การศึกษาอุปสรรคที่มีผลต่อการประยุกต์ใช้การจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทย

A Study on obstacles affecting the application of Integrated Project Delivery in Thai construction industry

สุริยวัชร พันธ์นรา[1,*] แหลมทอง เหล่าคงถาวร[1] และ วัชระ เพียรสุภาพ[2]

[1] ภาควิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร
[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร
**Corresponding Author E-mail: suriyavajara@hotmail.com*

บทคัดย่อ

เนื่องจากอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทยจำเป็นต้องมีการพัฒนามากขึ้น ดังนั้นในการยกระดับคุณภาพและประสิทธิภาพของการก่อสร้างจึงมีความสำคัญ ซึ่งเทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้ยกระดับประสิทธิภาพของโครงการก่อสร้างอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ (Integrated project delivery ; IPD) อย่างไรก็ตามในประเทศไทย IPD เริ่มเป็นที่แพร่หลายในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทยในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา การศึกษาอุปสรรคของการประยุกต์ใช้ IPD จึงมีความสำคัญ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อวิเคราะห์อุปสรรคที่ผลต่อการใช้ระบบการจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการในประเทศไทย พร้อมหาวิธีแก้ไขปัญหาในอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อวิเคราะห์อุปสรรคดังกล่าว ซึ่งผลการศึกษาพบว่า 1. คนส่วนใหญ่ยังไม่รู้ถึงหลักการและประโยชน์ของ IPD เท่าที่ควร 2. โครงการต้องมีผู้ออกแบบที่เข้าใจถึงแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) และระบบการทำงานร่วมกัน 3. ประเทศไทยระบบ IPD ยังไม่แพร่หลาย กฎหมายในระบบนี้ยังไม่ครอบคลุม และ 4. บุคคลากรต้องมีความเข้าใจในระบบการทำงานเป็นทีมและการทำงานร่วมกัน อีกทั้งซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน ล้วนเป็นอุปสรรคที่มีความสำคัญมากต่อการประยุกต์ใช้ IPD ในประเทศไทย และเป็นอุปสรรคที่จำเป็นต้องแก้ไขก่อน เพื่อให้คนที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมได้เข้าใจ และสามารถนำ IPD มาใช้ในโครงการก่อสร้างเพื่อยกระดับประสิทธิภาพของโครงการได้

คำสำคัญ: การจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ, แบบจำลองข้อมูลอาคาร, Factor Analysis

Abstract

Due to the Thai construction industry needs more development. Therefore, to raise the quality and efficiency of construction is very important. One of the technologies that can improve the efficiency of construction projects and widely used in every country is Integrated project delivery (IPD). However, IPD has become prevalent in the Thai construction industry in the past 3 years. So, to study of obstacles affecting the application of Integrated Project Delivery is significant. The main objective of this research is to analyze the obstacles affecting the implementation of the Integrated Project Delivery in Thailand and to find solutions to problems in obstacles. The study method is using Factor Analysis. The results of this study founded that 1. most people do not know about the principles and benefits of IPD. 2. The project need to have designer who understands the Building Information Modeling (BIM) system and the interoperability system. 3. IPD systems are not yet widespread, and the laws are not covered. and 4. People must understand the system of teamwork and software related to collaboration. All these obstacles are very important for using IPD in Thailand and need to solve these problems first to people involved in the industry to understand and apply IPD in construction projects and improve project efficiency.

Keyword: Integrated Project Delivery, Building Information Modeling, Factor Analysis

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการก่อสร้างของประเทศไทยมีการเติบโตสูงขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2562 – พ.ศ.2563 ที่ผ่านมาทั้งภาครัฐและภาคเอกชน [1] อันเนื่องมาจากปัจจัยหนุนของทางภาครัฐที่เน้นระบบสาธารณูปโภคเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบขนส่งสาธารณะ และโครงการก่อสร้างระบบจ่ายไฟฟ้า ซึ่งจากสภาวการณ์ดังกล่าว จึงส่งผลให้มีการเติบโตทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมการก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น นโยบายของรัฐบาล การแข่งขัน ของบริษัทต่าง ๆ เป็นต้น จึงกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมการก่อสร้างของประเทศไทยกำลังมีการพัฒนาอย่างมาก ดังนั้นในการยกระดับคุณภาพและประสิทธิภาพของ

การก่อสร้างจึงมีความสำคัญ การจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ (IPD) จึงมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยยกระดับประสิทธิภาพให้กับโครงการก่อสร้างได้ ปัจจุบัน IPD มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของต่างประเทศทั้งอเมริกา ยุโรป ออสเตรเลีย เกาหลี สิงคโปร์ และญี่ปุ่น [2] ดังนั้นถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจสำหรับประเทศไทย และจำเป็นต้องศึกษาให้มากขึ้น

จากที่ประเทศส่วนใหญ่ในทวีปอเมริกาและทวีปยุโรปต้องการยกระดับประสิทธิภาพของโครงการก่อสร้างจึงได้นำ IPD มาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างต่าง ๆ แต่จากการศึกษาข้อมูลพบว่า อุปสรรคของการนำระบบ IPD มาใช้ยังคงมีอยู่ จึงทำให้คนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการก่อสร้างยังไม่กล้านำ IPD มาใช้มากเท่าที่ควร และการประยุกต์ใช้ระบบการจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการในประเทศไทยถึงแม้เริ่มมีการใช้มากขึ้น แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากภาครัฐและภาคเอกชนยังไม่มีการสนับสนุนมากเท่าที่ควร จึงทำให้ IPD ยังไม่เป็นที่รู้จักมากนัก จากปัญหาอุปสรรคดังกล่าวจึงมีแนวคิดที่ต้องการศึกษาอุปสรรคของการนำ IPD มาใช้ในประเทศไทยขึ้น เนื่องจากจะทำให้เข้าใจถึงอุปสรรคที่สำคัญในการใช้ IPD และสามารถนำอุปสรรคเหล่านั้นมาแก้ไขได้

2. ทบทวนวรรณกรรม

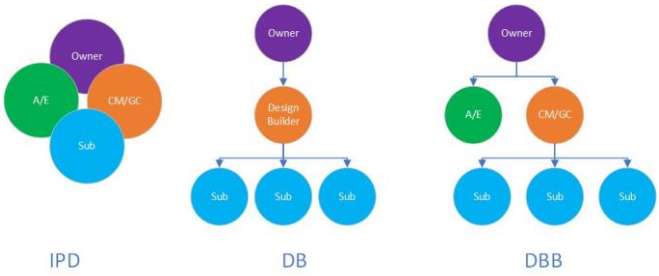
ระบบจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ (Integrated Project Delivery; IPD) ได้รับการออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหาในงานก่อสร้างต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น การวางแผน การควบคุมต้นทุน เป็นต้น โดยเน้นระบบการทำงานเป็นทีมตั้งแต่เริ่มต้นโครงการเพื่อสร้างความเข้าใจการทำงานต่าง ๆ ของโครงการ [3] ระบบการจัดจ้างโครงการแบบ IPD นี้ สามารถช่วยกำจัดของเสียจำนวนมากและสนับสนุนการทำงานต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาโครงการได้ เช่น ด้านการวางแผน ด้านต้นทุน และการจัดการอาคาร เป็นต้น [4] และปัจจุบันเทคโนโลยีที่สนับสนุนการทำงานร่วมกันแบบ IPD คือ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling; BIM) ซึ่ง BIM เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถช่วยให้การออกแบบและการก่อสร้างทำงานอย่างเป็นมืออาชีพทั้งในเรื่องของการวางแผน การจัดการข้อมูล การประมาณราคา และสามารถบอกรายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารได้ [5] BIM และ IPD นี้จะมีการนำมาใช้ร่วมกัน โดย BIM จะเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนในการทำงานร่วมกันในรูปแบบ IPD [6]

2.1 การจัดส่งโครงการแบบบูรณาการ (Integrated Project delivery)

สถาบันสถาปนิกแห่งอเมริกา (American Institute of Architects; AIA) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การจัดส่งโครงการแบบบูรณาการ เป็นระบบการจัดจ้างโครงการที่มีรูปแบบสัญญาที่หลากหลาย โดยผ่านการทำงานด้วยระบบทีม และการทำงานร่วมกัน ซึ่งทีมงานของโครงการ คือ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมด ประกอบด้วย ผู้รับเหมา เจ้าของโครงการ และผู้ออกแบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดสิ่งที่ทำให้โครงการมีคุณภาพลดลง” [3]

