การตรวจสอบข้อขัดแย้งในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

Clash Detection in Construction Drawing of High-rise Residential Building Using Building Information Modeling

รับบทความ	16/05/2021
แก้ไขบทความ	28/06/2021
ยอมรับบทความ	29/06/2021

พิมพ์พร วิริยะกาล พัศพันธน์ ชาญวสุนันท์
ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Pimporn Viriyakal, Phatsaphan Charnwasununth
Department of Housing, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University
Plingv@gmail.com, Phatsaphan.C@chula.ac.th

บทคัดย่อ

อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงเป็นอาคารประเภทที่มีข้อกฎหมายบังคับและกำหนดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เข้มงวด และเนื่องจากมีโปรแกรมการใช้งานหลากหลาย ทำให้มีความซับซ้อนด้านการออกแบบ รวมถึงมีผู้เกี่ยวข้องในโครงการหลากหลายส่วน จึงทำให้แบบก่อสร้างอาคารมักพบข้อขัดแย้ง ซึ่งหากข้อขัดแย้งไม่ถูกแก้ไขตั้งแต่ช่วงก่อนการก่อสร้างจะส่งผลกระทบต่อโครงการในช่วงการก่อสร้าง ในขณะเดียวกัน แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบและก่อสร้างอาคาร รวมถึงการตรวจสอบข้อขัดแย้ง จึงเป็นที่มาของการศึกษาการตรวจสอบข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัยผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 โครงการ ศึกษาองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งในแบบก่อสร้างโครงการ จัดทำตารางข้อขัดแย้งระหว่างงานย่อยของแต่ละหมวดงานที่มีจำนวนทั้งสิ้น 903 ข้อ ตรวจสอบข้อขัดแย้งกับกรณีศึกษา จัดกลุ่มข้อขัดแย้ง จัดอันดับ และสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษากลุ่มตัวอย่างพบค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อขัดแย้งอยู่ที่ 301,327.20 ข้อต่อโครงการ และเมื่อจำแนกข้อขัดแย้งตามระดับชั้นพบว่า ระดับชั้นพักอาศัยมีค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อขัดแย้งเป็นอันดับสูงสุดที่ 252,584.80 ข้อต่อโครงการ คิดเป็นร้อยละ 78.52 ของจำนวนข้อขัดแย้งทั้งโครงการ จึงเป็นที่มาของการตรวจสอบข้อขัดแย้งเฉพาะระดับชั้นพักอาศัย นอกจากนี้พบว่า ข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงสุดสามอันดับแรกของระดับชั้นพักอาศัย คือ ข้อขัดแย้งระหว่างงานผนังของหมวดงานสถาปัตยกรรมและงานท่อของหมวดงานระบบสุขาภิบาล ข้อขัดแย้งระหว่างงานผนังของหมวดงานสถาปัตยกรรมภายในและงานท่อของหมวดงานระบบสุขาภิบาล และข้อขัดแย้งระหว่างงานฝ้าของหมวดงานสถาปัตยกรรมภายในและงานท่อของหมวดงานระบบสุขาภิบาล ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของจำนวนกลุ่มข้อขัดแย้งอยู่ที่ 8.4, 8.2 และ 5.4 กลุ่มต่อโครงการตามลำดับ ซึ่งข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาและก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย โดยการนำผลการศึกษาไปพิจารณาตรวจสอบกับโครงการที่พัฒนาอยู่ สำหรับใช้เป็นชุดข้อมูลประกอบการตรวจสอบข้อขัดแย้งผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคารต่อโครงการอื่น ๆ ในอนาคต

คำสำคัญ: *การตรวจสอบข้อขัดแย้ง แบบก่อสร้าง แบบจำลองสารสนเทศอาคาร อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูง องค์ประกอบของอาคาร*

Abstract

High-rise residential building has to comply with multiple strict laws and regulations. Since there are many different programs, which lead to design complexity and many parties involved, then conflicts are often found. If the conflicts are not corrected during pre-construction phase, these conflicts will affect the construction phase. Meanwhile, Building Information Modeling (BIM) is the concept, which was developed for design and construction building process including clash detection. Therefore, this research aims to study the clash detection in construction drawing of high-rise residential building by using Building Information Modeling. The research was done by selecting 5 projects as the case study, studying for building components causing clashes in construction drawing, setting up the clash matrix which contains 903 clashes from various groups of building components, examining the clashes, classifying the clashes for clash issues, ranking the clash issues, and summarizing the study.

The study found that the average number of clashes from 5 case study projects is 301,327.20 clashes per project. The clashes were further classified into different sections of the building. It showed that the most average number of clashes was found in residential floor section, which equals 252,584.80 clashes per project or 78.52% of the whole project clashes. Thus, the clash detection in residential floor section was settled as the scope of this study. From the study, the top 3 clashes that were found in residential floor section are clash between wall from architectural works with piping from sanitary system, clash between wall from interior architectural works and piping from sanitary system, and clash between ceiling from interior architectural works and piping from sanitary system. The average numbers of those clashes are 8.4, 8.2, and 5.4 issues per project respectively. The results will be beneficial for parties involving in design and construction of residential building as database for clash detection using Building Information Modeling for the up-coming projects.

Keywords: *Clash Detection, Construction Drawing, Building Information Modeling, High-rise Residential Building, Component*

บทนำ

อาคารชุดพักอาศัยประเภทอาคารสูงเป็นหนึ่งผลิตภัณฑ์ในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นผลมาจากการพัฒนาระบบขนส่งทางรางและส่วนต่อขยายที่เชื่อมโยงการคมนาคมให้สะดวกมากขึ้น พฤติกรรมการอยู่อาศัยที่เปลี่ยนจากบ้านแนวราบเขตชานเมืองมาอยู่อาศัยในเมือง ประกอบกับการที่สังคมไทยมีรูปแบบครอบครัวเดี่ยวที่มีขนาดเล็กลง และที่ดินเพื่อการพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัยใจกลางเมืองมีจำกัดและราคาสูง (ธนาคารกรุงศรีอยุธยา, 2561, น.2) ทำให้ผู้ประกอบการหันมาลงทุนโครงการอาคารชุดพักอาศัยเพื่อตอบรับความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้น จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า การพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากจำนวนโครงการพัฒนาอาคารชุดพักอาศัยยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้น รวมถึงการแข่งขันทางการตลาดทั้งด้านรูปลักษณ์และหน้าที่ใช้สอยของอาคารให้เป็นที่น่าสนใจและดึงดูดลูกค้าภายใต้การพัฒนาโครงการในเขตพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานครที่เหลืออยู่อย่างจำกัด

นอกจากนี้ การออกแบบอาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 23 เมตรขึ้นไปหรือเป็นอาคารที่มีพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นในหลังเดียวเกิน 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป จะมีข้อกฎหมายบังคับและกำหนดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เข้มงวด (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ [วสท.], 2549, น.13-15) ประกอบกับการเป็นอาคารที่มีหน้าที่ใช้สอยหลากหลาย อีกทั้งการแข่งขันทางการตลาด รูปลักษณ์และองค์ประกอบของอาคารชุดพักอาศัยจึงมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย รวมถึงกระบวนการออกแบบที่มีผู้เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการหลากหลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสถาปนิก กลุ่มมัณฑนากร กลุ่มภูมิสถาปนิก กลุ่มวิศวกรโครงสร้าง และกลุ่มวิศวกรงานระบบประกอบอาคาร จึงเห็นได้ว่า ทั้งข้อกฎหมาย องค์ประกอบของอาคาร และกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ มีความหลากหลายและความซับซ้อนเป็นอย่างมากส่งผลกระทบให้แบบก่อสร้างมักพบข้อขัดแย้งที่เกิดจากการออกแบบเป็นจำนวนมาก (สิรีธร นะมะมุติ, 2560) ทั้งนี้ หากข้อขัดแย้งไม่ได้ถูกดำเนินการแก้ไขให้เสร็จสิ้นตั้งแต่ในช่วงก่อนการก่อสร้างจะส่งผลกระทบต่อโครงการในช่วงการก่อสร้าง โดยมีผู้ได้รับผลกระทบ ได้แก่ ผู้รับเหมาก่อสร้าง ที่ปรึกษาและผู้ควบคุมงานก่อสร้าง และบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ทั้งปัญหาด้านคุณภาพการก่อสร้าง ระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง

