



## การก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม CONSTRUCTION FOR GREEN BUILDING

จักรพงษ์ ไชยานุพัทธ์กุล<sup>1</sup>, ศรัณยู พรหมศรี<sup>2</sup>

<sup>1</sup> คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 73170

E-mail: Chackaphong.cha@mutr.ac.th

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษากระบวนการรักษา สภาพแวดล้อม ตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มทำการก่อสร้าง ที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบันในประเทศไทยว่ามีกระบวนการหรือขั้นตอนอย่างไร รวมถึงศึกษาปัญหาและ สาเหตุของปัญหาเพื่อหาแนวทางนำเสนอในการแก้ไขและปรับปรุงให้เหมาะสมสำหรับนำไปใช้งานในภาคปฏิบัติทั้งโครงการหน่วยงานของราชการและ โครงการของหน่วยงานอื่น ๆ การศึกษาทำโดยรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามจากผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างทั้งในส่วนของเจ้าของงานผู้บริหาร ผู้ ควบคุมงานก่อสร้างผู้รับเหมาก่อสร้างผู้ที่เกี่ยวข้องและหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเอกสารที่เกี่ยวข้องรวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างและปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อมี การเข้าใช้งานอาคารโดยเก็บข้อมูลจากโครงการที่อยู่ในช่วงเวลาก่อสร้างและโครงการที่ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จโดยสมบูรณ์แล้ว โดยทำการส่ง แบบสอบถามไปยังหน่วยงานของรัฐบาลและหน่วยงานอื่น ๆ หน่วยงานละ 30 ตัวอย่าง ได้กลับคืนมาหน่วยงานละ 15 ตัวอย่าง โดยวิธีของโคสแควร์ในการหา ความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างโครงการหน่วยงานของรัฐบาลกับโครงการหน่วยงานอื่น ๆ จากการศึกษพบว่าประเด็นที่แตกต่างกันระหว่างหน่วยงาน รัฐบาลกับหน่วยงานอื่น ๆ ได้แก่ปัญหาที่เกิดจากการที่ขาดผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการทำงานจริงไม่ สอดคล้องในช่วงเวลาก่อสร้าง โดยพบว่าโครงการที่เป็นหน่วยงานของราชการนั้นเกิดปัญหา อยู่ในระดับที่มากที่สุด และโครงการรัฐบาลอื่น ๆ เกิด ปัญหาเดียวกันในระดับน้อยถึงปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากเป็นงานที่มีการทำงานด้านงานระบบต่างๆ มากและซับซ้อนประกอบกับผู้รับเหมาก่อสร้าง ในแต่ละด้านนั้นเป็นคนละบริษัทกัน ทำให้ขาดการประสานงานที่ดี ทั้งนี้ในการศึกษานี้ได้เสนอรายละเอียดของแนวทางโดยได้ใช้เกณฑ์เปรียบเทียบจาก เจื่อนไขของสัญญาณก่อสร้างด้วยระบบการวัดอาคารเขียวของสหรัฐอเมริกา Leadership in Energy and Environmental Design LEED หรือ ประเทศไทยใช้ชื่อโครงการอาคารเขียว (Green Building) มาเปรียบเทียบกับรูปแบบสัญญาณที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันในประเทศไทย เพื่อเป็นการเตรียม ความพร้อมก่อนเข้าสู่การก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และผู้วิจัยยังได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไขความไม่ชัดเจน ความไม่รัดกุม รวมถึง เพิ่มเติมสาระสำคัญที่จำเป็นบางประการเพื่อสนับสนุนให้กระบวนการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ให้มีความรัดกุมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ:** อาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม/ปัญหาที่เกิดขึ้นในการก่อสร้าง/ปัญหาที่เกิดขึ้นภายหลังการเข้าใช้งาน

