปัจจุบันเริ่มมีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality Technology: VR Technology) เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างมากขึ้น

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน คือสภาพแวดล้อมที่ระบบคอมพิวเตอร์เป็นผู้จำลองขึ้นที่ผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับระบบได้ในสภาพแวดล้อมจริง ดังนั้นเมื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างแล้ว นอกจากจะทำให้ผู้ใช้มองเห็นสภาพแวดล้อมของงานก่อสร้างทั้งหมดก่อนที่จะลงมือก่อสร้างจริง ผู้ใช้ยังสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบและสังเกตเห็นผลกระทบที่มีต่อสิ่งก่อสร้างก่อนตัดสินใจอนุมัติการก่อสร้างจริงได้อีกด้วย (Sharifi, 2018) นอกจากนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนยังสามารถผนวกกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเพิ่มเติม (Augmented Reality: AR) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าไปอยู่ในสถานที่จริงที่จะมีการก่อสร้างหรือกำลังก่อสร้าง และมองเห็นสิ่งแวดล้อมทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการก่อสร้างเสร็จแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 14

รูปที่ 14 ตัวอย่างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในงานก่อสร้าง

ที่มา: https://vrroom.buzz/vr-news/business/6-companies-changing-construction-vr. เข้าถึงเมื่อ 7 พฤษภาคม 2562.

Campbell (2017) ได้ให้ความเห็นของข้อได้เปรียบเมื่อมีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างไว้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน/ความเป็นจริงเพิ่มเติม (VR/AR) ช่วยให้เจ้าของโครงการประหยัดเงินด้วยเหตุผล 6 ประการดังนี้

1) ลดการทำงานซ้ำ: มีรายงานจากนิตยสาร AEC ซึ่งเป็นนิตยสารทางด้านวิศวกรรมงานก่อสร้างที่มีชื่อเสียงว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนช่วยให้งานก่อสร้างประหยัดเงินได้หลายล้านดอลล่าร์สหรัฐต่อโครงการในงานก่อสร้างที่ผิดพลาดจนต้องมีการรื้องานและก่อสร้างใหม่ ดังตัวอย่างโครงการหนึ่งที่มีการหล่อเสามาจากทั้งสองฝั่งของอาคารเพื่อมาต่อเชื่อมกัน แต่ทีมควบคุมงานก่อสร้างได้ใช้ VR/AR พร้อมกับผู้บริหารโครงการเข้าไปดูพบว่าแนวงานหล่อไม่ตรงกัน อาจทำให้โครงสร้างไม่สามารถเชื่อมกันได้เมื่อเสร็จงาน จึงสั่งการให้ปรับแนวขึ้นมาใหม่และผู้ควบคุมงานได้ใช้ VR/AR เพื่อปรับแนวงานอย่างใกล้ชิด จะเห็นได้ว่าหากไม่มีการตรวจพบด้วย VR/AR ก่อนการก่อสร้างเสร็จจะเกิดความเสียหายต่อโครงการอย่างมาก

2) เพิ่มความปลอดภัยในงานก่อสร้าง: ด้วยการเพิ่มเติมเทคโนโลยี GPS ภายในอาคารที่กำลังก่อสร้าง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถผนวกเข้าทำให้มองเห็นการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารเสมือนได้ตามเวลาจริง เหล่านี้จะทำให้ผู้ควบคุมงานก่อสร้างให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยแก่คนงานและผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในหน้างานจริง นอกจากนี้ผู้ควบคุมงานยังสามารถประเมินความเสี่ยงจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนและออกแผนปฏิบัติการเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุก่อนที่จะมีการลงมือก่อสร้างจริง

3) ลดต้นทุนแรงงาน: ด้วยพื้นฐานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เจ้าของโครงการสามารถพัฒนาโครงการให้เป็น Smart Construction ที่ลดความต้องการแรงงานฝีมือในงานที่ต้องใช้ทักษะสูง เช่น เทคโนโลยี Skycatch Drone บินขึ้นเหนืองานก่อสร้างและสร้างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนและความเป็นจริงเพิ่มเติม พร้อมทั้งคำนวณพื้นที่และปริมาตรหน้าดินที่ต้องมีการขุดออกหรือถมเพิ่มเติมภายในเวลาไม่กี่นาที ซึ่งเดิมแล้วต้องใช้วิศวกรชำนาญงานทางด้านนี้ในการคำนวณอยู่หลายชั่วโมง เป็นต้น

4) งานก่อสร้างเสร็จตามกำหนดเวลา: รายงานจากนิตยสาร AEC ระบุว่าสาเหตุหนึ่งที่โครงการก่อสร้างมักไม่ประสบความสำเร็จในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเพราะแผนงานกิจกรรมก่อสร้างมักจะเชื่อมต่อกันค่อนข้างแน่นและไม่ยืดหยุ่น ดังนั้นเมื่อมีกิจกรรมเล็ก ๆ กิจกรรมหนึ่งล่าช้าหรือไม่สามารถรักษาเวลาไว้ได้ อาจเกิดการล่าช้าขนานใหญ่ต่อโครงการโดยรวมได้ แต่ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนและความเป็นจริงเพิ่มเติม ผู้ควบคุมงานสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของงานก่อสร้างได้ตามเวลาจริงทันทีที่ใช้หน้ากากส่องเข้าไป ดังนั้นแม้แต่กิจกรรมเล็ก ๆ ที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ให้ความสำคัญหรือไม่ใส่ใจในการควบคุมให้เสร็จตามกำหนดเวลา ก็สามารถมองเห็นได้โดยผู้ใช้เทคโนโลยีนี้

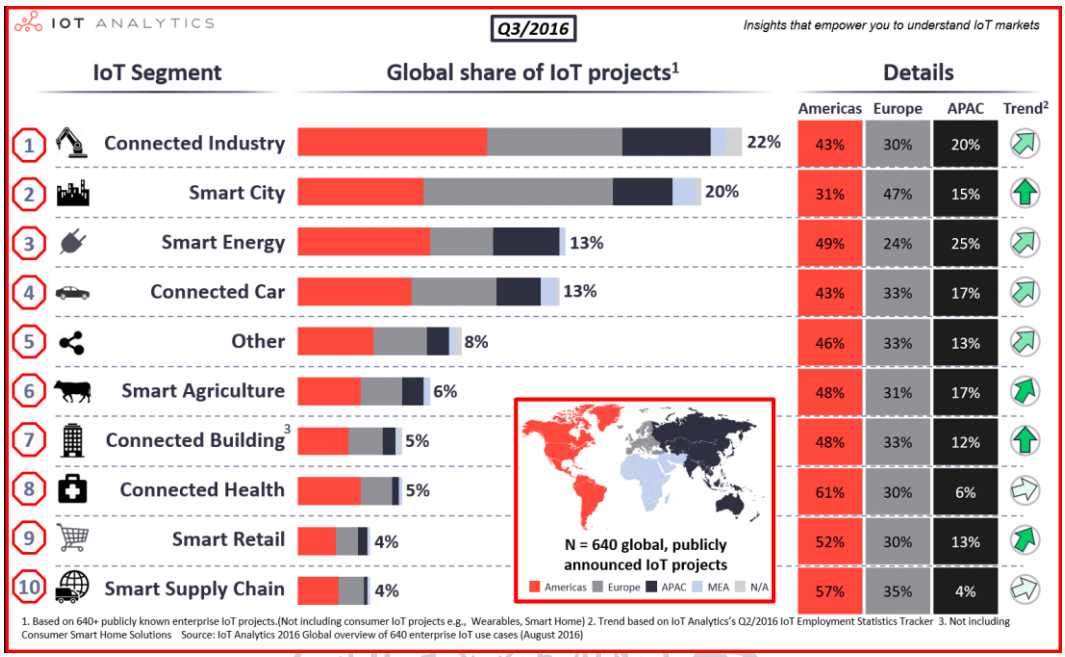
5) แก้ปัญหาหน้างานได้อย่างรวดเร็ว: แม้โครงการก่อสร้างจะได้มีการวางแผนมาเป็นอย่างดี มีระบบการควบคุมงานอย่างรัดกุม ก็ไม่ได้หมายความว่าจะไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น และโดยส่วนใหญ่จะรู้ก็ต่อเมื่อความผิดพลาดได้เกิดขึ้นแล้ว เพราะบางงานต้องมีการรวบรวมข้อมูลและคำนวณที่อาจต้องใช้เวลานานนับสัปดาห์จึงจะทราบความผิดพลาดนั้น ๆ แต่ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนการตรวจพบปัญหาและการนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาในงานก่อสร้างจะเสร็จในหน่วยนาทีเท่านั้น และถ้าผนวกกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แล้วการนำเสนอแนวทางแก้ปัญหางานก่อสร้างจะยิ่งรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6) เพิ่มคุณภาพงานก่อสร้าง: ด้วยการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนทำให้การตัดสินใจในโครงการก่อสร้างสามารถทำได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้แนวคิดการแก้ไขปัญหาก็ยังสามารถทบทวนและตรวจสอบโดยฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้โดยง่าย เพราะสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปแบบเสมือนจริงสามมิติทั้งในสำนักงานหรือหน้างานก่อสร้างจริง และเหล่านี้ส่งผลดีถึงคุณภาพงานก่อสร้างที่ตรงความต้องการของเจ้าของโครงการได้ดียิ่งขึ้น

2.3.3 อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) คือเครือข่ายที่มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ที่มีอยู่ในอุปกรณ์แต่ละตัว (Wienerberger India, 2017) มีการคาดการณ์กันว่าเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งจะมูลค่าสูงถึง 267 พันล้านดอลล่าร์สหรัฐ ในปี ค.ศ. 2020 และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตจะเพิ่มขึ้นสามเท่า เป็น 10 พันล้านเครื่อง ในปี ค.ศ. 2020 เช่นเดียวกัน และผู้ที่จะประยุกต์ใช้งานอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งจะนำโดยภาครัฐนั่นเอง รูปที่ 15 แสดงสัดส่วนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจในไตรมาสที่สามของปี ค.ศ. 2016 ซึ่งนำโดยอุตสาหกรรมการผลิตที่ครองส่วนสัดส่วนถึงร้อยละ 22 ในสัดส่วนนี้สหรัฐอเมริการมีการนำมาใช้มากที่สุดถึงร้อยละ 43 รองลงมาเป็นกลุ่มประเทศยุโรปที่ร้อยละ 30

สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นคาดการณ์กันว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพทุกสิ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโฉมหน้าการดำเนินธุรกิจในอุตสาหกรรมก่อสร้าง จากโครงสร้างพื้นฐานด้านการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต การสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักรจะสามารถเกิดขึ้นได้ และเป็นการสื่อสารในลักษณะเวลาจริง (Real Time) มากขึ้น เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งจะนำนวัตกรรมใหม่ ๆ ในงานก่อสร้างให้เกิดขึ้นได้ กระบวนการก่อสร้างจะเปลี่ยนไปด้วยความสามารถที่เพิ่มขึ้นในบริหารจัดการทรัพย์สิน การบริหารจัดการพลังงาน การบริหารจัดการเครื่องจักรกลหนัก และการบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์



รูปที่ 15 สัดส่วนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจ
ที่มา: http://gosmartbricks.com/how-is-iot-impacting-the-construction-industry/. เข้าถึงเมื่อ 3 พฤษภาคม 2562.

หากจะวิเคราะห์ถึงแนวทางและโอกาสในการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างแล้วสามารถจำแนกได้ดังนี้

1) การใช้อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการติดตามและควบคุมงานก่อสร้าง: การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตเข้ากับทรัพยากรในการก่อสร้างทำให้ผู้ควบคุมงานก่อสร้างสามารถติดตามการใช้งานทรัพยากรในการก่อสร้างได้ดีขึ้น แม่นยำมากขึ้น และตามเวลาจริงมากขึ้นโดยที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างไม่จำเป็นต้องอยู่หน้างานแต่อย่างใด

2) การใช้อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับงานซ่อมบำรุง: ด้วยเซ็นเซอร์ที่ที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายอินเตอร์เน็ตและสถานะของของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานก่อสร้าง ทำให้สามารถตรวจจับความผิดปกติของเครื่องจักรและประเมินความต้องการในการซ่อมบำรุงได้อย่างเป็นเวลาจริง การซ่อมบำรุงก่อนที่เครื่องจักจะเสียหาก (Breakdown) จะส่งผลให้การจัดการงานก่อสร้างทำได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) การใช้อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับอาคารสีเขียว: รายงานการวิจัยได้แสดงให้เห็นถึงอุตสาหกรรมก่อสร้างที่เป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดขยะสูงถึงร้อยละ 40 ในสหรัฐอเมริกา การใช้อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งทำให้ผู้ประกอบการปรับเปลี่ยนการออกแบบ การดำเนินการก่อสร้างเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4) การใช้อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการรักษาความปลอดภัย: อุตสาหกรรมก่อสร้างมีการรายงานการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานเป็นอันดับต้น ๆ ในอุตสาหกรรมทั้งหมด ดังนั้นการติดตามการทำงานที่ไม่เป็นไปตามวิธีการที่ปลอดภัยจึงเป็นสิ่งสำคัญ การใช้อุปกรณ์ป้องกันภัย การใช้งานเครื่องมือให้ตรงกับงาน สามารถตรวจสอบด้วยเทคโนโลยี RFID (Radio-Frequency Identification) และเชื่อมต่อกับโครงข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อการติดตามอย่างเป็นเวลาจริงมากขึ้น

5) การใช้อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการบริหารจัดการพลังงาน: การตรวจติดตามการใช้พลังงานของหน้างานก่อสร้าง สามารถทำได้ง่ายดายมากยิ่งขึ้น การปรับเปลี่ยนแสงให้เหมาะสมกับหน้างานในแต่ละชั่วโมงการทำงานทำได้อย่างเป็นอัตโนมัติ การส่งกลับข้อมูลของการใช้เชื้อเพลิงที่มีความสอดคล้องกับชั่วโมงการทำงานที่ใช้เครื่องจักรนั้นจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การเดินเครื่องจักรและหยุดเครื่องจักรจะถูกนำข้อมูลมาประมวลผลให้เกิดผลิตภาพมากขึ้น

ทั้งหมดนี้เป็นเพียงบางตัวอย่างของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับอุตสาหกรรมก่อสร้าง ด้วยโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีฐานที่มี ผู้ประกอบการยังมีโอกาสในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับองค์กรของตนเองได้อีกมากมาย

2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่

ในความเป็นจริงแล้วโครงการก่อสร้างก่อให้เกิดข้อมูลจำนวนมากแต่ข้อมูลเหล่านั้นไม่ได้มีโครงสร้าง การจัดเก็บ และการวิเคราะห์ที่ดีพอ จึงทำให้ไม่สามารถสร้างประโยชน์จากข้อมูลเหล่านี้ได้ ข้อมูลที่มีการจัดเก็บในหน้างานก่อสร้างมักอยู่ในรูปแบบฟอร์มบันทึกที่เป็นกระดาษ มีเพื่อไว้ใช้ตรวจสอบเมื่อเกิดปัญหาของโครงการนั้น ๆ เท่านั้น เมื่อสิ้นสุดโครงการข้อมูลเหล่านี้ก็จะมีการจัดเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่งจากนั้นก็จะมีการทำลายทิ้ง ต่อเมื่อองค์ความรู้ด้านข้อมูลขนาดใหญ่และการทำเหมืองข้อมูลเกิดขึ้นจากวิทยาการทางด้านคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต องค์ความรู้เหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างและเกิดประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมก่อาสร้างได้เช่นเดียวกัน (Jones, 2018)

ในโครงการก่อสร้างที่มีความสลับซับซ้อน ตัวเลขและข้อมูลถือเป็นสิ่งสำคัญ ถึงแม้อุตสาหกรรมก่อสร้างจะยังล้าหลังอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่นอุตสาหกรรมผลิต อุตสาหกรรมค้าปลีก หรืออุตสาหกรรมการบริการ แต่อุตสาหกรรมก่อสร้างก็กำลังได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่นมีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ผ่านระบบคลาวด์และเป็นแบบเวลาจริง (Realtime) ซึ่งข้อมูลจำนวนมากดังกล่าวอาจแสดงถึงความสัมพันธ์แบบใหม่ระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น สถาปนิกต่องการออกแบบอาคารในจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ วิศวกรต้องการให้โครงสร้างมีความปลอดภัยและแข็งแรงทนทาน เจ้าของโครงการต้องการต้นทุนที่ต่ำที่สุดและก่อสร้างได้รวดเร็วมาที่สุด เป็นต้น นอกจากนั้นด้วยเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปโครงการก่อสร้างสามารถจัดเก็บข้อมูลได้มากกว่าเดิมจากสมาร์ทโฟน โดรน เซ็นเซอร์ที่หน้างานก่อสร้าง เทเลเมติกส์ ระบบจีพีเอส จากเครื่องจักร และเครื่องมือสื่อสารอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามยังคงเป็นความท้าทายของนักนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่กับอุตสาหกรรมก่อสร้างทั้งในเรื่องต้นทุนของเทคโนโลยี ความปลอดภัยของข้อมูล และความเชื่อถือได้ของข้อมูล เหนืออื่นใดคือความคุ้มค่าเมื่อมีการนำเทคโนโลยีนี้เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้าง

2.4 ผลิตภาพของอุตสาหกรรมก่อสร้าง

งานก่อสร้างจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรที่หลากหลาย แต่โดยทั่วไปแล้วประกอบไปด้วยทรัพยกรพื้นฐานที่เรียกว่า 4Ms คือ กำลังคน (Manpower) วัสดุ (Material) เครื่องมือ-เครื่องจักร (Machine) เงิน (Money) การจัดการทรัพยากรทั้งสี่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้โครงการก่อสร้างสำเร็จลงได้ด้วยเทคนิค วิธีการ และเทคโนโลยีที่มี (สาลักษณ์ เชื้อสุวรรณ์, 2553) แต่ทั้งนี้ทรัพยากรแรงงานถือเป็นทรัพยากรที่สำคัญในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เพราะนอกจากจำนวนแรงงานที่จำเป็นแล้ว ทักษะและประสบการณ์ของแรงงานนับว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน

ในด้านแรงงานผลิตภาพแรงงานเป็นตัวชี้วัดที่จะทำให้ทราบได้ว่าโครงการที่กำลังดำเนินอยู่ให้ผลตอบแทนที่เหมาะสมหรือไม่ โดยหากจะวัดประสิทธิภาพแรงงาน จะสามารถวัดได้ด้วยผลิตภาพแรงงานและดัชนีชี้วัดศักยภาพแรงงาน

2.4.1 ผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity)

ผลิตภาพแรงงาน (Productivity) หมายถึงจำนวนผลงานทำได้จากการทำงานของแรงงานต่อจำนวนชั่วโมงทำงานที่ใช้ (ทิพวรรณ บุณย์เพิ่ม, 2550) ซึ่งอาจเขียนความหมายของผลิตภาพเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ผลิตภาพแรงงาน} = \frac{\text{จำนวนผลงานที่ทำได้}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานที่ใช้}}$$

