การจัดการเพื่อลดเศษวัสดุก่อสร้างในงานสถาปัตยกรรมของบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก

Strategies for Construction Waste Reduction in Small Residential Buildings

สุชา กิตติวรารัตน์ และ ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์*

Sucha Kittiwararat and Pusit Lertwattanaruk*

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University, Pathumthani, 12121, Thailand

*E-mail: lertwatt@tu.ac.th

บทคัดย่อ

การเติบโตของอุตสาหกรรมก่อสร้างอันเนื่องมาจากการขยายตัวของตลาดที่พักอาศัยขนาดเล็ก ส่งผลให้ปริมาณเศษวัสดุก่อสร้างมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ จากข้อมูลของงานวิจัยต่างๆ พบว่า พื้นที่ฝังกลบในปัจจุบันมีปริมาณขยะจากวัสดุก่อสร้างอยู่ประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ฝังกลบ และในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีขยะจากวัสดุก่อสร้างประมาณร้อยละ 0.5 ของปริมาณขยะทั้งหมดต่อวัน งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาปัจจัยของการเกิดเศษวัสดุก่อสร้างในส่วนของงานสถาปัตยกรรมอันเนื่องมาจากการออกแบบและการดำเนินงานก่อสร้างของโครงการบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก โดยไม่รวมเศษวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอน และขยะมูลฝอยจากการอุปโภคบริโภคของแรงงาน การศึกษาใช้วิธีการจำลองแบบก่อสร้างของบ้านกรณีศึกษา ซึ่งมีขนาดไม่เกิน 180 ตารางเมตร และวิธีการสมดุลของวัสดุเพื่อวิเคราะห์และพิจารณาปริมาณความสูญเสีย ร่วมกับการสำรวจลักษณะทางกายภาพและการสัมภาษณ์ตามหลักการของ USEPA เพื่อเสนอแนะวิธีการจัดการเพื่อลดปริมาณการเกิดเศษวัสดุจากแหล่งกำเนิดและเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้าง ผลการศึกษา พบว่า หมวดงานฝ้าเพดานเกิดความสูญเสียวัสดุมากที่สุดตามกระบวนการออกแบบ นอกจากนี้ การบริหารระบบการจัดเก็บวัสดุและการวางแผนการดำเนินงานก่อสร้างที่เหมาะสมจะสามารถลดปริมาณเศษวัสดุก่อสร้างที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิผล

Abstract

Growth of construction industry and expansion of small residential projects cause an increase in construction waste. According to previous research, construction debris frequently makes up approximately 30% of the waste received at many landfill sites. In Bangkok, construction wastes account for approximately 0.5% of all wastes generated each day. This research studied the factors causing architectural wastes generated by the design process and project operation of small residential building project. Research methods included the analysis of construction drawings of the model houses, and the material balance method for calculating the waste generated from the design process and project operation. The physical survey and interview according to USEPA principles were included. The guidelines for project administration to reduce construction wastes from sources and to enhance the construction process were presented. It was found that the ceiling works caused the most construction material waste in the design process. Consequently, better management of construction materials and project planning can reduce construction waste in construction sites.

Keywords

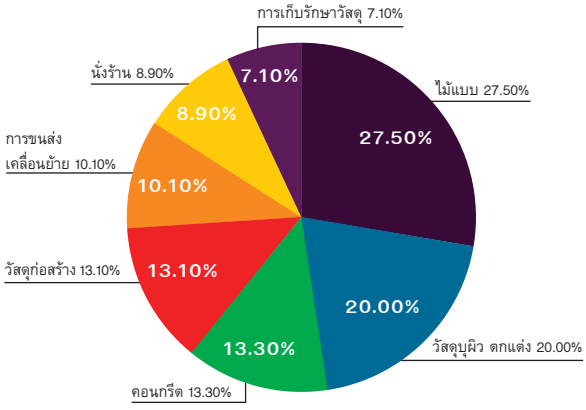
วิธีการจัดการ (Strategies)
เศษวัสดุก่อสร้าง (Construction Waste)
การลดปริมาณ (Reduction)
บ้านพักอาศัย (Residential Building)
สถาปัตยกรรม (Architecture)