นอกจากนี้ เมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ ปัญหาดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อไปยังลูกค้าจนเกิดเป็นการร้องเรียนและฟ้องร้องต่อบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์อย่างที่เกิดขึ้นเป็นประจำในปัจจุบัน (สำนักคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค [สคบ.], 2563) ซึ่งเรื่องร้องเรียนบางส่วนสามารถตรวจสอบและหาแนวทางป้องกันได้ก่อนตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบหรือช่วงก่อนการก่อสร้าง ผ่านเทคโนโลยีการก่อสร้างอย่างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) เพื่อลดระดับผลกระทบและปัญหาการก่อสร้างที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต จากความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัยผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อเป็นชุดข้อมูลสำหรับใช้ในการตรวจสอบข้อขัดแย้งที่มักพบในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัยผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร อันเป็นประโยชน์สำหรับผู้ออกแบบ ผู้รับเหมาก่อสร้าง ที่ปรึกษาและผู้ควบคุมงานก่อสร้าง และบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ และนำมาเป็นกรณีศึกษาต่อการพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัยอื่น ๆ ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ ได้แก่

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัย
2. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณและจัดอันดับข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มีขอบเขตในการศึกษาทั้งหมด 2 ด้าน คือ ขอบเขตการศึกษาด้านเนื้อหาและด้านพื้นที่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ขอบเขตการศึกษาด้านเนื้อหา

การวิจัยนี้ศึกษาแบบก่อสร้างของโครงการอาคารชุดพักอาศัยที่พัฒนาแบบช่วงก่อนการก่อสร้าง ผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และศึกษาองค์ประกอบของอาคารชุดพักอาศัยที่ประกอบไปด้วย หมวดงานสถาปัตยกรรมหลัก หมวดงานสถาปัตยกรรมภายใน หมวดงานภูมิสถาปัตยกรรม หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง หมวดงานระบบสุขาภิบาล หมวดงานระบบดับเพลิง หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร และหมวดงานระบบปรับอากาศและเครื่องกล โดยมีขอบเขตในระดับชั้นพักอาศัยเนื่องจากเป็นระดับชั้นที่มีค่าเฉลี่ยของข้อขัดแย้งในปริมาณสูงสุด และเป็นส่วนที่กระทบกับลูกค้าโครงการโดยตรง

2. ขอบเขตการศึกษาด้านพื้นที่

การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาโครงการอาคารชุดพักอาศัยที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

1. องค์ประกอบของอาคาร

องค์ประกอบของอาคารสามารถแบ่งออกเป็น 3 หมวดงานหลัก ได้แก่ หมวดงานสถาปัตยกรรม หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง และหมวดงานระบบประกอบอาคาร โดยแต่ละหมวดงานหลักมีรายละเอียดเนื้อหา ดังนี้

หมวดงานสถาปัตยกรรม ในการออกแบบอาคารสูงหรือขนาดใหญ่สามารถแบ่งพื้นที่การออกแบบแยกตามกลุ่มสาขาวิชาชีพออกไปเป็นงานสถาปัตยกรรมหลัก งานสถาปัตยกรรมภายใน และงานภูมิสถาปัตยกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย (1) งานผนังก่อและฉาบ (2) งานป้องกันแมลงใต้ดิน (3) งานป้องกันน้ำ อุณหภูมิ และความชื้น (4) งานประตู หน้าต่าง และผนังกระจก (5) งานตกแต่งผนัง พื้น และฝ้าเพดาน (6) งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ (7) งานอุปกรณ์ติดตั้งพิเศษ และ (8) งานทาสี (คณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ, 2560, น.85-90)

หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย (1) งานเสาเข็ม (2) งานดิน และระบบป้องกันดินพัง (3) งานฐานราก (4) งานเสา (5) งานคาน (6) งานพื้น (7) งานบันได (8) งานเหล็กเสริมคอนกรีต และ (9) งานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (คณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ, 2560, น.80-84)

หมวดงานระบบประกอบอาคาร เป็นอีกส่วนประกอบที่สำคัญอย่างมาก เนื่องจากทำให้อาคารมีความสมบูรณ์พร้อมสำหรับการเปิดใช้งานอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถจำแนกรายละเอียดของงานระบบออกเป็น 4 หมวดงานหลัก ประกอบด้วย หมวดงานระบบสุขาภิบาล หมวดงานระบบดับเพลิง หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร และหมวดงานระบบปรับอากาศและเครื่องกล (วสท., 2549, น.117-139) ซึ่งหมวดงานระบบสุขาภิบาล ประกอบไปด้วย (1) งานระบบน้ำดี (2) งานระบบน้ำเสีย (3) งานระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม (4) งานระบบน้ำร้อน และ (5) งานระบบสระว่ายน้ำ หมวดงานระบบดับเพลิง ประกอบไปด้วย (1) งานระบบน้ำดับเพลิง หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ประกอบไปด้วย (1) งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (2) งานระบบวงจรปิด (3) งานระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (4) งานระบบควบคุมการใช้พลังงาน (5) งานระบบไฟฉุกเฉิน (6) งานระบบโทรศัพท์ (7) งานระบบควบคุมการเข้าออกและระบบกันขโมย (8) งานระบบเสียงภายในอาคาร และ (9) งานระบบป้องกันฟ้าผ่า หมวดงานระบบปรับอากาศและเครื่องกล ประกอบไปด้วย (1) งานระบบปรับอากาศ (2) งานระบบระบายอากาศ (3) งานระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ และ (4) งานระบบลิฟต์ (คณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ, 2560, น.117-139)

2. แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM)

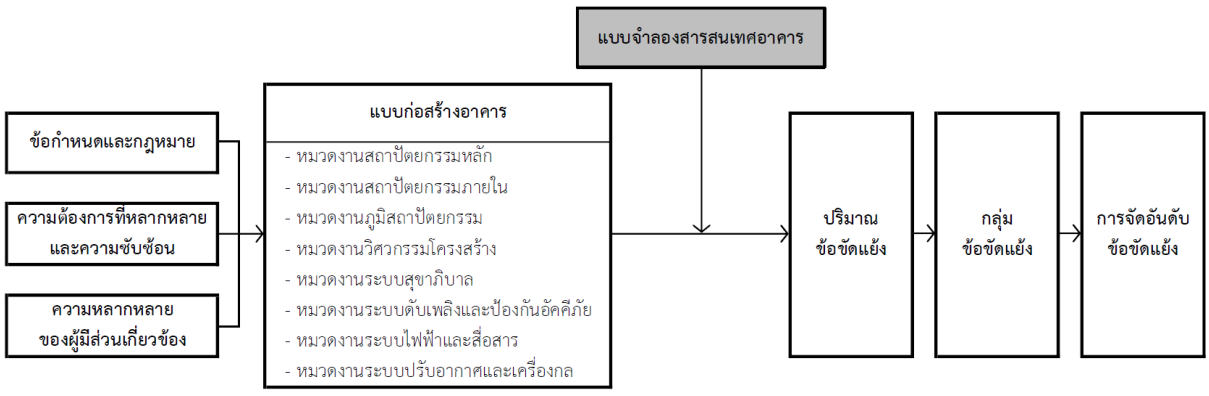
แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร คือ แบบจำลองระบบดิจิทัลที่แสดงลักษณะทางกายภาพและลักษณะของการใช้งาน เป็นแหล่งแบ่งปันข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับโครงการ (National Institute of Building Sciences [NIBS], 2007, p.149) รวมถึงการเปลี่ยนถ่ายข้อมูลสารสนเทศอาคารที่อาศัยการทำงานร่วมกันของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งในช่วงการดำเนินการเดียวกันและการดำเนินการในอนาคตให้สามารถเพิ่มเติมและเปลี่ยนแปลงข้อมูลสารสนเทศได้ตลอดวงจรชีวิตของอาคาร รวมถึงมีส่วนช่วยในการตัดสินใจและพัฒนาคุณภาพโครงการให้มีประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น (Autodesk, 2012, p.10) โดยมีเป้าหมายของการดำเนินงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM Use) จำแนกออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ การดำเนินงานแบบจำลองสารสนเทศขั้นปฐมภูมิ (Primary BIM Uses) และขั้นทุติยภูมิ (Secondary BIM Uses) ซึ่งเป้าหมายของการดำเนินงานแบบจำลองสารสนเทศอาคารขั้นปฐมภูมิ ได้แก่ การประมาณการค่าก่อสร้าง การวางแผนการก่อสร้าง การตรวจสอบงานออกแบบ และการประสานงานในรูปแบบสามมิติ เป็นต้น และเป้าหมายของการดำเนินงานแบบจำลองสารสนเทศอาคารขั้นทุติยภูมิ ได้แก่ การวิเคราะห์งานโครงสร้าง การประเมินมาตรฐานอาคารเขียว กระบวนการผลิตและติดตั้งวัสดุก่อสร้าง การบริหารทรัพย์สิน และการวางแผนรับมือภัยพิบัติ เป็นต้น (The Computer Integrated Construction Research Group [CIC], 2010, p.9)

