การประยุกต์หลักการลีนคอนสตรั๊กชั่นเพื่อลดความสูญเปล่าในงานก่อสร้าง กรณีศึกษา: โครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยสูง 33 ชั้น

Applying LEAN Construction Principles for Reducing Construction Waste : A Case Study of 33 Floors Residential Building Construction Project.

ภิญญาพัชญ์ สุขใส[1]
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์[2]
ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์[3]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อประยุกต์ใช้หลักการลีนคอนสตรั๊กชั่นในการลดความสูญเปล่าในงานก่อสร้าง โดยอาคารกรณีศึกษานี้เป็นอาคารที่พักอาศัยที่ก่อสร้างใหม่สูง 33 ชั้น ก่อสร้างด้วยระบบหล่อคอนกรีตในที่ ตั้งแต่ฐานรากไปจนถึงชั้น 6 ผสมกับการก่อสร้างระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตั้งแต่ชั้น 7 ถึงชั้น 33 โดยผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดขยะของเสียจากกระบวนการก่อสร้างอาคาร ตั้งแต่งานฐานราก งานตัดหัวเสาเข็ม งานโครงสร้างตั้งแต่ชั้นที่ 1ไปจนถึงชั้นที่ 33 แต่ไม่รวมงานสถาปัตยกรรมและงานระบบอื่นๆ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูล ปริมาณและประเภทของขยะของเสียก่อสร้าง โดยได้สอบถามโดยตรงกับผู้ควบคุมงานก่อสร้างถึงสาเหตุการเกิดขยะของเสียก่อสร้าง แล้วจึงนำทฤษฎีลีนมาเป็นแนวทางในการตรวจสอบถึงสาเหตุการเกิดขยะของเสียก่อสร้าง คือ การลดความสูญเปล่า 7 ประการ (The 7 Wastes) และ Why-Why Analysis รวมทั้งใช้เครื่องมือลีน PDCA (Plan -Do – Check -Act หรือ วางแผน-ปฏิบัติ-ตรวจสอบ-ปรับปรุง) สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงลดปริมาณขยะของเสียและความสูญเปล่าในงานก่อสร้างสำหรับโครงการก่อสร้างในอนาคต

ผลการศึกษาพบความสูญเปล่าที่มาจากกระบวนการทำงานและกระบวนการทำงานที่ผิดพลาด ซึ่งของเสียและของสูญเปล่าที่เก็บข้อมูลได้มีทั้งหมด 5 ประเภท คือ เศษฝุ่น เศษคอนกรีต เศษเหล็ก บรรจุภัณฑ์ และเศษไม้ สาเหตุการเกิดของสูญเปล่ามาจาก 3 ขั้นตอน (1) ขั้นการออกแบบก่อสร้าง (2) ขั้นตอนวางแผนการก่อสร้าง (3) ขั้นตอนการก่อสร้าง เมื่อทราบถึงสาเหตุจึงได้นำหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่นมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างในการลดความสูญเปล่าในงานก่อสร้าง ทำให้สามารถลดปริมาณของสูญเปล่าประเภทเศษคอนกรีตได้ 234 ลบ.ม. และเศษเหล็ก 62,333 กก. ซึ่งค่าใช้จ่ายส่วนของสูญเปล่าในการก่อสร้างที่เกิดขึ้นก่อนปรับปรุงเป็นจำนวนเงิน 1,756,994 บาท หลังปรับปรุงค่าใช้จ่ายส่วนของสูญเปล่าในงานก่อสร้างลดเหลือเพียง 321,020 บาท สามารถช่วยลดค่าใช้จ่าย

---

[1] นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

[2] ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

[3] ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ร่วม

ส่วนของสูญเปล่าในการก่อสร้างที่ต้องสูญเสียไปอย่างเปล่าประโยชน์ เป็นจำนวนเงินถึง 1,435,974.00 บาท โดยคิดเป็นร้อยละ 82 ของความสูญเปล่า
คำสำคัญ : ลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction), ความสูญเปล่า (Waste)

ABSTRACT

The objective of this research was to apply LEAN Construction in order to reduce waste in a case study which was a new 33-storey residential building constructed of cast-in-place concrete from the foundations to the 6th floor, combined with the prefabricated concrete construction system from the 7th to the 33rd floor. The researcher investigated the waste in the following construction processes: foundation, pile head cutting, and the structural work from the 1st to 33rd floor, excluding architecture and other systems. In this study, data about quantities and types of waste were collected. A number of construction foremen were directly inquired regarding causes of construction waste. Consequently, LEAN principles were applied. The Seven Wastes and Why-Why Analysis were applied as a guideline to determine the causes of the construction wastes while PDCA (Plan-Do-Check-Act) was applied to address ways to reduce the quantity of construction refuse and wastes for future construction projects.

The results showed that the causes of wastes were from processes and process errors. Based on collected data, there were 5 types of wastes: dust, concrete debris, scrap metal, packaging and wood chips. The causes of wastes were found in 3 stages: (1) construction design (2) construction planning; and (3) construction. After the causes were known, LEAN Construction principles were applied to improve the construction processes in order to reduce wastes, resulting in 234 m^3 concrete debris and 62,333 kg scrap metal waste reduction. The cost of construction wastes before the improvement was 1,756,994 baht while after the improvement, the cost was reduced to only 321,020 baht. This could help reduce the wasteful construction cost of 1,435,974 baht, accounting for 82 percent of the total waste.