### 1.ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเกือบทุกประเทศเริ่มให้ความสำคัญต่อการสร้างรากฐานการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งทางกายภาพ สภาพสิ่งแวดล้อม ทางด้านเศรษฐกิจ และ สังคม ซึ่งจะเห็นได้ว่าการพัฒนาที่เน้นการมีสภาพแวดล้อมที่ดีนำมาซึ่งการใช้ชีวิตที่มีความสุข ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ ช่วยรักษาที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ และช่วยลดการเกิดภาวะโลกร้อนจากการสร้างความร้อนบนพื้นโลก จากการสร้างสิ่งปลูกสร้าง ทำลายสภาพธรรมชาติและนิเวศวิทยา การพัฒนาอาคารให้ เป็นอาคารเขียวจึงเป็นพื้นฐานของการพัฒนาเพื่อนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

หากเราพูดถึงอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหรืออาคารเขียวหรือ Green Building เรามักนึกถึงภาพอาคารที่สร้างเสร็จออกมาแล้วสวยงาม มี ต้นไม้ มีสนามหญ้ามีบ่อน้ำพุร้อน มีการใช้วัสดุปลอดสารพิษ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หลายคนไม่ได้นึกภาพว่าก่อนที่จะได้อาคารหลังนั้นมา มีกิจกรรมการ ก่อสร้างใดๆที่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบ้าง แล้วมีประเด็นอะไรที่ต้องคำนึงถึงบ้างหากท่านกำลังเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมสร้างอาคารเขียว แล้วไม่อยากจะถูก กล่าวหาว่าเป็นอาคารเขียวที่เขียวไม่จริงเพราะต้องทำลายความเขียวที่มีอยู่เดิมเพื่อสร้างความเขียวใหม่

ก่อนที่จะไปดูว่าจะจัดการอะไรอย่างไรให้เป็นการก่อสร้างแบบเขียวๆก็ต้องเข้าใจว่ามีประเด็นอะไรบ้างเกี่ยวกับมลภาวะที่เกิดขึ้นจากกิจกรรม ก่อสร้างซึ่งจุดประสงค์ของการควบคุมมลภาวะจากการก่อสร้างนั้นก็เพื่อป้องกันขณะก่อสร้างต่างๆที่เกิดจากการก่อสร้างอาคารมิให้ถูกปลดปล่อยออกไปสู่ สภาพแวดล้อมโดยเน้นที่การควบคุมการก่อกองของหน้าดินจนทำให้เกิดการชะล้างและไปสะสมเป็นตะกอนในท่อน้ำทิ้ง หรือทางน้ำสาธารณะ รวมทั้งการ เกิดฝุ่นละอองในอากาศ ซึ่งหากมองต่อไปก็ยังมีประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับสุขอนามัยของคนงานก่อสร้าง และต้นไม้เดิมที่อยู่ในที่ก่อสร้างซึ่งสิ่งที่สำคัญมากของ การควบคุมการก่อสร้างที่มีคนงานมากมาย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเขียนแผนการควบคุมที่ดี และยังคงมีการควบคุมให้คนงานทำตามแผนนั้น ใน กรณีที่ต้องการให้อาคารของเราเป็นอาคารเขียวตั้งแต่เริ่มทำการก่อสร้างจึงมีข้อควรระวังหลักๆดังนี้

ป้องกันการสูญเสียหน้าดินเดิมระหว่างการก่อสร้างอันเนื่องจากการชะล้างของน้ำหรือลมแรง

ป้องกันการตกตะกอนสะสมของดินที่โดนน้ำชะล้างสู่ท่อระบายน้ำฝนหรือทางน้ำใดๆ



- ป้องกันการเกิดมลภาวะทางอากาศอันเนื่องจากฝุ่นผงจากดินและวัสดุก่อสร้าง
- ป้องกันมลภาวะอากาศภายในโครงการที่จะก่อผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานเอง
- ป้องกันกิจกรรมก่อสร้างที่จะไปทำความรบกวนแก่สิ่งมีชีวิตพืชพันธุ์ใกล้เคียง เป็นต้น