3. ข้อผิดพลาดจากการออกแบบ

ในปัจจุบันพบผลกระทบที่เกิดจากช่วงก่อนการก่อสร้างที่มีลักษณะของปัญหาที่เกิดจากการออกแบบ คือ ข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารจากช่วงก่อนการก่อสร้างไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ แบบคู่สัญญาว่าจ้างของแต่ละหมวดงานขัดแย้งกันและแบบก่อสร้างจริงของแต่ละหมวดงานขัดแย้งกัน (สิรีธร นะมะมุติ, 2560, น.61-69) ส่งผลให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารต้องเสียเวลาในการตรวจสอบแบบก่อสร้างอาคาร ส่งคำถามขอรายละเอียดไปยังผู้ออกแบบ รวมถึงต้องแก้ไขและจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารขึ้นใหม่ก่อนจึงสามารถก่อสร้างอาคารได้ ซึ่งข้อผิดพลาดจากการออกแบบและแบบก่อสร้างที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์จากช่วงก่อนการก่อสร้างเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงงานในช่วงการก่อสร้าง และส่งผลกระทบต่อโครงการทั้งด้านคุณภาพการก่อสร้าง ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง และด้านต้นทุนค่าก่อสร้างที่เพิ่มสูงขึ้น (Dosumu & Clinton, 2017, p.848)

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัยผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณและจัดอันดับข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นในแบบก่อสร้างโครงการ ด้วยวิธีการตรวจสอบข้อขัดแย้งกับกรณีศึกษา โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพ 1 และวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูล ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยนี้มีข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวม คือ ข้อมูลองค์ประกอบของอาคาร และข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกประชากร ดังนี้

1.1. เป็นโครงการอาคารชุดพักอาศัยที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

1.2. เป็นโครงการที่มีหนังสือแจ้งผลการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมออนไลน์ เข้าถึงได้ทาง https://eia.onep.go.th/index.php ซึ่งแสดงรายละเอียดและข้อมูลโครงการ

1.3. เป็นโครงการที่พัฒนาแบบก่อสร้างอาคารผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

จากการรวบรวมข้อมูลพบว่า บริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโครงการอาคารชุดพักอาศัยผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีจำนวน 3 บริษัท ซึ่งผู้วิจัยได้รับอนุญาตให้นำข้อมูลมาทำการศึกษาเพียงหนึ่งบริษัทเท่านั้น และเมื่อพิจารณาแบบก่อสร้างของกรณีศึกษาพบว่า มีประชากรที่ตรงตามเกณฑ์ที่กล่าวข้างต้นจำนวน 16 โครงการ แต่เมื่อพิจารณาขนาดกลุ่มตัวอย่างและความสมบูรณ์ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารพบกลุ่มตัวอย่างที่มีความครบถ้วนของข้อมูลจำนวน 5 โครงการ ซึ่งเป็นโครงการล่าสุดที่พัฒนาแบบก่อสร้างผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคารและมีแบบจำลองสารสนเทศครบถ้วนทุกหมวดงาน โดยมีรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาดังตาราง 1

ตาราง 1 รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	โครงการ	ปีที่ยื่นขอรับรอง EIA	พื้นที่โครงการ (ตร.ม.)	จำนวนชั้น (ชั้น)	จำนวนห้องชุด (ห้อง)	บริษัทผู้ออกแบบโครงการ				
						สถาปัตยกรรมหลัก	สถาปัตยกรรมภายใน	ภูมิสถาปัตยกรรม	วิศวกรรมโครงสร้าง	ระบบประกอบอาคาร
1	โครงการ A	พ.ศ. 2561	7,600.00	38	1,421	บริษัท A	บริษัท B	บริษัท C	บริษัท D	บริษัท D
2	โครงการ B	พ.ศ. 2562	5,803.60	32	642	บริษัท A	บริษัท E	บริษัท F	บริษัท G	บริษัท H
3	โครงการ C		3,025.20	45	352	บริษัท I	บริษัท J	บริษัท K	บริษัท L	บริษัท M
4	โครงการ D		4,750.80	31	618	บริษัท A	บริษัท N	บริษัท F	บริษัท G	บริษัท H
5	โครงการ E		9,478.00	32	1,356	บริษัท A	บริษัท E	บริษัท F	บริษัท G	บริษัท H

2. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

2.1. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของอาคารชุดพักอาศัยจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงศึกษาจากประชากรกลุ่มตัวอย่างผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

2.2. การนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยการจำแนกองค์ประกอบของอาคารชุดพักอาศัยตามหมวดงานและงานย่อย สร้างตารางข้อขัดแย้งที่ได้จากทบทวนวรรณกรรมและศึกษาข้อมูลของแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่เป็นกรณีศึกษา นำข้อมูลที่ได้มาจัดการสนทนากลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญที่ยินยอมให้ข้อมูลในการวิจัยและยังเป็นตัวแทนของกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการ จำนวน 8 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่มีทั้งประสบการณ์ด้านวิชาชีพมากกว่า 5 ปี และประสบการณ์ด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคารมากกว่า 3 ปี จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมงานก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่มีทั้งประสบการณ์ด้านวิชาชีพมากกว่า 5 ปี และประสบการณ์ด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคารมากกว่า 3 ปี จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่มีประสบการณ์ด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคารมากกว่า 3 ปี จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านที่ปรึกษาการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่มีประสบการณ์ด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคารมากกว่า 3 ปี จำนวน 2 คน เพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมของข้อมูลและเกณฑ์การจัดกลุ่มข้อขัดแย้งระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและข้อมูลที่ปฏิบัติงานจริงในปัจจุบัน สรุปผลการจัดสนทนากลุ่ม และนำชุดข้อมูลที่ได้มาทำการตรวจสอบข้อขัดแย้ง หลังจากนั้นนำข้อขัดแย้งที่ได้มาวิเคราะห์ จัดกลุ่ม หาค่าเฉลี่ย และจัดอันดับกลุ่มข้อขัดแย้ง