1. บทนำ

ขยะเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมีผลต่อสุขภาพอนามัย โดยขยะที่มาจากอุตสาหกรรมธุรกิจการก่อสร้าง ขยะเศษวัสดุก่อสร้าง เช่น หิน คอนกรีต ก้อนอิฐ เศษไม้ เศษกระเบื้องและอื่น ๆ ส่งผลกระทบต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการส่วนนี้ ปัจจุบันการเจริญเติบโตของธุรกิจรับเหมาก่อสร้างในประเทศไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่สิ่งก่อสร้างขนาดเล็กจนไปถึงขนาดใหญ่โดยเฉพาะการแข่งขันการก่อสร้างที่พักอาศัยประเภทอาคารที่พักอาศัย (Condominium) ตามแนวรถไฟฟ้ามีการเกิดขึ้นใหม่ของอาคารที่พักอาศัยอย่างมากมาย จากความต้องการใช้ชีวิตอยู่ในเมืองมากขึ้นจึงทำให้ที่อยู่อาศัยประเภทอาคารที่พักอาศัย(คอนโดมิเนียม)เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การขยายตัวของงานก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยเพื่อสนองความต้องการของสังคมคนรุ่นใหม่ส่วนใหญ่จะเป็นคนทำงานในเมืองเผชิญปัญหารถติดบนท้องถนน อาคารที่พักอาศัยห้องชุดเป็นอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสำหรับคนอยากเลี่ยงปัญหารถติด หรือลดระยะการเดินทางให้น้อยลง ข้อมูลจากกรมที่ดินจำนวนอาคารที่พักอาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนทั่วประเทศในปี 2560 โดยมีโครงการที่สร้างเสร็จและจดทะเบียนในกรุงเทพมหานครมีจำนวน 17,253 ยูนิต และต่างจังหวัด 19,973 ยูนิต

จากข้อมูลโครงการก่อสร้างที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าในปี 2560 มีโครงก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยในประเทศไทยทั้งสิ้น 121 โครงการ ซึ่งผลที่ตามมาของการเกิดโครงการก่อสร้างคือ โครงการก่อสร้างมีการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างจำนวนมากทำให้เกิดเศษขยะจากขั้นตอนการก่อสร้างตามมา และส่วนใหญ่ขยะก่อสร้างจะเป็นขยะประเภทของแข็งที่มีขั้นตอนยุ่งยากในการจัดการกำจัดทิ้ง สถานการณ์ขยะของไทยมีแนวโน้มขยะที่เพิ่มขึ้นมากซึ่งสวนทางกับการจัดการขยะ

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากโครงการก่อสร้างจำนวนมากก่อให้เกิดขยะของเสียจากการก่อสร้างรวมทั้งฝุ่นละอองจำนวนมาก แต่ไม่ได้รับการจัดการที่ถูกวิธีและเหมาะสม ส่วนใหญ่จะนำไปกองไว้ตามพื้นที่ว่างเปล่าตลอดจนเทลงแม่น้ำลำคลอง และปัจจุบันกรุงเทพได้ก่อสร้างโรงงานกำจัดขยะมูลฝอยจากการก่อสร้างและรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ ขนาดรับขยะมูลฝอยก่อสร้างได้ 500 ตันต่อวัน ที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช เขตประเวศ รองรับขยะมูลฝอย ประเภท คอนกรีต อิฐบล็อก ซึ่งโรงงานจะนำไปแปรรูปเป็นเศษวัสดุชิ้นเล็ก ๆ เพื่อนำไปใช้ในงานของ กทม.อาทิ การซ่อมแซมผิวจราจร ทางเท้า เป็นต้น แต่ผลปรากฏว่ามีการนำเข้าสู่ระบบการทิ้งกับโรงงานกำจัดน้อยมาก (สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร 16 ธันวาคม 2558) ปริมาณขยะของเสียที่เกิดจากขั้นตอนการก่อสร้างส่วนใหญ่เกิดจากส่วนเกินจากวัสดุก่อสร้างที่จำเป็นต้องตัดเพื่อให้ได้ขนาดจากความผิดพลาดในขั้นตอนการก่อสร้าง อีกส่วนเป็นพวกบรรจุภัณฑ์ การสูญเสียเหล่านี้จะส่งผลต่อต้นทุนก่อสร้าง ทำให้ต้นทุนของโครงการก่อสร้างเพิ่มขึ้น ปัจจุบันการแข่งขันเพื่อประมูลงานก่อสร้างก็มีการแข่งขันสูง อย่างเช่นเศษเหล็ก เศษไม้ เป็นต้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อการลดความสูญเปล่าในงานก่อสร้างโดยนำหลักการของลีนคอนสตรั๊กชั่น (*LEAN Construction)* มาประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษา วิเศราะห์และเสนอแนวทางการบริหารโครงการ เปรียบเทียบความแตกต่างของมูลค่าการใช้จ่าย

1.2 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษากระบวนการและวิธีการการก่อสร้างที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าในงานก่อสร้างจำนวนมากและเก็บข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดจากโครงการก่อสร้างอาคารชุดที่พักอาศัยสูง 33 ชั้น ย่านรามคำแหง เฉพาะในส่วนของหมวดงานวิศวกรรมโยธา ตั้งแต่งานเสาเข็ม ฐานราก ไปจนโครงสร้างอาคาร แต่ไม่รวมงานสถาปัตย์ งานระบบอื่น ๆ แล้วนำหลักการของลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction)มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงในการลดปริมาณของเสียสร้างความสูญเปล่า รวมไปถึงค่าใช้จ่ายจากโครงการก่อสร้างต่อไป

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียสร้างความสูญเปล่าในงานก่อสร้าง ทำให้วางแผนหลีกเลี่ยงต้นเหตุได้
2. เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้ควบคุมการก่อสร้าง ป้องกันการเกิดความสูญเปล่าแต่ละประเภทในช่วงของการดำเนินงาน
3. ผลของการศึกษาเป็นแนวทางสำหรับโครงการก่อสร้างอื่น ๆ ในการนำหลักการลีน คอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) มาใช้เพื่อพัฒนา และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานก่อสร้าง

2. ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

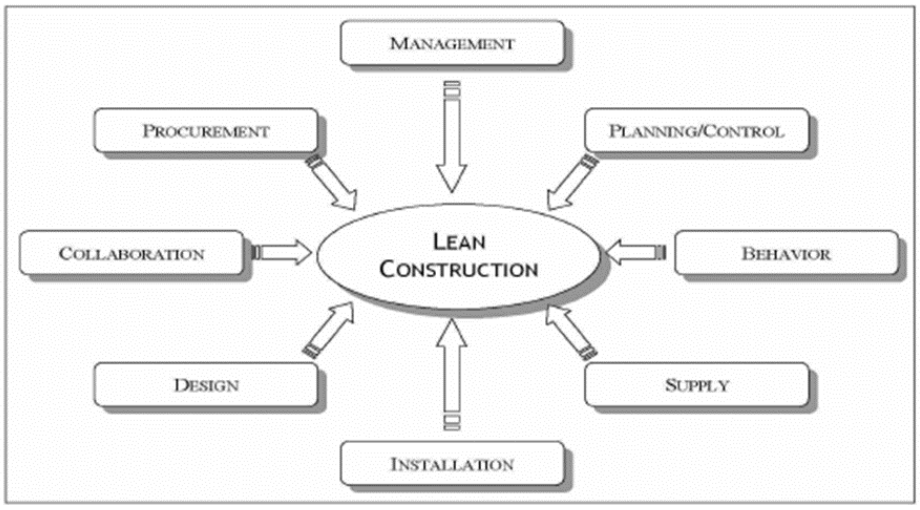
2.1 การบริหารงานก่อสร้าง

งานก่อสร้าง เป็นงานที่สลับซับซ้อน มีหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องหลายหน่วยงาน ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะมีลักษณะและความเกี่ยวพันกับงานก่อสร้างที่แตกต่างกัน ต้องมีการประสานงานอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา เช่น เจ้าของงาน ผู้ออกแบบ ผู้รับจ้าง ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง กรรมการตรวจการจ้าง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กรมทางหลวง ฯลฯ และรูปแบบการบริหารงานที่เป็นการเฉพาะแต่ละโครงการ ซึ่งแตกต่างกันไปตามรูปแบบ ก่อสร้างสิ่งปลูกสร้าง รวมทั้งเงื่อนไขแห่งเวลา การจัดสรรทรัพยากร ตลอดจนสภาวะแวดล้อมของแต่ละสถานที่ สถิติแรงงานและอื่น ๆ ก็แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยมีเป้าหมายของการบริหารงานก่อสร้าง คือ

- ดำเนินงานก่อสร้างให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- งานมีความถูกต้องตามรูปแบบรายการ ตรงตามหลักวิชาการมีความแข็งแรง
- ควบคุมการใช้ทรัพยากรและเวลาอย่างเหมาะสมและประหยัด

2.2 หลักการของลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction)

ลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) คือแนวคิดหรือกระบวนการทำงาน ที่ประยุกต์จากแนวความคิด LEAN Manufacturing หรือ LEAN Production ในอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งหลักการของลีน (LEAN) คือ การออกแบบและการจัดการกระบวนการ, ระบบ, ทรัพยากร และมาตรการต่างๆ อย่างเหมาะสม โดยพยายามให้เกิดความสูญเสียน้อยที่สุด หรือมีส่วนเกินที่ไม่จำเป็นน้อยที่สุด ลดตัวแปรต่างๆ ที่เป็นปัญหาต่อกระบวนการเพื่อให้มีการดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ (Workflow) และเป็นการกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในการผลิต (Non-Value Added) ลดขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อน



ภาพที่ 1 Concept Framework ของลีนคอนสตั๊คชั่น(LEAN Construction)

2.3 การลดความสูญเสีย 7 ประการ (The 7 Wastes)

ความสูญเปล่า หรือ MUDA หรือ WASTE ล้วนแต่มีความหมายเดียวกัน หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ซึ่งความสูญเปล่ามีอยู่ 7 ประการด้วยกันคือ 1) การผลิตมากเกินไป (Overproduction) 2) การรอคอย (Waiting) 3) การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting) 4) การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (Inappropriate Processing) 5) การเก็บสินค้าที่มากเกินไป (Unnecessary Inventory) 6) การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions) และ 7) ของเสีย (Defect)

2.4 หลักการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis

เป็นการวิเคราะห์ หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำ หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทาง หรืออาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่ เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงมาก หากผู้วิเคราะห์ มีความเข้าใจ และมีความชำนาญในงานที่ตนทำอยู่ รวมถึงความรู้ด้านวิศวกรรม

การวิเคราะห์ Why-Why Analysis นั้นเป็นเพียงเครื่องมือ ในการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าเท่านั้น การจะทำให้ปัญหานั้นหมดไป จึงจำเป็นจะต้อง ประยุกต์หลักการอื่นๆเข้ามาช่วย

2.5 การประยุกต์ใช้แนวความคิด LEAN ในงานก่อสร้าง

เครื่องมือและปัจจัยที่สนับสนุนแนวความคิดของลีน (LEAN Tools) ประยุกต์ใช้กับงานก่อสร้าง คือ เครื่องมือ PDCA (Plan -Do – Check -Act) เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพของการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ วางแผน-ปฏิบัติ-ตรวจสอบ-ปรับปรุง การดำเนินกิจกรรม PDCA อย่างเป็นระบบให้ครบวงจร อย่างต่อเนื่อง หมุนเวียนไปเรื่อยๆ การนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการก่อสร้างนั้นมีความต้องการลดความสูญเสียให้มากที่สุดโดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนากระบวนการในงานก่อสร้างทั้งระบบ ได้แบ่งตามขั้นตอนดังนี้

1. การออกแบบโครงการก่อสร้าง ออกแบบลักษณะรูปร่างและมีความชัดเจน ลูกค้าได้รับรู้ถึงรายละเอียดมากที่สุด เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงแบบภายหลัง
2. การจัดเตรียมทรัพยกร Partnering ระหว่างผู้รับเหมากับบริษัทผู้จัดหาวัสดุและ จัดหาวัสดุแบบ Just in Time
3. การวางแผนในงานก่อสร้าง การกำหนดบรรทัดฐานการทำงาน (Benchmarking) การระบุสายงานวิกฤตอย่างชัดเจน จัดระบบการบริหารความเสี่ยง (Risk Management)
4. การก่อสร้าง การสื่อสารที่ชัดเจนตลอดแผนงานโครงการ รายงานประจำวัน การฝึกอบรมให้บุคลากรมีความเชี่ยวชาญในงานที่ทำ และสร้างแรงจูงใจในการทำงาน