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาถึงกระบวนการการรักษาสภาพแวดล้อม ในส่วนตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มทำการก่อสร้างที่ปฏิบัติกันอยู่ในภาวะปัจจุบันเพื่อหาแนวทางนำเสนอในการแก้ไขและปรับปรุงให้เหมาะสมสำหรับนำไปใช้งานในภาคปฏิบัติเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้กำหนดวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้คือ

เพื่อศึกษาขั้นตอนของการรักษาสภาพแวดล้อมตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มทำการก่อสร้างหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องเอกสารที่เกี่ยวข้องรวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างและปัญหาที่พบเมื่อเจ้าของงานมีการเข้าใช้งานอาคารและเพื่อเสนอแนวทางอ้างอิง และเพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ในขั้นตอนของกระบวนการการรักษาสภาพแวดล้อมของงานก่อสร้าง ในส่วนตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มทำการก่อสร้าง

### ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระหว่างเวลาตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มทำการก่อสร้างจากหน่วยงานของบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างให้แก่เจ้าของงาน โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เป็นในด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มทำการก่อสร้าง หน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้อง และเอกสารที่ใช้ รวมถึงแนวทางที่จะทำให้การนำไปใช้งานในภาคปฏิบัติในปัจจุบันมีประสิทธิภาพ จากผู้ที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่มีประสบการณ์

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงขั้นตอนสามารถและเสนอขั้นตอนในทางด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมในงานก่อสร้างตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มทำการก่อสร้างหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องเอกสารที่เกี่ยวข้องรวมทั้งปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในและปัญหาที่พบเมื่อมีการเข้าใช้งานอาคารของเจ้าของงานในภาวะปัจจุบันรวมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไข

2. เพื่อให้ส่วนราชการและหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมในงานก่อสร้างใช้เป็นแนวทางปรับปรุงรูปแบบสัญญาจ้างการก่อสร้างให้ชัดเจนไปในทิศทางเดียวกันและเหมาะสมยิ่งขึ้นและสถาบันการศึกษาใช้เป็นเครื่องมือในรูปแบบสื่อ เพื่อสำหรับการทำงานและด้านการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิจารณ์ ตันติธรรม วิศวกรโยธาชำนาญพิเศษ กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย กล่าวว่าปัจจุบันการใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติในกลุ่มธุรกิจสำคัญ 3 ด้าน คือ ด้านการขนส่ง ด้านอาหาร และด้านการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า 70-80 % ทำให้ทรัพยากรในประเทศไทยเสื่อมโทรมลง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ทุกคนในประเทศต้องช่วยกันรักษาพัฒนาให้มี การใช้ทรัพยากรของประเทศอย่างยั่งยืนซึ่งโครงการอาคารเขียวเป็นแนวทางหนึ่งที่มีผลดีเป็นอย่างมากในการช่วยแก้ไขปัญหานี้

โครงการอาคารเขียวอาจเป็นเรื่องใหม่สำหรับคนส่วนมาก และบางครั้งมีการเข้าใจผิดคิดว่าอาคารเขียวคืออาคารประเภทอาคารอัจฉริยะที่มีค่าใช้จ่ายสูงไม่เหมาะกับประเทศที่กำลังพัฒนามีทุนน้อยเช่นประเทศไทย แต่จริงๆแล้ว โครงการอาคารสีเขียวคือโครงการที่มีประโยชน์และคุ้มค่าระยะยาว

ผศ.ดร.อรรถนัย เศรษฐบุตร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ คณะกรรมการบริหาร สถาบันอาคารเขียวไทย กล่าวว่าปัจจุบันประเทศไทยได้มีสถาบันอาคารเขียวไทย ซึ่งหลักๆแล้วก็จะจัดทำเกณฑ์และคู่มืออาคารเขียวที่เหมาะสมสำหรับบริบทของเมืองไทย โดยเน้นให้ความสำคัญ สาธารณชน โดยเน้นการมีการปลูกกระแสอาคารเขียวในประเทศ โดยเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลมาตรฐานการออกแบบจากแหล่งต่างๆ และกระจายข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับอาคารเขียว

ระบบการวัดอาคารเขียวของสหรัฐอเมริกา Leadership in Energy and Environmental Design LEED ในวงการออกแบบและก่อสร้างทุกวันนี้เรื่องอาคารเขียวกลายเป็นเรื่องที่ถูกคนมีความเคยชินในด้านของเนื้อหา ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีคนเข้าใจลึกซึ้ง แต่อย่างน้อยก็ต้องมีความคุ้นเคยกับคำศัพท์บ้าง เมื่อพูดถึงอาคารเขียว เรื่องของ LEED หรือ Leadership in Energy and Environmental Design ซึ่งเป็นระบบการวัดอาคารเขียว ของสหรัฐอเมริกา ก็มักจะเป็นเรื่องที่ถูกหยิบยกขึ้นมาคุยพร้อมๆกันแทบจะทันที โครงการใหญ่ๆในประเทศไทยหลายๆโครงการที่มีการประกาศ TOR เพื่อประกวดแบบในปี 2553 ได้มีการนำ LEED มาเป็น Requirement ของอาคาร ว่าอาคารที่ออกแบบจะต้องมีคุณสมบัติที่จะนำไปขอ LEED Certification ได้ สำหรับอาคารเก่าที่มี องค์การชั้นนำของประเทศเป็นเจ้าของ หรืออาคารใหม่ที่กำลังจะถูกสร้างโดยองค์กรลักษณะดังกล่าวก็เริ่มจะมีการนำแนวคิดของLEEDเข้ามาใช้และเตรียมที่จะขอ LEED Certification เช่นกัน



ตัวอย่างอาคารที่มีแนวคิดแบบ GREEN BUILDING เช่น DYNAMIC TOWER ที่ดูไบ เป็นตึกสูงระฟ้าที่เคลื่อนไหวได้มีความสูง 420 ม. โดยหมุนได้ 80°ชั้นผลิตพลังงานจากกังหันลมที่มีทุกชั้นได้เป็นต้น

สรชัย กรณ์เกษม. (2510) “Green Building in Thailand : อาคารสีเขียวของคนไทย.สำหรับประเทศไทยทางสมาคมสถาปนิกสยามในพระราชาูปถัมภ์ได้มีการมอบรางวัล ASA Green Award 2009 ซึ่งเป็นรางวัลส่งเสริมให้ทางด้านสถาปัตยกรรมเข้ามามีบทบาทในการสร้างสรรคสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นและเป็นการเผยแพร่สถาปัตยกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงานโดยได้มอบรางวัลให้กับอาคารสีเขียวได้แก่อาคารที่ทำการการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)ธนาคารกสิกรไทยสาขาแจ้งวัฒนะและธนาคารอาคารแห่งประเทศไทย The Avenue รัชโยธิน เป็นต้น

อรจรรย์ เศรษฐภูธร. (2556)

1. มาตรฐานการควบคุมงานก่อสร้างอาคารเขียว 1

มลภาวะที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้างซึ่งจุดประสงค์ของการควบคุมมลภาวะจากการก่อสร้างนั้นก็เพื่อป้องกัน สสารต่างๆที่เกิดจากการก่อสร้างอาคารมิให้ถูกปลดปล่อยออกไปสู่สภาพแวดล้อมโดยเน้นที่การควบคุมการก่อกองของหน้าดิน

2. มาตรฐานการควบคุมงานก่อสร้างอาคารเขียว 2

สิ่งที่สำคัญมากสำหรับการควบคุมการก่อสร้างอาคารเขียวให้สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยนอกจากจะต้องมองในเรื่องของการควบคุมการชะล้างสิ่งสกปรกสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้างไม่ให้เล็ดลอดออก

3. มาตรฐานการควบคุมงานก่อสร้างอาคารเขียว 3

ในการบริหารงานก่อสร้างอาคารเขียวนอกเหนือจากการระมัดระวังการแพร่กระจายของสารพิษจากการก่อสร้างอาคารสู่สิ่งแวดล้อมและคนงานก่อสร้าง