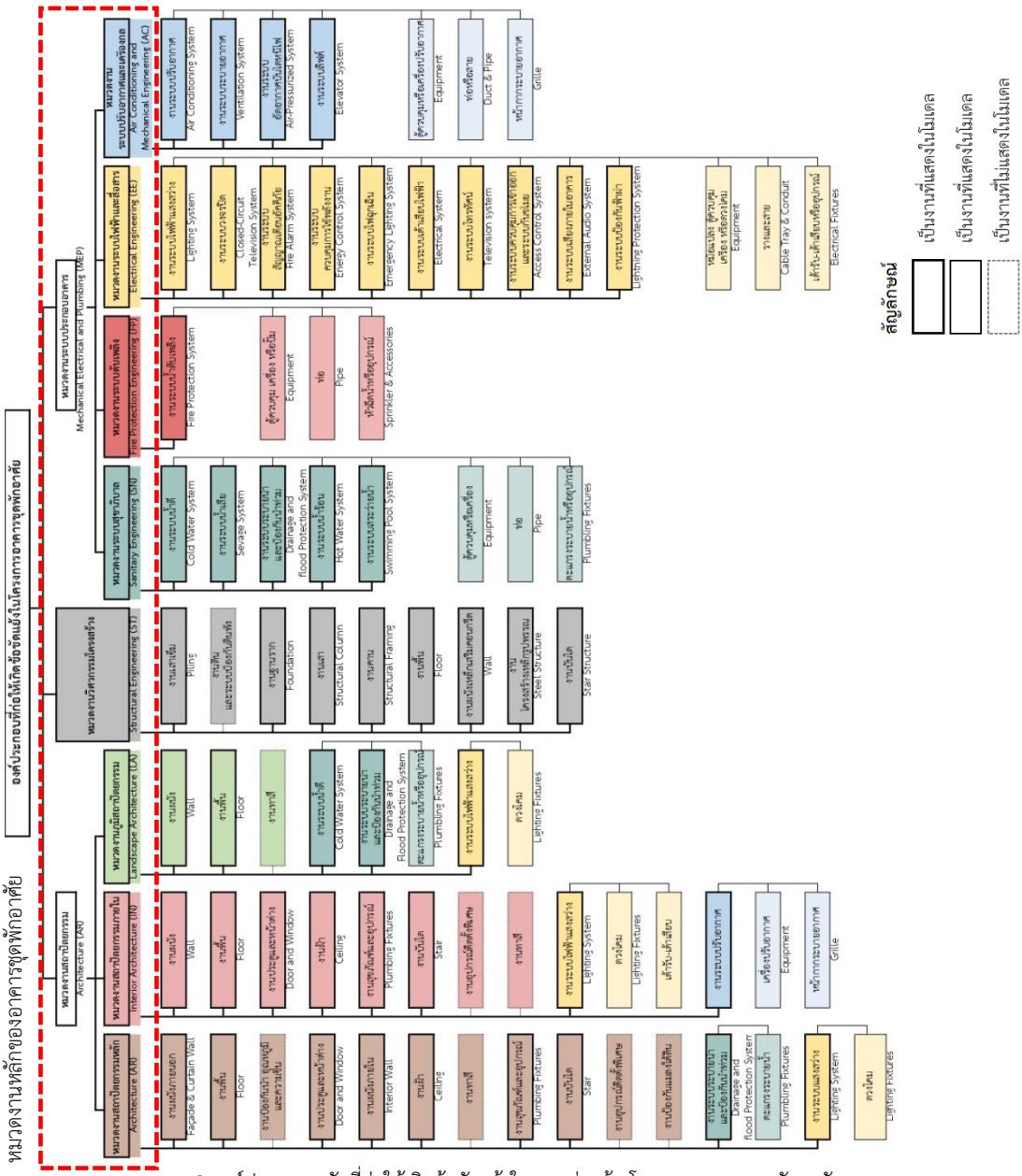
2.3. การสรุปผลการวิจัย ข้อค้นพบ และข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลของการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณและจัดอันดับข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นในโครงการอาคารชุดพักอาศัยผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผลของการศึกษาสรุปได้ 2 ประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. องค์ประกอบที่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและการศึกษากรณีศึกษาที่ผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการจัดสนทนากลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญพบว่า องค์ประกอบที่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัยจำแนกออกเป็นหมวดงานหลักและงานย่อยของแต่ละหมวดงาน หมวดงานหลัก มีทั้งสิ้น 8 หมวดงาน แต่ละหมวดงานหลักสามารถจำแนกเป็นรายละเอียดงานย่อยที่ประกอบด้วยงานย่อยของหมวดงานตนเองและงานย่อยของหมวดงานอื่นจำนวน 43 งานย่อยที่เป็นองค์ประกอบหลักที่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งในโครงการอาคารชุดพักอาศัยที่ได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีโครงสร้างดังภาพ 2



ภาพ 2 องค์ประกอบหลักที่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัย

2. ปริมาณและอันดับของข้อขัดแย้ง

เมื่อสรุปองค์ประกอบของอาคารชุดพักอาศัยที่ได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารดังที่กล่าวข้างต้น จึงสร้างตารางไขว้ (cross-tabulation table) ระหว่างงานย่อยและงานย่อยของแต่ละหมวดงาน เพื่อนำชุดข้อมูลของจำนวนข้อขัดแย้งที่ได้ทั้งสิ้นจำนวน 903 ข้อ ไปตรวจสอบข้อขัดแย้งกับกรณีศึกษาพบว่า ข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นทั้ง 5 โครงการกรณีศึกษา ได้แก่ โครงการ A โครงการ B โครงการ C โครงการ D และโครงการ E มีผลรวมของจำนวนข้อขัดแย้ง ได้แก่ 110,508 144,522 147,738 608,640 และ 495,228 ข้อต่อโครงการ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของข้อขัดแย้งอยู่ที่ 301,327 ข้อต่อโครงการ เมื่อวิเคราะห์ในรายละเอียดโดยการจำแนกข้อขัดแย้งที่พบตามระดับชั้นพบว่า ระดับชั้นที่พบค่าเฉลี่ยของข้อขัดแย้งเป็นอันดับสูงสุด ได้แก่ ระดับชั้นพักอาศัย ชั้นส่วนกลาง ชั้นที่จอดรถ ชั้นดาดฟ้า และชั้นใต้ดิน ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อขัดแย้งอยู่ที่ 252,584.80 26,547.20 19,676.00 1,275.20 และ 1,244.00 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 78.52 10.64 9.71 0.73 และ 0.40 ของโครงการ ตามลำดับ ดังตาราง 2 จึงเป็นที่มาของการตรวจสอบข้อขัดแย้งของกรณีศึกษา เฉพาะระดับชั้นพักอาศัย เนื่องจากเป็นระดับชั้นที่มีค่าเฉลี่ยของข้อขัดแย้งในปริมาณสูงสุด อีกทั้งยังเป็นส่วนที่กระทบกับลูกค้าโครงการโดยตรง

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยของข้อขัดแย้งต่อพื้นที่การใช้งานของโครงการ

ระดับชั้น / โครงการ	ดาดฟ้า		พักอาศัย		ส่วนกลาง		ที่จอดรถ		ใต้ดิน		รวมทุกระดับชั้น	
	ปริมาณข้อขัดแย้ง (ข้อ)	ร้อยละ	ปริมาณข้อขัดแย้ง (ข้อ)	ร้อยละ	ปริมาณข้อขัดแย้ง (ข้อ)	ร้อยละ	ปริมาณข้อขัดแย้ง (ข้อ)	ร้อยละ	ปริมาณข้อขัดแย้ง (ข้อ)	ร้อยละ	ปริมาณข้อขัดแย้ง (ข้อ)	ร้อยละ
1. โครงการ A	2,374	2.15	89,686	81.16	10,874	9.84	7,366	6.67	208	0.19	110,508	100.00
2. โครงการ B	518	0.36	98,600	68.22	22,936	15.87	21,602	14.95	866	0.60	144,522	100.00
3. โครงการ C	1,028	0.70	97,682	66.12	19,514	13.21	28,900	19.56	614	0.42	147,738	100.00
4. โครงการ D	1,094	0.18	536,226	88.10	46,968	7.72	21,140	3.47	3,212	0.53	608,640	100.00
5. โครงการ E	1,362	0.28	440,730	89.00	32,444	6.55	19,372	3.91	1,320	0.27	495,228	100.00
รวมค่าเฉลี่ย	1,275.20	0.73	252,584.80	78.52	26,547.20	10.64	19,676.00	9.71	1,244.00	0.40	301,327.20	100.00