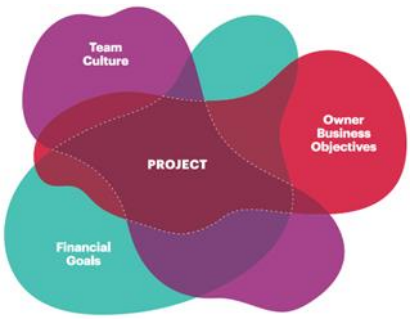
บทความในหนังสือ The National Law Review ที่เขียนโดย R. Thomas Dunn ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ IPD ไว้ว่า “IPD เป็นระบบจัดจ้างโครงการที่ได้ใช้ประโยชน์จากระบบการทำงานแบบทีมในโครงการก่อสร้างต่างๆ โดยความเสี่ยงและรางวัลของโครงการจะมีการกระจายไปสู่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดของโครงการ และเมื่อดำเนินการอย่างถูกต้อง จะส่งผลให้ต่อประสิทธิภาพของโครงการอย่างสูงสุด นั่นคือ การที่โครงการได้บรรลุถึงงบประมาณและระยะเวลาของโครงการที่ได้ตั้งไว้” [25]

ความแตกต่างระหว่างระบบ IPD กับระบบจัดจ้างโครงการแบบอื่น คือ 1. IPD เป็นรูปแบบสัญญาฉบับเดียวที่ผู้มีส่วนได้เสียในโครงการจะมาเซ็นสัญญาร่วมกัน และ 2. แบบของโครงการก่อสร้างจะสำเร็จก่อนที่โครงการจะเริ่ม ซึ่งแตกต่างจากระบบการจัดจ้างแบบอื่นที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการจะเข้ามามีส่วนร่วมหลังจากแบบก่อสร้างของโครงได้สำเร็จบางส่วนแล้ว[23]



รูปที่ 1 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบการจัดจ้างโครงการแบบ IPD, DB และ DBB

ดังนั้นสามารถสรุปความหมายของระบบการจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ (IPD) ได้ว่า IPD เป็นระบบการจัดจ้างโครงการรูปแบบหนึ่งของโครงการก่อสร้างที่มีความแตกต่างจากระบบการจัดจ้างโครงรูปแบบดั้งเดิม เช่น ระบบประมูล-ออกแบบ-ก่อสร้าง (Design-Bid-Build) ออกแบบก่อสร้าง (Design-Build) และบริหารงานก่อสร้าง (Construction Management) เป็นต้น เพราะ IPD มีลักษณะการทำงานในระบบทีมที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการเปรียบเสมือนองค์กรเดียวกัน โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ รางวัลและความเสี่ยงร่วมกัน และมีวัตถุประสงค์ของโครงการร่วมกัน ระบบ IPD นี้จึงมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบดั้งเดิม เพราะ ทุกคนต้องคำนึงผลประโยชน์ร่วมกันไม่ใช่คำนึงถึงเพียงแค่ฝ่ายในฝ่ายหนึ่ง



รูปที่ 2 ลักษณะการทำงานของการจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ [7]

การใช้ IPD ยังแสดงถึงผลลัพธ์ที่มีประโยชน์อย่างมาก เนื่องจาก IPD มีจุดมุ่งหมายในการทำงานเป็นทีม และมีลักษณะการทำงานแบบลีน (Lean)

หรือการทำงานเพื่อขจัดส่วนที่ไม่เป็นประโยชน์กับโครงการออกไปให้ได้มากที่สุด เช่น การแก้ไขแบบก่อสร้างบ่อย การใช้งบประมาณที่ฟุ่มเฟือย เป็นต้น และในปัจจุบันมีงานวิจัยที่สนับสนุนประโยชน์ของการใช้ระบบจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ ดังนี้

Marco และ Karzouna [8] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินถึงประโยชน์ของการใช้ระบบจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ โดยผลการศึกษาพบว่า IPD เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งในด้านการวางแผน ด้านการก่อสร้าง และการช่วยลดของเสียต่าง ๆ ทั้งต้นทุน เวลา และความเสี่ยง ดังนั้นการใช้ IPD สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานต่าง ๆ ของโครงการโดยรวม และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ในโครงการได้

Salim และ Mahjoob [9] ศึกษาเกี่ยวกับการใช้วิธีการจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ (IPD) ร่วมกันกับแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของโครงการ กรณีศึกษาในสาธารณรัฐอิรัก จากงานวิจัยนี้สามารถสรุปประโยชน์ของ IPD ดังนี้คือ 1. สามารถเพิ่มมูลค่าของโครงการให้กับเจ้าของโครงการได้ 2. เพิ่มประสิทธิภาพให้กับโครงการ 3. สามารถลดการสูญเสียหรือสิ่งที่ไม่เป็นผลดีในช่วงขั้นตอนการก่อสร้างได้ 4. ลดต้นทุนโครงการในช่วงการก่อสร้างได้ 5. โครงการมีคุณภาพมากขึ้น 6. ลดความเสี่ยง 7. ลดความขัดแย้งในระหว่างช่วงการก่อสร้าง 8. ลดการร้องขอข้อมูลต่าง ๆ และ 9. ค้นพบจุดบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่ช่วงต้นของโครงการ

2.2 แบบจำลองข้อมูลอาคาร(Building Information Modeling)

แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เริ่มเป็นที่รู้จักและมีการนำมาใช้มากขึ้นในในอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทยในช่วงหลายปีที่ผ่านมา [10] ซึ่ง BIM เป็นแบบจำลองที่ช่วยในการจัดการข้อมูลอาคารที่มีลักษณะ 3 มิติ ที่ประกอบไปด้วยชุดข้อมูลต่าง ๆ ทั้งรูปร่าง รูปทรง ราคา วันที่ เป็นต้น และสามารถจำลองกิจกรรมทั้งหมดของโครงการก่อสร้างก่อนการก่อสร้างจริง อีกทั้ง BIM ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการอาคารหลังการใช้งานอาคารได้ โดย BIM จะทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลกลางเพื่อกระจายข้อมูลไปยังผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดของโครงการ [11]

Eastman, Teicholz, Sacks และ Liston [12] ให้ความหมายของ BIM ว่า “BIM เป็นเหมือนแบบจำลองอิเล็กทรอนิกส์ของโครงการที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่มีความแม่นยำ และมีข้อมูลที่จำเป็นและเกี่ยวข้องในการสนับสนุนงานก่อสร้าง การหล่อวัสดุ และกิจกรรมการจัดซื้อต่าง ๆ ของโครงการ”

Fountaina และ Langar [13] กล่าวว่า “BIM คือ กระบวนการทำงานที่สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างเป็นผู้ใช้ ซึ่ง BIM สามารถสร้างประโยชน์ให้กับโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนเข้าใช้โครงการ โดยBIM มีหน้าที่สำคัญ คือ จำลองข้อมูลต่าง ๆ ของโครงการก่อสร้างในรูปแบบดิจิทัลหลายมิติ”

ดังนั้นจึงสามารถสรุปความหมายของ BIM ได้ว่า BIM เป็นกระบวนการทำงานที่มีการบริหารจัดการข้อมูล และจำลองกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศรูปแบบหลายมิติที่สามารถสร้างประโยชน์ให้กับโครงการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นโครงการได้

รูปที่ 3 แนวคิดแบบ 8D [14]

BIM สามารถแบ่งส่วนย่อยต่าง ๆ ตามลักษณะของการใช้งานได้เป็น 8 มิติ ตามแนวคิดของ Smith โดยแบ่งเป็น 3D (โมเดลวัตถุ), 4D (เวลา), 5D (ราคา), 6D (การทำงาน), 7D (การพัฒนาอย่างยั่งยืน) และ 8D (ความปลอดภัย) [14]

และในปัจจุบันเทคโนโลยี BIM และ IPD นี้จะมีการนำมาใช้ร่วมกัน โดย BIM จะเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนในการทำงานร่วมกันในระบบการจัดจ้างโครงการแบบ IPD เพื่อสร้างประโยชน์สูงสุดให้กับโครงการก่อสร้าง [24]