4.มาตรฐานการควบคุมงานก่อสร้างอาคารเขียว 4

แผนการป้องกันมลภาวะสำหรับการก่อสร้างอาคารเขียวในการก่อสร้างอาคารเขียว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องระมัดระวังการปลดปล่อยมลภาวะจากกิจกรรมก่อสร้างออกไปสู่ภายนอกเป็นพิเศษ ซึ่งหากเป็นไปได้จะต้องไม่มีการปลดปล่อยสิ่งแปลกปลอมใดๆ ออกไปสู่ภายนอกสถานที่ก่อสร้าง

5.มาตรฐานการควบคุมงานก่อสร้างอาคารเขียว 5

หลังจากที่อาคารได้กำหนดให้มีแผนการควบคุมการปลดปล่อยสารมลพิษออกจากสถานที่ก่อสร้างกองเก็บวัสดุก่อสร้างอาคารแล้ว ในระหว่างทำการก่อสร้างอาคาร

### 3.ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและค้นคว้าเอกสารอ้างอิง ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ในปัจจุบัน ทั้งภายในประเทศ และ ต่างประเทศ

เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางตั้งหัวข้อแบบสอบถาม

2. สํารวจขั้นตอนในการก่อสร้างหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างเอกสารที่และวิธีการในการก่อสร้างรวมทั้งปัญหาที่พบของหน่วยงานราชการ

และหน่วยงานอื่น ๆ ในประเทศไทยในภาวะปัจจุบันโดยการใช้แบบสอบถามเจ้าของงาน ผู้บริหารงาน ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง และ ผู้รับเหมางานก่อสร้าง

3. รวบรวมเอกสารข้อมูลจากการสำรวจ และที่ได้จากแบบสอบถาม เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาและแนวทางแก้ไขในด้านขั้นตอนการก่อสร้าง

อาคารหน้าที่ เอกสารและวิธีการที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างและภายหลังเมื่อมีการใช้อาคาร

4. สรุปผลงานวิจัย เพื่อให้สามารถจำแนกสาเหตุของปัญหาที่พบ ในการก่อสร้างและปัญหาที่เกิดขึ้นภายหลังเมื่อมีการใช้วิธีการก่อสร้าง พร้อมทั้งหา

แนวทางลดและป้องกันข้อบกพร่องที่เกิด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในภาคปฏิบัติให้กับผู้เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม

5. นำเสนอแนวทางขั้นตอนในการก่อสร้างหน้าที่เอกสารและวิธีการที่เกี่ยวข้องในที่มีรูปแบบที่เหมาะสม และสะดวกในการใช้งานในภาคปฏิบัติ

เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ

### 4.ตัวอย่างวิธีวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาใส่ในตาราง4.1โดยป้อนข้อมูลแยกตามประเภทของโครงการตามแถวนอน (Row) และ คอลัมน์ (Column) ทั้งโครงการหน่วยงานของรัฐบาลและหน่วยงานอื่น ๆ ซึ่งจะได้ผลรวมของแต่ละประเภทของโครงการดังตัวอย่างนี้คือ ผลรวมของหน่วยงานของโครงการอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 77 และผลรวมของหน่วยงานของโครงการรัฐบาล มีค่าเท่ากับ 39 เป็นต้น และจะได้ค่าขนาดตัวอย่างของบุคลากรที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทเพื่อนำผลที่ได้ดังกล่าวไปคำนวณหาค่าโดยวิธีไคสแควร์(Chi - Square Test) ต่อไป

ตารางที่ 1: รวมข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

ผู้เกี่ยวข้อง	โครงการ อื่น ๆ	โครงการรัฐบาล	ขนาดตัวอย่าง
วิศวกร	12	8	20
สถาปนิก	17	6	23
เจ้าของโครงการ	12	7	19
ผู้รับเหมา	12	9	21
ผู้ควบคุมงาน	12	7	19
ผู้บริหารโครงการ	12	2	14
อื่นๆ	0	0	0
<b>รวม</b>	<b>77</b>	<b>39</b>	<b>116</b>