จากตาราง 2 จะเห็นได้ว่า แต่ละโครงการมีผลรวมของข้อขัดแย้งเป็นปริมาณมาก ทำให้มีการจัดกลุ่มข้อขัดแย้ง เพื่อรวบรวมข้อขัดแย้งที่มีลักษณะหรือจำพวกเดียวกันไว้ด้วยกัน มีเกณฑ์การจัดกลุ่ม คือ เป็นข้อขัดแย้งที่เกิดในลักษณะเดียวกันและเป็นข้อขัดแย้งที่พบในบริเวณโปรแกรมการใช้งานเดียวกัน ทั้งนี้ จะอยู่ในตำแหน่งและระดับเดียวกันหรือต่างกันก็ได้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดกลุ่มข้อขัดแย้งสะท้อน 2 ประเด็นสำคัญ คือ ปริมาณเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้ง และอันดับของข้อขัดแย้งจากกรณีศึกษา 5 โครงการ

เมื่อทำการจัดกลุ่มข้อขัดแย้งและวิเคราะห์ผลของทั้ง 5 โครงการพบข้อขัดแย้งจำนวน 243 ข้อ จากจำนวนข้อขัดแย้งที่ได้จากการทำตารางไขว้ (cross-tabulation table) ทั้งหมด 903 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 26.91 ของจำนวนข้อขัดแย้งทั้งหมด และเมื่อนำผลรวมของกลุ่มข้อขัดแย้งมาจัดอันดับพบค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้งที่มีจำนวนสูงสุดอยู่ที่ 8.4 กลุ่ม ได้แก่ ข้อขัดแย้งระหว่างของหมวดงานสถาปัตยกรรมหลักและหมวดงานระบบสุขาภิบาล ในงานย่อยของ AR Wall และ SN Pipe และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.0 กลุ่ม ได้แก่ ข้อขัดแย้งระหว่างของหมวดงานภูมิสถาปัตยกรรมและหมวดงานอื่น ๆ โดยสาเหตุที่ทำให้ผลลัพธ์เป็นศูนย์ เนื่องจากระดับชั้นพักอาศัยของกรณีศึกษาทั้ง 5 โครงการไม่มีงานในหมวดภูมิสถาปัตยกรรม จึงทำให้ผู้วิจัยละผลลัพธ์ที่มีค่าดังกล่าวไว้ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้งในส่วนที่เหลือพบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้งอยู่ที่ 0.8 กลุ่ม ทำให้สามารถจัดอันดับค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้งจำนวน 243 ข้อ เรียงอันดับจากจำนวนสูงสุดถึงต่ำสุดได้ทั้งสิ้น 23 อันดับ ดังตาราง 3

จากนั้นทำการคัดเลือกกลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงเกินค่าเฉลี่ยขึ้นไปได้จำนวน 56 ข้อ (0.8 กลุ่ม) และเมื่อพิจารณาลงรายละเอียดพบว่า กลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงเกินค่าเฉลี่ยจำนวน 56 ข้อนั้น ผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ครอบคลุมทุกหมวดงาน ผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกเพิ่มเติม โดยพิจารณากลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงสุดสามอันดับแรกของแต่ละหมวดงานได้จำนวน

100 ข้อ ทำให้มีผลรวมกลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงเกินค่าเฉลี่ยและที่มีปริมาณสูงสุดสามอันดับแรกของแต่ละหมวดงานอยู่ที่ 118 ข้อ จากทั้งหมด 903 ข้อ ดังตาราง 4

ตาราง 3 อันดับของข้อขัดแย้ง

ลำดับ	รหัส	ชื่อข้อขัดแย้ง		ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้ง (กลุ่ม)
1	190	AR Wall	vs SN Pipe	8.4
2	365	IN Wall	vs SN Pipe	8.2
3	487	IN Ceiling	vs SN Pipe	5.4
4	856	SN Pipe	vs AC Equipment	4.6
5	857	SN Pipe	vs AC Duct & Pipe	4.4
6	168	AR Wall	vs IN Floor	4.2
7	343	IN Wall	vs IN Floor	3.6
8	480	IN Ceiling	vs ST Structural Column	3.4
9	496	IN Ceiling	vs AC Duct & Pipe	3.2
10	346	IN Wall	vs IN Ceiling	3.0
11	9	AR Façade & Curtain Wall	vs IN Wall	2.6
	358	IN Wall	vs ST Structural Column	2.6
12	26	AR Façade & Curtain Wall	vs ST Structural Framing	2.4
	390	IN Floor	vs ST Structural Column	2.4
13	183	AR Wall	vs ST Structural Column	2.2
	184	AR Wall	vs ST Structural Framing	2.2
	185	AR Wall	vs ST Floor	2.2
	773	ST Structural Framing	vs SN Pipe	2.2
14	186	AR Wall	vs ST Wall	2.0
	374	IN Wall	vs AC Duct & Pipe	2.0
15	67	AR Floor	vs ST Structural Framing	1.8
	167	AR Wall	vs IN Wall	1.8
	193	AR Wall	vs FP Pipe	1.8
	791	ST Floor	vs FP Pipe	1.8
	881	FP Pipe	vs AC Duct & Pipe	1.8
16	196	AR Wall	vs EE Cable Tray & Conduit	1.6
	275	AR Plumbing Fixtures	vs IN Wall	1.6
	397	IN Floor	vs SN Pipe	1.6
	768	ST Structural Framing	vs ST Floor	1.6
17	32	AR Façade & Curtain Wall	vs SN Pipe	1.4
	69	AR Floor	vs ST Wall	1.4
	76	AR Floor	vs FP Pipe	1.4
	169	AR Wall	vs IN Door	1.4
	348	IN Wall	vs IN Plumbing Fixtures	1.4
	542	IN Plumbing Fixtures	vs SN Pipe	1.4
18	10	AR Façade & Curtain Wall	vs IN Floor	1.2
	28	AR Façade & Curtain Wall	vs ST Wall	1.2
	66	AR Floor	vs ST Structural Column	1.2
	73	AR Floor	vs SN Pipe	1.2
	200	AR Wall	vs AC Grille	1.2
	298	AR Plumbing Fixtures	vs SN Pipe	1.2
	360	IN Wall	vs ST Floor	1.2
	371	IN Wall	vs EE Cable Tray & Conduit	1.2
19	27	AR Façade & Curtain Wall	vs ST Floor	1.0
	51	AR Floor	vs IN Floor	1.0
	68	AR Floor	vs ST Floor	1.0
	90	AR Door	vs IN Wall	1.0
	92	AR Door	vs IN Door	1.0
	129	AR Window	vs IN Wall	1.0
	175	AR Wall	vs IN Electrical Fixtures	1.0
	199	AR Wall	vs AC Duct & Pipe	1.0
	258	AR Stair	vs ST Floor	1.0
	482	IN Ceiling	vs ST Floor	1.0
19 (ต่อ)	794	ST Floor	vs EE Cable Tray & Conduit	1.0
	798	ST Floor	vs AC Grille	1.0
	802	ST Wall	vs SN Pipe	1.0
	811	ST Wall	vs AC Duct & Pipe	1.0
20	1	AR Façade & Curtain Wall	vs AR Floor	0.8
	25	AR Façade & Curtain Wall	vs ST Structural Column	0.8
	45	AR Floor	vs AR Wall	0.8
	50	AR Floor	vs IN Wall	0.8
	74	AR Floor	vs SN Plumbing Fixtures	0.8
	82	AR Floor	vs AC Duct & Pipe	0.8
	192	AR Wall	vs FP Equipment	0.8
	198	AR Wall	vs AC Equipment	0.8
	227	AR Ceiling	vs SN Pipe	0.8
	281	AR Plumbing Fixtures	vs IN Plumbing Fixtures	0.8
	344	IN Wall	vs IN Door	0.8
	350	IN Wall	vs IN Electrical Fixtures	0.8
	368	IN Wall	vs FP Pipe	0.8
	483	IN Ceiling	vs ST Wall	0.8
	490	IN Ceiling	vs FP Pipe	0.8
	495	IN Ceiling	vs AC Equipment	0.8
	497	IN Ceiling	vs AC Grille	0.8
	589	IN Electrical Fixtures	vs ST Wall	0.8
	757	ST Structural Column	vs SN Pipe	0.8
	784	ST Floor	vs ST Wall	0.8
	788	ST Floor	vs SN Pipe	0.8
	804	ST Wall	vs FP Equipment	0.8
	851	SN Pipe	vs FP Pipe	0.8
21	13	AR Façade & Curtain Wall	vs IN Ceiling	0.6
	30	AR Façade & Curtain Wall	vs ST Stair Structure	0.6
	43	AR Floor	vs AR Door	0.6
	109	AR Door	vs ST Wall	0.6
	118	AR Door	vs EE Equipment	0.6
	165	AR Wall	vs AR Plumbing Fixtures	0.6
	173	AR Wall	vs IN Plumbing Fixtures	0.6
	197	AR Wall	vs EE Electrical Fixtures	0.6
	257	AR Stair	vs ST Structural Framing	0.6
	294	AR Plumbing Fixtures	vs ST Wall	0.6
	359	IN Wall	vs ST Structural Framing	0.6
	373	IN Wall	vs AC Equipment	0.6
	375	IN Wall	vs AC Grille	0.6
	398	IN Floor	vs SN Plumbing Fixtures	0.6
	406	IN Floor	vs AC Duct & Pipe	0.6
	421	IN Door	vs ST Structural Column	0.6
	471	IN Ceiling	vs IN Lighting Fixtures	0.6
	481	IN Ceiling	vs ST Structural Framing	0.6
	493	IN Ceiling	vs EE Cable Tray & Conduit	0.6
	494	IN Ceiling	vs EE Electrical Fixtures	0.6
	563	IN Lighting Fixtures	vs ST Floor	0.6
	805	ST Wall	vs FP Pipe	0.6
	878	FP Pipe	vs EE Cable Tray & Conduit	0.6
	880	FP Pipe	vs AC Equipment	0.6
	898	EE Electrical Fixtures	vs AC Equipment	0.6
	899	EE Electrical Fixtures	vs AC Duct & Pipe	0.6