เช่นแรงงานในการปูกระเบื้องอาจวัดเป็นตารางเมตรต่อชั่วโมงการทำงานของคนงานหนึ่ง ๆ นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีของผลิตภาพแรงงานที่แตกต่างออกไป กล่าวคือ ผลิตภาพแรงงานคืออัตราส่วนมูลค่าเพิ่มแรงงานต่อชั่วโมงการทำงาน

$$\text{ผลิตภาพแรงงาน} = \frac{\text{มูลค่าเพิ่มของแรงงาน}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานที่ใช้}}$$

โดย มูลค่าเพิ่มของแรงงาน = ยอดขาย – ต้นทุนทั้งหมด (ไม่รวมค่าตอบแทนแรงงาน)

ทั้งนี้การประเมินผลิตภาพแรงงานจำเป็นต้องมีการศึกษาเวลามาตรฐาน (Standard Time) เพื่อวัดประสิทธิภาพของแรงงาน (Labor Efficiency) ดังแสดงได้ด้วยสมการด้านล่างนี้

$$\text{ประสิทธิภาพแรงงาน} = \frac{\text{ผลิตผลที่เกิดขึ้นจริงต่อหน่วยเวลา}}{\text{ผลิตผลตามมาตรฐานต่อหน่วยเวลา}}$$

2.4.2 ดัชนีศักยภาพแรงงาน (Labor Efficiency Index)

การเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดกับองค์กรอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมเดียวกันนับเป็นวิธีการหนึ่งในการประเมินคู่แข่งขันในอุตสาหกรรม ตัวชี้วัดที่สำคัญตัวหนึ่งคือ มูลค่าเพิ่มจากแรงงานหรือส่วนแบ่งแรงงานของมูลค่าเพิ่มซึ่งแสดงด้วยความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ส่วนแบ่งแรงงานทางมูลค่าเพิ่ม} = \frac{\text{ต้นทุนแรงงาน}}{\text{มูลค่าเพิ่ม}}$$

หรือ

$$\text{ส่วนแบ่งแรงงานทางมูลค่าเพิ่ม} = \frac{\text{ต้นทุนแรงงานต่อหัว}}{\text{ผลิตภาพแรงงาน}}$$

โดย

$$\text{ต้นทุนแรงงานต่อหัว (ค่าจ้าง)} = \text{ส่วนแบ่งแรงงานทางมูลค่าเพิ่ม} \times \text{ผลิตภาพแรงงาน}$$

จากสมการข้าบนแสดงให้เห็นว่าหากส่วนแบ่งแรงงานทางมูลค่าเพิ่มลดลง หมายถึงโครงการก่อสร้างนั้น ๆ มีความสามารถในการแข่งขันสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะมีการเพิ่มมูลค่าเพิ่ม หรือมีการเพิ่มผลิตภาพแรงงานนั่นเอง

2.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภาพแรงงาน

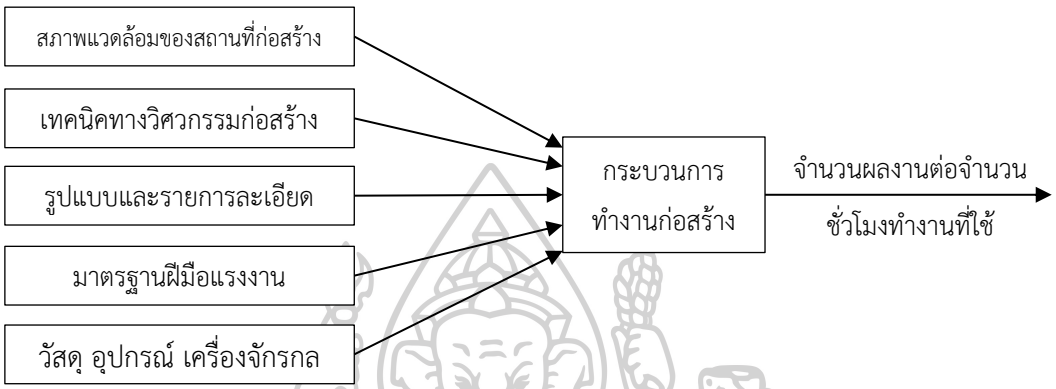
การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของผลิตภาพแรงงานย่อมเกิดขึ้นมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือหลายสาเหตุรวมกัน ทั้งนี้ Olomolaiye et al. (1987) ได้แบ่งกลุ่มปัจจัยออกเป็นสองกลุ่มอย่างง่าย คือปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน

1) ปัจจัยภายนอก (External Factors) คือปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้ดำเนินโครงการก่อสร้าง ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้ ธรรมชาติของธุรกิจก่อสร้าง ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการกร่อสร้าง สภาพแวดล้อมของโครงการก่อสร้าง

2) ปัจจัยภายใน (Internal Factors) คือปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิตจากภายในโครงการก่อสร้างเอง ประกอบไปด้วย การบริหารจัดการ เทคโนโลยี แรงงาน สหภาพแรงงาน

2.4.4 แนวทางการเพิ่มผลิตภาพในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

โครงการก่อสร้างจำเป็นต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มผลิตภาพแรงงานเป็นสำคัญ แต่ก็ต้องไม่ลืมที่จะเพิ่มผลิตภาพด้านอื่น ๆ ไปพร้อม ๆ กันด้วย เพราะโครงการก่อสร้างนั้นประกอบไปด้วยทรัพยากรและกระบวนการที่หลากหลายและซับซ้อนดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 กระบวนการทำงานก่อสร้าง
ที่มา: ทิพวรรณ (2550)

จากรูปที่ 16 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วยสภาพแวดล้อมของสถานที่ก่อสร้าง เทคนิคทางวิศวกรรมก่อสร้าง รูปแบบและรายการละเอียดของงานก่อสร้าง มาตรฐานฝีมือแรงงานที่มี และวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักรกล เคยมีการศึกษากันว่า 8 ชั่วโมงทำงานของแรงงานที่อยู่ในอุตสาหกรรมก่อสร้างนี้ 40%-60% เป็นเวลาที่ใช้ไปกับกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดผลงาน (Non-productive time) ซึ่งถือเป็นอัตราที่สูงมากเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมการผลิต เวลาเหล่านี้ได้แก่ การรอคอยการสั่งงาน การรอคอยวัสดุ การทำงานซ้ำ การแก้ไขงานที่ไม่ได้มาตรฐาน การเคลื่อนย้ายวัสดุ การหาอุปกรณ์ เป็นต้น

ทิพวรรณ บุณย์เพิ่ม (2550) ได้ให้คำแนะนำในการเพิ่มผลิตภาพแรงงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างไว้อย่างน่าสนใจ โดยได้แสดงลำดับของการปรับปรุงออกมาเป็น 10 ขั้นตอนดังนี้

1) ให้มีการวางแผนล่วงหน้าก่อนดำเนินการ
2) ใช้หลักการจัดการทรัพยากรมนุษย์
3) วางกลยุทธ์ด้านแผนงาน
4) จัดการวัสดุก่อสร้างอย่างรัดกุมและมีประสิทธิภาพ
5) เน้นการควบคุมต้นทุนและจัดการความเสี่ยง
6) ใช้หลักการจัดการคุณภาพทั่งทั้งองค์กร (Total Quality Management)

7) เน้นความปลอดภัยในการทำงานเป็นหลัก
8) ปรับปรุงผลิตภาพของเครื่องจักรด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่
9) จัดระบบการสื่อสารและการบันทึกข้อมูลให้เป็นเวลาจริงและใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านั้น
10) นำไปสู่ผลงานคุณภาพและความภาคภูมิใจในผลงาน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาศิ งามกมลรัตน์ และคณะ (2559) ได้ทำศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้นวัตกรรมด้านการก่อสร้างของไทยไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรทั้งที่นวัตกรรมการก่อสร้างได้มีการพัฒนาขึ้นในประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ประกอบการที่มีนวัตกรรมการก่อสร้างเผยแพร่ในตลาด โดยมีกรอบคำถาม 5 ด้าน ประกอบไปด้วย ด้านตลาด ด้านงบประมาณและการประชาสัมพันธ์ ด้านผู้ใช้งาน ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านบริการหลังการขาย ถึงแม้งานวิจัยครั้งนี้จะใช้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่มากเพียง 5 บริษัท แต่เป็นบริษัทที่ประสบความสำเร็จในการสร้างและเผยแพร่นวัตกรรมในการก่อสร้างของไทย ผลการวิจัยบ่งชี้ว่าปัจจัยด้านราคาของนวัตกรรมใหม่ ๆ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินใจใช้หรือไม่ใช้นวัตกรรมนั้น ๆ รองลงมาคือความเข้าใจในผลกระทบด้านบวกของนวัตกรรมใหม่จึงไม่มีความเชื่อมั่นในการใช้นวัตกรรม โดยเฉพาะผลตอบแทนที่สามารถคำนวณในเชิงปริมาณอย่างชัดเจน สุดท้ายเป็นเรื่องของการประชาสัมพันธ์ที่ต้องมีทั้งในเชิงเป็นการทั่วไปและเชิงลึกเพื่อเผยแพร่นวัตกรรมการก่อสร้างโดยตรงต่อผู้ใช้

ธานิน คำทิพย์ และ ชีวินทร์ ลิ้มศิริ (2559) ได้นำเสนอเทคโนโลยีการวางแผนการก่อสร้างเพื่อลดข้อบกพร่องของการวางแผนโครงการก่อสร้างด้วยเทคนิคสายงานวิกฤติซึ่งมีอยู่หลายประการ เช่น เมื่อมีการล่าช้าทำให้เส้นทางวิกฤติเปลี่ยนไปและการปรับเปลี่ยนนี้เทคนิคสายงานวิกฤติไม่ได้มีการคำนวณไว้ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ในรูปแบบ Start-to-Start (SS) หรือ Finish-to-Finish (FF) ขึ้นอยู่กับเวลาของแต่ละกิจกรรม ดังนั้นในทางปฏิบัติแล้วอาจเป็นไปได้ยาก การวางแผนทรัพยากรที่สอดคล้องกับเทคนิคสายงานวิกฤตินั้นเมื่อมีการเลื่อนกิจกรรมจะมีผลกระทบอย่างมากเนื่องจากห้วงเวลาของทรัพยากรเป็นข้อจำกัดที่ขยับได้ไม่ง่ายนัก ผู้วิจัยจึงนำเสนอการวางแผนกิจกรรมการก่อสร้างด้วยวิธีการทางเมตฮิวริสติกส์ซึ่งในงานวิจัยนี้คือวิธีการทางพันธุกรรมที่ดำเนินการบนโปรแกรมพื้นฐาน Micorsoft Excel และผู้วิจัยได้ทดสอบการวางแผนด้วยวิธีที่นำเสนอเทียบกับวิธีสายงานวิกฤติบนกิจกรรมการก่อสร้างที่มีจำนวน 10 กิจกรรม พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถลดต้นทุนการก่อสร้างได้ร้อยละ 15.9

อรรตพล วงศ์สุขศรี (2558) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการประยุกต์ใช้ระบบการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจขององค์กรโดยรวม (Enterprise Resource Planning: ERP) ในอุตสาหกรรมก่อสร้างว่าส่งผลการประสิทธิภาพในการดำเนินโครงการก่อสร้างได้อย่างไรบ้าง ถึงแม้ระบบ ERP จะเป็นเพียงส่วนหนึ่งในห่วงโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมการก่อสร้างเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมการผลิต แต่ระบบ ERP ก็เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายและมีกระบวนทัศน์ในการประยุกต์ใช้ที่ชัดเจน การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจโดยสอบถามความคิดเห็นพนักงานของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมก่อสร้างจำนวน 5 บริษัท โดยมีผู้ตอบแบบสอบถาม 320 คน โดยแบบสอบถามสามารถแบ่งออกได้สองส่วนหลักคือ ส่วนปัจจัยความพร้อมในการประยุกต์ใช้ระบบ และส่วนประสิทธิภาพการดำเนินเมื่อมีระบบ ERP ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลได้ใช้หลักการทางสถิติที่หลากหลาย เช่น Independent Samples t-test, One-way ANOVA, Multiple Linear Regression เป็นต้น ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ประสบการณ์ในงาน อายุ และระดับการศึกษามีนัยสำคัญต่อมุมมองด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในโครงการก่อสร้างที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังส่งผลถึงความพร้อมของบุคคลากรในการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในโครงการก่อสร้าง รวมถึงความพร้อมด้านข้อมูลที่ต้องจัดหาให้กับระบบ และความพร้อมด้านเครือข่าย และจากการวิเคราะห์การถดถอยสามารถทำนายได้ว่าการประยุกต์ใช้ระบบ ERP ส่งผลดีต่อระยะเวลาในการดำเนินโครงการก่อสร้าง รองลงมาคือคุณภาพของงานก่อสร้าง

ธวัชชัย สีมาโลฤทธิ์ และ นพรัตน์ สวัสดิ์สกล (2558) ได้สร้างเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจด้านการคำนวณปริมาณการใช้เหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อยในโครงการก่อสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนเหล็กนับว่าเป็นต้นทุนหลักของโครงการก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หากราคาเหล็กก่อสร้างสูงขึ้นก็ทำให้ต้นทุนการก่อสร้างสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการคำนวณปริมาณการใช้เหล็กก่อสร้างที่แม่นยำนับว่ามีความสำคัญต่อการวางแผนการก่อสร้างอย่างมาก การศึกษาครั้งนี้ยังได้นำแนวคิดแบบลีนมาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจเพื่อให้เศษเหลือของเหล็กจากการก่อสร้างน้อยที่สุด โปรแกรมที่คิดค้นขึ้นได้ถูกนำไปทดลองใช้งานกับโครงการก่อสร้างกรณีศึกษา และได้ทำการสอบถามความคิดเห็นต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการดังกล่าวจำนวน 10 ราย พบว่าโปรแกรมสามารถประหยัดเวลาในการวางแผนงานได้อย่างมาก นอกจากนี้ยังช่วยให้การตัดสินใจตัดเหล็กเป็นไปอย่างรวดเร็ว ประหยัดทั้งเวลาและวัสดุก่อสร้าง ลดการสูญเสียเหล็กเส้น เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน อย่างไรก็ตามรายงานการศึกษานี้มิได้กล่าวถึงในรายละเอียดของโปรแกรมว่ามีขั้นตอนวิธีการอย่างไรและอาศัยหลักการคำนวณอย่างไร และไม่ได้มีการเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณอื่น ๆ ที่มีอยู่ว่าเมื่อเทียบกันแล้วมีประสิทธิภาพในการคำนวณอย่างไรบ้าง

ดวงสมร มะโนวรรณ และคณะ (2562) ได้สนใจศึกษาการเพิ่มผลิตภาพของแรงงานของไทยโดยเฉพาะในภาคบริการ เพราะมีรายงานในปี พ.ศ. 2557 ว่าภาคบริการของไทยมีมูลค่าสูงถึงร้อยละ 52 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมที่แท้จริง (Real GDP) และแนวทางที่จะหลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง (Middle-Income Trap) นั้นต้องพัฒนาผลิตภาพแรงงานภาคบริการอย่างยิ่งยวด เพราะหากศึกษาสถานะการณ์จากประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และสิงค์โปร์ จะมีมูลค่าของภาคบริการสูงถึงร้อยละ 70-80 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมที่แท้จริง ในงานวิจัยนี้ได้รวมอุตสาหกรรมก่อสร้างและอสังหาริมทรัพย์ให้อยู่ในกลุ่มภาคบริการด้วย โดยใช้ชื่อว่า กลุ่มด้านไฟฟ้า ประปา ก่อสร้าง และอสังหาริมทรัพย์ การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยเชิงปริมาณเป็นการคำนวณตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (Input-Output Table) ที่เผยแพร่โดยสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2553 นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลรายงานการสำรวจภาวการณ์ทำงานของประชากร (Labor Force Survey) ปี พ.ศ. 2553 เพื่อคำนวณหาส่วนกลับของสัมประสิทธิ์การใช้แรงงาน (Inverse of Labor Coefficient: 1/LC) จากนั้นจึงคำนวณสัมประสิทธิ์การใช้แรงงาน (Labor Coefficient: LC) ของแต่ละสาขาการบริการ ส่วนการวิจัยเชิงคุณภาพได้ใช้การสัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูงและระดับกลางที่มีอายุงานไม่ต่ำกว่า 10 ปีในสายงานนั้น ๆ ของผู้ประกอบการ ผลการวิจัยพบว่าผลิตภาพแรงงานภาคบริการของไทยมีดัชนีอยู่ที่ 6.75 เป็นรองจากภาคการผลิต ซึ่งอยู่ที่ 17.18 ส่วนภาคการเกษตรนั้นต่ำสุด โดยอยู่ที่ 5.75 หากวิเคราะห์แยกรายกลุ่มของภาคบริการพบว่าอุตสาหกรรมก่อสร้างมีผลิตภาพแรงงานสูงที่สุด โดยมีดัชนีอยู่ที่ 13.54 รองลงมาเป็นอสังหาริมทรัพย์ โดยอยู่ที่ 11.81 ส่วนผลิตภาพแรงงานภาคบริการที่ต่ำที่สุดคืองานราชการ รองลงมาคืองานด้านการศึกษา โดยอยู่ที่ 1.34 และ 1.71 ตามลำดับ งานวิจัยนี้ได้แนะนำให้มีการฝึกอบรมเพิ่มเติมแก่บุคคลากรภาคบริการ การผลิตบุคลลากรให้ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการภาคบริการ แต่มิได้มีการกล่าวถึงการปรับกระบวนทัศน์ในการดำเนินธุรกิจภาคบริการโดยเฉพาะนวัตกรรมสมัยใหม่และเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดด

ปิยวุฒิ แดนวงดร และ พลวัชร พรหมดวง (2559) ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Sketch Up ในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) โดยมีข้อดีคือสามารถเข้าถึงแบบจำลองได้ในรูปแบบสามมิติ และสามารถจำลองภาพเสมือนจริงก่อนการลงมือสร้าง ทำให้สามารถลดข้อผิดพลาดในการออกแบบและการก่อสร้างได้เพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบและผู้ก่อสร้างได้เป็นอย่างดี โดยงานวิจัยนี้ได้มีการสำรวจความคิดเห็นของการประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาการก่อสร้างบ้านพักอาคาร 2 ชั้น ที่มีผลเกี่ยวข้องตั้งแต่สถาปนิก วิศวกรผู้ออกแบบโครงสร้าง โฟร์แมนคุมงานก่อสร้าง และผู้รับเหมางานก่อสร้าง โดยมีผู้เกี่ยวข้องที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 48 คน ผลการสำรวจความคิดเห็นพบว่างการประยุกต์ใช้โปรแกรมมีความเหมาะสมระดับดีมากในการออกแบบงานโครงสร้าง โดยเฉพาะการจำลองภาพสามมิติก่อนการลงมือก่อสร้างจริง