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน โดยสมมติให้  $H_0$  คือค่าที่แสดงถึงความสอดคล้องกันของข้อมูลตัวอย่างที่ได้สำรวจมาแสดงว่าบุคลากรในทุกตำแหน่งของทั้งโครงการหน่วยงานของรัฐบาลกับหน่วยงานอื่นๆ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการก่อสร้างดังกล่าวคล้ายคลึงกันหรือบุคลากรในทุกตำแหน่งของทั้งโครงการหน่วยงานของรัฐบาลกับหน่วยงานอื่นๆ ไม่เป็นอิสระต่อกัน หรือหมายความว่าโครงการที่ต่างกันทั้งโครงการหน่วยงานของรัฐบาลกับหน่วยงานอื่นๆ นั้นจะไม่เป็นผลต่อหน้าที่ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานก่อสร้างและในตรงกันข้ามสมมติค่า  $H_1$  คือค่าที่แสดงถึงความไม่สอดคล้องกันของข้อมูลที่ทำการศึกษา แสดงว่าบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการก่อสร้างของทั้งโครงการหน่วยงานของรัฐบาลกับหน่วยงานอื่นๆ ทำหน้าที่ดังกล่าวไม่คล้ายคลึงกัน หรือ บุคลากรในทุกตำแหน่งของทั้งโครงการหน่วยงานของรัฐบาลกับหน่วยงานอื่นๆ ทำหน้าที่เป็นอิสระต่อกันหรือหมายความว่าโครงการที่ต่างกันทั้งโครงการหน่วยงานของรัฐบาลกับหน่วยงานอื่นๆ นั้นจะเป็นผลต่อหน้าที่ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง

โดยที่ถ้าผลที่ได้มีค่าออกมามากกว่าค่าที่ได้จากการเปิดของตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไคสแควร์ (Chi - Square) ก็จะแสดงว่าค่าที่เปรียบเทียบกันนั้นเป็นอิสระต่อกัน และถ้าผลออกมาปรากฏว่ามีค่าน้อยกว่า ก็จะแสดงว่าค่าที่เปรียบเทียบกันนั้นไม่เป็นอิสระต่อกัน

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : P_1 = P_2 = P_3 = \dots P_n \text{ (ข้อมูลตัวอย่างสอดคล้องกันหรือไม่เป็นอิสระต่อกัน)} \quad (1)$$

$$H_1 : P_1 \neq P_2 \neq P_3 \neq \dots P_n \text{ (อย่างน้อย 1 ตัว) (ข้อมูลตัวอย่างไม่สอดคล้องกันหรือเป็นอิสระต่อกัน)} \quad (2)$$

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดค่านัยสำคัญ

$$\text{กำหนดนัยสำคัญ } \alpha = 0.05 \quad (3)$$

ขั้นตอนที่ 4 ตัวสถิติในการทดสอบข้อมูลจำแนกประเภทสองทาง

ตัวสถิติสำหรับการทดสอบ

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (4)$$

ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดค่าองศาอิสระ โดยแทนค่าตามสูตรที่กำหนด โดยที่  $r$  คือจำนวนของข้อมูลที่เป็นจำนวนของแถวตามแนวนอน (Row) ทั้งหมด และ กำหนดให้  $c$  คือจำนวนของข้อมูลที่เป็นจำนวนของแถวตามแนวตั้ง (Column) ทั้งหมด โดยทั้งค่า  $r$  และค่า  $c$  นั้นดูจำนวนของข้อมูลจากตารางที่ 4.2 นำค่าดังกล่าวมาแทนค่าสูตรดังนี้เช่นองศาอิสระ  $= (r-1)(c-1) = (7-1)(2-1) =$

ขั้นตอนที่ 6 หาค่าความคาดหวังจากสูตรที่กำหนด โดยการกำหนดให้  $E_{11}$  คือค่าที่ได้จากค่าของแถวที่ 1 และคอลัมน์ที่ 1 จากผลของตารางที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 77 กับ 20 นำไปแทนค่าในตารางที่ 2 จะได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 2 ก็จะได้ค่าความคาดหวัง ของ  $E_{11}$  เท่ากับ 13.28 เป็นต้น