ลำดับ	รหัส	ชื่อข้อขัดแย้ง		ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้ง (กลุ่ม)
21 (ต่อ)	901	AC Equipment	vs AC Duct & Pipe	0.6
22	17	AR Façade & Curtain Wal	vs IN Electrical Fixtures	0.4
	29	AR Façade & Curtain Wal	vs ST Steel Structure	0.4
	33	AR Façade & Curtain Wal	vs SN Plumbing Fixtures	0.4
	48	AR Floor	vs AR Plumbing Fixtures	0.4
	56	AR Floor	vs IN Plumbing Fixtures	0.4
	57	AR Floor	vs IN Lighting Fixtures	0.4
	79	AR Floor	vs EE Cable Tray & Conduit	0.4
	85	AR Door	vs AR Wall	0.4
	91	AR Door	vs IN Floor	0.4
	94	AR Door	vs IN Ceiling	0.4
	113	AR Door	vs SN Pipe	0.4
	131	AR Window	vs IN Door	0.4
	132	AR Window	vs IN Window	0.4
	146	AR Window	vs ST Structural Framing	0.4
	162	AR Window	vs AC Grille	0.4
	170	AR Wall	vs IN Window	0.4
	188	AR Wall	vs ST Stair Structure	0.4
	191	AR Wall	vs SN Plumbing Fixtures	0.4
	195	AR Wall	vs EE Equipment	0.4
	208	AR Ceiling	vs IN Ceiling	0.4
	221	AR Ceiling	vs ST Structural Framing	0.4
	263	AR Stair	vs SN Pipe	0.4
	270	AR Stair	vs EE Electrical Fixtures	0.4
	292	AR Plumbing Fixtures	vs ST Structural Framing	0.4
	299	AR Plumbing Fixtures	vs SN Plumbing Fixtures	0.4
	361	IN Wall	vs ST Wall	0.4
	366	IN Wall	vs SN Plumbing Fixtures	0.4
	370	IN Wall	vs EE Equipment	0.4
	372	IN Wall	vs EE Electrical Fixtures	0.4
	376	IN Floor	vs IN Door	0.4
	380	IN Floor	vs IN Plumbing Fixtures	0.4
	391	IN Floor	vs ST Structural Framing	0.4
	393	IN Floor	vs ST Wall	0.4
	403	IN Floor	vs EE Cable Tray & Conduit	0.4
	575	IN Lighting Fixtures	vs EE Electrical Fixtures	0.4
	577	IN Lighting Fixtures	vs AC Duct & Pipe	0.4
	593	IN Electrical Fixtures	vs SN Pipe	0.4
	598	IN Electrical Fixtures	vs EE Equipment	0.4
	752	ST Structural Column	vs ST Floor	0.4
	766	ST Structural Column	vs AC Duct & Pipe	0.4
	771	ST Structural Framing	vs ST Stair Structure	0.4
	776	ST Structural Framing	vs FP Pipe	0.4
	782	ST Structural Framing	vs AC Duct & Pipe	0.4
	786	ST Floor	vs ST Stair Structure	0.4
	789	ST Floor	vs SN Plumbing Fixtures	0.4
	796	ST Floor	vs AC Equipment	0.4
	797	ST Floor	vs AC Duct & Pipe	0.4
	807	ST Wall	vs EE Equipment	0.4
	808	ST Wall	vs EE Cable Tray & Conduit	0.4
	812	ST Wall	vs AC Grille	0.4
	849	SN Pipe	vs SN Plumbing Fixtures	0.4
	854	SN Pipe	vs EE Cable Tray & Conduit	0.4
	855	SN Pipe	vs EE Electrical Fixtures	0.4
	858	SN Pipe	vs AC Grille	0.4
	868	FP Equipment	vs FP Pipe	0.4
	879	FP Pipe	vs EE Electrical Fixtures	0.4
23	7	AR Façade & Curtain Wal	vs AR Plumbing Fixtures	0.2
	12	AR Façade & Curtain Wal	vs IN Window	0.2
	35	AR Façade & Curtain Wal	vs FP Pipe	0.2
	39	AR Façade & Curtain Wal	vs EE Electrical Fixtures	0.2