ผู้ตอบแบบสอบถามมากกว่าร้อยละ 85 พึงพอใจและเห็นด้วยว่าโปแกรม Sketch Up ช่วยลดความผิดพลาดในการสื่อสารได้เป็นอย่างดี การถอดแบบให้ผลได้อย่างแม่นยำตรงตามแบบทำให้การคำนวณสามารถทำได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น ในส่วนของตัวโปรแกรมนั้นมากกว่าร้อยละ 80 เห็นว่ามีการใช้สีและระบุส่วนประกอบขนาดเล็กได้ชัดเจน รายละเอียดต่าง ๆ สามารถอ่านได้ง่ายและทำความเข้าใจได้งาน ระยะการวางเหล็กแสดงได้อย่างละเอียดช่วยให้การปฏิบัติงานก่อสร้างเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Tulenheimo (2015) ได้ทำการศึกษากรณีศึกษาการประยุกต์ใช้ BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศฟินแลนด์ เพื่อทราบถึงอุปสรรคและปัญหาของการใช้งาน BIM ในการจัดการงานก่อสร้าง ทั้งนี้เพราะโครงการก่อสร้างนั้นมักจะมีความสลับซับซ้อนในแง่ของการบริหารโครงการและข้อมูลของการทำเนินโครงการ มีผู้เข้ามามีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่าย เช่น ลูกค้า บริษัทก่อสร้าง บริษัทที่ปรึกษางานก่อสร้าง บริษัทเงินทุน ชุมชนที่อยู่รอบโครงการก่อสร้าง เป็นต้น การศึกษาเป็นลักษณะของการสำรวจเอกสาร โดยผลการศึกษาพบว่าอุปสรรคในการใช้งานระบบ BIM ที่สามารถทำให้โครงการก่อสร้างถึงขั้นหยุดชะงักมีทั้งหมด 23 ประเด็น โดยสามารถจัดกลุ่มออกมาได้ 4 กลุ่มด้วยกัน คือ 1) กลุ่มความต้องการของลูกค้าและกลยุทธ์ของบริษัทก่อสร้าง 2) กลุ่มความสามารถในการแข่งขันด้านเทคโนโลยีของบริษัทก่อสร้าง 3) กลุ่มมุมมองจากสังคมและชุมชนในการใช้เทคโนโลยีก่อสร้างสมัยใหม่ และ 4) กลุ่มบทบาทของผู้สนับสนุนและหน่วยสนับสนุน ทั้งหมดนี้จะเป็นการบ่งชี้ปัญหาและอุปสรรคเพื่อการพัฒนาระบบ BIM ต่อไปในอนาคตเพื่อให้ BIM ก้าวสู่อีกมิติหนึ่งที่เรียกว่า iBIM (Integrated Building Information Management) ที่รวบรวม

Dallasega et al. (2018) ได้ทำการสำรวจวรรณกรรมความเชื่อมโยงของอุตสาหกรรมยุค 4.0 กับห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมก่อสร้างโดยใช้แนวคิดของ Proximity ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยคำนึงถึงคุณลักษณะ (Atrributes) ที่หลากหลาย การสำรวจวรรณกรรมได้ใช้ฐานข้อมูล Sciences Indext (SI), Science Direct, Association for Computing Machinery (ACM), PsycINFO, SocINDEX, Infotrac, Institute of Electrical and Electronices (IEEE), ProQuest, Emerald เป็นต้น และได้ทบทวนงานวิจัยจำนวน 178 ฉบับ จากฐานข้อมูลที่กล่าวมาโดยสนใจงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 6 กลุ่มในงานก่อสร้างคือ 1) Electronic supply chain management 2) Cloud computing 3) Digitization 4) Tracking and location 5) Building information modeling 6) 3D printing ผลการศึกษาพบว่าอุตสาหกรรมยุค 4.0 ได้มีผลต่อวงการอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างกว้างขวางทั้งในด้านเทคโนโลยี องค์กร ภูมิศาสตร์ และการรับรู้ของสังคม อุตสาหกรรมก่อสร้างต้องมีการปรับตัวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เพื่อให้อุตสาหกรรมทั้งระบบมีความยั่งยืนในกระแสการปรับเปลี่ยนของเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดนี้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยครั้งนี้ใช้การดำเนินงานวิจัยเชิงสำรวจเป็นหลัก โดยประชากรจะเป็นกลุ่มบริษัทก่อสร้างที่เป็นสมาชิกของสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และใช้สมการของทาโร่ ยามาเน่ ในการคำนวณหาจำนวนสิ่งตัวอย่าง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้การสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายในการเก็บข้อมูล ดังได้แสดงรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็น การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ซึ่งใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ในการเก็บข้อมูล ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นบริษัทที่เป็นสมาชิกของสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ดังแสดงรายละเอียดในหนังสือรายงานของสมาคมประจำปี พ.ศ. 2558 จำนวนทั้งสิ้น 580 บริษัท โดยเป็นกลุ่มงานอาคารที่อยู่อาศัย งานอาคารสูง งานอาคารโรงงานอุตสาหกรรม งานเขื่อนและชลประทาน งานสะพานและทางยกระดับ งานทางและถนน งานระบบ (ไฟฟ้า เครื่องกล ปรับอากาศ สุขาภิบาล) งานประปาและบำบัดน้ำเสีย งานที่ปรึกษา และงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป

3.2 ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

จากจำนวนประชากรทั้งสิ้น 580 บริษัท สามารถคำนวณหาขนาดสิ่งตัวอย่างได้จากสมการของทาโร่ ยามาเน่ ดังสมการที่ 3.1

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \tag{3.1}$$

เมื่อ n คือจำนวนสิ่งตัวอย่าง N คือขนาดของประชากร และ e คือค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ยอมรับได้

จากการคำนวณพบว่าจำนวนสิ่งตัวอย่างที่จำเป็นสำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ยอมรับได้ ยอมรับได้ 0.10 จำนวนสิ่งตัวอย่างเท่ากับ 86 บริษัท

3.3 วิธีการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็น การวิจัยเชิงสำรวจ โดยการสร้างแบบสอบถามขึ้นมาจากการรวบรวมแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงแนวโน้มของเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย โดยแบบสอบถามจะเป็นแบบผสมมีทั้งปลายปิดและปลายเปิดเพื่อค้นหาข้อมูลและผลกระทบในแต่ละกลุ่มของเทคโนโลยี

แบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ในการสัมภาษณ์กับกลุ่มผู้ประกอบการได้นั้นต้องทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยใช้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในการวิจัยเชิงสำรวจ งานบริหารการก่อสร้าง และในอุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นอย่างดี สำหรับการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกทดสอบ 2 วิธีด้วยกัน กล่าวคือ

3.3.1 ทดสอบค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Validation)

เป็นค่าดัชนีที่ใช้บ่งบอกถึงความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และจุดประสงค์ของรายหัวข้อ โดยผู้ประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหา คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทองแท่ง ทองลิ่ม และ นายมงคล กากแก้ว ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในด้านการวิจัยเชิงสำรวจ งานบริหารการก่อสร้าง และในอุตสาหกรรมก่อสร้าง จากนั้นนำค่าจากการประเมินคะแนนดังกล่าวคำนวณและวัดผลดังสมการ

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

กำหนดการแปลงผลของค่าดัชนีความสอดคล้อง

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.50 ถึง 1.00	แบบสอบถามมีความเที่ยงตรงและใช้งานได้
ข้อคำถามที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.50	แบบสอบถามยังต้องปรับปรุง ไม่สามารถใช้ได้

เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ

1	คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
0	คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่
-1	คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

ตารางที่ 3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

ส่วนที่	ข้อคำถามที่	ผลพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			คะแนนรวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1	1	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	2	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	3	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	4	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	5	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	6	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2	1	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	2	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	3	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	4	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	5	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	6	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	7	1	0	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
	8	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	9	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	10	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
3	1	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	2	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	3	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	4	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	5	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	6	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	7	0	1	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
	8	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	9	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	10	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	11	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	12	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	13	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้

ตารางที่ 3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย (ต่อ)

ส่วนที่	ข้อคำถามที่	ผลพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			คะแนนรวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
3	14	1	1	0	2	0.67	นำไปใช้ได้
	15	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	16	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	17	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	18	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	19	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
4	1	1	0	1	2	0.67	นำไปใช้ได้
	2	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	3	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
	4	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้
5	1	1	1	1	3	1.00	นำไปใช้ได้

เมื่อพิจารณาตารางที่ 3.1 พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินคะแนนค่าเฉลี่ยของข้อแบบสอบถามรายข้อทั้งสิ้น 40 ข้อ ซึ่งผลประเมินพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม (IOC) มีค่าเกิน 0.50 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามนี้มีความเหมาะสมเชิงเนื้อหาและใช้งานได้

3.3.2 ทอสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

เมื่อทำการปรับปรุงแบบสอบถาม จากข้อแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 3 ท่าน แล้วจึงนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ประกอบไปด้วยงานอาคารสูง งานอาคารโรงงานอุตสาหกรรม งานเขื่อนและชลประทาน งานสะพานและทางยกระดับ งานทางและถนน งานระบบ (ไฟฟ้า เครื่องกล ปรับอากาศ สุขาภิบาล) งานประปาและบำบัดน้ำเสีย งานที่ปรึกษา และงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป จำนวน 20 แห่ง เพื่อทดสอบความเชื่อมั่นในแบบสอบถาม และ ตรวจสอบว่าคำถามสามารถสื่อความหมายตรงตามความต้องการ หรือมีความเหมาะสมหรือไม่ โดยการใช้เทคนิคของครอนบัค (Cronbach’s reliability coefficient alpha) ดังสมการ (3.6) ซึ่งหากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) มีค่ามากกว่า 0.6 ถือได้ว่าแบบสอบถามฉบับนี้มีความน่าเชื่อถือ

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\Sigma {S_i}^2}{{S_t}^2}\right)$$

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์แอลฟา

K คือ จำนวนข้อคำถาม

$\Sigma {S_i}^2$ คือ ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

${S_t}^2$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ซึ่งค่าที่ได้สามารถประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาได้มีการพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค ดังนี้

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α)	**การแปลความหมายระดับความเที่ยง**
≥ .9	ดีมาก
≥ .8	ดี
≥ .7	พอใช้
≥ .6	ค่อนข้างพอใช้
≥ .5	ต่ำ
≤ .5	ไม่สามารถใช้ได้

ที่มา: http://it.nation.ac.th/studentresearch/files/56011310543.pdf

ตารางที่ 5 ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแบบสอบถามด้านความคิดเห็นสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับเทคโนโลยีก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

ตัวแปร	**Cronbach's Alpha**
ข้อ 1	0.912
ข้อ 2	0.953
ข้อ 3	0.875
ข้อ 4	0.792
ข้อ 5	0.832
ข้อ 6	0.955

ตารางที่ 5 ค่าความเชื่อมั่นของตัวแปรแบบสอบถามด้านความคิดเห็นสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับเทคโนโลยีก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย (ต่อ)

ตัวแปร	Cronbach's Alpha
ข้อ 7	0.913
ข้อ 8	0.941
ข้อ 9	0.817
ข้อ 10	0.905
ข้อ 11	0.759
ข้อ 12	0.874
ข้อ 13	0.905
ข้อ 14	0.922
ข้อ 15	0.917
ข้อ 16	0.789
ข้อ 17	0.825
ข้อ 18	0.833
ข้อ 19	0.911
ทั้งฉบับ	0.823

จากตารางที่ 5 แสดงถึงค่าความเชื่อมั่นในแบบสอบถามด้านความคิดเห็นสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับเทคโนโลยีก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ Cronbach ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าที่อยู่ในระดับยอมรับได้ทุกค่าตัวแปร แสดงว่าแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยมีความน่าเชื่อถือสามารถนำมาใช้ในการวิจัยได้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้สถิติสำหรับการวิจัยทั้งในเชิงพรรณนาและเชิงอนุมาน โดยสถิติเชิงพรรณนามีเพื่อแสดงภาพรวมของข้อมูล ตัวแทนของข้อมูล และการกระจายของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยแบบสอบถามที่มีทั้งหมด 4 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้างของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับผลกระทบของเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย ทั้งนี้ในสามส่วนแรกจะเป็นแบบคำถามปลายปิด และในส่วนที่สี่จะเป็นแบบคำถามปลายเปิด รายละเอียดของแบบสอบถามเป็นดังนี้

ส่วนที่ 1 ประกอบไปด้วยคำถามปลายปิด 6 ข้อ ที่เกี่ยวกับเพศ อายุ การศึกษา อายุงาน ตำแหน่งงาน และความเชี่ยวชาญของผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของความคิดเห็นในส่วนถัด ๆ ไป การวิเคราะห์จะใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อให้เห็นข้อมูลร้อยละของส่วนต่าง ๆ

ส่วนที่ 2 ประกอบไปด้วยคำถามปลายปิด 9 ข้อ ทั้งในแบบตัวเลือกและเติมตัวเลขข้อมูลเป็นข้อมูลของบริษัทที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ทั้งความถนัดของงานก่อสร้าง ประเภทกิจการ ขนาดของกิจการ สัดส่วนลูกค้า การเพิ่มขึ้น/ลดลงของรายได้ ประมาณการรายได้ การลงทุนในเทคโนโลยีการก่อสร้าง เทคโนโลยีการก่อสร้างที่มีอยู่ในปัจจุบัน และสถานะของแรงงานฝีมือ ในส่วนนี้จะใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาค่าร้อยละของข้อมูลรวมถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในบางคำถาม

ส่วนที่ 3 ประกอบไปด้วยแบบ Likert Scale 5 ระดับ เพื่อถามถึงความคิดเห็นในด้านสถานการณ์และแนวนโยบายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างของบริษัท ผลกระทบของการใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ ผลิตภาพที่สูงขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ และแนวนโยบายในการนำเทคโนโลยีขั้นสูง (ป่วนและก้าวกระโดด) มาใช้ในการก่อสร้าง ทั้งนี้จะให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

มากที่สุด	5	คะแนน
มาก	4	คะแนน
ปานกลาง	3	คะแนน
น้อย	2	คะแนน
น้อยที่สุด	1	คะแนน

โดยการแปลความหมายต้องผ่านการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การแปรผันของกลุ่มตัวอย่าง และจะอภิปรายผลจากระดับการวัดของข้อมูลประเภทอันตรภาคชั้น (Interval Scale) และการวิจัยนี้ได้คำนวณความกว้างของอันตรภาคชั้นตามสูตรการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5-1}{5} = 0.8$$

จาการคำนวณข้างต้นสามารถสรุปเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	**แปลผล**
4.21 – 5.00	มากที่สุด
3.41 – 4.20	มาก
2.61 – 3.40	ปานกลาง
1.81 – 2.60	น้อย
1.00 – 1.80	น้อยที่สุด

ส่วนสถิติเชิงอนุมานมีเพื่อทดสอบสมมติฐานเพื่อตอบข้อสงสัยที่เกี่ยวข้องกับประชากร โดยอาศัยข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Minitab ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ผลการวิเคราะห์แสดงในบทที่ 4

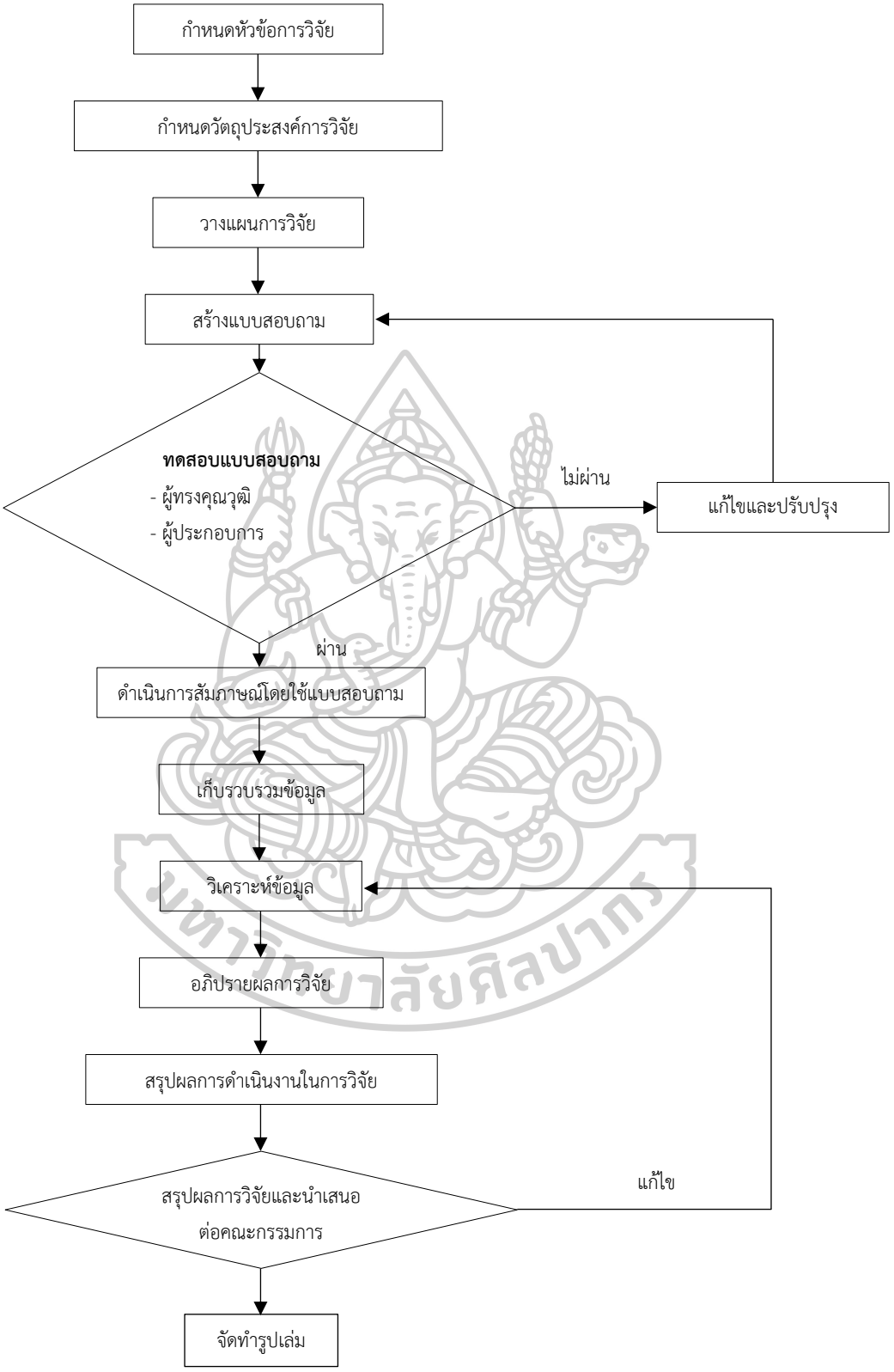
ส่วนที่ 4 ประกอบไปด้วยคำถาม 4 ข้อ เป็นแบบคำถามปลายเปิดที่ถามถึงปัจจัยและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้าง โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดด

ส่วนที่ 5 ประกอบด้วยคำถาม 1 ข้อ เป็นคำถามปลายเปิดที่ถามถึงข้อเสนอแนะที่อาจมีถึงผู้เกี่ยวข้องต่อการจัดการเทคโนโลยีในระดับนโยบาย

3.5 แผนผังขั้นตอนการทำวิจัย

ขั้นตอนในการทำวิจัยครั้งนี้แสดงได้ดังรูปที่ 17

มหาวิทยาลัยศิลปากร



รูปที่ 17 แผนผังการทำวิจัย

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยโดยใช้ออกแบบสอบถามที่มีทั้งส่วนที่สอบถามข้อเท็จจริงและความคิดเห็นที่มีต่อการก่อสร้างของไทย ซึ่งได้รับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์และผ่านระบบเอกสารจากจำนวนประชากรทั้งสิ้น 580 บริษัท โดยแจกแบบสอบถามออกไป 86 บริษัท และได้ข้อมูลตอบกลับจำนวน 63 บริษัท คิดเป็นอัตราการตอบกลับ 73.3% ซึ่งสามารถคำนวณระดับความเชื่อมั่นตามวิธีการของ Taro Yamane ได้ 88.1% ซึ่งเป็นระดับที่ยอมรับได้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