หาค่าความคาดหวัง

$$E_{ij} = \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n..} \quad (5)$$



ตารางที่ 2: ค่าความคาดหวัง

$E_{11} = (20)(77) / 116$	=13.28	$E_{12} = (20)(39) / 116$	=6.72
$E_{21} = (23)(77) / 116$	=15.27	$E_{22} = (23)(39) / 116$	=7.73
$E_{31} = (19)(77) / 116$	=12.61	$E_{32} = (19)(39) / 116$	=6.39
$E_{41} = (21)(77) / 116$	=13.94	$E_{42} = (21)(39) / 116$	=7.06
$E_{51} = (19)(77) / 116$	=12.61	$E_{52} = (19)(39) / 116$	=6.39
$E_{61} = (14)(77) / 116$	=9.29	$E_{62} = (14)(39) / 116$	=4.71
$E_{71} = (0)(77) / 116$	=0.00	$E_{72} = (0)(39) / 116$	=0.00

ขั้นตอนที่ 7 ตารางคำนวณผลโคสแควร์ โดยนำค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามและขั้นตอนที่ 6 ข้อมูลจากตารางค่าความคาดหวังนำมาป้อนใส่ในตารางที่ 3 ในช่อง  $O_{ij}$  คือจำนวนความถี่จากการสังเกตในแถวตอนที่ i แถวตั้งที่ j และ  $E_{ij}$  คือจำนวนความถี่ตามทฤษฎีในแถวตอนที่ i แถวตั้งที่ j ตามลำดับเพื่อหาค่า  $O_{ij} - E_{ij}$ ,  $(O_{ij} - E_{ij})^2$  และ  $(O_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij}$  เพื่อคำนวณหาค่าโคสแควร์โดยได้จากผลรวมของค่าที่ได้จาก  $(O_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij}$  ซึ่งมีค่า  $X^2$  เท่ากับ 4.28

ตารางที่ 3: ตารางโคสแควร์(Chi - Square)

แถวตอน - แถวตั้ง	$O_{ij}$	$E_{ij}$	$O_{ij} - E_{ij}$	$(O_{ij} - E_{ij})^2$	$(O_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij}$
1 - 1	12	13.28	-1.28	1.64	0.12
1 - 2	8	6.72	1.28	1.64	0.24
2 - 1	17	15.27	1.73	2.99	0.20
2 - 2	6	7.73	-1.73	2.99	0.39
3 - 1	12	12.61	-0.61	0.37	0.03
3 - 2	7	6.39	0.61	0.37	0.06
4 - 1	12	13.94	-1.94	3.76	0.27
4 - 2	9	7.06	1.94	3.76	0.53
5 - 1	12	12.61	-0.61	0.37	0.03
5 - 2	7	6.39	0.61	0.37	0.06
6 - 1	12	9.29	2.71	7.34	0.79
6 - 2	2	4.71	-2.71	7.34	1.56
7 - 1	0	0.00	0	0.00	0.00
7 - 2	0	0.00	0	0.00	0.00
รวม	116	116			4.28

ขั้นตอนที่ 8 สรุปผลความเป็นอิสระต่อกัน หรือไม่เป็นอิสระต่อกันระหว่างตัวอย่างที่ต้องการเปรียบเทียบกันโดยสรุปจากผลการคำนวณที่ได้จากตารางที่ 3 เนื่องจาก  $X^2_{cal} = 4.28$  (ภาคผนวก ข แสดงผลการคำนวณค่าโคสแควร์ ตารางที่ข.4 วิเคราะห์ผู้ที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหน้า 111)  $< X^2_{95(6)} = 12.60$  (ภาคผนวก ค) ตารางที่ ค.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบโคสแควร์ จึงไม่ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่าสัดส่วนของหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องระหว่างโครงการหน่วยงานรัฐบาลกับโครงการหน่วยงานอื่น ๆ ไม่เป็นอิสระต่อกัน