ลำดับ	รหัส	ชื่อข้อขัดแย้ง		ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้ง (กลุ่ม)
23 (ต่อ)	52	AR Floor	vs IN Door	0.2
	53	AR Floor	vs IN Window	0.2
	54	AR Floor	vs IN Ceiling	0.2
	71	AR Floor	vs ST Stair Structure	0.2
	77	AR Floor	vs FP Sprinkler & Accessorie	0.2
	80	AR Floor	vs EE Electrical Fixtures	0.2
	98	AR Door	vs IN Electrical Fixtures	0.2
	123	AR Door	vs AC Grille	0.2
	133	AR Window	vs IN Ceiling	0.2
	147	AR Window	vs ST Floor	0.2
	149	AR Window	vs ST Steel Structure	0.2
	152	AR Window	vs SN Pipe	0.2
	161	AR Window	vs AC Duct & Pipe	0.2
	174	AR Wall	vs IN Lighting Fixtures	0.2
	187	AR Wall	vs ST Steel Structure	0.2
	194	AR Wall	vs FP Sprinkler & Accessorie	0.2
	203	AR Ceiling	vs AR Lighting Fixtures	0.2
	204	AR Ceiling	vs IN Wall	0.2
	211	AR Ceiling	vs IN Lighting Fixtures	0.2
	230	AR Ceiling	vs FP Pipe	0.2
	234	AR Ceiling	vs EE Electrical Fixtures	0.2
	235	AR Ceiling	vs AC Equipment	0.2
	236	AR Ceiling	vs AC Duct & Pipe	0.2
	239	AR Stair	vs AR Lighting Fixtures	0.2
	259	AR Stair	vs ST Wall	0.2
	261	AR Stair	vs ST Stair Structure	0.2
	276	AR Plumbing Fixtures	vs IN Floor	0.2
	283	AR Plumbing Fixtures	vs IN Electrical Fixtures	0.2
	291	AR Plumbing Fixtures	vs ST Structural Column	0.2
	293	AR Plumbing Fixtures	vs ST Floor	0.2
	309	AR Lighting Fixtures	vs IN Wall	0.2
	313	AR Lighting Fixtures	vs IN Ceiling	0.2
	327	AR Lighting Fixtures	vs ST Floor	0.2
	332	AR Lighting Fixtures	vs SN Pipe	0.2
	339	AR Lighting Fixtures	vs EE Electrical Fixtures	0.2
	340	AR Lighting Fixtures	vs AC Equipment	0.2
	345	IN Wall	vs IN Window	0.2
	369	IN Wall	vs FP Sprinkler & Accessorie	0.2
	392	IN Floor	vs ST Floor	0.2
	394	IN Floor	vs ST Steel Structure	0.2
	400	IN Floor	vs FP Pipe	0.2
	413	IN Door	vs IN Electrical Fixtures	0.2
	425	IN Door	vs ST Steel Structure	0.2
	428	IN Door	vs SN Pipe	0.2
	429	IN Door	vs SN Plumbing Fixtures	0.2
	433	IN Door	vs EE Equipment	0.2
	441	IN Window	vs IN Plumbing Fixtures	0.2
	470	IN Ceiling	vs IN Plumbing Fixtures	0.2
	472	IN Ceiling	vs IN Electrical Fixtures	0.2
	492	IN Ceiling	vs EE Equipment	0.2
	511	IN Stair	vs ST Wall	0.2
	535	IN Plumbing Fixtures	vs ST Structural Column	0.2
	538	IN Plumbing Fixtures	vs ST Wall	0.2
	543	IN Plumbing Fixtures	vs SN Plumbing Fixtures	0.2
	568	IN Lighting Fixtures	vs SN Pipe	0.2
	571	IN Lighting Fixtures	vs FP Pipe	0.2
	576	IN Lighting Fixtures	vs AC Equipment	0.2
	586	IN Electrical Fixtures	vs ST Structural Column	0.2
	736	ST Foundation	vs ST Wall	0.2
	753	ST Structural Column	vs ST Wall	0.2
	763	ST Structural Column	vs EE Cable Tray & Conduit	0.2

ลำดับ	รหัส	ชื่อข้อขัดแย้ง		ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้ง (กลุ่ม)
23 (ต่อ)	765	ST Structural Column	vs AC Equipment	0.2
	774	ST Structural Framing	vs SN Plumbing Fixtures	0.2
	779	ST Structural Framing	vs EE Cable Tray & Conduit	0.2
	780	ST Structural Framing	vs EE Electrical Fixtures	0.2
	783	ST Structural Framing	vs AC Grille	0.2
	785	ST Floor	vs ST Steel Structure	0.2

ลำดับ	รหัส	ชื่อข้อขัดแย้ง		ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้ง (กลุ่ม)
23 (ต่อ)	795	ST Floor	vs EE Electrical Fixtures	0.2
	827	ST Stair Structure	vs SN Pipe	0.2
	830	ST Stair Structure	vs FP Pipe	0.2
	894	EE Cable Tray & Conduit	vs EE Electrical Fixtures	0.2
	896	EE Cable Tray & Conduit	vs AC Duct & Pipe	0.2

ตาราง 4 กลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงเกินค่าเฉลี่ยและที่มีปริมาณสูงสุดสามอันดับแรกของแต่ละหมวดงาน

Clash Matrix		Architecture									Interior Architecture									Landscape Architecture				Structure									SN System			FP System			EE System System			AC&ME System		
		Façade & Curtain Wall	Floor	Door	Window	Wall	Ceiling	Stair	Plumbing Fixtures	Lighting Fixtures	Wall	Floor	Door	Window	Ceiling	Stair	Plumbing Fixtures	Lighting Fixtures	Electrical Fixtures	Mechanical Equipment	Wall	Floor	Plumbing Fixtures	Lighting Fixtures	Piling	Foundation	Structural Column	Structural Framing	Floor	Wall	Steel Structure	Stair Structure	Equipment	Pipe	Plumbing Fixtures	Equipment	Pipe	Sprinkler & Accessories	Equipment	Cable Tray & Conduit	Electrical Fixtures	Equipment	Duct & Pipe	Grille
Architecture	Façade & Curtain Wall	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0		2.6	1.2	0.0	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.4	1.0	1.2	0.4	0.6	0.0	1.4	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.4
	Floor		0.6	0.0	0.8	0.0	0.0	0.4	0.0		0.8	1.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.8	1.0	1.4	0.0	0.2	0.0	1.2	0.8	0.0	1.4	0.2	0.0	0.4	0.2	0.0	0.8	0.4
	Door			0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0		1.0	0.4	1.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2
	Window				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		1.0	0.0	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4
	Wall					0.0	0.0	0.6	0.0		1.8	4.2	1.4	0.4	0.0	0.0	0.6	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.2	2.2	2.0	0.2	0.4	0.0	8.4	0.4	0.8	1.8	0.2	0.4	1.6	0.6	0.8	1.0	1.2
	Ceiling						0.0	0.0	0.2		0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0
	Stair							0.0	0.2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
	Plumbing Fixtures								0.0		1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Lighting Fixtures										0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Interior Architecture	Wall											3.6	0.8	0.2	3.0	0.0	1.4	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.6	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	8.2	0.4	0.0	0.8	0.2	0.4	1.2	0.4	0.6	2.0	0.6
	Floor												0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.4	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	1.6	0.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.6	0.0
	Door													0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Window														0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ceiling															0.0	0.2	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.6	1.0	0.8	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	0.6	0.6	0.8	3.2	0.8
	Stair																0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Plumbing Fixtures																	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Lighting Fixtures																		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.4	0.0
	Electrical Fixtures																			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Mechanical Equipment																				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Landscape Architecture	Wall																					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Floor																						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Plumbing Fixtures																							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Lighting Fixtures																								0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Structure	Piling																									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Foundation																										0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Structural Column																											0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.4	0.0
	Structural Framing																												1.6	0.0	0.0	0.4	0.0	2.2	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.4	0.2
	Floor																													0.8	0.2	0.4	0.0	0.8	0.4	0.0	1.8	0.0	0.0	1.0	0.2	0.4	0.4	1.0
	Wall																														0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.8	0.6	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	1.0	0.4
	Steel Structure																															0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Stair Structure																															0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SN System	Equipment																																0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Pipe																																	0.4	0.0	0.8	0.0	0.0	0.4	0.4	4.6	4.4	0.4
	Plumbing Fixtures																																		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FP System	Equipment																																			0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Pipe																																				0.0	0.0	0.6	0.4	0.6	1.8	0.0
	Sprinkler & Accessories																																					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EE System	Equipment																																						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cable Tray & Conduit																																							0.2	0.0	0.2	0.0
	Electrical Fixtures																																								0.6	0.6	0.0
AC&ME System	Equipment																																									0.6	0.0
	Duct & Pipe																																									0.0	0.0
	Grille																																										

สัญลักษณ์

กลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงเกินค่าเฉลี่ย

กลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงสุดสามอันดับแรกของแต่ละหมวดงาน