การวิจัยในครั้งนี้เป็น การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ซึ่งใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ในการเก็บข้อมูล ซึ่งประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นบริษัทที่เป็นสมาชิกของสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ดังแสดงรายละเอียดในหนังสือรายงานของสมาคมประจำปี พ.ศ. 2558 จำนวนทั้งสิ้น 580 บริษัท โดยเป็นกลุ่มงานอาคารที่อยู่อาศัย งานอาคารสูง งานอาคารโรงงานอุตสาหกรรม งานเขื่อนและชลประทาน งานสะพานและทางยกระดับ งานทางและถนน งานระบบ (ไฟฟ้า เครื่องกล ปรับอากาศ สุขาภิบาล) งานประปาและบำบัดน้ำเสีย งานที่ปรึกษาและงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป

4.1.1 เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเป็นเพศชาย แสดงถึงสัดส่วนของเพศที่อยู่ในอุตสาหกรรมก่อสร้างว่าโดยส่วนใหญ่ทั้งในระดับกลางและระดับสูงมักจะเป็นเพศชาย (พิจารณาประกอบกับคำถามข้อที่ 5) แต่แบบสอบถามนี้ไม่ได้ส่งไปถึงระดับปฏิบัติการงานก่อสร้าง จึงไม่สามารถสรุปภาพรวมของเพศในอุตสาหกรรมก่อสร้างได้ทั้งหมด ตารางที่ 6 แสดงสัดส่วนของเพศของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 6 เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (ท่าน)	ร้อยละ
ชาย	63	100.00
หญิง	0	0.00
รวม	63	100.00

4.1.2 ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

เนื่องจากการวิจัยเชิงสำรวจครั้งเป็นการสำรวจในเชิงนโยบาย ผู้ตอบแบบสำรวจโดยส่วนใหญ่จึงอยู่ในช่วงอายุ 46-55 ปี โดยคิดเป็นร้อยละ 36.51 รองลงมาคือช่วงอายุ 36-45 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.75 ลำดับที่สามคือช่วงอายุ 56-62 ปี คิดเป็นร้อยละ 23.80 เหตุที่ต้องมีการประเมินข้อมูลช่วงอายุเป็นประเด็นสำคัญเนื่องจากเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ โดยเฉพาะที่จัดอยู่ในกลุ่มเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดนั้นอาจมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงอายุ โดยเฉพาะการตัดสินใจลงทุนและเลือกใช้เทคโนโลยี ตารางที่ 7 แสดงสัดส่วนแต่ละช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 7 ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (ท่าน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 25 ปี	0	0.00
26-35 ปี	3	4.76
36-45 ปี	20	31.75
46-55 ปี	23	36.51
56-65 ปี	15	23.80
มากกว่า 66 ปีขึ้นไป	2	3.18
รวม	63	100.00

4.1.3 วุฒิการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการวิจัยเชิงสำรวจครั้งนี้มุ่งประเด็นไปในเชิงนโยบายด้านการจัดการเทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ผู้ตอบแบบสอบถามหรือผู้ได้รับมอบหมายให้ตอบแบบสอบถามจึงเป็นพนักงานในระดับกลางขึ้นไป จึงมีข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 84.12 และรองลงมาคือระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 15.88 ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 วุฒิการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

วุฒิการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (ท่าน)	ร้อยละ
ประถามศึกษา	0	0.00
มัธยมศึกษาตอนต้น	0	0.00
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	0	0.00
อนุปริญญา/ปวส.	0	0.00
ปริญญาตรี	53	84.12
ปริญญาโท	10	15.88
ปริญญาเอก	0	0.00
รวม	63	100.00

4.1.4 อายุงานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการประเมินความน่าเชื่อถือของผลการสำรวจในครั้งนี้ คือ ประสบการณ์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของผู้ตอบแบบสอบถาม จากผลการสำรวจพบว่ากลุ่มที่ตอบแบบสอบถามกลับมามากที่สุดเป็นกลุ่มที่มีอายุงานมากกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 63.50 รองลงมาเป็นกลุ่มที่มีอายุงาน 16-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 15.84 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลจากแบบสอบถามที่จะนำไปวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือพอสมควร เนื่องจากได้รับความคิดเห็นจากผู้ที่มีประสบการณ์ในงานก่อสร้างเกือบร้อยละ 80 อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ต้องคำนึงคือการวิจัยครั้งนี้เป็นการสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่โดยเฉพาะเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดด ทำให้ผู้มีประสบการณ์ในงานอาจไม่มีความเข้าใจมากนักในเทคโนโลยีสมัยใหม่และแนวคิดในการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ตารางที่ 9 แสดงสัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามอายุงาน

ตารางที่ 9 อายุงานของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุงานของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (ท่าน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 5 ปี	0	0.00
ระหว่าง 5-10 ปี	6	9.52
ระหว่าง 11-15 ปี	7	11.11
ระหว่าง 16-20 ปี	10	15.87
มากกว่า 20 ปี	40	63.50
รวม	63	100.00

4.1.5 ตำแหน่งงานของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากผลการสำรวจพบว่าระดับผู้จัดการ คิดเป็นร้อยละ 30.15 รองลงมาคือระดับกรรมการผู้จัดการ คิดเป็นร้อยละ 23.81 ในลำดับที่สามคือระดับผู้จัดการทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 20.63 ทั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสนใจในการตอบแบบสอบถามของผู้ประกอบการ

ตารางที่ 10 ตำแหน่งงานปัจจุบันของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุงานของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (ท่าน)	ร้อยละ
ประธานกรรมการ	4	6.35
กรรมการผู้จัดการ	15	23.81
ผู้จัดการทั่วไป	13	20.63
ผู้จัดการ	19	30.15
หัวหน้างาน	5	7.94
วิศวกร	7	11.12
โฟร์แมนควบคุมงาน	0	0
รวม	63	100.00

4.1.6 หน้าที่รับผิดชอบของผู้ตอบแบบสอบถาม

สามลำดับแรกของความเชี่ยวชาญและหน้าที่รับผิดชอบของผู้ตอบแบบสอบถามคือ ลำดับที่หนึ่งด้านบริหารจัดการองค์กร คิดเป็นร้อยละ 23.81 ซึ่งสอดคล้องตำแหน่งกรรมการผู้จัดการที่ต้องบริหารจัดการทุกอย่างในองค์กร รองลงมาคือด้านออกแบบ คิดเป็นร้อยละ 19.05 และลำดับที่สามคือด้านทรัพยากรมนุษย์ คิดเป็นร้อยละ 17.46 ทั้งนี้หากพิจารณาถึงการบริหารงานด้านทรัพยากรมนุษย์โดยอุตสาหกรรมอื่น ๆ แล้ว อาจไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมนั้น ๆ แต่เนื่องจากเทคโนโลยีการก่อสร้างโดยส่วนใหญ่จะมีผลโดยตรงต่อผลิตภาพแรงงาน ความปลอดภัยในการทำงาน และทักษะฝีมือแรงงานที่ต้องมีการพัฒนาอย่างยิ่งยวด ดังนี้หน้าที่รับผิดชอบของผู้ตอบแบบสอบถามที่ทำงานด้านทรัพยากรมนุษย์ถือเป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่ง

ตารางที่ 11 ความเชี่ยวชาญและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุงานของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (ท่าน)	ร้อยละ
ด้านบริหารจัดการองค์กร	15	23.81
ด้านการตลาด	8	12.69
ด้านทรัพยากรมนุษย์	11	17.46
ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง	5	7.94
ด้านคลังสินค้า	2	3.17
ด้านออกแบบ	12	19.05
ด้านการควบคุมคุณภาพ	4	6.35
ด้านงานระบบ	2	3.17
ด้านต้นทุนและสัญญา	4	6.36
รวม	63	100.00

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ในส่วนที่ 2 ของแบบสอบถาม ได้ลงลึกไปถึงข้อมูลของบริษัทจำนวน 10 คำถามด้วยกัน บางคำถามเป็นแบบตัวเลือกในขณะที่บางคำถามเป็นแบบเติมคำ โดยความมุ่งหวังแล้วต้องการแยกประเภทของความชำนาญในการก่อสร้าง ประเภทของบริษัทรวมถึงขนาดของบริษัท ประเภทของลูกค้าหลักของบริษัท รวมถึงนโยบายทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ใช้ในบริษัท ทั้งนี้ทั้งหมดจะสะท้อนถึงวิธีคิดและวิธีการบริหารงานก่อสร้างโดยรวม

4.2.1 ประเภทของงานก่อสร้างของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

การแยกประเภทของงานก่อสร้างเป็นไปตามหลักการของสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งได้แบ่งแยกไว้อย่างชัดเจนและตีพิมพ์ไว้ในหนังสือรวมเล่มสมาชิกของสมาคม ซึ่งประกอบไปด้วย 10 ประเภทงานก่อสร้างด้วยกัน ทั้งนี้บางบริษัทอาจมีความสามารถในการทำงานมากกว่าหนึ่งประเภท จำนวนของบริษัทรวมในการรับงานแต่ละประเภทจึงมากกว่า 63 บริษัท จากการสำรวจพบว่ามีทั้งหมด 163 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของ 63 บริษัทด้วยกัน

จากการสำรวจพบว่าบริษัทผู้ตอบแบบสอบถามทำงานก่อสร้างงานอาคารที่อยู่อาศัยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15.33 รองลงมาคืออาคารโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเท่ากันกับงานสะพานและงานยกระดับ คิดเป็นร้อยละ 14.11 และงานอาคารสูง คิดเป็นร้อยละ 11.04 ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่ขอจัดอันดับงานก่อสร้างทั่วไปและงานอื่น ๆ ที่มีสัดส่วนถึงร้อยละ 20.25 เหตุเพราะว่าโดยส่วนใหญ่ผู้ตอบ

แบบสอบถามจะเลือกตอบข้อนี้โดยธรรมชาติ เพราะบริษัทที่มีความสามารถในงานอาคารที่อยู่อาศัยก็มักจะเลือกตอบงานก่อสร้างทั่วไปและงานอื่น ๆ มาด้วย หรือบริษัทที่มีความสามารถในงานอาคารสูงก็มักจะเลือกตอบงานก่อสร้างทั่วไปและงานอื่น ๆ มาด้วย ตารางที่ 12 แสดงสัดส่วนประเภทงานก่อสร้างของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 12 ประเภทงานก่อสร้างของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ประเภทงานก่อสร้างของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (บริษัท)	ร้อยละ
งานอาคารที่อยู่อาศัย	25	15.33
งานอาคารสูง	18	11.04
งานอาคารโรงงานอุตสาหกรรม	23	14.11
งานเขื่อนชลประทาน	5	3.07
งานสะพานและงานยกระดับ	23	14.11
งานทางและถนน	10	6.13
งานระบบ (ไฟฟ้า, เครื่องกลปรับอากาศ, สุขาภิบาล)	13	7.98
งานประปาระบบบำบัดน้ำเสีย	5	3.07
งานที่ปรึกษา	8	4.91
งานก่อสร้างทั่วไปและงานอื่น ๆ	33	20.25
รวม	163	100.00

4.2.2 ประเภทกิจการขอบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลเชิงลึกอีกข้อมูลหนึ่งที่ผู้วิจัยมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์อย่างละเอียดคือประเภทกิจการของบริษัทของผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้เพราะจะมีผลต่อการเลือกใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างอย่างเห็นได้ชัดเพราะการเลือกใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างมักมีผลสะท้อนมากจากเงินทุนและความมั่นคงของบริษัท ถึงแม้การลงทุนในเทคโนโลยีการก่อสร้างจะให้ผลความคุ้มค่าในการลงทุนแต่อาจต้องอาศัยระยะเวลาช่วงหนึ่งกว่าเทคโนโลยีที่ลงทุนไปนั้นจะให้ผลกลับคืนในทางเศรษฐศาสตร์ยิ่งไปกว่านั้นในหลาย ๆ เทคโนโลยีก็ยังมีความไม่แน่นอนอาจมีการพัฒนาและเกิดขึ้นใหม่อย่างรวดเร็วทำให้เทคโนโลยีที่ลงทุนไปล้าสมัยอย่างรวดเร็ว

จากผลการสำรวจพบว่าประเภทกิจการของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถามเป็นบริษัทจำกัดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.32 รองลงมาคือห้างหุ้นส่วนจำกัด คิดเป็นร้อยละ 25.39 และลำดับท้ายสุดคือบริษัทจำกัดมหาชน คิดเป็นร้อยละ 14.29 ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ประเภทของกิจการของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ประเภทของกิจการของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (บริษัท)	ร้อยละ
บุคลธรรมดา	0	0
คณะบุคคล	0	0
ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล	0	0
ห้างหุ้นส่วนจำกัด	16	25.39
บริษัทจำกัด	38	60.32
บริษัทจำกัดมหาชน	9	14.29
รวม	63	100.00

4.2.3 จำนวนบุคคลากรของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ในอุตสาหกรรมก่อสร้างนั้นลักษณะการบริหารงานจะแตกต่างไปจากอุตสาหกรรมก่อสร้างและอุตสาหกรรมบริการ เนื่องจากในหลาย ๆ โครงการอาจเป็นโครงการร่วมทุนหรืออาจจัดตั้งองค์กรขึ้นมาใหม่ถือหุ้นโดยบริษัทหลักหลาย ๆ บริษัท เป็นองค์กรเฉพาะกิจเพื่อโครงการก่อสร้างนั้น ๆ โดยเฉพาะ ดังนั้นหากวิเคราะห์ถึงความต้องการเทคโนโลยีหรือการเลือกใช้เทคโนโลยีผ่านจำนวนบุคคลากรของบริษัทโดยตรงอาจให้ผลสรุปไม่ง่ายนัก อย่างไรก็ตามข้อมูลจำนวนบุคคลากรของบริษัทก็ยังมีความจำเป็นในการวิเคราะห์ความสามารถของบริษัทในทางอ้อม

จากผลการสำรวจพบว่าบริษัทที่ตอบแบบสอบถามมีจำนวนบุคลลากรมากว่า 100 คน คิดเป็นร้อยละ 60.32 ในขณะที่จำนวนบุคลลาการะหว่าง 51-100 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และน้อยที่สุดคือบริษัทที่มีจำนวนบุคลลากรไม่เกิน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 6.35 ตารางที่ 14 แสดงจำนวนบุคคลากรของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 14 จำนวนบุคคลากรของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

จำนวนบุคคลากรของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (บริษัท)	ร้อยละ
ไม่เกิน 50 คน	4	6.35
ระหว่าง 51-100 คน	21	33.33
มากกว่า 100 คน	38	60.32
รวม	63	100.00

4.2.4 ประเภทกลุ่มลูกค้าของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

จากผลสำรวจพบว่าบริษัทก่อสร้างของผู้ตอบแบบสอบถามกว่าร้อยละ 58.75 มีลูกค้าเป็นภาครัฐบาล และร้อยละ 41.25 เป็นกลุ่มลูกค้าภาคเอกชน ทั้งนี้บางบริษัทอาจมีลูกค้าทั้งสองกลุ่มได้ ผลการสำรวจชี้ให้เห็นถึงความสอดคล้องกับรายงานหลาย ๆ ฉบับในอุตสาหกรรมก่อสร้างว่าภาครัฐบาลยังคงเป็นตัวขับเคลื่อนงานอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศ การลงทุนจากภาครัฐบาลจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเติบโตของอุตสาหกรรมก่อสร้าง ตารางที่ 15 แสดงสัดส่วนของประเภทกลุ่มลูกค้าของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 15 ประเภทกลุ่มลูกค้าของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ประเภทกลุ่มลูกค้าของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	ร้อยละ
ภาครัฐบาล	58.75
ภาคเอกชน	41.25
รวม	100.00

4.2.5 ประเภทกลุ่มลูกค้าต่างประเทศของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

เนื่องจากความก้าวหน้าและความเข้มแข็งของธุรกิจก่อสร้างของไทย ทำให้มีหลาย ๆ บริษัทได้ขยายกิจการก่อสร้างไปยังต่างประเทศ อาจเป็นลักษณะเข้าไปตั้งสาขาหรือเข้าไปรับโครงการก่อสร้างเป็นครั้งคราว นอกจากนั้นมีบริษัทข้ามชาติจากหลากหลายประเทศเข้ามาตั้งฐานการผลิตในประเทศไทย ทำให้ต้องมีการก่อสร้างอาคารโรงงานอุตสาหกรรมตามแบบของบริษัทแม่ บริษัทก่อสร้างของไทยจึงได้มีโอกาสรับงานก่อสร้างของกลุ่มลูกค้าต่างประเทศด้วย

ตารางที่ 16 แสดงสัดส่วนประเภทลูกค้าต่างประเทศของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งสามารถเลือกได้มากกว่าหนึ่งประเทศ จากผลสำรวจพบว่ากลุ่ม CLMV อันประกอบไปด้วย กัมพูชา สปป.ลาว เมียนมา และเวียตนาม (ในที่นี้ยกเว้นเวียตนาม) มีสัดส่วนมากที่สุด โดยประเทศกัมพูชาและเมียนมา คิดเป็นร้อยละ 14.93 เท่ากัน รองลงมาคือ สปป.ลาว มีสัดส่วนร้อยละ 11.94 เท่ากับประเทศจีน ร้อยละ 11.94 แต่ลักษณะจะแตกต่างกัน กล่าวคือ สปป.ลาว จะเป็นลักษณะเข้าไปก่อสร้างในเขตประเทศ สปป.ลาว แต่กลุ่มลูกค้าจีนจะเป็นประเทศก่อสร้างอาคารโรงงานอุตสาหกรรมในไทย

4.2.6 รายได้ประมาณการในรอบปีบัญชีที่ผ่านมาของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

เป็นการเลือกตัวเลือกว่ามีผลประกอบการดีขึ้นหรือลดลงในรอบปีบัญชีที่ผ่านและประมาณการรายได้ในรอบปีบัญชีนี้โดยให้ระบุตัวเลขเป็นร้อยละที่เพิ่มขึ้นและลดลงด้วย ผลการสำรวจพบว่าในรอบปีบัญชีที่ผ่านมามีจำนวน 46 บริษัทจาก 63 บริษัทที่ผลประกอบการดีขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของผลประกอบการเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 38 ส่วนบริษัทที่มีผลประกอบการลดลงมีจำนวน 17 บริษัท และมีค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 22 อย่างไรก็ดีสถานการณ์รอบปีบัญชีปัจจุบันบริษัทในอุตสาหกรรมก่อสร้างมีความลังเลในสภาวะเศรษฐกิจในขณะที่ยังมีความคาดหวังในโครงการลงทุนของภาครัฐ บริษัทที่คาดว่าผลประกอบการจะเพิ่มขึ้นกับผลประกอบการจะลดลงมีจำนวนไม่แตกต่างกัน แต่ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงในทางลบมีค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 34 ในขณะที่คาดว่าผลประกอบการจะเปลี่ยนแปลงในทางบวกมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 12 ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 16 ประเภทกลุ่มลูกค้าต่างประเทศของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

จำนวนบุคคลากรของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (บริษัท)	ร้อยละ
ลาว	8	11.94
กัมพูชา	10	14.93
เมียนมา	10	14.93
ฟิลิปปินส์	4	5.96
อินเดีย	5	7.46
บังคลาเทศ	2	2.99
ออสเตรเลีย	7	10.45
สิงคโปร์	6	8.96
จีน	8	11.94
ยุโรป	4	5.96
อเมริกาเหนือ	3	4.48
รวม	67	100.00

ตารางที่ 17 รายได้ประมาณการรอบบัญชีของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

	ผลประกอบการ	จำนวน (บริษัท)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง
รายได้รอบบัญชีที่ผ่านมา	เพิ่มขึ้น	46	38
	ลดลง	17	22
รายได้รอบบัญชีปีนี้	เพิ่มขึ้น	30	12
	ลดลง	33	34

4.2.7 สัดส่วนเงินลงทุนเพื่อเทคโนโลยีและนวัตกรรม

ในคำถามข้อนี้เป็นคำถามเชิงนโยบายและเป็นการประมาณการโดยผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้ง 63 บริษัทให้ค่าร้อยละของเงินลงทุนในเทคโนโลยีเทียบกับงบประมาณของบริษัทในรอบปีบัญชีโดยเฉลี่ย โดยข้อมูลที่ได้รับอยู่ในช่วงร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 25 แต่เมื่อหาค่าเฉลี่ยของเงินลงทุนด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมแล้วอยู่ที่ร้อยละ 9.08 ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 เงินลงทุนเพื่อเทคโนโลยีและนวัตกรรมของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

	จำนวนบริษัท	ร้อยละของงบประมาณ
เงินลงทุนด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมก่อสร้าง	63	9.08

4.2.8 เทคโนโลยีการก่อสร้างที่ใช้ในปัจจุบัน

คำถามข้อนี้เป็นคำถามที่น่าสนใจเพราะเป็นคำถามที่ตรงประเด็นของสถานการณ์การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างของอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยบนข้อมูลทุติยภูมิและทบทวนเอกสารดังแสดงในบทที่ 2 เพื่อสร้างตัวเลือกในการใช้เทคโนโลยีในการก่อสร้างปัจจุบันของอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วยเทคโนโลยี 15 เทคโนโลยี ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ การวิเคราะห์ผลเป็นการนับจำนวนครั้งของเทคโนโลยีแต่ละประเภทว่ามีการถูกใช้ในงานก่อสร้างกี่บริษัทจากกลุ่มตัวอย่าง 63 บริษัท ดังแสดงในตารางที่ 19

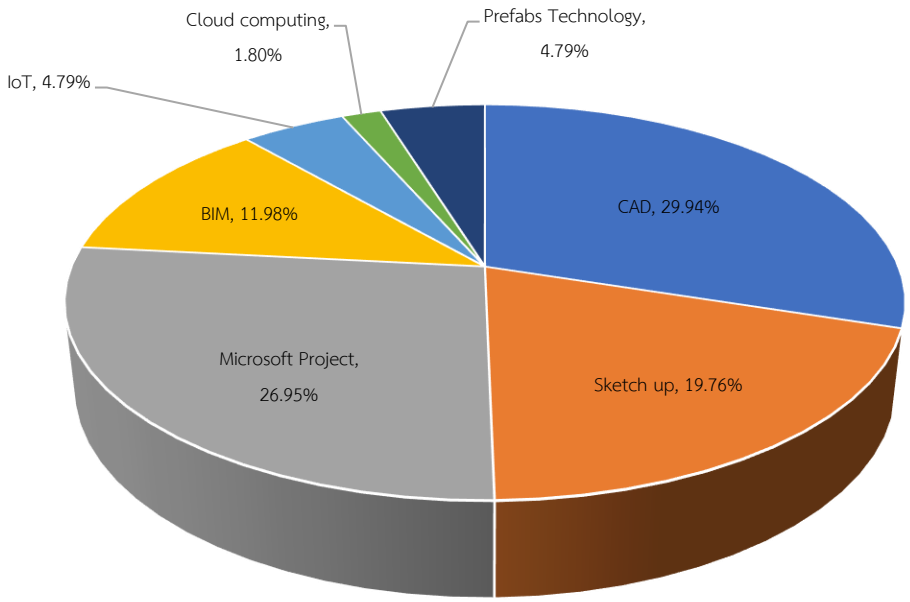
ตารางที่ 19 เทคโนโลยีการก่อสร้างที่ใช้ในปัจจุบันของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

เทคโนโลยีการก่อสร้าง	จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ
CAD	50	29.94
CAE	0	0
Sketch up	33	19.76
Microsoft Project	45	26.95
BIM	20	11.98
IoT	8	4.79
Big Data	0	0
Cloud computing	3	1.80
Digitization	0	0
Prefabs Technology	8	4.79
Robotics	0	0
3D Printing	0	0
VR Technology	0	0
รวม	167	100.00

จากตารางที่ 19 พบว่าเทคโนโลยีการออกแบบที่เรียกว่า Computer Aided Design ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 29.94 ซึ่งเป็นผลการสำรวจที่สมเหตุสมผล เนื่องจากเทคโนโลยีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบได้เกิดขึ้นมาเป็นเวลานาน และหากเทียบกับเทคโนโลยีการก่อสร้างอื่น ๆ นับว่าเป็นเทคโนโลยีแรก ๆ เลยทีเดียว รองลงมาคือเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารโครงการ ทั้งนี้เพื่อให้คำถามและตัวเลือกมีความชัดเจน ผู้วิจัยได้เลือกใช้คำว่า Microsoft Project เพราะเป็นชื่อที่แพร่หลายและเข้าใจได้ง่าย ผลการสำรวจพบว่ามีการนำไปประยุกต์ใช้ถึงร้อยละ 26.95 ลำดับที่สามคือ Sketch up ซึ่งที่จริงแล้วถือว่าเป็นหนึ่งใน CAD ซึ่งเปิดตัวครั้งแรกในปี ค.ศ. 2000 โดยมีจุดเด่นอยู่ที่การแสดงภาพแบบสามมิติและเครื่องมือในการออกแบบที่ครบครัน ผลการสำรวจพบว่ามีการประยุกต์ใช้ร้อยละ 19.76 และที่น่าสนใจคือหลายบริษัทที่มีการใช้ CAD ก็มีการใช้ Sketch up ประกอบด้วย

ผลการสำรวจที่น่าสนใจอีกประเด็นหนึ่งคือ สัดส่วนของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Building Information Management (BIM) ที่มีสูงถึงร้อยละ 11.98 และคาดว่าจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามการลดลงของราคาเทคโนโลยี ลำดับที่ 4 มีสองเทคโนโลยีด้วยกันที่มีการประยุกต์ใช้อยู่ 8 บริษัท

คือเทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabs) และเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) สำหรับเทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูปนั้นให้ผลการสำรวจที่สมเหตุสมผล เพราะโดยส่วนใหญ่การก่อสร้างสะพานหรือถนนยกระดับจัดว่าอยู่ในเทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูปประเภทหนึ่งที่พบเห็นได้ถึงแม้การก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยจะมีการใช้เทคโนโลยีนี้อยู่บ้างแต่ก็ยังเป็นส่วนน้อย แต่สำหรับเทคโนโลยีของสรรพสิ่งนั้นให้ผลสำรวจเป็นที่น่าสนใจ หากผู้บริหารมีความเข้าใจในเทคโนโลยีการลงทุนในเทคโนโลยีนี้นับว่ามีราคาไม่สูงมากนักแต่ต้องใช้ความสามารถในการออกแบบเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้ง 8 บริษัทที่ใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งนับว่ามีความก้าวหน้าและทันสมัยในการบริหารงานเป็นอย่างมาก รูปที่ 18 แสดงสัดส่วนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้าง



รูปที่ 18 สัดส่วนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างในปัจจุบัน

4.2.9 สัดส่วนแรงงานฝีมือของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ประเด็นคำถามสุดท้ายเป็นหัวข้อเกี่ยวกับความต้องการแรงงาน โดยเฉพาะแรงงานฝีมือในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ผลการสำรวจพบว่าบริษัทที่ให้ความเห็นว่าแรงงานฝีมือมีเพียงพอคิดเป็นร้อยละ 58.73 ในขณะบริษัทที่มีความเห็นว่ามีแรงงานฝีมือไม่เพียงพอคิดเป็นร้อยละ 41.27 ดังแสดงในตารางที่ 20 อาจกล่าวได้ว่าความเห็นของจากทั้งสองด้านมีความใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามในการออกแบบคำถามครั้งนี้ยังขาดการนิยามว่าแรงงานฝีมือคืออะไรอย่างชัดเจน เนื่องจากผู้วิจัยมีความตั้งใจที่จะศึกษาความพร้อมของผู้ประกอบการในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานก่อสร้าง ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ต้องใช้ผู้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน

ตารางที่ 20 แรงงานฝีมือของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม

ความเพียงพอของแรงงานฝีมือ	จำนวน (บริษัท)	ร้อยละ
เพียงพอ	37	58.73
ไม่เพียงพอ	26	41.27
รวม	63	100

4.3 การวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้าง

ในส่วนของแบบสอบถามส่วนที่ 3 จะเป็นแบบ Likert scale 5 ระดับ เพื่อสำรวจความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการก่อสร้างที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยคำถามข้อที่ 1 ถึง 4 เกี่ยวข้องกับสถานการณ์และนโยบายของบริษัทก่อสร้างที่มีต่อเทคโนโลยีการก่อสร้าง โดยแบ่งเป็นองค์ความรู้ นโยบาย การประยุกต์ใช้ และการจัดสรรงบประมาณ คำถามข้อที่ 5 ถึง 12 เป็นคำถามเกี่ยวข้องกับผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของเทคโนโลยีการก่อสร้างที่มีต่อบริษัทก่อสร้าง ทั้งในด้านความเชื่อมั่น ปัจจัยการเลือกใช้ การเพิ่มประสิทธิภาพ ผลิตภาพ และรายได้ รวมถึงความคิดเห็นในการเลือกใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างในอนาคต ส่วนคำถามข้อที่ 13 ถึง 19 เป็นการสอบถามความคิดเห็นถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การจำลองความเป็นจริงเสมือน เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ข้อมูลขนาดใหญ่ อากาศยานไร้คนขับ เป็นต้น ผลการสำรวจข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การแปรผัน แสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลสำรวจความคิดเห็นด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง

ประเด็นความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	$\hat{C}_v$ (%)	ความหมาย
1. บริษัทของท่านมีองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่และนวัตกรรมด้านการก่อสร้างเป็นอย่างดี	3.42	0.654	19.12	มาก
2. บริษัทของท่านมีนโยบายการส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานก่อสร้าง	3.83	0.637	16.63	มาก
3. ปัจจุบันบริษัทของท่านมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ ๆ เข้ามาช่วยในงานก่อสร้าง	3.21	0.932	29.03	ปานกลาง
4. บริษัทของท่านจัดสรรงบประมาณสำหรับนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานก่อสร้าง	3.08	0.654	21.23	ปานกลาง

ตารางที่ 21 ผลสำรวจความคิดเห็นด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง (ต่อ)

ประเด็นความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	$\hat{C}_v$ (%)	ความหมาย
5. บริษัทของท่านได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาในอุตสาหกรรมก่อสร้าง	2.96	0.751	25.37	ปานกลาง
6. บริษัทของท่านมีความเข้าใจในผลกระทบด้านบวกที่เกิดขึ้นของเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่จึงมีความเชื่อมั่นในการใช้นวัตกรรม	3.54	0.588	16.61	มาก
7. ปัจจัยด้านราคาของเทคโนโลยีใหม่ ๆ และนวัตกรรมในงานก่อสร้างมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้นวัตกรรมนั้น ๆ	3.92	0.776	19.79	มาก
8. การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ในงานก่อสร้างสามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้กับสถานประกอบการอย่างเห็นได้ชัด	3.50	0.659	18.83	มาก
9. การที่ผู้ประกอบการรายใหญ่นำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการก่อสร้างส่งผลกระทบต่อบริษัทของท่าน	3.08	0.717	23.28	ปานกลาง
10. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในงานก่อสร้างส่งผลให้บริษัทของท่านมีผลิตภาพสูงขึ้น	3.58	0.654	18.27	มาก
11. ในอนาคตสถานประกอบการของท่านมีเป้าหมายในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยแก้ปัญหาด้านผลิตภาพด้านแรงงานต่ำ	3.63	0.711	19.59	มาก
12. การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานก่อสร้างทำให้ประสิทธิภาพของงานก่อสร้างดีขึ้น	3.88	0.537	13.84	มาก
13. สถานประกอบการของท่านมีการนำเทคโนโลยีด้านการจำลองความเป็นจริงเสมือนนำมาใช้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในด้านต่าง ๆ	2.75	0.847	30.80	ปานกลาง
14. สถานประกอบการของท่านนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสิ่ง (IoT) เข้ามาใช้เพื่อสามารถติดตามการใช้ทรัพยากรในการก่อสร้างได้ดีและแม่นยำขึ้น	2.42	0.830	34.29	น้อย
15. สถานประกอบการของท่านมีการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสิ่ง (IoT) ประยุกต์เข้ากับเซนเซอร์สำหรับงานซ่อมบำรุงของเครื่องจักรเพื่อลดการเสียหาย	2.17	0.761	35.07	น้อย

ตารางที่ 21 ผลสำรวจความคิดเห็นด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง (ต่อ)

ประเด็นความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	$\hat{C}_v$ (%)	ความหมาย
16. สถานประกอบการของท่านมีการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสิ่ง (IoT) ในการจัดการด้านพลังงาน ส่งข้อมูลเชื้อเพลิงเพื่อให้เครื่องจักรทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ	2.13	0.850	39.91	น้อย
17. สถานประกอบการของท่านมีการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสิ่ง (IoT) ประยุกต์เข้ากับเทคโนโลยี RFID (Radio-Frequency Identification) เพื่อการรายงานความปลอดภัยแบบตามเวลาจริง	2.04	0.806	39.51	น้อย
18. สถานประกอบการของท่านมีการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ในการจัดเก็บตัวเลขและข้อมูลที่ซับซ้อนผ่านระบบคลาวด์ (Could computing) และเป็นแบบเวลาจริง	2.38	1.135	47.68	น้อย
19. สถานประกอบการของท่านมีการเลือกใช้โดรนในการตรวจดูหน้างานก่อสร้าง	2.42	1.381	57.07	น้อย
รวม	3.05	0.987	32.36	ปานกลาง

จากตารางที่ 21 พบว่าบริษัทก่อสร้างของไทยโดยส่วนใช่มีความรู้ความเข้าใจด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างเป็นอย่างดีรวมทั้งได้มีการวางแนวทางส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีมาช่วยในงานก่อสร้าง ดังค่าเฉลี่ยของคำถามข้อ 1 และ 2 ที่อยู่ในระดับ 3.42 และ 3.83 ตามลำดับ และแปลความหมายได้ว่าอยู่ในระดับมาก อาจเป็นเพราะบริษัทเหล่านี้อยู่ในสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่มักมีกิจกรรมการประชุมและถ่ายทอดองค์ความรู้ระหว่างกันอยู่เป็นระยะ ทำให้บริษัทที่เป็นสมาชิกได้รับรู้ข่าวสารด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างตามไปด้วย อย่างไรก็ดีเมื่อถามถึงการนำไปประยุกต์ใช้จริง รวมถึงงบประมาณที่จัดสรรสำหรับเทคโนโลยีการก่อสร้างกลับมีความเห็นในระดับปานกลาง โดยคะแนนข้อ 3 และ 4 มีค่า 3.21 และ 3.08 ตามลำดับ

เมื่อถามถึงผลกระทบของการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในงานก่อสร้าง พบว่ามีความคิดเห็นในระดับปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 2.96 ทำให้เห็นได้ว่าถึงแม้ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมก่อสร้างจะรู้และตระหนักถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก่อสร้าง โดยเฉพาะเทคโนโลยีก่อสร้างสมัยใหม่ แต่กลับยังไม่มีสัญญานของผลกระทบต่ออุตสาหกรรมก่อสร้างไทยอย่างชัดเจน ทั้งหมดยังอยู่ในขั้นการพัฒนาและเจริญเติบโตของเทคโนโลยี ขั้นการใช้งานจนเห็นผลนั้นอาจยังไม่ชัดเจนนัก ดังจะได้เห็นจากผลการสำรวจของข้อ 6 บริษัทโดยส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเทคโนโลยีการก่อสร้าง แต่การเลือกใช้

เทคโนโลยียังพิจารณาถึงต้นทุนเทคโนโลยีเป็นหลัก โดยผลสำรวจข้อ 7 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.92 ส่วนคำถามข้อที่ 8 บริษัทต่างมีความเห็นว่าการใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างจะสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการก่อสร้างจนสามารถเพิ่มช่องทางในการรับงานก่อสร้างได้มากขึ้น

ในการวัดผลกระทบของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างนั้น การวิเคราะห์จากมุมมองภายในเพียงอย่างเดียวนั้นอาจไม่พอ ผู้วิจัยจึงได้ตั้งคำถามข้อที่ 9 เรื่องผลกระทบจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีก่อสร้างของบริษัทก่อสร้างรายใหญ่ ว่าจะมีผลกระทบต่อบริษัทผู้ตอบแบบสอบถามหรือไม่ ผลการสำรวจพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 3.08 แปลความหมายว่าอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นผลการสำรวจที่ผิดความคาดหมายจากผู้วิจัย และเมื่อวิเคราะห์โครงสร้างการดำเนินธุรกิจการก่อสร้างแล้วพบว่าผลสำรวจดังกล่าวมีความสมเหตุสมผลเพียงพอ เนื่องจากในอุตสาหกรรมก่อสร้างมีการดำเนินธุรกิจในลักษณะจ้างเหมาช่วงอย่างเป็นรูปแบบ กล่าวคือบริษัทผู้ประมูลงานก่อสร้างขนาดใหญ่จะมีการจัดจ้างบริษัทขนาดกลางในการดำเนินการก่อสร้างแต่ละส่วนและบริษัทก่อสร้างขนาดกลางก็จะจัดจ้างบริษัทขนาดเล็กดำเนินการก่อสร้างเฉพาะเจาะจงเป็นส่วน ๆ ตามความชำนาญของบริษัทผู้รับเหมาช่วง และมีการบริหารจัดการความสัมพันธ์ระหว่างบริษัทเหล่านี้มาอย่างยาวนาน ดังนั้นความคิดของผลกระทบอันเนื่องมาจากการแข่งขันระหว่างบริษัทขนาดใหญ่และบริษัทขนาดรองลงมาจึงไม่ชัดเจนนัก ในคำถามข้อ 10 บริษัทต่าง ๆ ให้ความเห็นว่าเทคโนโลยีการก่อสร้างสามารถช่วยเพิ่มผลิตภาพของบริษัทให้สูงขึ้นได้ ด้วยค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็น 3.58 ซึ่งแปลความหมายได้ในระดับมาก