จากการสำรวจพบว่าหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมระหว่างหน่วยงานของรัฐบาลและหน่วยงานอื่น ๆ นั้นพบว่าบุคลากรในแต่ละตำแหน่งจะมีหน้าที่ที่คล้ายกัน ไม่ว่าจะเป็นโครงการเล็กและโครงการใหญ่ และพบว่าทุกฝ่ายมีความตั้งใจในการทำงานในการทำหน้าที่ แต่ทั้งนี้ยังขาดการประสานงานและการตกลงหาความเข้าใจกันก่อนเข้าสู่ขั้นตอน ทั้งนี้พบว่าทุกฝ่ายพยายามทำหน้าที่เพื่อให้ฝ่ายตนเองได้ประโยชน์มากที่สุดเป็นหลัก จึงเป็นที่มาของความขัดแย้ง ทั้งนี้เนื่องจากการประชุมเพื่อกำหนดแนวทางการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมไม่มี



การตกลงกันถึงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่าควรดำเนินการอย่างไรเช่นหลักเกณฑ์การทำงานรายละเอียดและกำหนดเวลาของเอกสารที่ต้องทำเป็นต้นทำให้เกิดปัญหาขึ้นเมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารรวมถึงเกิดปัญหาเมื่อมีการใช้งานอาคาร

จากการศึกษาของพบว่าผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในโครงการที่ทำการศึกษานั้นแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

ประเภทที่ 1 คือโครงการที่มีเพียงเจ้าของงาน และ ผู้รับเหมาก่อสร้าง พบว่าเกิดขึ้นในโครงการขนาดเล็กโดยเจ้าของงานคิดว่ากรมมีหน่วยงานดังกล่าวเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้ม เจ้าของงานจึงเป็นผู้ทำการตรวจสอบและพิจารณาการแล้วเสร็จของงาน ทำให้เจ้าของงานได้งานที่พอใจมากที่สุด แต่อย่างไรก็ดีการที่ไม่มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ผู้บริหารและควบคุมงานก่อสร้างนั้นได้เกิดผลเสียเช่นกันคือ เจ้าของงานซึ่งไม่มีความรู้ด้านวิศวกรรมก่อสร้างสามารถที่จะตรวจสอบงานด้านความสวยงามแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถตรวจสอบงานที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของโครงสร้างได้หรือที่เกี่ยวกับงานด้านวิศวกรรมได้ และการตรวจสอบก็ไม่มีหลักการหรือวิธีการในการตรวจสอบทำให้เกิดการตรวจสอบที่ซ้ำซ้อน และในการต่อรองใด ๆ กับผู้รับเหมาก่อสร้างไม่สามารถทำได้มากเนื่องจากผู้รับเหมาก่อสร้างมักอ้างถึงประสบการณ์ที่มากกว่า

ประเภทที่ 2 คือโครงการที่มีเจ้าของงาน ผู้บริหารโครงการและผู้ควบคุมงานก่อสร้าง และผู้รับเหมาก่อสร้าง จากการศึกษาค้นพบว่าเป็นลักษณะของโครงการขนาดกลางขึ้นไป เนื่องจากงานมีรายละเอียดที่ซับซ้อนขึ้น ทำให้เจ้าของงานไม่สามารถทำการบริหาร ควบคุม และตรวจสอบงานได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้ได้งานที่มีคุณภาพถูกต้องตามหลักวิศวกรรม แต่ข้อเสียคือเจ้าของงานไม่สามารถได้งานที่ตนเองพึงพอใจเท่ากับที่ได้ควบคุมและตรวจสอบงานด้วยตนเอง

## บรรณานุกรม

- [1] United States Green Building Council หรือ USGBC. “Leadership in Energy and Environmental Design: LEED หลักเกณฑ์อาคารเขียวของสภาอาคารเขียวสหรัฐฯ” (1993)
- [2] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ และสมาคมสถาปนิกสยามฯ. “เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว” เมื่อครั้ง ลงนามร่วมกันจัดตั้งสถาบันอาคารเขียวไทย (2552)