สรุปผลการวิจัยและข้อค้นพบ

จากการทบทวนวรรณกรรม วิเคราะห์กรณีศึกษาประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญพบว่าองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัยสามารถจำแนกออกเป็น 8 หมวดงานหลัก 43 งานย่อย ซึ่งทำให้เกิดข้อขัดแย้งจำนวน 903 ข้อที่ได้จากการทำตารางไขว้ (cross-tabulation table) เมื่อนำข้อขัดแย้งไปตรวจสอบข้อขัดแย้งกับกรณีศึกษา ในส่วนระดับชั้นพักอาศัย ผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคารพบข้อขัดแย้งจำนวน 243 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 26.91 ของจำนวนข้อขัดแย้งทั้งหมด และพบค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้งอยู่ที่ 0.8 กลุ่ม โดยมีกลุ่มข้อขัดแย้งที่มี

ปริมาณสูงเกินค่าเฉลี่ยจำนวน 56 ข้อ และกลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงสุดสามอันดับแรกของแต่ละหมวดงานจำนวน 100 ข้อ ซึ่งกลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงเกินค่าเฉลี่ยมีส่วนหนึ่งที่เป็นกลุ่มข้อขัดแย้งเดียวกันกับกลุ่มข้อขัดแย้งที่มีปริมาณสูงสุดสามอันดับแรกของแต่ละหมวดงาน และเมื่อหักจำนวนดังกล่าวออกไปจึงทำให้มีจำนวนข้อขัดแย้งรวมทั้งสิ้น 118 ข้อ

หากพิจารณาอันดับของหมวดงานพบกลุ่มข้อขัดแย้งระหว่างหมวดงานที่มีปริมาณสูงสุดห้าอันดับแรก ได้แก่ (1) กลุ่มข้อขัดแย้งระหว่างหมวดงานสถาปัตยกรรมหลัก (AR) และหมวดงานระบบสุขาภิบาล (SN) (2) กลุ่มข้อขัดแย้งระหว่างหมวดงานสถาปัตยกรรมภายใน (IN) และหมวดงานระบบสุขาภิบาล (SN) (3) กลุ่มข้อขัดแย้งระหว่างหมวดงานระบบสุขาภิบาล (SN) และหมวดงานระบบปรับอากาศและเครื่องกล (AC) (4) กลุ่มข้อขัดแย้งระหว่างหมวดงานสถาปัตยกรรมหลัก (AR) และหมวดงานสถาปัตยกรรมภายใน (IN) และ (5) กลุ่มข้อขัดแย้งระหว่างหมวดงานสถาปัตยกรรมภายใน (IN) และหมวดงานสถาปัตยกรรมภายใน (IN) ตามลำดับ และพิจารณาอันดับของข้อขัดแย้งระหว่างงานย่อยและงานย่อยที่มีปริมาณสูงสุดห้าอันดับแรก ได้แก่ (1) ข้อขัดแย้งระหว่างงานผนังของหมวดงานสถาปัตยกรรมและงานท่อของหมวดงานระบบสุขาภิบาล (AR Wall vs SN Pipe) (2) ข้อขัดแย้งระหว่างงานผนังของหมวดงานสถาปัตยกรรมภายในและงานท่อของหมวดงานระบบสุขาภิบาล (IN Wall vs SN Pipe) (3) ข้อขัดแย้งระหว่างงานฝ้าของหมวดงานสถาปัตยกรรมภายในและงานท่อของหมวดงานระบบสุขาภิบาล (IN Ceiling vs SN Pipe) (4) ข้อขัดแย้งระหว่างงานท่อของหมวดงานระบบสุขาภิบาลและงานเครื่องปรับอากาศของหมวดงานระบบปรับอากาศและเครื่องกล (SN Pipe vs AC Equipment) และ (5) ข้อขัดแย้งระหว่างงานท่อของหมวดงานระบบสุขาภิบาลและงานท่อของหมวดงานระบบปรับอากาศและเครื่องกล (SN Pipe และ AC Duct & Pipe) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อขัดแย้งอยู่ที่ 8.4, 8.2, 5.4, 4.6 และ 4.4 กลุ่ม ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ด้านการออกแบบแก่ผู้ออกแบบ โดยแสดงอันดับของข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างหมวดงานสำหรับเป็นแนวทางป้องกันและกรณีศึกษาต่อการพัฒนาแบบก่อสร้างอาคารแก่โครงการอื่น ๆ ในอนาคต ด้านการก่อสร้างแก่ผู้รับจ้างก่อสร้าง เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพิจารณาเตรียมการและตรวจสอบแบบก่อสร้างก่อนการก่อสร้างจริงในอนาคต และด้านการควบคุมคุณภาพแก่บริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ โดยแสดงให้เห็นถึงแนวทางการควบคุมคุณภาพโครงการผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในการพัฒนาโครงการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งข้อขัดแย้งที่พบจากกรณีศึกษา เนื่องจากข้อจำกัดในการวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นศึกษาองค์ประกอบของข้อขัดแย้งที่เกิดในแบบก่อสร้างโครงการอาคารชุดพักอาศัยเฉพาะระดับชั้นพักอาศัยผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคารภายใต้ข้อมูลที่ได้รับอนุญาตให้ทำการวิจัยเพียงหนึ่งบริษัท จึงควรมีการศึกษาในระดับชั้นอื่น ๆ ได้แก่ ระดับชั้นดาดฟ้า ระดับชั้นส่วนกลาง ระดับชั้นที่จอดรถ และระดับชั้นใต้ดิน และศึกษาข้อมูลของบริษัทอื่น ๆ เพิ่มเติมต่อไป เพื่อให้ผลลัพธ์ครอบคลุมทั้งโครงการ และได้ชุดข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการตรวจสอบข้อขัดแย้งโครงการอาคารชุดพักอาศัยที่สามารถใช้ได้กับทุกระดับชั้นของโครงการ และเพื่อให้ได้แบบก่อสร้างอาคารที่มีคุณภาพ รวมถึงเสนอแนะให้มีการวิจัยที่ศึกษาข้อขัดแย้งผ่านแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับอสังหาริมทรัพย์ประเภทอื่น ๆ โดยการผสมผสานใช้เทคโนโลยีให้เป็นประโยชน์กับการพัฒนาอุตสาหกรรมการก่อสร้างต่อไป

บรรณานุกรม

คณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ. (2560). *หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคาร.* กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ.

ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. (2561). *ธุรกิจที่อยู่อาศัยในกรุงเทพฯ และปริมณฑล.* สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2563, จาก https://www.krungsri.com/bank/getmedia/4dda41fa-1db0-4b97-bca2-591cc99537d2/IO_Housing_181115_TH_EX.aspx

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2549). *มาตรฐานการการจัดเตรียมแบบสร้างจริงและคู่มือเจ้าของอาคาร.* กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

สำนักคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค. (2563). *รายงานเรื่องร้องทุกข์ช่องทางศูนย์รับเรื่องราวร้องทุกข์.* สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2563, จาก http://ccms.ocpb.go.th/Dashboard/D_channel_floor1.aspx

สิรีธร นะมะมุติ. (2560). *การพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับตรวจสอบรายละเอียดของแบบรูปและรายการประกอบแบบที่ไม่สมบูรณ์ในโครงการก่อสร้างอาคารสูง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

Autodesk. (2012). A framework of implementing a BIM business transformation. *Project Transformer,* 10.

Dosumu, Oluwaseun Sunday & Clinton O, Aigbavboa. (2017). Impact of design error on variation cost of selected building project in Nigeria. *Procedia Engineering, 196*, 847-856.

National Institute of Building Sciences. (2007). *National building information modelling standard*. Washington, DC: NIBS.

The Pennsylvania State University. The Computer Integrated Construction Research Group. (2010). *Project execution planning guide.* Pennsylvania: CIC.