สำหรับการให้ความเห็นต่อคำถามข้อที่ 11 ว่าบริษัทก่อสร้างมีแผนในการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างที่จะลดความต้องการแรงงานและแก้ปัญหาผลิตภาพแรงงานที่ต่ำหรือไม่ พบว่าบริษัทต่าง ๆ ให้ความเห็นในระดับมาก ที่ค่าเฉลี่ยของคะแนน 3.63 ทั้งนี้เพราะในปัจจุบันบริษัทก่อสร้างของไทยโดยส่วนใหญ่ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน โดยเฉพาะแรงงานในระดับล่าง และแรงงานเหล่านี้สามารถทดแทนด้วยเทคโนโลยีการก่อสร้างที่สามารถจัดหาได้ เช่น เทคโนโลยีการก่อสร้างสำเร็จรูป เทคโนโลยีหุ่นยนต์ก่อสร้าง เป็นต้น นอกจากนั้นบริษัทก่อสร้างยังมีองค์ความรู้ว่าประสิทธิภาพของงานก่อสร้างจะสูงขึ้นเมื่อใช้เทคโนโลยีก่อสร้างเข้ามาช่วย ทั้งนี้ประสิทธิภาพไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะประสิทธิภาพแรงงานเท่านั้น ยังรวมไปถึงประสิทธิภาพใช้ใช้วัสดุ เครื่องมือ และเครื่องจักร อีกทางหนึ่ง

ในทางกลับกัน คำถามข้อที่ 13 ถึง 19 เป็นการสอบถามความคิดเห็นของการนำเทคโนโลยีขั้นสูงในระดับป่วนและก้าวกระโดด ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีการจำลองความเป็นจริงเสมือน เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ข้อมูลขนาดใหญ่ อากาศยานไร้คนขับ โดยเฉพาะในประเด็นการประยุกต์ใช้นั้น พบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.04 ถึง 2.75 ซึ่งตีความได้ว่าเทคโนโลยีขั้นสูงเหล่านี้ยังไม่มีการนำมาประยุกต์ใช้และความสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ก็อยู่ในระดับน้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจในข้อที่ 9 ของส่วนที่ 2 นั่นเอง

ทั้งนี้หากวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการสำรวจเฉพาะข้อที่ 13 ถึง 19 อาจตีความหมายได้ว่าเทคโนโลยีที่บริษัทก่อสร้างของไทยให้ความสนใจน้อยที่สุดคือ เทคโนโลยี RFID ทั้งนี้เพราะอาจยังไม่มีความเข้าใจในเทคโนโลยีนี้ดีพอ เพราะพื้นฐานการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวมาจากศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมโลจิสติกส์และวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนเทคโนโลยีที่เข้าข่ายบริษัทก่อสร้างอาจจะนำเข้ามาประยุกต์ใช้ก่อนคือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ทั้งนี้เพราะการทำความเข้าใจในเทคโนโลยีดังกล่าวทำได้ง่ายและเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงของการออกแบบงานก่อสร้างและการทำความเข้าใจกับลูกค้าถึงรายละเอียดการก่อสร้างที่จะเกิดขึ้น

หากวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันระหว่างผลสำรับคำถามแต่ละคำถามภายในกลุ่มเดียวกันสามารถอธิบายได้ดังนี้ ในกลุ่มแรกคือคำถามข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 4 พบว่าคำถามข้อที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันน้อยที่สุด คือ 16.63 ในคำถามทั้งสี่ข้อ ดังนั้นมั่นใจได้ว่าบริษัทต่าง ๆ ได้ริเริ่มสร้างนโยบายการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างเข้ามาประยุกต์ใช้แล้ว แต่ในทางปฏิบัตินั้นกลับไปในทางตรงกันข้าม เพราะคำถามข้อที่ 3 ว่าได้มีการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างมาใช้แล้วหรือไม่ กลับมีค่าสัมประสิทธิ์มากสุด คือ 29.03 นั่นแสดงถึงความคิดเห็นที่แตกต่างกันมากระหว่างบริษัทต่าง ๆ ที่ตอบแบบสำรวจ

คำถามข้อที่ 5 ถึง 10 สามารถวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันได้ดังนี้ บริษัทก่อสร้างของไทยมีองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างและมีความเชื่อมั่นว่าเทคโนโลยีดังกล่าวมีผลกระทบในด้านบวกในการประยุกต์ ดังจะเห็นได้จากค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของคำถามข้อที่ 6 ที่มีค่าต่ำสุดในกลุ่ม 16.61 ส่วนคำถามข้อที่ 9 มีค่าสัมประสิทธิ์มากที่สุดในกลุ่ม คือ 23.28 แสดงให้เห็นถึงการกระจากของข้อมูลที่มีมาก แสดงถึงความคิดเห็นที่แตกต่างกันของบริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม ดังนั้นจากการวิเคราะห์ในส่วนนี้จึงอาจยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนนักว่าบริษัทขนาดกลางและขนาดเล็กจะไม่มีผลกระทบเกิดขึ้นจากการที่บริษัทขนาดใหญ่เลือกใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัย ทั้งนี้อาจมีข้อบังคับจากบริษัทขนาดใหญ่ที่เป็นผู้ว่าจ้างให้บริษัทขนาดเล็กต้องมีการลงทุนในเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ตนเองต้องการ

4.4 การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อตอบสมมติฐานของการวิจัยโดยใช้เครื่องมือทางสถิติคือ t-test และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และถ้าหากเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะดำเนินการวิเคราะห์กลุ่มความแตกต่างแบบ Tukey Test อย่างไรก็ตามการนิยามกลุ่มที่จะทดสอบจะแตกต่างกันไปตามข้อสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ดังจะได้อธิบายดังต่อไปนี้

สมมติฐานที่ 1: การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างเกิดขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผู้ประกอบการรายใหญ่และรายย่อย

ในสมมติฐานข้อนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการทดสอบออกเป็นสองลักษณะย่อยตามหลักการแบ่งขนาดของบริษัทก่อสร้าง กล่าวคือ ลักษณะที่ 1 แบ่งตามประเภทกิจการ ตามคำถามข้อที่ 2 ในส่วนที่ 2 ของแบบสอบถาม และลักษณะที่ 2 แบ่งตามจำนวนบุคคลากรของบริษัท ตามคำถามข้อที่ 3 ในส่วนที่ 2 ของแบบสอบถาม ซึ่งลักษณะที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรกห้างหุ้นส่วนจำกัด กลุ่มที่สองบริษัทจำกัด และกลุ่มที่สามบริษัทจำกัดมหาชน โดยตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

H_o: ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างไม่แตกต่างกัน

H_1: ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างแตกต่างกัน

ทั้งนี้ข้อมูลที่เลือกนำมาวิเคราะห์จะเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำถามข้อที่ 2 ถึง 4 และข้อที่ 8 ทั้งนี้เพราะทั้ง 4 ข้อ เป็นคำถามที่บ่งบอกถึงนโยบาย แนวทางที่ใช้อยู่ การจัดสรรงบประมาณ และผลของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้าง ซึ่งเมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 1

	ห้างหุ้นส่วนจำกัด (I)	**บริษัทจำกัด (II)**	**บริษัทจำกัดมหาชน (III)**
จำนวนข้อมูล	16	38	9
ค่าเฉลี่ย	2.3750	3.6410	3.6667
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.7188	0.9315	0.7071

One-way ANOVA: Score versus Company

Source	DF	SS	MS	F	P
Company	2	19.385	9.693	13.22	0.000
Error	61	44.724	0.733		
Total	63	64.109			

S = 0.8563 R-Sq = 30.24% R-Sq(adj) = 27.95%

รูปที่ 19 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 1

จากรูปที่ 19 พบว่าค่า P-value มีค่า 0.000 ซึ่งในที่นี้กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถตีความหมายได้ว่า ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างแตกต่างกัน นั่นคือปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นเอง และเมื่อทำการทดสอบการแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Tukey Test พบว่า บริษัทจำกัด (II) และบริษัทมหาชนจำกัด (III) ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในขณะที่ความคิดเห็นของห้างหุ้นส่วนจำกัด (I) มีความแตกต่างออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดสอบ Tukey Test แสดงดังรูปที่ 20

Grouping Information Using Tukey Method

Company	N	Mean	Grouping
III	9	3.6667	A
II	39	3.6410	A
I	16	2.3750	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	--------+---------+---------+---------+-
I	16	2.3750	0.7188	(-------*------)
II	39	3.6410	0.9315	(----*---)
III	9	3.6667	0.7071	(--------*---------)
				--------+---------+---------+---------+-
				2.40 3.00 3.60 4.20

รูปที่ 20 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 1

ส่วนในลักษณะที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรกมีบุคลากรไม่เกิน 50 คน (I) กลุ่มที่สอง มีบุคลากรระหว่าง 51-100 คน (II) และกลุ่มที่สาม มีบุคลากรมากกว่า 100 คน (III) โดยสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองยังคงเป็นเช่นการทดสอบในลักษณะที่ 2 ข้อมูลทางสถิติแสดงได้ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 2

	บุคลากร ไม่เกิน 50 คน (I)	**บุคลากร ระหว่าง 51-100 คน (II)**	**บุคลากร มากกว่า 100 คน (III)**
จำนวนข้อมูล	4	21	38
ค่าเฉลี่ย	2.250	3.4295	3.6316
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.500	0.8106	0.7857

One-way ANOVA: Score versus Company

Source	DF	SS	MS	F	P
Company	2	6.979	3.490	5.70	0.005
Error	60	36.735	0.612		
Total	62	43.714			

S = 0.7825 R-Sq = 15.97% R-Sq(adj) = 13.16%

รูปที่ 21 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 2

จากรูปที่ 21 พบว่าค่า P-value มีค่า 0.005 ซึ่งในที่นี้กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถตีความหมายได้ว่า ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างแตกต่างกัน นั่นคือปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นเอง และเมื่อทำการทดสอบการแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Tukey Test พบว่า บุคลากรระหว่าง 51-100 คน (B) และบุคคลากรมากกว่า 100 คน (C) ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในขณะที่ความคิดเห็นของบริษัทที่มีบุคคลการไม่เกิน 50 คน (A) มีความแตกต่างออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดสอบ Tukey Test แสดงดังรูปที่ 22

```
Grouping Information Using Tukey Method

Company   N    Mean  Grouping
III      38  3.6316  A
II       21  3.4286  A
I         4  2.2500    B

Means that do not share a letter are significantly different.


Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

                          Individual 95% CIs For Mean Based on
                          Pooled StDev
Level   N    Mean   StDev  ---------+---------+---------+---------+
I       4  2.2500  0.5000  (----------*----------)
II     21  3.4286  0.8106                      (----*----)
III    38  3.6316  0.7857                          (---*---)
                          ---------+---------+---------+---------+
                                 2.10      2.80      3.50      4.20
```

รูปที่ 22 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 2

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างทั้งสองลักษณะ สามารถสรุปได้ว่าบริษัทขนาดกลางและขนาดใหญ่ทั้งเมื่อแบ่งด้วยเงินทุนหรือจำนวนบุคลากรแล้วจะมีความเห็นไปในทางเดียวกันคือ บริษัทขนาดกลางและขนาดใหญ่มีนโยบายส่งเสริมการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างเข้ามาใช้ในการดำเนินการก่อสร้างของบริษัทอย่างชัดเจน มีการจัดสรรงบลงทุนในเทคโนโลยีอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีการนำเทคโนโลยีบางส่วนเข้ามาใช้แล้วและพบด้วยว่าเทคโนโลยีที่นำมาใช้ช่วยเพิ่มรายได้และผลิตภาพของบริษัทสูงขึ้น

สมมติฐานที่ 2: ผลของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างส่งผลถึงผลิตภาพที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ในสมมติฐานข้อนี้ผู้วิจัยมิได้มีความประสงค์จะวิเคราะห์เปรียบเทียบในเชิงขนาดของบริษัท หากแต่สนใจเปรียบเทียบในเชิงประเภทงานก่อสร้าง ว่างานประเภทใดบ้างที่เมื่อนำเทคโนโลยีการก่อสร้างและเทคโนโลยีการก่อสร้างในระดับสูง (ป่วนและก้าวกระโดด) เข้ามาประยุกต์ใช้แล้วให้ผลถึงผลิตภาพการทำงานที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่สำรวจข้อมูลมาได้จะถูกแบ่งออกตามประเภทงานก่อสร้างตามหลักการของสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ คือมีทั้งหมด 10 ประเภทงาน แต่ทั้งนี้บางบริษัทก็ดำเนินงานก่อสร้างมากกว่าหนึ่งประเภท ผู้วิจัยจึงนับรวมเข้าไปเป็นข้อมูลทั้งหมดทำให้มีข้อมูลตอบกลับมาในด้านนี้ 163 ข้อมูล ดังแสดงรายละเอียดไปแล้วในตารางที่ 11 และในที่นี้ผู้วิจัยได้เลือกรวบรวมคะแนนจากแบบสอบถามในส่วนที่ 3 ข้อที่ 10 และข้อที่ 12 เนื่องจากเป็น

คำถามที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบทางด้านผลิตภาพและประสิทธิภาพงานก่อสร้างที่เกิดจากการนำเทคโนโลยีการก่อสร้างเข้ามาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานก่อสร้างของบริษัท ตารางที่ 24 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 163 ข้อมูล

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 2

ประเภทงานก่อสร้าง	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
งานอาคารที่อยู่อาศัย (1)	25	3.320	0.988
งานอาคารสูง (2)	18	3.944	0.725
งานอาคารโรงงานอุตสาหกรรม (3)	23	2.826	1.029
งานเขื่อนชลประทาน (4)	5	1.800	0.837
งานสะพานและงานยกระดับ (5)	23	2.609	0.891
งานทางและถนน (6)	10	3.400	1.430
งานระบบ (ไฟฟ้า, เครื่องกลปรับอากาศ, สุขาภิบาล) (7)	13	2.077	1.115
งานประปาระบบบำบัดน้ำเสีย (8)	5	2.200	0.837
งานที่ปรึกษา (9)	8	3.375	0.916
งานก่อสร้างทั่วไปและงานอื่น ๆ (10)	33	2.879	1.111
รวม	163	-	-

ตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองของการทดสอบครั้งนี้เป็นดังนี้

H_o: ผู้ประกอบการที่มีประเภทงานก่อสร้างแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านผลิตภาพและประสิทธิภาพเมื่อมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างไม่แตกต่างกัน

H_1: ผู้ประกอบการที่มีประเภทงานก่อสร้างแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านผลิตภาพและประสิทธิภาพเมื่อมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างแตกต่างกัน

รูปที่ 23 และรูปที่ 24 แสดงผลการทดสอบสมมติฐานและผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานข้อที่ 2 ตามลำดับ จากรูปที่ 23 กล่าวได้ว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก เนื่องจากค่า P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนับสำคัญ 0.05 ที่มีการกำหนดไว้ สรุปได้ว่าบริษัทที่ประกอบธุรกิจก่อสร้างต่างประเภทกันมีความเห็นด้านผลกระทบต่อผลิตภาพและประสิทธิภาพที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

One-way ANOVA: Score versus Type

Source	DF	SS	MS	F	P
Type	9	47.22	5.25	5.10	0.000
Error	153	157.48	1.03		
Total	162	204.70			

S = 1.015 R-Sq = 23.07% R-Sq(adj) = 18.54%

รูปที่ 23 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2

Grouping Information Using Tukey Method

Type	N	Mean	Grouping
2	18	3.944	A
6	10	3.400	A B C
9	8	3.375	A B C
1	25	3.320	A B
10	33	2.879	B C
3	23	2.826	B C
5	23	2.609	B C
8	5	2.200	B C
7	13	2.077	C
4	5	1.800	B C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-+---------+---------+---------+---------
1	25	3.320	0.988	(---*---)
2	18	3.944	0.725	(---*----)
3	23	2.826	1.029	(---*---)
4	5	1.800	0.837	(--------*--------)
5	23	2.609	0.891	(---*---)
6	10	3.400	1.430	(-----*-----)
7	13	2.077	1.115	(-----*----)
8	5	2.200	0.837	(--------*--------)
9	8	3.375	0.916	(------*------)
10	33	2.879	1.111	(---*--)
				-+---------+---------+---------+---------

รูปที่ 24 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 2

จากรูปที่ 24 เมื่อผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนให้ผลปฏิเสธสมมติฐานหลักแล้ว จึงต้องมีการวิเคราะห์ต่อว่ากลุ่มใดบ้างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันและกลุ่มใดบ้างที่มีความคิดเห็นแตกแยกออกไป แต่เนื่องจากจำนวนตัวแปรต้นมีมากถึง 10 ตัวแปร การแยกกลุ่มจึงแบ่งออกอย่างไม่ชัดเจนมากนัก ที่ชัดเจนที่สุดคือประเภทงานก่อสร้างอาคารสูงที่แสดงความคิดเห็นถึงผลิตภาพที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างอย่างชัดเจน และกลุ่มงานระบบที่มีความคิดเห็นว่าเทคโนโลยี

การก่อสร้างไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพของงานได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้หากจะวิเคราะห์ถึงเหตุและผลของคำตอบแล้วอาจสรุปได้ว่าความคิดเห็นดังกล่าวมีเหตุผล เนื่องจากงานระบบ ทั้งระบบไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ และระบบสุขาภิบาลต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้แรงงานฝีมือขั้นสูงในการออกแบบดำเนินการติดตั้ง และตรวจสอบคุณภาพ แต่เทคโนโลยีการก่อสร้างที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันจะเข้ามาช่วยเสริมประสิทธิภาพและลดความต้องการแรงงานระดับล่างเท่านั้น จึงทำให้งานระบบยังไม่สามารถจัดหาเทคโนโลยีที่ทดแทนแรงงานฝีมือขั้นสูงได้ ส่วนงานก่อสร้างอาคารสูงมีรายละเอียดหลักในงานโครงสร้าง งานติดตั้งขนาดใหญ่ งานสำรวจและงานประกอบ ทำให้เทคโนโลยีการก่อสร้างประเภทเครื่องทุ่นแรง เทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคโนโลยีจัดการโครงการเข้ามาช่วยเสริมผลิตภาพงานได้อย่างมีนัยสำคัญ

สมมติฐานที่ 3: การรับรู้เรื่องนวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่มีแตกต่างกันระหว่างผู้ประกอบการรายใหญ่และรายย่อย

ผู้วิจัยได้เลือกการแบ่งขนาดของบริษัทก่อสร้างตามประเภทกิจการและจำนวนบุคคลากรเช่นเดียวกับสมมติฐานที่ 1 โดยตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

H_o: ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความรู้และการรับรู้ผลกระทบของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างไม่แตกต่างกัน

H_1: ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความรู้และการรับรู้ผลกระทบของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างแตกต่าง

ทั้งนี้ข้อมูลที่เลือกนำมาวิเคราะห์จะเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำถามข้อที่ 1 ข้อที่ 5 ถึง 6 และข้อที่ 9 ทั้งนี้เพราะทั้ง 3 ข้อ เป็นคำถามที่บ่งบอกถึงองค์ความรู้และการรับรู้ต่อผลกระทบของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้าง ซึ่งเมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 3 ลักษณะที่ 1

	ห้างหุ้นส่วนจำกัด (I)	**บริษัทจำกัด (II)**	**บริษัทจำกัดมหาชน (III)**
จำนวนข้อมูล	16	38	9
ค่าเฉลี่ย	2.9375	3.5000	3.4444
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.8539	0.9227	0.8819

One-way ANOVA: Score versus Company

Source	DF	SS	MS	F	P
Company	2	3.658	1.829	2.26	0.114
Error	60	48.660	0.811		
Total	62	52.317			