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

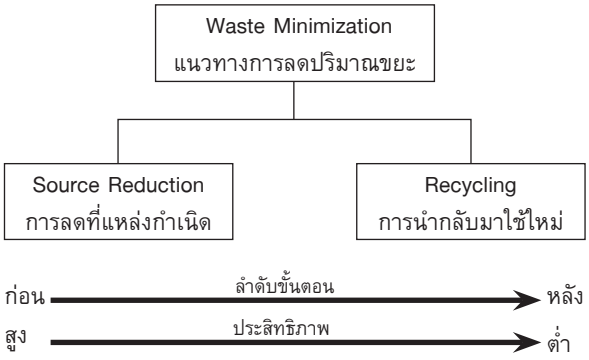
การเจริญเติบโตของธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้างส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและอ้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหามลพิษด้านขยะในงานก่อสร้าง ซึ่งคาดการณ์ว่ามีปริมาณอยู่มากถึงร้อยละ 30 ถึง 40 ของพื้นที่ฝังกลบตามเมืองต่าง ๆ (Chen & Wong, 2002) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีการลักลอบทิ้งเศษวัสดุก่อสร้างโดยเฉลี่ยประมาณวันละ 300 ตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.5 ของปริมาณขยะทั้งหมด (Pollution Control Department, 2010)

จากผลการสำรวจข้อมูลในงานวิจัยของ Poon et al. (2003) พบว่า ขยะจากวัสดุก่อสร้างที่เกิดในโครงการก่อสร้างในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร จีน บราซิล เกาหลีใต้ และฮ่องกง เป็นต้น มีปริมาณขยะโดยฉลี่ยตามประเภทของวัสดุ ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาจากงานวิจัยอื่น (Chen & Wong, 2002) โดยพบว่า ขยะเศษวัสดุประเภทงานวัสดุบุผิวและตกแต่ง (finishing) หรือวัสดุที่ใช้ในงานสถาปัตยกรรม มีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 20 ของปริมาณเศษวัสดุทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโครงการ



รูปที่ 1 สัดส่วนของปริมาณขยะเศษวัสดุก่อสร้างของโครงการ

ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการปัญหาเศษวัสดุก่อสร้าง สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection หรือ USEPA) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลสุขภาพของประชาชนและปกป้องสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ได้พัฒนาแนวคิดในการลดปริมาณเศษวัสดุที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction) ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าการนำของเสียมาใช้ประโยชน์อีกครั้งหนึ่ง (Recycle) นอกจากนี้ ยังสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าการนำของเสียมาจัดการในภายหลัง (USEPA, 1988) โดยแนวความคิดนี้สามารถนำมาใช้ได้ในการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดเศษวัสดุในกระบวนการก่อสร้างเพื่อลดเศษวัสดุก่อสร้างจากแหล่งกำเนิดได้



ที่มา: Kokkaew, 2002

รูปที่ 2 แนวทางการลดปริมาณขยะ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาปัจจัยของการสูญเสียของเศษวัสดุก่อสร้างในงานสถาปัตยกรรม โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาปริมาณและชนิดของเศษวัสดุก่อสร้างในหมวดงานสถาปัตยกรรมของโครงการบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก
2. เพื่อศึกษาหาปัจจัยการสูญเสียของเศษวัสดุก่อสร้างในหมวดงานสถาปัตยกรรม ด้วยกระบวนการของ USEPA
3. เพื่อวิเคราะห์และเสนอแนวทางการจัดการเพื่อลดปริมาณเศษวัสดุก่อสร้างที่แหล่งกำเนิด