2.6 ยุทธศาสตร์ภาครัฐในการป้องกันการเกิดของเสียก่อสร้าง

หน่วยงานของภาครัฐได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการป้องกันการเกิดของเสีย ซึ่งเจ้าหน้าที่ของรัฐควรเป็นผู้ริเริ่ม กำหนดให้มีวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุดในสัญญาจ้าง เมื่อมีการขออนุมัติโครงการก่อสร้างต่างๆในประเทศไทย โดยสร้างเงื่อนไขในการขออนุญาต ต้องให้มีข้อกำหนดในสัญญาจ้างครอบคลุมถึง การแจกแจง การแยกและการจัดการกับปรอทและสารอันตรายอื่นๆ การป้องกันการเกิดของเสียและการจัดการทรัพยากร ก่อนเริ่มก่อสร้างอย่างเหมาะสม

2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรวุฒิ บุญมาพบ(2557) การประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง กรณีศึกษาบ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบมาตรฐาน บริษัท ภาพร พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด เพื่อศึกษาและเรียนรู้กระบวนการก่อสร้างบ้านเดี่ยว 2 ชั้น กรณีศึกษา บริษัท ภาพร พร็อพเพอร์ตี้ จากัด และเพื่อศึกษาแนวคิดแบบลีน (LEAN) และนำไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงและลดความสูญเปล่าในการก่อสร้างบ้านจัดสรร 2 ชั้นแบบมาตรฐาน โดยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำมาใช้ระบุคุณค่ากิจกรรม อีกทั้งยังใช้เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากกระบวนการก่อสร้างจากการใช้ผังก้างปลา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างผังกระบวนการก่อสร้างในแบบปัจจุบัน เพื่อใช้หาความสัมพันธ์ของกระบวนการ และทำการจัดสมดุลสายการผลิตที่ทำให้เกิดการไหลที่ต่อเนื่อง และนำมาสรุปและปรับปรุงในรูปแบบของผังกระบวนการก่อสร้างที่ได้รับการปรับปรุง และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งด้านระยะเวลา ความสามารถของพนักงาน

วัสดุในการก่อสร้าง และราคาในการก่อสร้าง ก่อนและหลังใช้ทฤษฎีของลีนเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อนามาหาค่าเปรียบเทียบ ผลการศึกษาพบว่า การให้ผลตอบแทนพิเศษเพื่อให้เกิดแรงจูงใจของพนักงาน ซึ่งผลของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถลดรอบเวลาการผลิตจาก 187 วัน เหลือ 117.85 วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 36.98 และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ถึงร้อยละ 11.53

โชคดี ยี่แพร่(2554) จากการศึกษาเรื่องการจัดการขยะจากการก่อสร้างเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการขยะจากการก่อสร้างโครงการอาคารขนาดใหญ่พิเศษกระบวนการจัดการขยะจากการก่อสร้าง ผลการวิจัยพบว่าวัสดุ กลุ่มบรรจุภัณฑ์ของวัสดุต่าง ๆและวัสดุกลุ่มไม้รูปพรรณ เป็นวัสดุที่ก่อให้เกิดขยะจากกระบวนการก่อสร้างมากที่สุดสภาพปัญหาและสาเหตุที่ทาให้เกิดขยะในกระบวนการก่อสร้างมี 2 ส่วนหลักคือสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายบริหารโครงการและสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายปฏิบัติงานโดยสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายบริหารโครงการมีสาเหตุสาคัญที่ทาให้เกิดขยะจากการก่อสร้างคือการสื่อสารกับส่วนปฏิบัติงานไม่ชัดเจน และการขาดการวางแผนงานก่อสร้างส่วนสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายปฏิบัติงานมีสาเหตุหลักที่สาคัญคือคนงานขาดทักษะในการทางาน และการแก้ไขงานเนื่องจากผลงานไม่ได้มาตรฐานจากการออกแบบสอบถามผู้จัดการโครงการถึงการให้ระดับความสาคัญของขั้นตอนในกระบวนการจัดการขยะและกระบวนการจัดการขยะพบว่าขั้นตอนในกระบวนการจัดการขยะที่โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษให้ความสาคัญมากที่สุดคือ การศึกษาแบบก่อนลงมือทางาน และการสั่งงานที่ชัดเจนส่วนขั้นตอนที่ทาให้กระบวนการจัดการ ขยะเกิดประสิทธิภาพมากที่สุดคือการจัดทำแผนงานก่อสร้าง และการศึกษาแบบก่อนลงมือทำงาน

สินีพันธุ์ สมบุญญฤทธิ(2550)การใช้หลักการของลีนคอนสตรั๊กชั่นในการควบคุมการก่อสร้างโครงการบ้านกู้ภัย เพื่อให้การก่อสร้างดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการบ้านกู้ภัยอื่น ๆที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ผลการศึกษา การใช้หลักการของลีน คอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) มาใช้ในการควบคุมการก่อสร้างบ้านในโครงการบ้านกู้ภัย โดยการวางแผนการวางแผนการปฏิบัติงานก่อสร้าง ศึกษาด้านระยะเวลา ด้านการใช้วัสดุ และแรงงานอย่างละเอียดทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาในการก่อสร้างที่สัมพันธ์กับจำนวนแรงงานในการก่อสร้างได้ ซึ่งสามารถใช้ควบคุมและกำหนดระยะเวลาและจำนวนแรงงานได้กับโครงการในอนาคต นอกจากนั้นในการศึกษาการใช้วัสดุประกอบการก่อสร้าง เพื่อที่จะกำหนดแนวทางในการใช้วัสดุที่เป็นวัสดุที่ได้มาจากการบริจาคให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเหลือเศษน้อยที่สุด จนสามารถกำหนดปริมาณวัสดุที่แน่นอนได้ ซึ่งเมื่อสามารถลดการใช้วัสดุหลักลง ก็ส่งผลโดยตรงกับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ซึ่งสามารถตอบสนองหลักการของทางโครงการเพื่อผู้ประสบภัยได้อย่างสมบูรณ์