S = 0.9006 R-Sq = 6.99% R-Sq(adj) = 3.89%

รูปที่ 25 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 ลักษณะที่ 1

จากรูปที่ 25 พบว่าค่า P-value มีค่า 0.114 ซึ่งในที่นี้กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถตีความหมายได้ว่า ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างไม่แตกต่างกัน นั่นคือไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะสมมติฐานหลัก ต่อมาจึงจัดแบ่งขนาดของบริษัทตามจำนวนบุคคลากรตามลักษณะที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกมีบุคคลากรไม่เกิน 50 คน (I) กลุ่มที่สอง มีบุคลากรระหว่าง 51-100 คน (II) และกลุ่มที่สามมีบุคลากรมากกว่า 100 คน (III) โดยสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองยังคงเป็นเช่นการทดสอบในลักษณะที่ 2 ข้อมูลทางสถิติแสดงได้ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 3 ลักษณะที่ 2

	บุคลากร ไม่เกิน 50 คน (I)	**บุคลากร ระหว่าง 51-100 คน (II)**	**บุคลากร มากกว่า 100 คน (III)**
จำนวนข้อมูล	4	21	38
ค่าเฉลี่ย	3.2500	3.5238	3.5000
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.5000	0.6796	0.8302

One-way ANOVA: Score versus Company

Source	DF	SS	MS	F	P
Company	2	0.258	0.129	0.22	0.805
Error	60	35.488	0.591		
Total	62	35.746			

S = 0.7691 R-Sq = 0.72% R-Sq(adj) = 0.00%

รูปที่ 26 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 ลักษณะที่ 2

จากรูปที่ 26 พบว่าค่า P-value มีค่า 0.805 ซึ่งในที่นี้กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถตีความหมายได้ว่า ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างไม่แตกต่างกัน นั่นคือไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะสมมติฐานหลัก จากการทดสอบสมมติฐานทั้งสองลักษณะ สามารถสรุปได้ว่าขนาดของบริษัทไม่ได้มีผลให้การรับรู้ด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้เป็นบริษัทก่อสร้างที่เป็นสมาชิกสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่มีการสื่อสารกันภายในสมาคมทั้งในองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการและเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่อย่างเป็นประจำ ทำให้บริษัทต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันในองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง

สมมติฐานที่ 4: ได้มีการประยุกต์ใช้หรือมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่ในผู้ประกอบการรายใหญ่

ผู้วิจัยได้เลือกการแบ่งขนาดของบริษัทก่อสร้างตามประเภทกิจการและจำนวนบุคคลากรเช่นเดียวกับสมมติฐานที่ 1 โดยตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองดังนี้

H_o: ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีการประยุกต์ใช้หรือมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่ไม่แตกต่างกัน

H_1: ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีการประยุกต์ใช้หรือมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่แตกต่างกัน

ทั้งนี้ข้อมูลที่เลือกนำมาวิเคราะห์จะเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำถามข้อที่ 1 ข้อที่ 7 ถึง 8 และข้อที่ 11 ทั้งนี้เพราะทั้ง 3 ข้อ เป็นคำถามที่เกี่ยวกับแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ซึ่งเมื่อรวบรวมข้อมูลแล้วสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 1

	ห้างหุ้นส่วนจำกัด (I)	**บริษัทจำกัด (II)**	**บริษัทจำกัดมหาชน (III)**
จำนวนข้อมูล	16	38	9
ค่าเฉลี่ย	2.8750	3.5263	3.6667
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.5000	0.7618	0.7071

One-way ANOVA: Score versus Company

Source	DF	SS	MS	F	P
Company	2	5.633	2.817	5.78	0.005
Error	60	29.224	0.487		
Total	62	34.857			

S = 0.6979 R-Sq = 16.16% R-Sq(adj) = 13.37%

รูปที่ 27 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 1

จากรูปที่ 27 พบว่าค่า P-value มีค่า 0.005 ซึ่งในที่นี้กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถตีความหมายได้ว่า ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้หรือมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่แตกต่างกัน นั่นคือปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นเอง และเมื่อทำการทดสอบการแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Tukey Test พบว่า บริษัทจำกัด (II) และบริษัทมหาชนจำกัด (III) ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในขณะที่ความคิดเห็นของห้างหุ้นส่วนจำกัด (I) มีความแตกต่างออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดสอบ Tukey Test แสดงดังรูปที่ 28

Grouping Information Using Tukey Method

Company	N	Mean	Grouping
III	9	3.6667	A
II	38	3.5263	A
I	16	2.8750	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	---------+---------+---------+---------+
I	16	2.8750	0.5000	(------*-----)
II	38	3.5263	0.7618	(----*---)
III	9	3.6667	0.7071	(--------*---------)

รูปที่ 28 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 1

ส่วนในลักษณะที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรกมีบุคลากรไม่เกิน 50 คน (I) กลุ่มที่สอง มีบุคลากรระหว่าง 51-100 คน (II) และกลุ่มที่สาม มีบุคลากรมากกว่า 100 คน (III) โดยสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองยังคงเป็นเช่นการทดสอบในลักษณะที่ 2 ข้อมูลทางสถิติแสดงได้ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 2

	บุคลากร ไม่เกิน 50 คน (I)	**บุคลากร ระหว่าง 51-100 คน (II)**	**บุคลากร มากกว่า 100 คน (III)**
จำนวนข้อมูล	4	21	38
ค่าเฉลี่ย	2.2500	3.2381	3.3421
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.5000	0.8891	0.7807

One-way ANOVA: Score versus Company

Source	DF	SS	MS	F	P
Company	2	4.316	2.158	3.31	0.043
Error	60	39.112	0.652		
Total	62	43.429			

S = 0.8074 R-Sq = 9.94% R-Sq(adj) = 6.94%

รูปที่ 29 ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 ลักษณะที่ 2

จากรูปที่ 29 พบว่าค่า P-value มีค่า 0.043 ซึ่งในที่นี้กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถตีความหมายได้ว่า ผู้ประกอบการที่มีขนาดแตกต่างกันมีความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้หรือมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่แตกต่างกัน นั่นคือปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นเอง และเมื่อทำการทดสอบการแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Tukey Test พบว่าบุคลากรระหว่าง 51-100 คน (II) และบุคลากรมากกว่า 100 คน (III) ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในขณะที่ความคิดเห็นของบริษัทที่มีบุคคลการไม่เกิน 50 คน (I) มีความแตกต่างออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดสอบ Tukey Test แสดงดังรูปที่ 30

```
Grouping Information Using Tukey Method

Company   N    Mean  Grouping
III      38  3.3421  A
II       21  3.2381  A B
I         4  2.2500    B

Means that do not share a letter are significantly different.


Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals

             Individual 95% CIs For Mean Based on
                           Pooled StDev
Level   N    Mean   StDev  ------+---------+---------+---------+---
I       4  2.2500  0.5000  (-------------*------------)
II     21  3.2381  0.8891                        (-----*-----)
III    38  3.3421  0.7807                           (----*---)
                           ------+---------+---------+---------+---
                               1.80      2.40      3.00      3.60
```

รูปที่ 30 ผลการเปรียบเทียบ Tukey Test ของสมมติฐานที่ 4 ลักษณะที่ 2

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างทั้งสองลักษณะ สามารถสรุปได้ว่าบริษัทขนาดกลางและขนาดใหญ่ทั้งเมื่อแบ่งด้วยเงินทุนหรือจำนวนบุคลากรแล้วจะมีความเห็นไปในทางเดียวกันคือ บริษัทขนาดกลางและขนาดใหญ่ความคิดเห็นด้านการประยุกต์ใช้หรือมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการก่อสร้างสมัยใหม่อย่างชัดเจนและมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับความคิดเห็นกับบริษัทก่อสร้างขนาดเล็ก

4.5 ผลการสำรวจคำถามเชิงลึก

อัตราการตอบกลับของคำถามแบบปลายเปิดจะมีอัตราที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับคำถามปลายปิด ซึ่งเป็นเรื่องปกติโดยทั่วไป ในการศึกษาครั้งนี้มีอัตราการตอบเพียงร้อยละ 38.1 เมื่อเทียบกับอัตราการตอบคำถามแบบปิด ซึ่งสามารถสรุปผลการตอบกลับได้ดังนี้

คำถามข้อที่ 1. ความคิดเห็นต่อการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ในงานก่อสร้างส่งผลกระทบต่อผลิตภาพแรงงานในสถานประกอบการของท่านหรือไม่ อย่างไร

- จะทำให้ความต้องการแรงงานไร้ฝีมือน้อยลง และต้องการแรงงานฝีมือมากขึ้น แต่การผลิตแรงงานฝีมือก็จะไม่ทันความต้องการ
- เป็นผลดีต่อปัญหาแรงงาน
- จะไม่มีปัญหาเรื่องแรงงาน แต่จะเสริมประสิทธิภาพแรงงานได้ดีขึ้น
- ปัจจุบันขาดแคลนแรงงาน
- ลดความต้องการแรงงาน เพิ่มประสิทธิภาพแรงงานได้ ลดความสูญเสีย

- มีผลกระทบบ้าง แต่จะทำให้ทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
- ช่วยให้งานมีคุณภาพดีขึ้น มีคุณภาพสม่ำเสมอ ลดปัญหาคุณภาพงานไม่ได้มาตรฐาน
- อาจมีผลกระทบให้เกิดการพัฒนาฝีมือแรงงานได้น้อยลง เพราะใช้เครื่องทดแทน
- ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของงาน
- ลดเวลาในการก่อสร้าง และลดรายจ่าย เพิ่มกำไรได้มากขึ้น
- มีผลให้ลดเวลาการทำงานลงได้
- คิดเห็นว่าเป็นปัจจัยเสริมมากกว่าปัจจัยลบ
- มีผลกระทบด้านลบน้อย เพราะปัจจุบันมีปัญหาขาดแคลนแรงงานอยู่แล้ว
- เทคโนโลยี pre-fab ช่วยให้งานก่อสร้างมีประสิทธิภาพขึ้นอย่างมาก ลดความต้องการแรงงานฝีมือ เพิ่มคุณภาพงาน ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง แต่เทคโนโลยีนี้จะเหมาะกับบางโครงการก่อสร้างเท่านั้น
- จะไม่ส่งผลกระทบ เพราะบริษัทจะเลือกใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างที่เหมาะสมกับโครงการของตนเท่านั้น

คำถามข้อที่ 2. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้สถานประกอบการของท่านเลือกนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

- ปัจจัยด้านแรงงานฝีมือที่ขาดแคลนมีผลให้เกิดความต้องการเทคโนโลยีการก่อสร้าง
- ต้องการลดค่าใช้จ่ายและต้นทุน
- โครงการที่มีการผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ ซ้ำ ๆ
- ต้องการเพิ่มอัตราการผลิตและลดต้นทุน แต่ขาดแคลนแรงงาน
- ปัจจัยด้านราคาของเทคโนโลยี ความยากง่ายและซับซ้อนในการใช้งาน
- ปัจจัยด้านการออกแบบที่เหมาะสมกับเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้
- การแข่งขันที่สูง โดยเฉพาะจากบริษัทต่างชาติ
- ต้องการคุณภาพงานที่ดีขึ้นและรวดเร็วขึ้น
- ความรวดเร็วในการทำงาน
- ปัจจัยด้านค่าแรงงานที่สูงขึ้น หาแรงงานได้ยากขึ้น การลงทุนในเทคโนโลยีมีความเป็นไปได้มากขึ้น
- ปัจจัยด้านต้นทุนที่ถูกลง คุณภาพงานที่สูงขึ้น
- ปัจจัยด้านคู่ค้าที่เริ่มใช้เทคโนโลยีการก่อสร้าง ทำให้ต้องประยุกต์ใช้ตาม
- การขาดความชำนาญในการใช้เทคโนโลยีอาจทำให้ยังไม่ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ
- ขาดแคลนแรงงาน และต้องการลดต้นทุนการก่อสร้าง
- ขาดแคลนแรงงานอย่างมาก

คำถามข้อที่ 3. การที่เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วน (disruptive technology) เข้ามาแทนที่เทคโนโลยีรูปแบบเดิมอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบต่อสถานประกอบการของท่านหรือ ไม่อย่างไร

- คนรุ่นเก่าปรับตัวไม่ทัน
- ต้องมีการพัฒนาแรงงานให้สามารถใช้เทคโนโลยีได้
- ไม่ส่งผลกระทบมากนัก เพราะในปัจจุบันได้เริ่มมีการใช้เทคโนโลยีอยู่บ้างแล้ว
- ไม่มีผลกระทบ เพราะจะเลือกใช้เฉพาะที่จำเป็น
- กระทบเล็กน้อย เพราะปัจจุบันต้องแรงงานมาก
- ไม่กระทบมาก
- จะส่งผลกระทบรุนแรงหากไม่ปรับตัว เช่น การแข่งขันที่รุนแรงนำมาซึ่งราคาโครงการและผลตอบแทนที่ลดลง
- ไม่มีผลเนื่องจากงานที่บริษัททำอยู่เป็นงานด้านที่พักอาศัย
- ไม่มีผลกระทบเนื่องจากเทคโนโลยียังมีเข้ามาน้อย
- ไม่มีผลกระทบ
- ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจ การจัดสรรงบประมาณ และด้านต้นทุนเทคโนโลยีที่ต้องจ่าย
- บุคคลกรรุ่นใหม่จะสามารถปรับตัวได้ในขณะที่บุคลากรรุ่นเก่าจะมีผลกระทบ
- ส่งผลต่อพนักงานที่อาจปรับตัวไม่ทัน
- จะส่งผลในระยะเริ่มต้นที่มีการนำเข้ามาใช้หลังจากนั้นอาจส่งผลดีในด้านผลิตภาพและต้นทุน
- ยังไม่มีความเข้าใจมากนัก ต้องมีการศึกษาอีกระยะ
- ไม่มีผลกระทบเนื่องจากปัจจุบันบริษัทเองก็กำลังปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีสมัยใหม่อยู่แล้ว

คำถามข้อที่ 4. สถานประกอบการของท่านมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วน (disruptive technology) เข้ามาช่วยในงานก่อสร้างแทนแรงงานคนในอนาคตหรือไม่ อย่างไร

- เริ่มนำ BIM เข้ามาใช้ในบางโครงการแล้ว
- เริ่มมีการนำเข้ามาใช้โดยเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับโครงการ แต่ยังขาดแคลนแรงงานที่สามารถใช้เทคโนโลยีดังกล่าว
- มีแนวโน้มสูงที่จะนำเข้ามาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

- ไม่แน่ใจ
- มีแน่นอนในระยะเวลาอันใกล้
- ยังไม่มี
- มีแน่นอน เพื่อลดปัญหาขาดแคลนแรงงาน
- มีแนวโน้มนำเข้ามาใช้ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับราคาของเทคโนโลยี
- ดูความต้องการของลูกค้า เพื่อให้บริษัทก้าวทันยุคสมัย
- กำลังวางแผนนำเข้ามาใช้อยู่

4.6 ผลการสำรวจข้อเสนอแนะ

คำถามเชิงข้อเสนอแนะจะเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ในแง่มุมอื่น ๆ ที่อาจมีอยู่แต่ผู้วิจัยไม่อาจวิเคราะห์ได้อย่างครอบคลุม ทั้งนี้อัตราการตอบมีเพียง 15.9 เมื่อเทียบกับอัตราการตอบคำถามแบบปิด โดยข้อความจะเป็นดังนี้ “ข้อเสนอแนะในด้านสภาพปัจจุบันและแนวโน้มในการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วนช่วยในงานก่อสร้าง” ซึ่งข้อเสนอแนะต่าง ๆ สามารถรวบรวมได้ดังนี้

- ควรส่งเสริมการใช้ application ในการทำงานด้านต่าง ๆ เช่นในระบบ BIM การรายงานข้อมูลความก้าวหน้าในโครงการ การสั่งวัสดุผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เป็นต้น
- การนำเทคโนโลยีการก่อสร้างเข้ามาทดแทนแรงงานอาจจะยังไม่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย แต่จะเกิดในลักษณะนำเข้ามาเสริมประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น
- ต้องมีการศึกษาให้ละเอียดก่อนนำเข้ามาใช้
- เทคโนโลยีปกติ เช่น เครน ช่วยลดความต้องการแรงงานได้ชัดเจนกว่าเทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่อย่างเครื่องพิมพ์สามมิติ ที่ยังมีข้อจำกัดอยู่
- อยากให้รัฐบาลสนับสนุนการนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาใช้ในงานก่อสร้าง ด้านการเงินการลงทุน เพื่อให้แข่งขันได้กับบริษัทต่างชาติและในตลาดเพื่อนบ้าน
- ปัจจุบันเลือกใช้ BIM อยู่ พบว่าลดความซับซ้อนในการบริหารโครงการได้อย่างมาก เริ่มมีการใช้โดรนในการตรวจสอบงานแต่ยังอยู่ในระยะเริ่มต้น มีการเริ่มเก็บข้อมูล Big data และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สิ่งเหล่านี้ช่วยทำให้การสื่อสารกับลูกค้าได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- อยากให้มีการพัฒนา application ในการทำงานบริหารโครงก่อสร้างได้หลากหลายขึ้น
- อยากให้กรมการพัฒนาฝีมือแรงงานให้ความสำคัญกับการพัฒนาฝีมือแรงงานสำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ เนื่องจากเมื่อบริษัทเริ่มประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแต่กลับขาดบุคคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อสอบถามความคิดเห็นต่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างทั้งเทคโนโลยีที่มีการประยุกต์ใช้อยู่และเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มจะมีการประยุกต์ใช้ในอนาคต นอกจากนี้ยังมีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติจากข้อมูลความคิดเห็นที่ได้สำรวจ

5.1 สรุปผล

จากผลการสำรวจพบว่า

1. บริษัทก่อสร้างไทยมีองค์ความรู้และความเข้าใจในเทคโนโลยีการก่อสร้างในระดับมาก รวมถึงเข้าใจในเทคโนโลยีสมัยใหม่ (ป่วนและก้าวกระโดด) เช่น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน และเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เป็นอย่างดี โดยเฉพาะผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างที่มีต่อบริษัท จากผลสำรวจแสดงให้เห็นว่าบริษัทส่วนใหญ่ที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างในการดำเนินงานก่อสร้างส่งผลให้เกิดการเพิ่มผลิตภาพและประสิทธิภาพในการเนินโครงการก่อสร้างอย่างมีนัยสำคัญ

2. แนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างจะเริ่มจากบริษัทก่อสร้างขนาดกลางและขนาดใหญ่ ซึ่งมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างไปแล้วพอสมควร แต่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างสมัยใหม่ (ป่วนและก้าวกระโดด) ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก จากผลการสำรวจพบการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และเทคโนโลยี Cloud computing อยู่ในจำนวนที่น้อย ส่วนเทคโนโลยีการก่อสร้างอื่น ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ คอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารจัดการโครงการ อยู่ในระดับสูง แต่จากการวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจและผลกระทบของเทคโนโลยีการก่อสร้างต่อการดำเนินงานของบริษัทก่อสร้าง ทำให้เชื่อได้ว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

นอกจากนี้จากผลการศึกษาสามารถมีข้อสรุปเพิ่มเติมได้อีกว่าอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเข็มแข็งพอสมควร ด้วยฝีมือและทักษะแรงงานรวมถึงความสามารถของการบริหารงานก่อสร้างของบริษัทก่อสร้างไทย ดังจะเห็นได้จากการดำเนินงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นในหลาย ๆ ประเทศโดยบริษัทก่อสร้างของไทย นอกจากนั้นพบอีกว่าบริษัทต่าง ๆ มีความเห็นไปในแนวทางเดียวกันว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างก่อให้เกิดการเพิ่มผลิตภาพในหลาย ๆ ด้าน

สำหรับแนวทางในการส่งเสริมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยนั้น พบว่าแนวทางการเข้าถึงปัญหาหรือการกระจายองค์ความรู้ผ่านสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ จะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด ดังจะเห็นได้จากองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างที่บริษัทสมาชิกได้รับทราบผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ของชมรมฯ ดังนั้นการเข้าไปส่งเสริมผ่านช่องทางนี้จึงมีโอกาสประสบความสำเร็จมากที่สุด กลยุทธ์หนึ่งของการส่งเสริมคือการจัดหาเทคโนโลยีการก่อสร้างที่มีราคาสมเหตุสมผลต่อการลงทุนและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจที่ข้อมูลที่ได้จะสรุปผ่านกลุ่มตัวอย่าง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นผลการศึกษาอาจเปลี่ยนไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไปและกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไป ผู้นำผลการวิจัยไปสรุปใช้ในการกำหนดกลยุทธ์จึงต้องเป็นไปด้วยความระมัดระวัง

5.2.2 เนื่องจากประเภทงานก่อสร้างที่แบ่งโดยสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ดังนั้นหากมีการศึกษาครั้งต่อไปหากเป็นไปได้ควรมีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มเพื่อให้ข้อมูลที่ได้มาจากกลุ่มบริษัทก่อสร้างครบทุกประเภทอย่างสมดุล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

กาศิ งานกมลรัตน์, สิงห์ อินทรชูโต, และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร. (2559). อุปสรรคในการเผยแพร่นวัตกรรมด้านการก่อสร้างในประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 24(1), 154-168.