2.3 อุปสรรคที่ใช้ในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุปสรรคที่มีผลต่อการใช้ IPD พบว่ามี 5 งานวิจัยที่มีความสำคัญ คือ

Modi และ Rathod [15] ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้ IPD ในการก่อสร้างสะพาน ผ่านการวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนของโครงการก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ 1. ขั้นตอนการสร้างแนวคิด (Conceptualization phase) 2.ขั้นตอนการออกแบบกฎเกณฑ์(Criteria Design phase) 3.ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด (Detailed Design Phase) 4.ขั้นตอนการใช้เอกสาร(Implementation Documents Phase) 5.ขั้นตอนการตรวจสอบของหน่วยงาน (Agency Review Phase) 6. ขั้นตอนการจัดซื้อ (Buyout Phase) 7.ขั้นการก่อสร้าง (Construction Phase) และ 8. ขั้นตอนการปิดโครงการ (Close Out Phase) โดยผลการวิจัยพบว่าขั้นตอนที่ 1 อุปสรรคด้านการเงินมีผลมากที่สุด ขั้นตอนที่ 2 อุปสรรคด้านเทคโนโลยีมีผลมากที่สุด ขั้นตอนที่ 3 อุปสรรคด้านเทคโนโลยีมีผลมากที่สุด ขั้นตอนที่ 4 ด้านกฎหมายผลมากที่สุด ขั้นตอนที่ 5 เทคโนโลยีมีผลมากที่สุด ขั้นตอนที่ 6 อุปสรรคด้านการเงินมีผลมากที่สุด ขั้นตอนที่ 7 อุปสรรคด้านเทคโนโลยีมีผลมากที่สุด และขั้นตอนที่ 8 อุปสรรคด้านกฎหมายมีผลมากที่สุด

Ghassemi และ Becerik-Gerber [16] ศึกษาศักยภาพ อุปสรรค และบทเรียนที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงมาใช้ระบบการจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ ซึ่งจากการศึกษาสามารถแบ่งอุปสรรคได้เป็น 4 กลุ่ม คือ อุปสรรคด้านวัฒนธรรม อุปสรรคด้านเทคโนโลยี อุปสรรคด้านเงิน และอุปสรรคด้านกฎหมาย และใน 4 กลุ่มอุปสรรคนี้จะมีการแบ่งอุปสรรคเป็นอุปสรรคย่อยตามหมวดหมู่อีกด้วย

Li และ Ma [17] ศึกษาอุปสรรคและความท้าทายในการใช้ IPD ในประเทศจีน โดยผลวิจัยพบว่า อุปสรรคด้านกฎหมาย อุปสรรคด้านความไม่เชื่อถือในทีมงานของโครงการ และอุปสรรคด้านความไม่เต็มใจในการใช้ IPD ของเจ้าของโครงการ เป็นอุปสรรคที่มีความสำคัญมากที่สุด

Durdyev, et al. [18] ศึกษาแบบจำลองเชิงปริมาณในการวิเคราะห์อุปสรรคที่มีผลต่อการใช้ IPD โดยผลการวิจัยพบว่า มี 3 อุปสรรคที่มีความสำคัญ คือ 1. การขาดความรู้เพียงพอในระบบ IPD 2. อุปสรรคด้านการทำงานร่วมกันในรูปแบบทีม 3. ด้านการไม่เชื่อมั่นใจสมาชิกของทีม นอกจากนี้งานวิจัยยังได้กล่าวถึงอุปสรรคในด้านต่าง ๆ หลายด้าน โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านความมุ่งและการมีส่วนร่วม 2. ด้านทักษะและประสบการณ์ 3.ด้านการกระตุ้นและการสร้างแรงจูงใจ 4. ด้านข้อมูลและความรู้ 5. ด้านการดำเนินโครงการ และ 6. ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน

Nejati, Javidruzi และ Mohebifar [19] ศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้การจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการในโครงการความร่วมของการผลิตบ้านจัดสรรจำนวนมาก โดยผลวิจัยพบว่าอุปสรรคที่มีความสำคัญ 3 อันดับแรก คือ 1. อุปสรรคด้านการขาดความเชื่อมั่นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการรายอื่น 2. อำนาจการตัดสินใจในบางเรื่องยังอยู่ที่เจ้าโครงการ 3. อำนาจยังอยู่ที่เจ้าของโครงการ

3. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อวิเคราะห์อุปสรรคที่มีผลต่อการใช้ IPD ในประเทศไทย และเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาในอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจที่ใช้วิธีทบทวนวรรณกรรม การสัมภาษณ์ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม ในการวิเคราะห์อุปสรรคที่ผลต่อการใช้ IPD

5. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ที่มีส่วนได้เสียในโครงการที่อยู่ในในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย ส่วนกลุ่มตัวอย่าง จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์ และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในแบบสอบถาม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์ จะประกอบไปด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิระดับผู้บริหารที่มาจากฝ่ายรัฐบาลและบริษัทเอกชนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างจำนวน 5 ราย โดยมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปีเนื่องจากผู้บริหารมีความรู้ความเข้าใจในระบบการจัดจ้างโครงการเป็นอย่างดี และมีอำนาจในการเลือกระบบการจัดจ้างโครงการ และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในแบบสอบถามจะมาจากวิศวกรเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมา ผู้จัดหาวัสดุ และที่ปรึกษา โดยใช้วิธีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างของคอแครน [20] เนื่องจากในกรณีนี้ไม่ทราบขนาดของประชากร และไม่ทราบสัดส่วนของประชากร กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายความว่าจะมีค่า z เท่ากับ1.96 โดยผลการคำนวณพบว่าต้องใช้ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 385 คน

6. ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. ทำการศึกษาองค์ความรู้ของ IPD และBIM ผ่านการศึกษาจากวารสาร นิตยสาร เว็บไซต์ และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และทำการศึกษาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ IPD อย่างละเอียด

2. ศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถิติ และวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างความถูกต้องให้กับข้อมูล และสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูล

3. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ IPD และ BIM และจากการศึกษาอุปสรรคต่าง ๆ ที่มีผลต่อการใช้ IPD มาสร้างและจัดทำเป็นแบบสัมภาษณ์ เพื่อหาอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ IPD ในประเทศไทย นอกเหนือจากการศึกษาอุปสรรคจากงานวิจัยต่างประเทศ

4. ทำการสัมภาษณ์ ซึ่งผู้ตอบแบบสัมภาษณ์จะมาจากทั้งภาครัฐ และภาคเอกชนที่เป็นผู้บริหาร และผู้จัดการโครงการในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง จำนวน 5 ท่าน เพื่อหาอุปสรรคที่ของ IPD ที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยมากที่สุด

5. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เพื่อสร้างแบบสอบถาม โดยจะวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ที่ได้จากผู้บริหาร และผู้จัดการโครงการในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง เพื่อหาอุปสรรคอื่นที่นอกเหนือจากงานวิจัยในอดีตและเกี่ยวข้องกับประเทศไทย

6. สร้างแบบสอบถาม โดยการนำข้อมูลด้านอุปสรรคจากแบบสัมภาษณ์และจากงานวิจัยในอดีตมาวิเคราะห์ และแบ่งอุปสรรคที่เกี่ยวออกเป็นด้านต่าง ๆ เพื่อสร้างแบบถาม ซึ่งก่อนจะนำแบบสอบถามไปใช้จริง ได้นำแบบสอบถามไปทดสอบกับผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำให้แบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือและสมบูรณ์ที่สุด

7. สำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำแบบสอบถามที่ได้จากวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 6 มาใช้สอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างจำนวน 385 คน ที่อยู่ในกรุงเทพ และปริมณฑล พร้อมทั้งวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูล

8. แปลงความหมายของข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามในการแปลงความหมายข้อมูล ผู้วิจัยจะใช้วิธีการทางสถิติ วิธีวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) และวิธีทดสอบ T-test independent ในการตีความหมายของข้อมูล และวิเคราะห์มูล จากอุปสรรคต่าง ๆ

9. สรุปผล โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากการตีความหมายในวิธีการต่าง ๆ ในขั้นตอนที่ 8 มาสรุปผลเพื่อสร้างความเข้าใจในอุปสรรค และวิธีการแก้ไขปัญหาในอุปสรรคต่าง ๆ เหล่านั้น

7. แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงอุปสรรคที่มีผลต่อการนำ IPD มาใช้ในประเทศไทย และเพื่อทราบถึงความครบถ้วนของอุปสรรคที่มีผลต่อการประยุกต์ใช้ระบบ IPD นอกเหนือจากการอุปสรรคต่าง ๆ ที่ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรม โดยจะมีการสัมภาษณ์ถึงปัจจัยด้านปัญหาอุปสรรคในการนำระบบ IPD มาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศไทย แบบสัมภาษณ์นั้นแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1. เกี่ยวข้องกับข้อมูล

ทั่วไปของผู้สัมภาษณ์ ส่วนที่ 2. เกี่ยวข้องกับประเด็นอุปสรรค ปัญหา และส่วนที่ 3 เกี่ยวกับข้อเสนอแนะ

8. แบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจนั้น จะมีการรวบรวมข้อมูลด้านอุปสรรคมาจาก การสัมภาษณ์ และการทบทวนวรรณกรรม โดยได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม ดังนี้

1. เพื่อทราบถึงสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม
2. เพื่อทราบถึงประสบการณ์ด้าน IPD และ BIM ของผู้ตอบแบบสอบถาม
3.เพื่อทราบถึงทัศนคติด้าน IPD และ BIM ของผู้ตอบแบบสอบถาม
4. เพื่อทราบถึงระดับความสำคัญของแต่ละอุปสรรค

8.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำแบบสอบถาม

ใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert's Scale) ในการวิเคราะห์อุปสรรคทั้งหมด 32 อุปสรรค แสดงดังตารางที่ 1 โดยมีระดับของความสำคัญ 5 ระดับ คือ

1 หมายถึง อุปสรรคที่เกิดขึ้นนั้น มีปัญหาน้อยที่สุดในการประยุกต์ใช้ IPD ในประเทศไทย

2 หมายถึง อุปสรรคที่เกิดขึ้นนั้น มีปัญหาน้อย ไม่ค่อยมีปัญหาในการประยุกต์ใช้ IPD ในประเทศไทย

3 หมายถึง อุปสรรคที่เกิดขึ้นนั้น มีปัญหาปานกลาง ในการประยุกต์ใช้ IPD ในประเทศไทย

4 หมายถึง อุปสรรคที่เกิดขึ้นนั้น มีปัญหามาก ในการประยุกต์ใช้ IPD ในประเทศไทย

5 หมายถึง อุปสรรคที่เกิดขึ้นนั้น มีปัญหามากที่สุด ในการประยุกต์ใช้ IPD ในประเทศไทย

8.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

1. ใช้ค่าความถี่ ร้อยละในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างหรือลักษณะของผู้ใช้งาน

2. การเปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ประสบการณ์ด้าน IPD และไม่มีประสบการณ์ด้าน IPD จะใช้วิธีการทดสอบด้วย T-Test หรือ T-Test Independent เพื่อหาอุปสรรคที่มีเหมือนกันและแตกต่างกัน

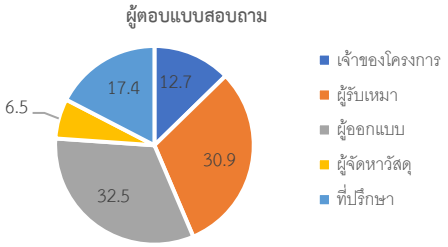
3. การวิเคราะห์อุปสรรคจะใช้วิธี Factor Analysis เพื่อหาอุปสรรคที่ความมีสำคัญ

8.3 ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม

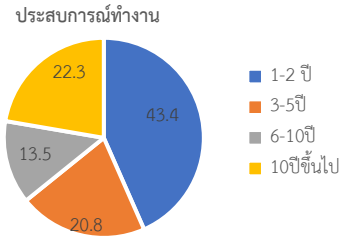
ในงานวิจัยนี้ทดสอบสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการของครอนบาค (Cronbach method) โดยเกณฑ์ของ Cronbach's Alpha [21] ได้กำหนดค่าอัลฟ่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป เป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ โดยแบบสอบถามของงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วย 32 คำถาม และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าเท่ากับ 0.957 แสดงว่าแบบสอบถามนี้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ได้

หลังจากนั้นจึงนำแบบสอบถามไปทดสอบกับผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ก่อนทำการทดสอบจริง

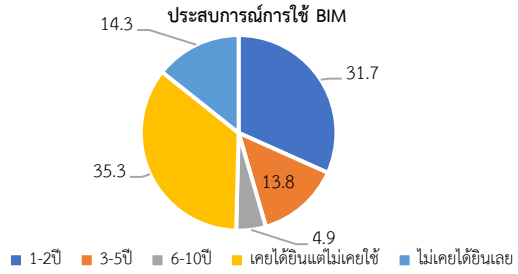
9. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล



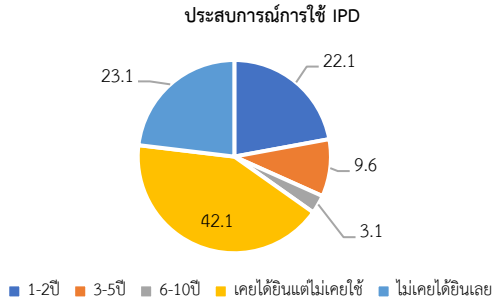
รูปที่ 4 ตำแหน่งผู้ตอบแบบสอบถาม



รูปที่ 5 ประสบการณ์ทำงานของผู้ตอบแบบสอบถาม



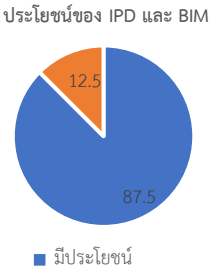
รูปที่ 6 ประสบการณ์การใช้ BIM ของผู้ตอบแบบสอบถาม



รูปที่ 7 ประสบการณ์การใช้ IPD ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 1 ตาราง Matrix แสดงการใช้ IPD และ BIM ของผู้ตอบแบบสอบถาม

	ใช้ IPD	ไม่ใช้ IPD
ใช้ BIM	127	66
ไม่ใช้ BIM	5	187



รูปที่ 8 ประโยชน์ของ IPD และ BIM

จากผลการวิเคราะห์ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 385 คน ดังรูปที่ 3.-7 และตารางที่ 1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นตำแหน่งผู้ออกแบบ และมีประสบการณ์การทำงานอยู่ระหว่าง 1-2 ปี และส่วนใหญ่ไม่เคยใช้ BIM แต่เคยได้ยิน และไม่เคยใช้ IPD แต่เคยได้ยิน โดยเมื่อทำการแยกผู้มีประสบการณ์ด้าน IPD และ BIM พบว่า มีผู้ใช้ทั้ง IPD และ BIM จำนวน 127 คน มีผู้ใช้ IPD แต่ไม่ได้ใช้ BIM จำนวน 5 คน มีผู้ใช้ BIM แต่ไม่ได้ใช้ IPD จำนวน 66 คน และมีผู้ที่ไม่เคยใช้ทั้ง IPD และ BIM จำนวน 187 คน ดังนั้นสามารถแบ่งได้เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้าน IPD จำนวน 132 คน และผู้ไม่มีประสบการณ์ด้าน IPD จำนวน 253 คน นอกจากนั้นผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่คิดว่าการใช้ระบบ IPD และ BIM มีประโยชน์ต่อโครงการและอุตสาหกรรมการก่อสร้าง และจากข้อมูลสามารถสรุปได้ว่า BIM และIPD ในประเทศไทยเริ่มเป็นที่แพร่หลายมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยเริ่มเห็นความสำคัญของ BIM และ IPD ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้สามารถสังเกตได้ว่าอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทยในอนาคตอันใกล้นี้จะสามารถยกระดับประสิทธิภาพและคุณภาพได้ เพราะผู้มีส่วนได้เสียในโครงการส่วนใหญ่เริ่มนำ BIM และ IPD มาใช้กันมากขึ้น

9.1 วิเคราะห์การเปรียบเทียบระหว่างอุปสรรคที่มีผลต่อการใช้ IPD ของกลุ่มที่เคยใช้ IPD กับ กลุ่มที่ไม่เคยใช้ IPD

โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ถึงทัศนคติระหว่างคนที่เคยใช้ และไม่เคยใช้ IPD ว่ามีทัศนคติเหมือนกันหรือแตกต่างกัน และนำข้อมูลในส่วนนี้มาวิเคราะห์อุปสรรคต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง และหาวิธีแก้ไขต่อไปโดยใช้วิธีทดสอบ Independent Sample T-test และมีระดับนัยสำคัญอยู่ที่ 0.05 โดยประกอบด้วย 32 อุปสรรคที่ได้มากจากการสัมภาษณ์และการทบทวนวรรณกรรมของการนำ IPD มาใช้ในโครงการก่อสร้าง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงอุปสรรคที่มาใช้ในการวิเคราะห์แบบสอบถาม

หมวดหมู่	อักษรย่อ	อุปสรรคที่เกี่ยวข้อง
อุปสรรคด้านวัฒนธรรม	C1	บริษัทเอกชนและองค์กรของรัฐยังไม่เห็นความสำคัญที่ต้องใช้ระบบ IPD
	C2	คุ้นเคยกับระบบการจัดส่งโครงการแบบดั้งเดิม
	C3	ยังไม่มีหลักฐานหรือข้อมูลที่แสดงถึงความสำเร็จของระบบ IPD ในประเทศไทย จึงยังไม่มีความเชื่อมั่นและเชื่อถือในระบบนี้
	C4	คนส่วนใหญ่ไม่รู้ถึงหลักการและประโยชน์ของระบบ IPD เท่าที่ควร
	C5	การปฏิเสธแนวคิดในการใช้วิธีและการทำสัญญารูปแบบใหม่ ๆ
	C6	ขาดความเชื่อถือและความไว้วางใจในผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการคนอื่น
	C7	ความไม่เต็มใจของเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมา และผู้จัดหาวัสดุในการดำเนินโครงการแบบทีมและการทำงานร่วมกัน
	C8	ประเด็นการตัดสินใจในเรื่องที่เฉพาะเจาะจงต่าง ๆ ในขั้นตอนสุดท้ายก็ยังอยู่ที่เจ้าของโครงการ
อุปสรรคด้านเทคโนโลยีและการทำงานร่วมกัน	T9	ในช่วงต้นแบบของโครงการอาจไม่เป็นไปตามที่เจ้าของโครงการต้องการทุกประการ เพราะ บอกเพียงแค่ขอบเขตหรือความต้องการของโครงการกว้างๆ เช่น พื้นที่ คุณภาพ เป็นต้น จึงอาจทำให้ผู้รับเหมาเอาเปรียบกับเจ้าของโครงการได้
	T10	บุคคลากรต้องมีความเข้าใจในระบบการทำงานเป็นทีมและการทำงานร่วมกัน อีกทั้งซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน
	T11	ยังไม่มีคุ้นเคยในระบบแบบจำลองข้อมูลอาคาร
	T12	ไม่เชื่อมั่นในกิจกรรมทั้งหมดของทีมงานของโครงการตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ
	T13	ขาดความรู้เพียงพอในการออกแบบและวิธีการการก่อสร้างของที่ปรึกษา
	T14	ยังมีการเปลี่ยนแปลงแบบในช่วงของการก่อสร้าง
	T15	ต้องมีผู้ออกแบบที่เข้าใจถึงระบบBIMและระบบการทำงานร่วมกัน
อุปสรรคด้านการเงิน	F16	ต้องใช้งบประมาณในการเรียนรู้ระบบใหม่ และใช้เงินลงทุนมาก ทั้งในเรื่องของการฝึกอบรมพนักงานและ ซอฟต์แวร์ที่ทำงานร่วมกัน
	F17	ผู้มีส่วนได้เสียกับโครงการไม่ยินดีที่จะแบ่งปันความเสี่ยงและรางวัลให้กับผู้มีส่วนได้เสียรายอื่น
	F18	ไม่มีแผนเฉพาะในการสนับสนุนด้านการเงิน รางวัลต่าง ๆ
	F19	ผู้รับเหมาไม่ต้องการเปิดเผยข้อมูลในการจ่ายเงิน
	F20	ต้องการเงินทุนจำนวนมากในการทำโครงการของผู้รับเหมา
	F21	ความแตกต่างของระบบบัญชีของฝ่ายต่าง ๆ
อุปสรรคด้านกฎหมาย	L22	ด้านความแตกต่างในกฎเกณฑ์ของวิธีการจัดจ้างโครงการในแบบต่าง ๆ
	L23	ด้านการจัดสรรความเสี่ยง
	L24	ไม่มีการออกกฎหมายรองรับการจัดจ้างโครงการแบบบูรณาการ
	L25	กฎหมายคุ้มครองเจ้าของโครงการมากกว่าฝ่ายอื่น ๆ
	L26	ข้อกำหนดและข้อบังคับโครงการไม่อนุญาตให้ใช้ IPD
	L27	ไม่มีกฎหมายรองรับหากผู้รับเหมาไม่มีเต็มใจเข้าร่วมในช่วงขั้นตอนของการออกแบบ
	L28	สัญญาจะจบลงต่อเมื่อโครงการได้เสร็จสิ้นตามระยะเวลาที่ตั้งเอาไว้
	L29	ขาดความรู้เพียงพอในการแก้ไขปัญหาและความขัดแย้ง
	L30	รัฐบาลไม่สนับสนุนการใช้ IPD
	L31	การประกันภัย ภาระผูกพัน และข้อกำหนดทางกฎหมาย
	L32	ประเทศไทยระบบการจัดส่งโครงการแบบบูรณาการยังไม่แพร่หลาย กฎหมายในระบบนี้จึงยังไม่ครอบคลุม

จากการวิเคราะห์ T-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทัศนคติของผู้ที่เคยใช้ IPD และไม่เคยใช้ IPD พบว่ามี 6 ปัจจัยจาก 32 ปัจจัยที่ทั้ง 2 กลุ่มให้ความสำคัญไม่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน คือ 1. ขาดความเชื่อถือและความไว้วางใจในผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการคนอื่น 2. ด้านการจัดสรรความเสี่ยง 3. ข้อกำหนดและข้อบังคับโครงการไม่อนุญาตให้ใช้ IPD 4. ไม่มีกฎหมายรองรับหากผู้รับเหมาไม่เต็มใจเข้าร่วมในช่วงขั้นตอนของการออกแบบ 5.รัฐบาลไม่สนับสนุนการใช้ IPD และ6. การประกันภัย ภาระผูกพัน และข้อกำหนดทางกฎหมาย ซึ่งจากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าผู้ที่เคยใช้ IPD และไม่เคยใช้IPD ให้ความสำคัญกับอุปสรรคส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงนำมา 26

อุปสรรคที่ทั้ง 2 กลุ่มให้ความสำคัญเหมือนกันมาวิเคราะห์ Factor Analysis ต่อไป ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ T-TEST ของอุปสรรคที่มีความแตกต่างกันของทั้ง 2 กลุ่ม ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

		N	$\bar{X}$	S.D.	T	Sig.
การทดสอบ T-test ของ C6	เคยใช้ IPD	132	3.49	0.937	2.370	0.018
	ไม่เคยใช้ IPD	253	3.25	0.966		
การทดสอบ T-test ของ L23	เคยใช้ IPD	132	3.68	0.859	2.476	0.014
	ไม่เคยใช้ IPD	253	3.43	0.964		
การทดสอบ T-test ของ L26	เคยใช้ IPD	132	3.58	0.811	2.572	0.010
	ไม่เคยใช้ IPD	253	3.33	0.917		
การทดสอบ T-test ของ L27	เคยใช้ IPD	132	3.54	0.960	2.698	0.007
	ไม่เคยใช้ IPD	253	3.25	0.996		
การทดสอบ T-test ของ L30	เคยใช้ IPD	132	3.63	0.877	2.038	0.042
	ไม่เคยใช้ IPD	253	3.43	0.891		
การทดสอบ T-test ของ L31	เคยใช้ IPD	132	3.64	0.811	2.491	0.014
	ไม่เคยใช้ IPD	253	3.41	0.916		

9.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของอุปสรรคในการใช้ IPD ในประเทศไทยของผู้ที่เคยใช้ IPD

จากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 132 คน ของผู้ที่มีประสบการณ์ในการใช้ IPD พบว่ามีค่า KMO อยู่ที่ 0.917 ซึ่งหมายความว่าอุปสรรคทั้งหมด 26 ข้อที่ได้มากจากวิเคราะห์การเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม สามารถนำมาวิเคราะห์อุปสรรคได้ตามสมมติฐานของKaiser(1975) นอกเหนือจากนั้นจากการทดสอบข้อมูลของ Bartlett's Test พบว่ามีค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 2530.086 และค่า P-value เท่ากับ0.000 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงให้เห็นว่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน จึงเหมาะสมในการใช้วิเคราะห์