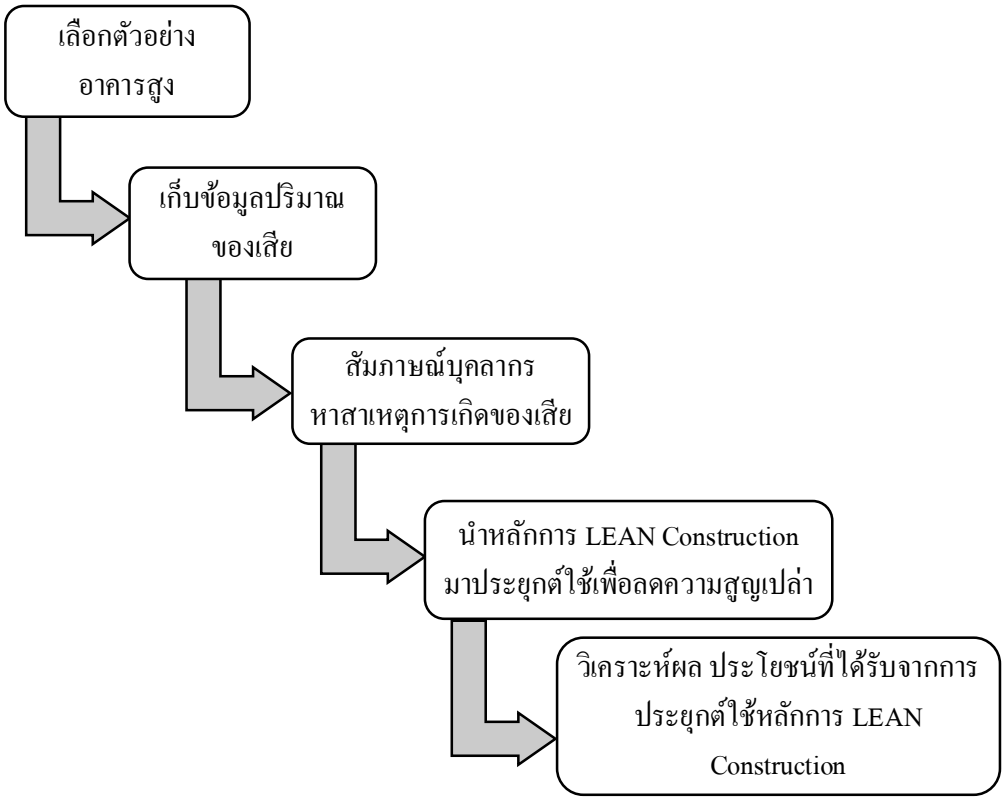
นคร กกแก้ว (2545) การศึกษาแนวทางในการลดปริมาณของเสียจากการก่อสร้างในประเทศไทย ศึกษาถึงปัญหาความสูญเสียของวัสดุก่อสร้างงานอาคาร ผลกระทบต่อโครงการ ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานเพื่อลดปริมาณความสูญเสียวัสดุจากการก่อสร้างอาคาร โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาที่พบมากเหมือนกันเกือบทั้งหมดคือ ปัญหาเกี่ยวกับนโยบายจากฝ่ายบริหารยังไม่แน่ชัดและเป็นรูปธรรม ซึ่งทำให้เกิดความไม่เป็นน้ำหนึ่งใจเดียวใน

การทำงานเพื่อลดปริมาณความสูญเสียของวัสดุของพนักงาน และพบว่าเหตุที่สำคัญในการลดความสูญเสียของวัสดุ คือ การลดต้นทุนการก่อสร้างทางด้านวัสดุ

จิรานุวัฒน์ จันทร์จร(2545) การศึกษาแนวทางการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย เพื่อศึกษาหาแนวทางในการจัดการกับเศษสิ่งก่อสร้างและศึกษาสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดเศษสิ่งก่อสร้าง พร้อมทั้งศึกษาลักษณะองค์ประกอบของเศษสิ่งก่อสร้างจากโครงการก่อสร้างในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่าผู้รับเหมาและผู้ควบคุมงานก่อสร้างอาคารในอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีความเห็นว่าองค์ประกอบของเศษสิ่งก่อสร้างที่มีปริมาณมากที่สุด คือ เศษไม้ รองลงมาคือเศษสิ่งก่อสร้างจำพวกคอนกรีต กรวด หิน ทรายเหล็ก วัสดุก่อและกระดาษ สำหรับเศษสิ่งก่อสร้างที่มีปริมาณน้อยในลำดับต่อไป ได้แก่ วัสดุปูพื้น พลาสติก วัสดุแผ่นสำเร็จรูปวัสดุมุงหลังคา อลูมิเนียม และสี ส่วนเศษสิ่งก่อสร้างที่มีจำนวนน้อยที่สุด คือ ยาง สำหรับสาเหตุของการเกิดสิ่งก่อสร้างเนื่องจากการใช้วัสดุก่อสร้างชนิดต่าง ๆส่วนใหญ่เกิดจากการขาดการวางแผนการใช้วัสดุก่อสร้าง การออกแบบโดยไม่คำนึงถึงเศษก่อสร้าง การกองเก็บวัสดุก่อสร้างไม่ดี และความเสียหายเนื่องจากการขนส่งและขนย้าย เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้ควบคุมงาน ผู้รับเหมา และคนงานก่อสร้าง มีอิทธิพลต่อการเกิดเศษสิ่งก่อสร้างได้มากกว่า เจ้าของโครงการ ผู้บริหารโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้จำหน่ายวัสดุ ที่ระดับความผิดพลาดของการสรุปผลร้อยละ 10

3. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษาการประยุกต์หลักการลีนคอนสตรั๊กชั่นลดความสูญเปล่าในงานก่อสร้างโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้



4. ผลการศึกษา

4.1 ปริมาณของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษา

เก็บข้อมูลปริมาณของเสียจากโครงการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษา ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนธันวาคม 2560 ซึ่งเสร็จสิ้นขั้นตอนก่อสร้างงานโครงสร้างไม่รวมงานสถาปัตยกรรมและงานระบบ ได้ข้อมูลปริมาณของเสียที่ส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าในโครงการก่อสร้างประเภทต่าง ๆดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณของเสียก่อสร้างโครงการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษา

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการทำงานปกติ			
ชนิดของเสีย	หน่วย	ปริมาณของเสีย	
		2559	2560
1. เศษฝุ่น	กก.	200.00	870.00
2. เศษหินอิฐ ทราย กรวด คอนกรีต	กก.	592,800.00	1,180.00
3. เศษเหล็ก	กก.	-	93,500.00
4. บรรจุภัณฑ์	กก.	-	18,000.00
5. เศษไม้	กก.	-	48,000.00
ของเสียที่เกิดจากกระบวนการทำงานที่ผิดพลาด			
ชนิดของเสีย	หน่วย	ปริมาณของเสีย	
		2559	2560
1. คอนกรีตหมดเวลา	ลบ.ม	-	44.00
2. คอนกรีต (Slump Test) ไม่ผ่าน	ลบ.ม	10.00	5.00
3. คอนกรีต สกัดทิ้งเกิดจากความผิดพลาด	ลบ.ม	-	190.00
หมายเหตุ : งานก่อสร้างอาคารส่วนงานโครงสร้างเท่านั้น ไม่รวมงานสถาปัตยกรรมและงานระบบ			

จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณของเสียจากขั้นตอนการก่อสร้างปกติและของเสียที่เกิดจากกระบวนการทำงานที่ผิดพลาด ตั้งแต่เริ่มก่อสร้างมีทั้งหมด 5 ประเภท คือ 1.เศษฝุ่น 2.เศษคอนกรีต 3. เศษเหล็ก 4.บรรจุภัณฑ์ 5.เศษไม้

4.2 สาเหตุของการเกิดของเสียที่สร้างความสูญเปล่าในโครงการ

จากการเก็บข้อมูลปริมาณของของเสียและการสัมภาษณ์หาสาเหตุการเกิดของเสียที่สร้างความสูญเปล่าในโครงการ ได้ข้อมูลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงวัสดุที่สร้างความสูญเปล่าภายในโครงการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษา

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการทำงานปกติ		
ชนิดของเสีย	เกิดความสูญเปล่า	เหตุผล
1. เศษฝุ่น	ไม่เกิด	ไม่มีการลงทุน
2. เศษหินอิฐ ทราย กรวด คอนกรีต	ไม่เกิด	ต้องมีการตัดหัวเสาเข็ม
3. เศษเหล็ก	เกิด	ทำ Bar-Cut List ลดได้
4. บรรจุภัณฑ์	ไม่เกิด	จำเป็นใช้งาน
5. เศษไม้	ไม่เกิด	ตามอายุการใช้งาน ไม้เกรด C
ของเสียที่เกิดจากกระบวนการทำงานที่ผิดพลาด		
ชนิดของเสีย	เกิดความสูญเปล่า	เหตุผล
1. คอนกรีตหมดเวลา	เกิด	การจัดการความเสี่ยง ลดได้
2. คอนกรีต (Slump Test) ไม่ผ่าน	ไม่เกิด	ความรับผิดชอบของแพล้น
3. คอนกรีตสกัดทิ้ง	เกิด	ปรับปรุงขั้นตอนก่อสร้างลดได้
หมายเหตุ : งานก่อสร้างอาคารส่วนงานโครงสร้างเท่านั้น ไม่รวมงานสถาปัตยกรรมและงานระบบ		

จากตารางที่ 2 จะพบว่าวัสดุที่ทำให้โครงการสูญเปล่าของวัสดุโดยไม่จำเป็นมี 3 ประเภท คือ 1.เศษเหล็ก 2.คอนกรีตหมดเวลา 3.คอนกรีตสกัดทิ้ง โดยจะใช้การวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis หาปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาอย่างเป็นระบบ จะพบสาเหตุตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของสูญเปล่าโดยหลักการ Why-Why Analysis

ปัญหา	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	แนวทางแก้ปัญหา
1.จำนวนเศษเหล็กมากเกินไป	ไม่มีการออกแบบแผนการตัดเหล็ก	วิศวกรมีประสบการณ์ในการควบคุมหน้างานก่อสร้างน้อย	งานสั่งซื้อเหล็กจำนวนมากแต่ไม่การจัดระเบียบการเบิกเหล็กไปใช้	คนงานไม่มีการจัดระเบียบการตัดเหล็ก	ไม่มีการแยกประเภทเศษเหล็ก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้	1. วางแผนการตัดเหล็ก 2.คัดเลือกคนงานที่ชำนาญ 3.แยกขนาดและความยาวของเศษเหล็ก
2.คอนกรีตหมดเวลา	การจราจรติดขัด	เทคอนกรีตบนโครงสร้างสูงมาก	ใช้ถังยกคอนกรีตชุดเดียว ในการยกคอนกรีตขึ้นตึกสูง	โครงสร้างสูงและอยู่ในจุดที่เทคอนกรีตยาก	การประสานงานส่วนต่างไม่ชัดเจน	1.สำรวจการจราจรก่อนสั่งคอนกรีต 2.วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเทคอนกรีตไม่ทันเวลา
3.คอนกรีตสกัดทิ้งเกิด	เครื่องจี้คอนกรีตไม่เพียงพอ	คนงานไม่มีความชำนาญการจี้คอนกรีต และเข้าแบบหล่อคอนกรีต	วิศวกรมีประสบการณ์ในการควบคุมงานน้อย ตรวจสอบไม่ละเอียด	ไม่ตรวจเช็คปริมาณคอนกรีตที่คำนวณกับการใช้จริง	ออกแบบระยะห่างเหล็กแน่นเกินไป	1. เพิ่มเครื่องมือ 2.คัดเลือกคนงานที่ชำนาญ 3.ผู้ออกแบบตรวจสอบประสานงานกับผู้ทำงานจริง

4.3 การนำหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) มาประยุกต์ใช้

จากการวิเคราะห์สาเหตุตามหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) ของการเกิดของเสียในโครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย 33 ชั้น โครงการกรณีตัวอย่าง พบสาเหตุหลัก ๆ 3 ส่วน ที่ทำให้เกิดของเสียก่อสร้างเกินความจำเป็น คือ 1.ขั้นตอนออกแบบ 2. ขั้นตอนการวางแผนในงานก่อสร้าง และ 3. ขั้นตอนการก่อสร้าง