1.2 ปริมาณเศษวัสดุก่อสร้าง

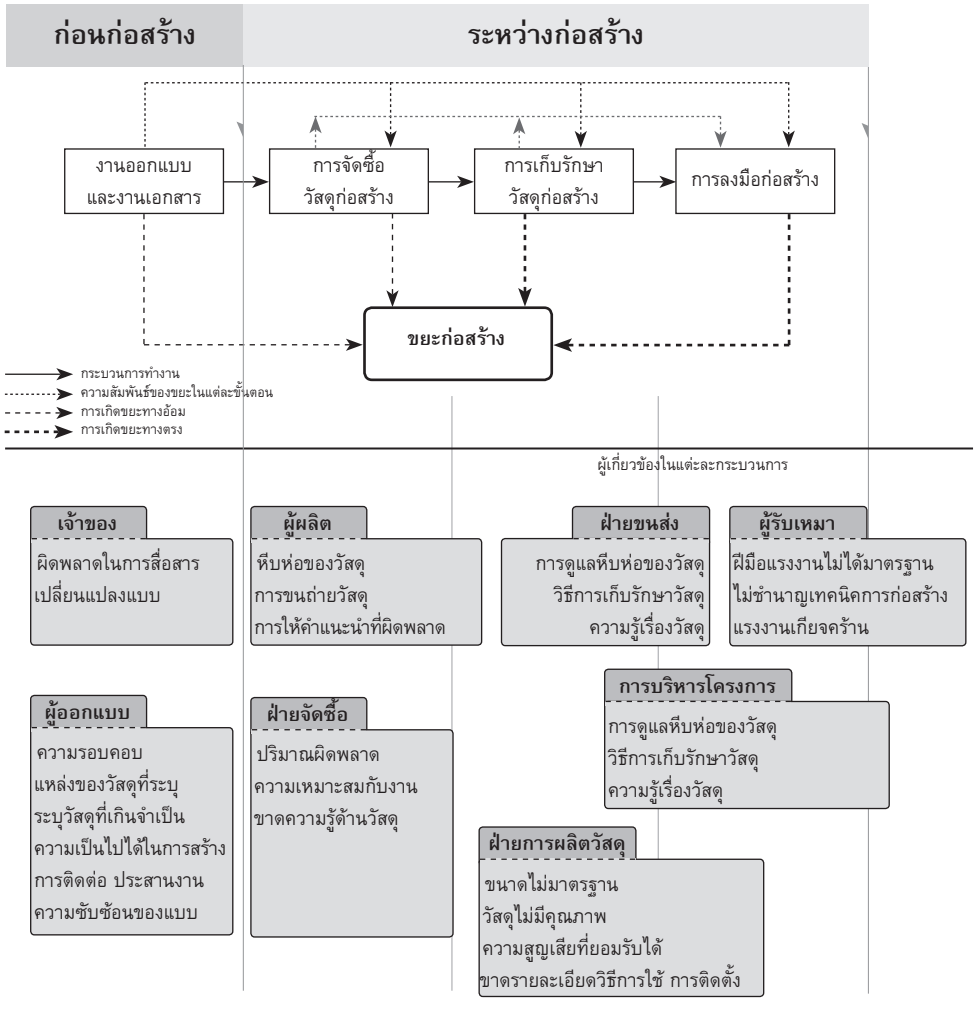
งานวิจัยในประเทศเยอรมันซึ่งศึกษาเกี่ยวกับขยะเศษวัสดุก่อสร้าง พบว่า ขยะจากการก่อสร้างมีปริมาณน้อยกว่าขยะก่อสร้างที่เกิดจากการรื้อถอน แต่มีอัตราการเพิ่มขึ้นที่มากกว่าขยะจากการรื้อถอน (Hanisch, 1991) ผลการศึกษาของ Chen & Wong (2002) พบว่า ปริมาณขยะวัสดุก่อสร้างของแต่ละประเทศโดยรวม มีปริมาณร้อยละ 10 ถึง 30 ของพื้นที่ฝังกลบทั่วโลก โดยขยะก่อสร้างก่อสร้างที่เกิดขึ้นนั้น ในแต่ละโครงการก่อสร้างจะมีปริมาณโดยเฉลี่ยร้อยละ 10 ถึง 30 ของปริมาณวัสดุทั้งหมดที่ใช้ในโครงการก่อสร้าง อย่างไรก็ตาม ปริมาณของเศษวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดนั้นจะมีปริมาณแตกต่างกันไปตาม