การวิเคราะห์ Parallel Analysis จะคำนวณค่าลักษณะเฉพาะจากเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นแบบสุ่ม เพื่อเปรียบเทียบ ค่า Eigenvalue แบบสุ่มกับค่า Eigenvalue จากงานวิจัย โดยค่า Eigenvalue ของงานวิจัยต้องมากกว่าค่า Eigenvalueแบบสุ่ม เพื่อตัดสินว่าส่วนประกอบกลุ่มปัจจัยไหนที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ [22] ซึ่งจากตารางที่ 4 และตารางที่ 5 พบว่าผู้มีประสบการณ์ด้าน IPD มีองค์ประกอบปัจจัยกลุ่มที่ 1 ที่มีค่า Eigenvalue จากงานวิจัยมากกว่าค่า Eigenvalue แบบสุ่มเพียงกลุ่มเดียว ดังนั้นเราจึงนำกลุ่มปัจจัยที่ 1 มาใช้วิเคราะห์ด้วยวิธีการหมุนแกนองค์ประกอบแบบตั้งฉากด้วยวิธี Varimax ต่อไป

จากตารางที่ 6 การหมุนแกนด้วยวิธี Varimax สามารถสรุปได้ว่า กลุ่มที่ 1 อุปสรรคด้านข้อจำกัดในการใช้และความเข้าใจในกระบวนการทำงานแบบ IPD มีทั้งหมด 12 ปัจจัย ได้แก่ C2 ,C4, T10, L32, F16, T15, F21, L28, F18 และ L22

ตารางที่ 4 แสดงความแปรปรวนโดยสรุปของผู้ตอบแบบสอบถามที่ประสบการณ์ด้าน IPD

Total Variance Explained							
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	13.373	51.434	51.434	13.373	51.434	51.434	11.898
2	1.423	5.474	56.908	1.423	5.474	56.908	10.904
3	1.294	4.978	61.886	1.294	4.978	61.886	1.786
4	.993	3.819	65.704				
5	.931	3.582	69.286				
6	.818	3.145	72.431				
7	.735	2.827	75.258				
8	.685	2.633	77.892				
9	.624	2.399	80.290				
10	.596	2.293	82.583				
11	.533	2.050	84.633				
12	.492	1.894	86.527				
13	.455	1.749	88.276				
14	.395	1.517	89.793				
15	.358	1.378	91.171				
16	.334	1.284	92.456				
17	.304	1.168	93.624				
18	.257	.990	94.614				
19	.255	.982	95.596				
20	.230	.883	96.479				
21	.197	.758	97.237				
22	.189	.726	97.963				
23	.175	.673	98.636				
24	.151	.580	99.217				

25	.114	.437	99.654				
26	.090	.346	100.000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ Parallel Analysis ของผู้มีประสบการณ์ด้าน IPD

Component Number	Actual Eigenvalue	Criterion value form Parallel Analysis	Decision
1	13.373	1.918152	Accept
2	1.423	1.758847	Reject
3	1.294	1.654144	Reject

ตารางที่ 6 แสดงการหมุนแกนองค์ประกอบตั้งฉากด้วยวิธี Varimax ของผู้มีประสบการณ์ด้าน IPD

Rotated Component Matrix[a]			
	Component		
	1	2	3
C2	.781		
C4	.695	.403	
T10	.671	.333	
L32	.638		.342
F16	.596		.401
T15	.590	.396	.358
F21	.581		.573
L28	.567		.543
F18	.555		.463
C1	.543	.506	
L22	.535		.490
L24	.520		.490
C7		.796	
T12		.792	
T14	.424	.672	

Rotated Component Matrix[a]			
	Component		
	1	2	3
T13		.664	.432
C5	.306	.628	
T9	.406	.575	.356
C3	.462	.559	
T11		.498	.469
C8	.424	.479	
F19			.786
L25	.395		.710
F17		.479	.625
F20	.360	.307	.598
L29		.380	.518

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 11 iterations.

9.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบขององุปสรรคในการใช้ IPD ในประเทศไทยของผู้ที่ไม่เคยใช้ IPD

จากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 253 คน ของผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ในการใช้ IPD พบว่ามีค่า KMO อยู่ที่ 0.933 ซึ่งหมายความว่าอุปสรรคทั้งหมด 26 ข้อที่ได้มากจากวิเคราะห์การเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม สามารถนำมาวิเคราะห์อุปสรรคได้ นอกเหนือจากนั้นจากการทดสอบข้อมูลของ Bartlett's Test พบว่ามีค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 3165.771 และค่า P-value เท่ากับ 0.000 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงให้เห็นว่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน จึงเหมาะสมในการใช้วิเคราะห์

ตารางที่ 7 แสดงความแปรปรวนโดยสรุปของผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่มีประสบการณ์ด้าน IPD

Total Variance Explained							
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings[a]
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	10.483	40.320	40.320	10.483	40.320	40.320	5.746
2	1.549	5.957	46.278	1.549	5.957	46.278	6.264
3	1.245	4.789	51.067	1.245	4.789	51.067	4.470
4	1.177	4.525	55.592	1.177	4.525	55.592	6.224
5	1.053	4.050	59.642	1.053	4.050	59.642	4.677
6	.915	3.519	63.160				
7	.815	3.136	66.297				
8	.815	3.134	69.431				
9	.708	2.722	72.153				
10	.691	2.657	74.810				
11	.661	2.544	77.354				
12	.617	2.372	79.726				
13	.549	2.113	81.838				
14	.522	2.009	83.847				

15	.477	1.833	85.680				
16	.450	1.732	87.412				
17	.440	1.691	89.104				
18	.418	1.608	90.711				
19	.381	1.467	92.178				
20	.358	1.377	93.556				
21	.322	1.237	94.793				
22	.309	1.188	95.980				
23	.294	1.131	97.111				
24	.268	1.029	98.140				
25	.252	.969	99.109				
26	.232	.891	100.000				
Extraction Method: Principal Component Analysis.							
a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.							

การวิเคราะห์ Parallel Analysis จะคำนวณค่าลักษณะเฉพาะจากเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นแบบสุ่ม เพื่อเปรียบเทียบ ค่า Eigenvalue แบบสุ่มกับค่า Eigenvalue จากงานวิจัย โดยค่า Eigenvalue ของงานวิจัยต้องมากกว่าค่า Eigenvalueแบบสุ่ม เพื่อตัดสินว่าส่วนประกอบกลุ่มปัจจัยไหนที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ [22] ซึ่งจากตารางที่ 7 และตารางที่ 8 พบว่าการวิเคราะห์ Parallel Analysis กลุ่มอุปสรรคที่มีค่า Eigenvalue เหมาะสมมี 2 กลุ่มขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์กัน คือ กลุ่มปัจจัยที่ 1 และกลุ่มปัจจัยที่ 2 ดังนั้นวิธีการหมุนแกนที่เหมาะสม คือ วิธีการหมุนแกนองค์ประกอบด้วยวิธี Oblimin

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ Parallel Analysis ของผู้มีประสบการณ์ด้าน IPD

Component Number	Actual Eigenvalue	Criterion value form Parallel Analysis	Decision
1	10.483	1.645046	Accept
2	1.549	1.538934	Accept
3	1.245	1.462250	Reject
4	1.177	1.395080	Reject
5	1.053	1.338928	Reject

ตารางที่ 9 แสดงตาราง Pattern Matrix ของผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่มีประสบการณ์ด้าน IPD

Pattern Matrix[a]		
	Component	
	1	2
C4	.839	
T15	.731	
L32	.726	
C2	.698	
T10	.676	
T9	.652	
T14	.646	
C3	.640	
T13	.597	
T12	.589	
T11	.586	
C8	.580	

Pattern Matrix[a]		
	Component	
	1	2
C1	.526	
L25	.495	
C5	.492	
F16	.469	
L29	.455	
C7	.371	
F21		-.765
F19		-.762
F20		-.742
L22		-.718
L24		-.690
F17		-.607
F18		-.561
L28		-.374
Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.		
a. Rotation converged in 6 iterations.		