1. ขั้นตอนออกแบบ โครงการก่อสร้างอาคารที่พัก 33 ชั้น กรณีศึกษาได้มี

การตามหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) ในส่วนของการออกแบบมาเป็นอย่างดีแล้วส่วนหนึ่ง แต่เกิดข้อผิดพลาดแค่เพียง 1 ส่วน ที่ระยะเหล็กเส้นของโครงสร้างสระว่ายน้ำ ผู้ออกแบบได้ทำการออกแบบระยะเหล็กที่แน่นเกินไป จนทำให้คอนกรีตไม่สามารถแทรกผ่านไปหุ้มเหล็กได้ ทางผู้ออกแบบจึงได้ออกแบบใหม่ โดยการเปลี่ยนระยะห่างเหล็ก โดยจับคู่เหล็ก 2 เส้น : 1 ระยะ จึงทำให้สามารถเทคอนกรีตได้ แต่ก็ส่งผลให้คอนกรีตจำนวน 25 คิว ที่ก่อนหน้าที่เกิดปัญญากลายเป็นของเสีย รวมไปถึงเสียค่าแรงงานในการสกัดคอนกรีตเดิมออก และค่าแรงงาน ค่าวัสดุ ที่ต้องให้ในการการเทคอนกรีตครั้งใหม่ ตามหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) ควรใช้ผู้ออกแบบที่มี

ประสบการณ์ทราบถึงขั้นการทำงานเป็นอย่างดี คาดคะเนถึงพฤติกรรมของคอนกรีตได้ ก็จะเป็นการลดปริมาณการลดเสียในส่วนนี้

2. ขั้นตอนการวางแผนในงานก่อสร้าง โครงการก่อสร้างอาคารที่พัก 33 ชั้น

กรณีศึกษามีการทำตามหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) ในด้านการกำหนดบรรทัดฐานการทำงาน (Benchmarking) เพื่อใช้เป็นเป้าหมายและใช้กำหนดแนวทางในการทำงาน แต่ในด้านของการคำนึงสายงานวิกฤตอย่างชัดเจนและจัดระบบการบริหารความเสี่ยง (Risk Management) ไม่ได้มีการคำนึงถึงจุดนี้ รวมไปถึงไม่มีการวางแผนการใช้เหล็กเส้น ฉนั้นควรคำนึงถึงสายงานวิกฤต เช่น การสั่งให้โรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จและนำส่งหน้างานก่อสร้างใช้เวลากี่นาที อาจจะใช้แอพพลิเคชั่น GPS สำรวจระยะทาง ระยะเวลาเดินทาง ความหนาแน่นการจราจรเข้ามาร่วมด้วย จัดระบบการบริหารความเสี่ยง (Risk Management)และวิศวกรควรมีวางแผนการใช้เหล็กตามระยะความยาว ระยะง้อเหล็กของแต่ละโครงสร้าง เช่นการทำ Bar-Cut List คือการวางแผนการตัดขนาดวัสดุ ตามชนิด ขนาด จำนวน และตำแหน่งที่จะนำไปใช้ ทั้งรายละเอียดต่าง ๆเช่นระยะการงอปลาย ระยะการต่อทาบเหล็ก เป็นการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากการตัดเป็นเศษเล็ก ๆได้เป็นอย่างดี

3. ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการก่อสร้างอาคารที่พัก 33 ชั้น กรณีศึกษามีการวางแผนสื่อสารอย่างเป็นระบบ แต่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างยังขาดความละเอียดในการตรวจสอบความถูกต้องของงาน รวมไปถึงบุคคลากรช่างฝีมือเฉพาะด้านยังมีไม่เพียง ฉนั้น วิศวกร ผู้ตรวจสอบ ต้องมีการแนะนำช่างฝีมือและตรวจสอบการทำงานของช่างฝีมือในจุดที่มีความเสี่ยงเพื่อป้องกันความผิดพลาด และบุคลากรต้องมีการฝึกอบรมให้บุคลากรมีความเชี่ยวชาญในงานที่ทำและเพียงพอต่อความต้องการของโครงการ รวมถึงการสร้างแรงจูงใจในการทำงาน

4.4 ค่าใช้จ่ายการนำหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่นมาลดปริมาณของสูญเปล่า

จากข้อมูลปริมาณของสูญเปล่าที่สามารถนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบลดค่าใช้จ่ายได้ มีอยู่ 3 ประเภทด้วยกัน คือ

1.ของสูญเปล่าประเภทเศษเหล็ก จำนวน 93,500.00 กิโลกรัม

2.ของสูญเปล่าประเภทคอนกรีตหมดเวลา จำนวน 44 ลูกบาศก์เมตร

3.ของสูญเปล่าประเภทคอนกรีตสกัดทิ้ง จำนวน 190 ลูกบาศก์เมตร

ค่าใช้จ่ายก่อนนำหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) มาประยุกต์ใช้คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 1,756,994.00 บาท และค่าใช้จ่ายหลังนำหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) มาประยุกต์ใช้คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 321,020.00 บาท จากข้อมูลเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายหลังการนำหลักการลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN Construction) มาประยุกต์ใช้ ทำให้สามารถลดค่าใช้ที่เกิดจากปริมาณของสูญเปล่าได้ เป็นเงิน 1,435,974.00 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลค่าใช้จ่ายก่อนและหลังปรับปรุง

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	ปริมาณ	ค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่าย
			ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	เศษเหล็ก	กก.	93,500.00	31,167.00	963,050.00	321,020.00
2	คอนกรีตหมดเวลา	ลบ.ม	44.00	-	106,304.00	-
3	สกัดทิ้งคอนกรีต	ลบ.ม	190.00	-	687,640.00	-
				รวม	**1,756,994.00**	**321,020.00**
				ลดค่าใช้จ่าย	**1,435,974.00**	

5. สรุปผลการศึกษา

โดยการวิจัยในครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ที่สูญเปล่าไปจากปริมาณของเสียที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมาจากความผิดพลาดขาดการวางแผนตาม 3 ขั้นตอน 1.ด้านการออกแบบก่อสร้าง 2.ด้านขั้นตอนวางแผนการก่อสร้าง 3. ด้านขั้นตอนการก่อสร้าง กับค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลงหากมีการปฏิบัติตามหลักการลีนคอนสตรัคชั่น (LEAN Construction) ที่กล่าวมาข้างต้น ดังนี้ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากปริมาณของสูญเปล่าในงานก่อสร้างจากการทำงานปกติโดยไม่ได้นำหลักการของลีนคอนสตรัคชั่น (LEAN Construction) มาประยุกต์ใช้ เป็นจำนวนเงิน 1,756,994.00 บาท และถ้าวิเคราะห์การนำหลักการของลีนคอนสตรัคชั่น (LEAN Construction) มาประยุกต์ใช้ ค่าจะใช้จ่ายจะเหลือเพียง321,020.00 บาท ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปอย่างเปล่าประโยชน์ เป็นจำนวนเงินถึง 1,435,974.00 บาท โดยคิดเป็นร้อยละ 82 ของความสูญเปล่าในงานก่อสร้างอาคารกรณีศึกษาครั้งนี้ ซึ่งจำนวนเงินในส่วนนี้สามารถกลายเป็นกำไรสำหรับเจ้าของโครงการได้