การใช้วัสดุ ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของอาคาร ลักษณะทางสถาปัตยกรรมของประเทศนั้น ๆ และความแตกต่างของวิธีการก่อสร้าง

1.3 สาเหตุของการเกิดเศษวัสดุก่อสร้าง

เศษวัสดุก่อสร้างสามารถเกิดได้ในทุกขั้นตอนหากขาดทักษะและความเอาใจใส่ต่อรายละเอียดการทำงานที่เพียงพอ โดยมีการศึกษาอย่างละเอียดมากขึ้นเกี่ยวกับการจำแนกสาเหตุของการเกิดขยะก่อสร้างตามขั้นตอนของการดำเนินงานก่อสร้าง (Karim & Marosszeky, 1999) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ ขั้นตอนการออกแบบและงานเอกสาร ขั้นตอนการจัดซื้อวัสดุก่อสร้าง ขั้นตอนการเก็บรักษาวัสดุก่อสร้าง และขั้นตอนการก่อสร้าง โดยสรุปได้ว่า การเกิดขยะในช่วงของการก่อสร้างส่วนใหญ่นั้นมีสาเหตุจากขั้นตอนการเตรียมงานก่อนการก่อสร้างทั้งสิ้น อย่างไรก็ตาม ยังมีสาเหตุอื่น ๆ ซึ่งทำให้เกิดขยะในขั้นตอนการก่อสร้าง เช่น การสั่งซื้อวัสดุมากเกินไป การจัดเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุที่ไม่เหมาะสม กระบวนการทำงาน การขาดความรู้ความสามารถ และขาดความเอาใจใส่ในการทำงาน

โดยในการก่อสร้างนั้น แต่ละกระบวนการจะส่งผลต่อเนื่องไปยังอีกกระบวนการหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยสามารถสรุปความสัมพันธ์ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดเศษวัสดุก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 3 นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาสาเหตุของการเกิดเศษวัสดุก่อสร้างในโครงการ (Faniran & Caban, 1998) โดยมีการสรุปสาเหตุหลัก 12 ประเภท โดยเรียงตามลำดับความสำคัญของการสูญเสียของวัสดุก่อสร้าง ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่า การตัดวัสดุให้เหลือเศษเป็นสาเหตุใหญ่ที่ก่อให้เกิดการสูญเสียวัสดุก่อสร้าง นอกจากนี้ ในข้อมูลภาคสนามยังชี้ให้เห็นว่า การวางแผนจัดการวัสดุก่อสร้างให้รอบคอบและมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งการประสานงานที่ถูกต้องและชัดเจนกับผู้รับเหมารายย่อยต่าง ๆ เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการลดการสูญเสียวัสดุ (Gavilan & Bernold, 1994)



ที่มา: Karim & Marosszeky (1999)

รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ของการเกิดเศษวัสดุในแต่ละกระบวนการและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 1 สาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียวัสดุก่อสร้าง

ลำดับ	สาเหตุการสูญเสียของวัสดุ
1.	การเปลี่ยนแปลงแบบ
2.	การตัดวัสดุให้เหลือเศษชิ้นเล็ก
3.	การสูญเสียวัสดุ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ไม่ดี
4.	การออกแบบ หรือรายละเอียดผิดพลาด
5.	สภาพอากาศไม่ดี
6.	การขนย้ายวัสดุไม่เหมาะสม
7.	การขาดการควบคุมและวางแผนการใช้วัสดุ
8.	การจัดซื้อวัสดุที่ผิดพลาด
9.	การกองเก็บวัสดุไม่เหมาะสม
10.	อุบัติเหตุในการทำงาน
11.	ฝีมือแรงงานต่ำกว่ามาตรฐาน
12.	การทำลายวัสดุและการลักขโมย