เกรียงไกร เตชกานนท์. (2552). อุตสาหกรรมก่อสร้างไทยสู่สากล ใหญ่เล็กต้องไปด้วยกัน. เข้าถึงได้จาก http://www.econ.tu.ac.th/oldweb/doc/news/409/econtu_24_Kriengkrai.pdf. เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2562.

ข่าวอสังหาริมทรัพย์. (2561). เทคโนโลยี ทางรอดอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย. เข้าถึงได้จาก https://baania.com/th/article/เทคโนโลยี-ทางรอดอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย. เข้าถึงเมื่อ 1 พฤษภาคม 2562.

จินดารัตน์ โพธิ์นอก. (2561). เทคโนโลยีปวนและก้าวกระโดด. เข้าถึงได้จาก https://www.dailynews.co.th/article/619302. เข้าถึงเมื่อ 3 พฤษภาคม 2562.

ดวงสมร มะโนวรรณ, มานะ ลักษมีอรุโณทัย, และ ญาณกร โท้ประยูร. (2562). แนวทางในการพัฒนาและการเพิ่มผลิตภาพแรงงานในภาคบริการต่อเศรษฐกิจไทย. *วารสารจุฬานาครทรรศน์*, 6(2), 736-756.

ทิพวรรณ บุณย์เพิ่ม. (2550). บันได 10 ขั้น สู่การเพิ่มผลิตภาพในงานก่อสร้าง. การจัดการสมัยใหม่. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เข้าถึงได้จาก http://digi.library.tu.ac.th/index/0271/5-1-Jan-Jun-2550/07PAGE68-PAGE84.pdf. เข้าถึงเมื่อ 3 เมษายน 2562.

ไทยเจริญเทค. (2562). การก่อสร้าง ความหมาย ประเภท และการแบ่งงานก่อสร้าง. เข้าถึงได้จาก https://www.chi.co.th/article/article-1201/. เข้าถึงเมื่อ 2 พฤษภาคม 2562.

ธวัชชัย สีมาโลฤทธิ์ และ นพรัตน์ สวัสดิ์สกล. (2558). กรณีศึกษาการวิเคราะห์ประมาณปริมาณเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อยในงานก่อสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 10(2), 85-95.

ธานิน คำทิพย์ และ ชีวินทร์ ลิ้มศิริ. (2559). การวางแผนงานก่อสร้างที่เหมาะสมด้วยการแบ่งส่วนเวลา. *รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1 เรื่องนวัตกรรมอาคาร*. 10-11 สิงหาคม 2559, โรงแรม ไมด้า ทวารวดี แกรนด์, นครปฐม.

นพวัตติ์ ธรรมเหมไพจิตร, ศักดิ์ชาย รักการ, อัตถกร กลั่นความดี, และ ธนาคม สกุลไทย์. (2560). แนวทงการบริหารต้นทุนบ้านทาวน์โฮม 3 ชั้นในเขตจังหวัดสมุทรปราการ. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 7(1), 192-204.

นิรัติศัย ทุมวงษา. (2561). ธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง. เข้าถึงได้จาก https://www.krungsri.com/bank/getmedia/7f57f5b7-189a-4db0-ac25-b31d23c6741c/IO_Construction_Contractor_2018_TH.aspx. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2562.

ปิยะวุฒิ แดนวงดร และ พลวัชร พรหมดวง. (2559). ประยุกต์การใช้งานโปรแกรม Sketch Up สร้างแบบจำลองโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) เสมือนจริงเพื่อการจัดการงานก่อสร้าง (สำหรับบ้านพักอาศัยสองชั้น). *รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1 เรื่องนวัตกรรมอาคาร*. 10-11 สิงหาคม 2559, โรงแรม ไมด้า ทวารวดี แกรนด์, นครปฐม.

ศุภวรรณ ฤทธิเดช. (2560). โครงการมิกส์ยูส (Mixed-use) อสังหาฯ แนวใหม่ที่ใครๆ ก็อยากลงทุน. เข้าถึงได้จาก https://www/article/article/โครงการมิกส์ยูส-Mixed-use-อสังหาฯ-แนวใหม่ที่ใครๆ-ก็อยากลงทุน. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม 2562.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2561). เจาะทิศทางก่อสร้างไทยปี 62. ธนาคารกสิกรไทย, เข้าถึงได้จาก https://kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Documents/Thai-Construction-Direction_2019.pdf. เข้าถึงเมื่อ 28 เมษายน 2562.

สวลักษณ์ เชื้อสุวรรณ์. (2553). การศึกษาปัจจัยที่เป็นผลกรทบต่อการลดลงของผลิตภาพแรงงานในงานก่อสร้าง. รายงานการค้นคว้าอิสระ. มหาวิทยาลัยศิลปากร. 152 หน้า.

อรรตพล วงศ์สุขศรี. (2558). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้วยระบบอีอาร์พีในธุรกิจก่อสร้าง. *วารสารวิชาการการตลาดและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2*(1), 126-133.

Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of Building Information Modeling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31, 971-980.

Campbell, D. (2017). 6 Ways virtual reality construction technology can save you money now. Accessed from https://connect.bim360.autodesk.com/virtual-reality-construction-technology-saves-money. Accessed by May 15, 2019.

Dallasega, P., Rauch, E., & Linder, C. (2018). Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chain: a systematic literature review. *Computers in Industry*, 99, 205-225.

Hardin, B., & McCool, D. (2015). BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows. John Wiley & Sons.

Jones, K. (2018). How big data can transform the construction industry. Accessed from https://www.constructconnect.com/blog/construction-technology/big-data-can-transform-construction-industry/. Accessed by June 5, 2019.

Olomolaiye, P. O., Wahab, K. A., & Price, A. D. F. (1987). Problem influencing craftmen's productivity in Nigeria. *Building and Environment*, 22(4), 317-323.

Sharifi, S. (2018). 3 Ways virtual reality in construction is shaping the industry. Accessed from https://connect.bim360.autodesk.com/virtual-reality-in-construction. Accessed by May 15, 2019.

Tulenheimo, R. (2015). Challenges of implementing new technologies in the world of BIM—case study from construction engineering industry in Finland. *In Procedia Economics and Finance*, 21, 469-477.

Wienerberger India. (2017). How is IoT impacting the construction industry? Accessed from http://gosmartbricks.com/how-is-iot-impacting-the-construction-industry/. Accessed by May 15, 2019.

ภาคผนวก

แบบสำรวจ

โครงการวิจัย

เรื่อง การศึกษาสถานการณ์ของเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

วัตถุประสงค์

แบบสอบถามนี้มีเป้าหมายในการศึกษาสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

คำชี้แจง

1. ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ต้องเขียนชื่อลงในแบบสอบถาม โปรดตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อและตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด โดยคำตอบของท่าน ผู้วิจัยจะเก็บเป็นความลับ และไม่มีผลเสียหายต่อท่าน เนื่องจากผู้วิจัยจะนำข้อมูลไปวิเคราะห์และสรุปผลเพื่อให้เกิดองค์ความรู้สำหรับโครงการวิจัยเท่านั้น

2. แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลบริษัทกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้าง

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

ส่วนที่ 4 แบบสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

3. โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน □ หน้าข้อความที่ตรงความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

4. รายละเอียดในการพิจารณาความคิดเห็นในข้อคำถามด้านสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย ของเครื่องจักรในแต่ละด้านถูกแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนระดับ 5 หมายถึง มีความเห็นด้วยกับข้อคำถามดังกล่าวมากที่สุด

คะแนนระดับ 4 หมายถึง มีความเห็นด้วยกับข้อคำถามดังกล่าวมาก

คะแนนระดับ 3 หมายถึง มีความเห็นด้วยกับข้อคำถามดังกล่าวปานกลาง

คะแนนระดับ 2 หมายถึง มีความเห็นด้วยกับข้อคำถามดังกล่าวน้อย

คะแนนระดับ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยกับข้อคำถามดังกล่าว

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านเป็นอย่างดี และขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ส่วนที่ 1 แบบสำรวจข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. ปัจจุบันท่านอายุ

☐ น้อยกว่า 25 ปี ☐ 26–35 ปี ☐ 36–45 ปี

☐ 46–55 ปี ☐ 56–65 ปี ☐ มากกว่า 66 ปีขึ้นไป

3. การศึกษา

☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษาตอนต้น ☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.

☐ อนุปริญญา/ปวส. ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

4. อายุงานของท่านในการประกอบธุรกิจในสายงานก่อสร้าง

☐ น้อยกว่า 5 ปี ☐ ระหว่าง 5-10 ปี ☐ ระหว่าง 11-15 ปี

☐ ระหว่าง 16-20 ปี ☐ มากกว่า 20 ปี

5. ตำแหน่งงานปัจจุบันของท่าน (เลือกได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ ประธานกรรมการ ☐ กรรมการผู้จัดการ ☐ ผู้จัดการทั่วไป

☐ ผู้จัดการ ☐ หัวหน้างาน ☐ วิศวกร

☐ โฟร์แมนควบคุมงาน ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

6. ความเชี่ยวชาญและหน้าที่ความรับผิดชอบหลักของท่านในบริษัท (เลือกได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ ด้านบริหารจัดการองค์กร ☐ ด้านการตลาด ☐ ด้านทรัพยากรมนุษย์

☐ ด้านการจัดซื้อจัดจ้าง ☐ ด้านคลังสินค้า ☐ ด้านออกแบบ

☐ ด้านการควบคุมคุณภาพ ☐ ด้านงานระบบ ☐ด้านต้นทุนและสัญญา

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 2 แบบสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้าง

1. ประเภทงานก่อสร้างที่กำลังดำเนินกิจการในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ งานอาคารที่อยู่อาศัย ☐ งานอาคารสูง ☐ งานอาคารโรงงานอุตสาหกรรม

☐ งานเขื่อนชลประทาน ☐ งานสะพานและงานยกระดับ

☐ งานทางและถนน ☐ งานระบบ (ไฟฟ้า, เครื่องกลปรับอากาศ, สุขาภิบาล)

☐ งานประปาระบบบำบัดน้ำเสีย ☐ งานที่ปรึกษา ☐ งานก่อสร้างทั่วไป และงานอื่น ๆ

2. ประเภทของกิจการ

☐ บุคคลธรรมดา ☐ คณะบุคคล ☐ ห้างหุ้นส่วนสามัญ

☐ ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล ☐ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ☐ บริษัทจำกัด

☐ บริษัทจำกัดมหาชน ☐ อื่น ๆ .....

3. สถานประกอบการของท่านมีแรงงานและบุคลากรประจำอยู่ประมาณเท่าไร

☐ ไม่เกิน 50 คน ☐ ระหว่าง 51-100 คน ☐ มากกว่า 100 คน

4. ประเภทกลุ่มลูกค้าภายในประเทศ

☐ ภาครัฐบาล คิดเป็น.....% ☐ ภาคเอกชน คิดเป็น.....%

5. ประเภทกลุ่มลูกค้าจากต่างประเทศ

☐ ลาว ☐ กัมพูชา ☐ เมียนมา ☐ อื่น ๆ .....

6. รายได้เฉลี่ยในรอบบัญชีต่อปีที่ผ่านมาของบริษัท (โดยประมาณ)

☐ เพิ่มขึ้น คิดเป็น.....% ☐ ลดลง คิดเป็น.....%

7. รายได้ประมาณการรอบบัญชีในปีนี้

☐ เพิ่มขึ้น คิดเป็น.....% ☐ ลดลง คิดเป็น.....%

8. สถานประกอบการของท่านลงทุนเพื่อนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานก่อสร้างคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์.....

9. สถานประกอบการของท่านเลือกใช้เทคโนโลยีใดเข้ามาช่วยในงานก่อสร้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ CAD ☐ CAE ☐ Sketch up ☐ Microsoft Project

☐ BIM ☐ IoT ☐ Big DATA ☐ Could computing

☐ Digitization ☐ Prefabs Technology ☐ Robotics ☐ 3D printing

☐ VR Technology ☐ ARCS ☐ LSAM ☐ อื่น ๆ .....

10. สถานประกอบการของท่านมีแรงงานช่างฝีมือเพียงพอหรือไม่

☐ เพียงพ ☐ ไม่เพียงพอ

ส่วนที่ 3 แบบสำรวจความคิดเห็นสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. บริษัทของท่านมีองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ และนวัตกรรมด้านการก่อสร้างเป็นอย่างดี					
2. บริษัทของท่านมีนโยบายการส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานก่อสร้าง					
3. ปัจจุบันบริษัทของท่านมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ ๆ เข้ามาช่วยในงานก่อสร้าง					
4. บริษัทของท่านจัดสรรงบประมาณสำหรับนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานก่อสร้าง					
5. บริษัทของท่านได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาในอุตสาหกรรมก่อสร้าง					
6. บริษัทของท่านมีความเข้าใจในผลกระทบด้านบวกที่เกิดขึ้นของเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่จึงมีความเชื่อมั่นในการใช้นวัตกรรม					
7. ปัจจัยด้านราคาของเทคโนโลยีใหม่ ๆ และนวัตกรรมในงานก่อสร้างมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้นวัตกรรมนั้น ๆ					
8. การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ในงานก่อสร้างสามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้กับสถานประกอบการอย่างเห็นได้ชัด					
9. การที่ผู้ประกอบการรายใหญ่นำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการก่อสร้างส่งผลกระทบต่อบริษัทของท่าน					
10. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในงานก่อสร้างส่งผลให้บริษัทของท่านมีผลิตภาพสูงขึ้น					
11. ในอนาคตสถานประกอบการของท่านมีเป้าหมายในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยแก้ปัญหาด้านผลิตภาพด้านแรงงานต่ำ					
12. การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในงานก่อสร้างทำให้ประสิทธิภาพของงานก่อสร้างดีขึ้น					
13. สถานประกอบการของท่านมีการนำเทคโนโลยีด้านการจำลองความเป็นจริงเสมือนนำมาใช้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในด้านต่าง ๆ					

ประเด็นคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
14. สถานประกอบการของท่านนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสิ่ง (IoT) เข้ามาใช้เพื่อสามารถติดตามการใช้ทรัพยากรในการก่อสร้างได้ดีและแม่นยำขึ้น					
15.สถานประกอบการของท่านมีการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสิ่ง (IoT) ประยุกต์เข้ากับเซนเซอร์สำหรับงานซ่อมบำรุงของเครื่องจักรเพื่อลดการเสียหาย					
16. สถานประกอบการของท่านมีการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสิ่ง (IoT) ในการจัดการด้านพลังงาน ส่งข้อมูลเชื้อเพลิงเพื่อให้เครื่องจักรทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ					
17. สถานประกอบการของท่านมีการนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตทุกสิ่ง (IoT) ประยุกต์เข้ากับเทคโนโลยี RFID (Radio-Frequency Identification) เพื่อการรายงานความปลอดภัยแบบตามเวลาจริง					
18.สถานประกอบการของท่านมีการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ในการจัดเก็บตัวเลขและข้อมูลที่ซับซ้อนผ่านระบบคลาวด์ (Could computing) และเป็นแบบเวลาจริง					
19. สถานประกอบการของท่านมีการเลือกใช้โดรนในการตรวจดูหน้างานก่อสร้าง					

ส่วนที่ 4 แบบสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับสถานการณ์และผลกระทบของเทคโนโลยีป่วนและก้าวกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย

1. ความคิดเห็นต่อการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ในงานก่อสร้างส่งผลกระทบต่อผลิตภาพแรงงานในสถานประกอบการของท่านหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้สถานประกอบการของท่านเลือกนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

.....

.....

.....

.....

3. การที่เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วน (disruptive technology) เข้ามาแทนที่เทคโนโลยีรูปแบบเดิมอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบต่อสถานประกอบการของท่านหรือ ไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. สถานประกอบการของท่านมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วน (disruptive technology) เข้ามาช่วยในงานก่อสร้างแทนแรงงานคนในอนาคตหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะในด้านสภาพปัจจุบันและแนวโน้มในการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้าข่ายเทคโนโลยีป่วนช่วยในงานก่อสร้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายเทวัญ ศรีดารานนท์

วัน เดือน ปี เกิด 2 เมษายน 2522

สถานที่เกิด โรงพยาบาลศูนย์แม่และเด็ก จังหวัดราชบุรี

วุฒิการศึกษา

- ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ม.3 โรงเรียนดรุณาราชบุรี
  เกรดเฉลี่ยสะสม 2.6
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.ช่างไฟฟ้า โรงเรียนบ้านโป่ง
  บริหารธุรกิจ-เทคโนโลยี เกรดเฉลี่ยสะสม 3.1
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส.ช่างไฟฟ้า
  โรงเรียนนครปฐม-เทคโนโลยี เกรดเฉลี่ยสะสม 3.3
- ระดับปริญญาตรี วุฒิการศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
  คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
  สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยณิวัฒนา
  (ในพระอุปถัมภ์ สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา
  กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์)
  ปัจจุบันคือ มหาวิยาลัยเวสเทิร์น เกรดเฉลี่ยสะสม 2.90
  ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (กว.)
  ระดับ ภาคีวิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
  แขนงไฟฟ้ากำลัง เลขทะเบียน ภฟก.32145

ที่อยู่ปัจจุบัน 75/1 หมู่บ้าน ชมเดือน 2 ซ.เพชรเกษม 108 แยก 4 ถ.เพชรเกษม
แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม จังหวัดกรุงเทพฯ
รหัสไปรษณีย์ 10160