ตารางที่ 9 การหมุนแกนด้วยวิธี Oblimin สามารถแบ่งกลุ่มอุปสรรคได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 อุปสรรคด้านความเข้าใจในกระบวนการทำงานแบบ IPD โดยมีทั้งหมด 5 อุปสรรค ได้แก่ C4, T15, L32, C2 และ T10 และกลุ่มที่ 2 อุปสรรคด้านระบบการเงิน และระบบกฎหมาย โดยมีทั้งหมด 5 อุปสรรค ได้แก่ F21, F19, F20, L22 และ L24

โดยผลวิเคราะห์องค์ประกอบของผู้ที่มีประสบการณ์ด้าน IPD ข้างต้น พบว่า อุปสรรคด้านข้อจำกัดในการใช้และความเข้าใจกระบวนการทำงานแบบ IPD ที่มีทั้งหมด 12 อุปสรรคเป็นกลุ่มอุปสรรคที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญ (Factor Loading) มากที่สุด และเมื่อวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นตามมาตรวัดของลิเคิร์ทพบว่ามีพบว่ามี 10 อุปสรรคที่มีระดับความคิดเห็นมาก คือ C2, C4, T10, L32, F16, T15, F21, L28 และ F18 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผู้ที่มีประสบการณ์ด้าน IPD ให้ความสำคัญในอุปสรรคด้านข้อจำกัดในการใช้และความเข้าใจในกระบวนการทำงาน

แบบ IPD มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก เนื่องจากมีถึง 10 อุปสรรคที่ค่อนข้างให้ความสำคัญดังที่กล่าวข้างต้น

และผลวิเคราะห์องค์ประกอบของผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ด้าน IPD พบว่า มี 2 กลุ่มอุปสรรคที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ คือ กลุ่มที่ 1 อุปสรรคด้านความเข้าใจในกระบวนการทำงานแบบ IPD และกลุ่มที่ 2 อุปสรรคด้านระบบการเงิน และระบบกฎหมาย เนื่องจากมีค่า Eigenvalue และความแปรปรวนที่เหมาะสมหลังจากการวิเคราะห์ Parallel Analysis และเมื่อวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นตามมาตรวัดของลิเคิร์ทพบว่า มีเพียงแค่กลุ่มอุปสรรคด้านความเข้าใจในกระบวนการทำงานแบบ IPD ที่มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก เนื่องจากมี 4 อุปสรรคจาก 5 อุปสรรคที่มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ได้แก่ C4, T15, L32 และ T10

และเมื่อพิจารณาปัจจัยทั้ง 2 กลุ่มจะสังเกตได้ว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีทัศนคติที่ใกล้เคียงกัน เพราะ อุปสรรคย่อยของผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ด้าน IPD จะอยู่ในอุปสรรคในกลุ่มที่ 1 ของผู้มีประสบการณ์ด้าน IPD เช่นเดียวกัน นั่นคือ อุปสรรค ด้านข้อจำกัดในการใช้และความเข้าใจในกระบวนการทำงานแบบ IPD ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าทั้ง 2 กลุ่มมีส่วนที่ให้ความเห็นเหมือนกัน โดยอุปสรรคที่มีทัศนคติเหมือนกัน ได้แก่ 1. อุปสรรคด้านคนส่วนใหญ่ไม่รู้ถึงหลักการและประโยชน์ของระบบ IPD เท่าที่ควร 2. อุปสรรคด้านต้องมีผู้ออกแบบที่เข้าใจถึงระบบ BIM และระบบการทำงานร่วมกัน 3. ประเทศไทยระบบ IPD ยังไม่แพร่หลาย กฎหมายในระบบนี้จึงยังไม่ครอบคลุม 4. ด้านบุคคลากรต้องมีความเข้าใจในระบบการทำงานเป็นทีมและการทำงานร่วมกัน อีกทั้งซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน

10. สรุป

การทำงานแบบ IPD นั้นเกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะเกิดอุปสรรคขึ้นได้ระหว่างทีมงานของโครงการ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอุปสรรคส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องทำงานร่วมกัน เกี่ยวข้องกับวิธีการทำงานแบบ IPD ที่ต้องทำงานร่วมกันตั้งแต่ต้นโครงการ เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของการทำงานร่วมกันแบบ IPD ที่คนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจถึงประโยชน์ของการทำงานร่วมกันแบบโปร่งใสเท่าที่ควร เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยี BIM เนื่องจาก BIM เป็น เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน ดังนั้นเมื่อมีการใช้ระบบ IPD การใช้ BIM จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง และอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายที่ยังไม่ครอบคลุมในการใช้ระบบ IPD จึงทำให้คนส่วนใหญ่ไม่กล้าที่ใช้ ซึ่งจากการศึกษาสามารถแบ่งอุปสรรคได้เป็น 4 กลุ่มอุปสรรคที่สำคัญ คือ 1. อุปสรรคด้านวัฒนธรรม 2. อุปสรรคเทคนิคและเทคโนโลยี 3. อุปสรรคด้านการเงิน 4. อุปสรรคด้านกฎหมาย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นจะพบว่าในประเทศไทยเริ่มมีการใช้ IPD เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่มีผู้ตอบแบบสอบถามบางส่วนที่เคยใช้ระบบ IPD แต่ไม่เคยใช้ BIM ซึ่งถือว่าขัดแย้งกับวัตถุประสงค์ของการใช้ IPD เนื่องจากระบบ IPD นั้นจะมีการใช้ BIM เป็นเทคโนโลยีที่สนับสนุนการทำงานร่วมกัน ดังนั้นแสดงให้เห็นว่ายังมีผู้มีส่วนเกี่ยวในโครงการบางส่วนที่ยังไม่ไม่เข้าใจกับระบบการทำงานร่วมกันแบบ IPD จึงต้องสร้างความเข้าใจให้กับพวกเขาให้มากขึ้น

และในทางกลับกันจากข้อมูลข้างต้นจะพบว่าผู้ที่ยังไม่รู้จัก IPD เลยก็ยังก็คงมีอยู่ อีกทั้งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รู้จัก BIM มากกว่า IPD ซึ่งแสดงให้เห็นว่า BIM นั้นมีการใช้อย่างแพร่หลายในไทยมากกว่าการใช้ IPD และถ้ามีการใช้ BIM ไม่จำเป็นต้องใช้ IPD ก็ได้ ดังนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมการก่อสร้างจึงควรให้ความสำคัญกับ IPD ให้มากขึ้นเพื่อจะนำระบบ IPD มาใช้ควบคู่กับ BIM ให้มากขึ้นเพื่อสร้างประโยชน์สูงสุดให้กับโครงการก่อสร้าง

จากการศึกษาข้อมูลของ IPD พบว่ามี 4 ด้านที่เกี่ยวข้องกับการใช้ IPD คือ 1.การทำสัญญาร่วมกันระหว่างทีมงานของโครงการ 2.การใช้ BIM ในการทำงานร่วมกัน 3. หลักการบริหารแบบ Lean เพื่อที่จะลดของเสียของจากโครงการ และ 4.การทำงานเป็นทีมในโครงการเดียวกัน

ดังนั้นจากการศึกษาอุปสรรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ IPD ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าอุปสรรคส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับ 4 ข้อข้างต้น ทั้งในเรื่องของสัญญา BIM และการทำงานร่วมกัน ซึ่งตามวัตถุประสงค์ของวิจัย คือ เพื่อวิเคราะห์ถึงอุปสรรคที่มีผลต่อการใช้ IPD ในประเทศไทย และหาวิธีการแก้ไขในอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งจากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าจากอุปสรรคทั้งหมด 32 อุปสรรคที่ได้มากจากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทยเพิ่มเติม โดยพบว่ามี 26 อุปสรรคที่ ผู้มีและไม่มีประสบการณ์ด้าน IPD มีความคิดเห็นตรงกันจากทั้งหมด 32 อุปสรรค และเมื่อนำ 26 อุปสรรคนั้นมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มอุปสรรคที่มีความสำคัญพบว่ามี 4 อุปสรรคที่ทั้ง 2 กลุ่มให้ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก คือ 1. อุปสรรคด้านคนส่วนใหญ่ไม่รู้ถึงหลักการและประโยชน์ของระบบ IPD เท่าที่ควร 2. อุปสรรคด้านต้องมีผู้ออกแบบที่เข้าใจถึงระบบ BIMและระบบการทำงานร่วมกัน 3. ประเทศไทยระบบ IPD ยังไม่แพร่หลาย กฎหมายในระบบนี้จึงยังไม่ครอบคลุม 4.ด้านบุคคลากรต้องมีความเข้าใจในระบบการทำงานเป็นทีมและการทำงานร่วมกัน อีกทั้งซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน ซึ่งทั้ง 4 อุปสรรคนี้ สามารแก้ไขได้ดังนี้ คือ