5.1 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณของเสียไม่สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างละเอียด ใช้วิธีการในขั้นตอนการขนขยะของเสียไปกำจัด โดยการขนขึ้นเต็มรถบรรทุกแล้วนำน้ำหนักที่รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้สูงสุด มาหักลบกับน้ำหนักรถ จึงจะได้น้ำหนักปริมาณขยะของเสียออกมา ซึ่งอาจไม่ได้น้ำหนักขยะของเสียที่ละเอียด แต่เป็นวิธีการที่สามารถเก็บข้อมูลได้และประหยัดเวลามากที่สุด

2. การศึกษาถึงสาเหตุของการเกิดขยะของเสียและของสูญเปล่าในงานก่อสร้างอาคารกรณีศึกษาครั้งนี้นั้น ใช้วิธีการสอบถามจากมุมมองของส่วนงานที่ปรึกษางานก่อสร้าง (Construction Consultant) ประจำโครงการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษาส่วนเดียว

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำ Bar-Cut List หรือการวางแผนการตัดขนาดวัสดุ ต้องใช้วิศวกรที่มีความรู้และพร้อมจะศึกษา ซึ่งมีทั้ง Bar-Cut List ที่ใช้โปรแกรม Excel หรือโปรมแกรมสำหรับรูป ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในการจ้างวิศวกรกับซื้อโปรแกรมเพิ่มขึ้น

2. ลีน LEAN เป็นการค้นหาความสูญเปล่า จึงไม่ชุดเครื่องมือสำเร็จรูป แต่จะเป็นการประยุกต์ความรู้เทคนิคด้านต่าง ๆ มาใช้ประกอบกัน ให้เข้ากับรูปแบบอุตสาหกรรมและผลลัพธ์ของงานที่ต้องการ

3. องค์กรหรือบริษัททำธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมก่อสร้าง ควรหันสนใจการจัดการขยะของเสียจากอุสาหกรรมการก่อสร้างมากขึ้น ถ้าไม่คำนึงถึงจุดนี้จะเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นอีกมากในอนาคต

บรรณานุกรม

กรมที่ดิน (2560). สถิติคอนโดมิเนียม ประเทศไทย 20 ปี *บริษัท โฮมบายเออร์ไกด์ จำกัด* สืบค้น จาก https://www.home.co.th/hometips/detail/87979-สถิติคอนโดมิเนียม-ประเทศไทย-20-ปี

ไทยเอ็นจิเนียริ่ง (2560). ลีนคอนสตรั๊กชั่น (LEAN CONSTRUCTION) หนังสือโยธาสาร ปี 2542 สืบค้น จาก http://www.thaiengineering.com/2015/index.php/technology/item/447-lean-construction

กระทรวงพาณิชย์ (2560). ราคาวัสดุก่อสร้าง กรุงเทพมหานคร ธันวาคม 2560 สืบค้น จาก http://www.price.moc.go.th/price/struct/index_new.asp

สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร.(2559). *ปริมาณมูลฝอยที่จัดเก็บได้ ปีงบประมาณ 2560 ตั้งแต่วันที่ 1 ต.ค.2559 ถึงวันที่ 31 ธ.ค.2559* สืบค้น จาก http://203.155.220.174/pdf/waste60_dec59.pdf

กรมควบคุมมลพิษ กรุงเทพมหานคร.(2559) *การจัดการขยะชุมชน* สืบค้น จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html

กรมควบคุมมลพิษ กรุงเทพมหานคร.(2559) *แนวทางปฏิบัติในการจัดการของเสียจากการก่อสร้างและรื้อถอน* สืบค้น จาก http://www.pcd.go.th/public/publications/print_waste.cfm?task=wastemana50_1

Wisdom Max Center Co., Ltd. (2558) The 7 Wastes การลดความสูญเสีย 7 ประการ สืบค้น จาก http://www.wisdommaxcenter.com/detail.php?WP=oGM3ZHjkoH9axUF5nrO4Ljo7o3Qo7o3Q

Thinkofliving (2560).รีวิวฉบับที่ 1098 คอนโดมิเนียม สืบค้น จาก https://thinkofliving.com/2016/06/13/plum-condo -รามคำแหงสเตชั่น/

ณิรดา พิชยะปัญญา (2558). การศึกษาการจัดการขยะจากเศษวัสดุก่อสร้าง กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยสยาม

วรวุฒิ บุญมาพบ (2557). การประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างกรณีศึกษาบ้านเดี่ยว 2 ชั้น แบบมาตรฐาน บริษัท ภาพร พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

โชคดี ยี่แพร่(2554). การศึกษาเรื่องการจัดการขยะจากการก่อสร้างเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

ศรัณย์ ชลไพศาล(2552). การใช้หลักการของลีนคอนสตั๊กชั่นในการลดความสูญเสียในการดำเนินงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นจากการออกแบบงานระบบกรณีศึกษา : โครงการก่อสร้างคอนโดมิเนียมแห่งหนึ่งย่านถนนศรีนครินทร์ กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สินีพันธุ์ สมบุญญฤทธิ(2550).การใช้หลักการของลีนคอนสตรั๊กชั่นในการควบคุมการก่อสร้างโครงการบ้านกู้ภัย กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นคร กกแก้ว (2545) การศึกษาแนวทางในการลดปริมาณของเสียจากการก่อสร้างในประเทศไทย กรุงเทพฯ :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรานุวัฒน์ จันทร์จร(2545). การศึกษาแนวทางการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คฑาวุฒิ พึ่งดอกไม้ (2545). วิธีการคาดคะเนปริมาณขยะก่อสร้างที่เกิดขึ้นในหน่วยงาน กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์