1. อุปสรรคด้านคนส่วนใหญ่ไม่รู้ถึงหลักการและประโยชน์ของระบบ IPD เท่าที่ควร สามารถแก้ไขได้โดยต้องเผยแพร่เทคโนโลยีเหล่านี้ผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ วารสารต่าง ๆ เป็นต้น และกล่าวถึงประโยชน์ของ IPD เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ อีกทั้งรัฐบาลควรส่งเสริมระบบ IPD นี้เพื่อให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น เพราะถ้ารัฐบาลมีนโยบายหรือมีการสนับสนุน IPD มากขึ้นจะทำให้คนหันมาใช้มากขึ้น และเชื่อมั่นในระบบ IPD มากขึ้น

2. อุปสรรคด้านต้องมีผู้ออกแบบที่เข้าใจถึงระบบ BIM และระบบการทำงานร่วมกัน โดยวิธีแก้ไขปัญหาของอุปสรรคนี้ คือ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างจำเป็นต้องศึกษาเทคโนโลยี BIM และการทำงานร่วมกันแบบ IPD ให้มากขึ้น โดยผ่านการสัมมนาและฝึกอบรมตามบริษัทต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถขจัดความไม่เข้าใจในระบบนี้ และสามารถทำงานร่วมกันได้มีประสิทธิภาพ

3. ประเทศไทยระบบ IPD ยังไม่แพร่หลาย กฎหมายในระบบนี้จึงยังไม่ครอบคลุม ซึ่งวิธีแก้ไขในอุปสรรคนี้ คือ รัฐบาลต้องให้ความสำคัญ

และสนับสนุน IPD มากขึ้น และควรมีการออกกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับระบบ IPD เพื่อสร้างความเป็นธรรมให้แก่ทุกฝ่าย และสร้างความเชื่อมั่นในระบบนี้ เพราะ ถ้ามีมีกฎหมายคนก็จะเชื่อถือและกล้าที่จะใช้ IPD มากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันต่างประเทศมีกฎหมายที่เกี่ยวกับ IPD แล้ว

4. ด้านบุคคลากรต้องมีความเข้าใจในระบบการทำงานเป็นทีมและการทำงานร่วมกัน อีกทั้งซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน ซึ่งวิธีการแก้ไขของอุปสรรคนี้ คือ ต้องสร้างความเข้าใจในระบบการทำการแบบทีม อีกทั้งเข้าใจในซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น BIM เพราะ BIM และการทำงานเป็นทีมเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานในระบบ IPD โดยผ่านการจัดฝึกอบรมและสัมมนาเกี่ยวกับ BIM และระบบการทำงานเป็นเพื่อสร้างความเข้าใจหลักการทำงานที่ถูกต้อง และนำเทคโนโลยีมาใช้ได้อย่างถูกต้อง เพื่อขจัดอุปสรรคในการทำงานเป็นทีมและสามารถสร้างความสำเร็จในระบบ IPD ได้

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างทั้งภาครัฐ และภาคเอกชนควรให้ความสำคัญกับอุปสรรคเหล่านี้เพื่อจะแก้ไขอุปสรรคของการนำระบบ IPD มาใช้ และสร้างความเชื่อถือให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ อีกทั้งช่วยให้อุตสาหกรรมการก่อสร้างเปลี่ยนมาใช้ IPD ในอนาคตเพื่อยกระดับคุณภาพและประสิทธิภาพให้กับอุตสาหกรรมการก่อสร้างได้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). *ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ, ไตรมาสที่ 4/2562*. สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

[2] สรัสไชย องค์ประเสริฐ. (2561). การก่อสร้างควรเปลี่ยนมาใช้ BIM. *ประชาชาติธุรกิจ*, ฉบับวันที่ 5 – 7 กุมภาพันธ์ 2561, หน้า 20.

[3] The American Institute of Architects [AIA]. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide.*

[4] Jones, B. (2014). Integrated Project Delivery (IPD) for Maximizing Design and Construction Considerations Regarding Sustainability. *Procedia Engineering*, 95, pp. 528-538.

[5] Salman, A., Khalfan, M. and Maqsood, T. (2015). Building information modeling (BIM): now and beyond. *Construction Economics and Building*, 12, pp. 15-28.

[6] Juan, J., Kyung, E.H. and Hwang, I.K. (2020). *A study on the constructivism learning method for BIM/IPD collaboration education*. Applied Sciences (Switzerland), vol.10.

[7] Charles Pankow Foundation. (2019). *BIM Project Execution Plan Guide: An Introduction for Those New to BIM.* The Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International.

[8] De Marco, A. and Karzouna, A. (2018). Assessing the Benefits of the Integrated Project Delivery Method: A Survey of Expert Opinions. *Procedia Computer Science*, 138, pp. 823-828.

[9] Salim, M.S. and Mahjoob, A.M.R. (2020). Integrated project delivery method with BIM to improve the project performance: A case Study in the Republic of Iraq. *Asian J. Civil Eng*, 21(6), pp. 947-957.

[10] ผู้จัดการออนไลน์ (2563). สตาร์ทอัปไทย ผุด “BIM” แพลตฟอร์มมิติใหม่เอาใจออกแบบก่อสร้าง 3D ช่วยคุมต้นทุน ลดเวลา แก้บานปลาย. *ผู้จัดการออนไลน์*. 11 พ.ย. 2563.

[11] มยุรฉัตร ฉัตรสุวรรณ. (2563). การใช้และการจัดการข้อมูลในแบบจำลองระบบสารสนเทศอาคาร เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพอาคารชุด. *สาระศาสตร์*, ฉบับที่ 4/2562, หน้า 564-575.

[12] Eastman, C., Teicholz, P.M., Sacks, R. and Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley & Sons, Hoboken, pp. 207-242.

[13] Fountain, J. and Langar, S. (2018). Building Information Modeling (BIM) outsourcing among general contractors. *Automation in Construction*, 95, pp. 107-117.

[14] Smith, P.V. (2014). BIM & the 5D Project Cost Manager. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 119, pp. 475-484.

[15] Modi, K.J. and Hiren A. Rathod, A.H. (2018). Analysing Factors Influencing Integrated Project Delivery in Bridge Construction Projects. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 7(4), pp. 3499 – 3509.

[16] Ghassemi, R. and Becerik-Gerber, B. (2011). Transitioning to Integrated Project Delivery: Potential Barriers and Lessons Learned. *Lean Construction Journal*, pp 32-52.

[17] Li, S. and Ma, Q. (2017). Barrier and challenges to implement integrated project delivery in China. *IGLC 2017-25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Heraklion Greece, pp. 341 – 348.

[18] Durdyev, S., Hosseini, M. R., Martek, I., Ismail, S., & Arashpour, M. (2019). Barriers to the use of integrated project delivery (IPD): a quantified model for Malaysia. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(1), 186-204.

[19] Nejati, I. Javidruzi, M. and Mohebifar, A.H. (2014). Feasibility of Using an Integrated Project Delivery (IPD) in Mass Housing Collaborative Projects. *Advances in Environmental Biology,* 8(25), pp. 211-21.

[20] Cochran, W.G. (1977). *Sampling Techniques*. John Wiley & Sons.

[21] Nunnally, J.C. (1978). *Psychometric theory*. McGraw-Hill

[22] Horn, J.L. (1965). A Rationale and Test for the Number of Factors in Factor Analysis. *Psychometrika,* 30, 179-185.

[23] Mounir El Asmar, Awad S. Hanna and Wei-Yin Loh, (2013). Quantifying Performance for the Integrated Project Delivery System as Compared to Established Delivery Systems, *Journal of Construction Engineering and Management, 139.*

[24] Juan Jin, Kyung Eun Hwang and Inhan Kim (2020). A study on the constructivism learning method for BIM/IPD collaboration education. *Applied Sciences (Switzerland), 10(15).*

[25] R. Thomas Dunn (2019). Should You Use Integrated Project Delivery on Your Next Construction Project? *The National Review.*, Thursday, October 10, 2019.