1.4 แนวทางการจัดการขยะวัสดุก่อสร้าง

เนื่องจากขยะก่อสร้างส่วนมากเป็นวัสดุคงทนถาวรและยากที่จะย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องมีแนวทางในการจัดการเศษวัสดุก่อสร้างเพื่อช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยวิธีที่ใช้ในการจัดการขยะก่อสร้างในโครงการนั้น มีลำดับขั้นตอนในการจัดการดังต่อไปนี้ (Ferguson et al., 1995)

1. การลดปริมาณจากแหล่งกำเนิด (Reduction)

การลดปริมาณเศษสิ่งก่อสร้างที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ การออกแบบอาคารให้ใช้เทคนิควิธีการก่อสร้างที่ทำให้เกิดเศษสิ่งก่อสร้างน้อยที่สุด หรือการใช้แบบเหล็กแทนแม่แบบไม้ เนื่องจากแบบเหล็กนั้นสามารถนำมาใช้ได้หลายครั้งมากกว่าแบบไม้

2. การนำกลับมาใช้อีกครั้ง (Reuse)

การนำเศษสิ่งก่อสร้างที่เกิดขึ้นในโครงการกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง เช่น การนำเศษอิฐ หิน ดิน ทรายมาถมปรับระดับสภาพพื้นที่ก่อสร้าง

3. การนำไปแปรรูปใหม่ (Recycle)

การนำเศษสิ่งก่อสร้างกลับไปแปรรูปเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น การนำเศษคอนกรีตกลับมาใช้เป็นมวลหยาบสำหรับผลิตคอนกรีต (secondary aggregate) การนำไม้มาใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือการนำเศษเหล็กและเศษอลูมิเนียมไปใช้ในการหลอมเพื่อผลิตวัสดุขึ้นมาใหม่

4. การกำจัดทิ้ง (Disposal)

การกำจัดเศษสิ่งก่อสร้างที่ไม่สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้อีก ได้แก่ การฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ การเผาในเตา

ซึ่งขั้นตอนที่สำคัญในการลดขยะจากงานก่อสร้าง คือ การทราบสาเหตุของการเกิดขยะ เพื่อลดปริมาณขยะที่แหล่งกำเนิด หรือป้องกันไม่ให้เกิดขยะ (Gavilan & Bernold, 1994) โดยเริ่มจากการศึกษาถึงสาเหตุและทิศทางการไหลของวัสดุก่อสร้าง และการเกิดเศษวัสดุในกระบวนการ ตลอดจนการเข้าสู่กระบวนการจัดการเศษวัสดุด้วยวิธีต่าง ๆ โดยสามารถสรุปทิศทางการไหลของวัสดุได้ ดังในรูปที่ 4

1.5 แนวทางการลดปริมาณขยะของ USEPA

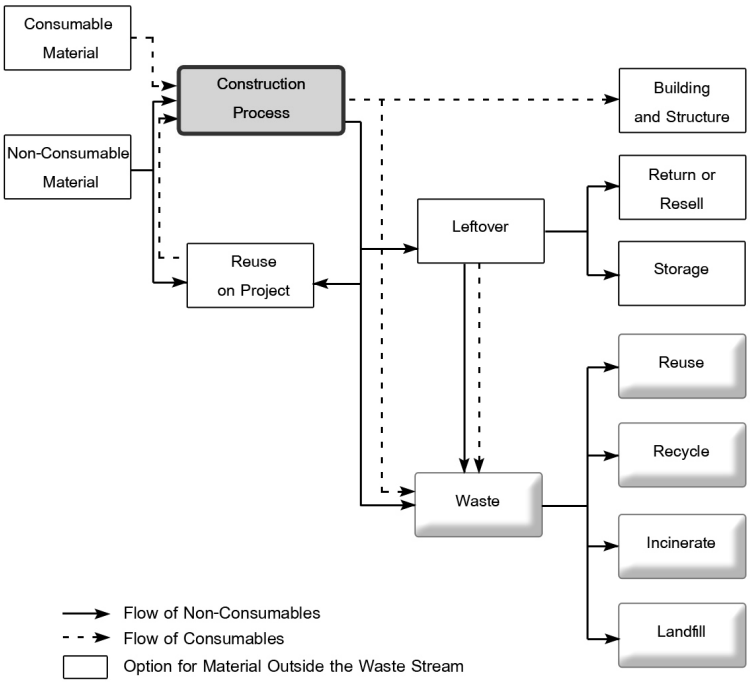
United States Environmental Protection Agency หรือ USEPA เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าปกป้องสิ่งแวดล้อมระดับประเทศของสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดวิธีการในการลดปริมาณของเสียที่เป็นพิษหรือการกำจัดขยะ (Waste Minimization) ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. Source Reduction หมายถึง กิจกรรมที่ลดปริมาณ หรือกำจัดของเสียที่เป็นพิษที่แหล่งกำเนิด โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการผลิต

2. Recycle หมายถึง การนำเศษวัสดุมาใช้ใหม่โดยกลับมาใช้ในกระบวนการเดิมหรือไปใช้ในกระบวนการอื่นอีกครั้ง หรือการนำขยะที่มีค่าไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์อื่น (Reclamation) ซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดเศษวัสดุที่เกิดขึ้น

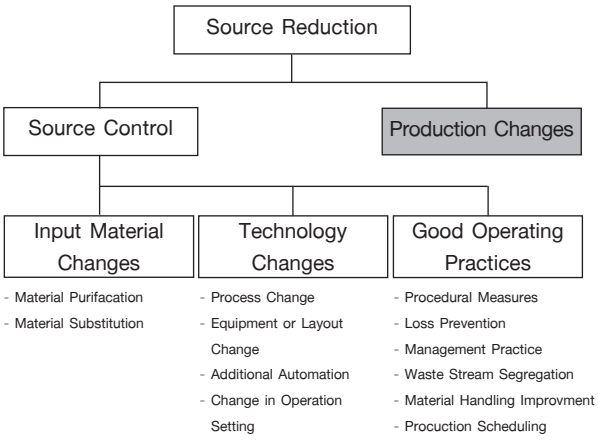
กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ใช้ในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น โดย USEPA ได้เน้นในส่วนของกระบวนการ Source Reduction มากกว่าการ Recycle เนื่องจากการลดปริมาณของของเสียโดยเริ่มตั้งแต่แหล่งกำเนิดทำให้สามารถลดปริมาณของเสียที่จะเกิดขึ้นได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการแก้ไข บำบัด ของเสียให้อยู่ในสภาพที่กลับมาใช้ในภายหลังซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาที่ปลายเหตุ และยังมีผลดีต่อสิ่งแวดล้อม (Relative Environmental Desirability) มากกว่า

ในกระบวนการลดปริมาณของเสียหรือกำจัดของเสียที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction) มีขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ การควบคุมแหล่งกำเนิดของวัสดุ และการเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิต



ที่มา: Gavilan & Bernold, 1994

รูปที่ 4 ทิศทางการไหลของวัสดุในการก่อสร้าง (Flow Pattern of Construction Materials on Site)



ที่มา: USEPA, 1988

รูปที่ 5 กระบวนการลดขยะจากแหล่งกำเนิด

1.5.1 การควบคุมแหล่งกำเนิด (Source Control)

การควบคุมแหล่งกำเนิดของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง มีองค์ประกอบ 3 กระบวนการ ดังนี้

1. Input Material Change คือ การเปลี่ยนวัตถุดิบที่เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วย

1) การเลือกวัตถุดิบที่ปราศจากสิ่งเจือปน (Material Purification)

2) การเปลี่ยนวัตถุดิบใหม่มาแทนที่วัสดุชนิดเดิมที่ใช้อยู่ และมีปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย (Material Substitution)

2. Technology Change คือ การเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีของอุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วย

1) การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต (Process Change) เป็นแนวทางที่เน้นการปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่ เช่น การเปลี่ยนแปลงระบบการขนส่ง การขนย้ายวัตถุดิบ ได้แก่ การใช้รถยนต์แทนจักรยานยนต์ในการขนย้าย เพื่อป้องกันวัสดุแตกหักเสียหายระหว่างการขนส่ง

2) การเปลี่ยนอุปกรณ์ หรือการวางแผน (Equipment or Layout Changes) เป็นแนวทางที่เน้นการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรให้เหมาะสมในการทำงานมากขึ้น และช่วยลดปัญหาการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิต หรือเน้นการเปลี่ยนแปลงผังการทำงานใหม่ให้เหมาะสม

3) การใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation) เป็นแนวทางที่เน้นการใช้การระบบอัตโนมัติเพื่อช่วยในการควบคุมการผลิต การทำงาน และสะดวกในการตรวจสอบการทำงาน

4) การเปลี่ยนแปลงสภาวะการทำงาน (Change in Operation Setting) เป็นแนวทางที่เน้นการปรับปรุงสภาพสภาวะการทำงานให้ดีขึ้น เพื่อป้องกันการเกิดของเสียของวัตถุดิบ เช่น การปรับปรุงอัตราการทำงาน (Flow Rate) การปรับอุณหภูมิ แสงสว่าง เป็นต้น

3. Good Operation Practices คือ การเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานที่ต้องมีระเบียบ การปฏิบัติงาน การบริหารงาน การดำเนินงานที่ดี ซึ่งมีแนวทางตาม USEPA ดังนี้

1) มาตรการในการปฏิบัติงาน (Procedural Measures) เป็นแนวทางในการกำหนดระเบียบในการปฏิบัติงานให้พนักงาน การให้รางวัลเพื่อเป็นแรงจูงใจในการทำงานที่ดี การบริหารงานบุคคลที่ดี เป็นต้น

2) การป้องกันการสูญเสีย (Loss Prevention) เป็นแนวทางในการป้องกันความสูญเสียที่เกิดในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น การลดการรั่วไหลในอุปกรณ์ ลดการใช้น้ำ สารเคมี หรือพลังงานเกิดความจำเป็น

3) การบริหารงาน (Management Practices) เป็นแนวทางในการบริหารการทำงาน โดยให้การฝึกอบรมกับพนักงาน การให้รางวัลเพื่อเป็นแรงจูงใจในการทำงานที่ดี การบริหารงานบุคคลที่ดี เป็นต้น

4) การปรับปรุงการขนย้ายวัสดุ (Material Handling) เป็นแนวทางในการปรับปรุงการขนย้ายวัสดุเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งในการขนย้ายเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดของเสียขึ้น เช่น การกำหนดพาหนะที่ใช้ในการขนย้าย และจัดระเบียบการเบิกวัสดุให้เป็นไปตามงวดงานของผู้รับเหมา เพื่อป้องกันวัสดุไปกองหน้างานเกินความจำเป็น ซึ่งอาจเกิดการสูญหาย แตกหัก และกีดขวางการทำงานได้

5) การวางแผนการผลิต (Production Scheduling) เป็นแนวทางในการวางแผนการผลิต การทำงาน และการซ่อมบำรุง เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

1.5.2 การเปลี่ยนแปลงการผลิต (Production Change)

การเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิตเป็นกระบวนการเพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต โดยการเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิต การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตใหม่ (Change in Product Composition) และการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ (Product Substitution)

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นสาเหตุให้เกิดความสูญเสียของวัสดุก่อสร้างในหมวดงานสถาปัตยกรรมของโครงการบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก โดยทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของการก่อสร้างโครงการที่เป็นกรณีศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพและการจำลองแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) เพื่อคำนวณหาร้อยละความสูญเสียของวัสดุก่อสร้างที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการออกแบบซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ และนำมาวิเคราะห์หาปัจจัยที่ทำให้เกิดเศษวัสดุก่อสร้างตามหลักการของ USEPA

งานวิจัยนี้ได้เลือกกรณีศึกษาโครงการบ้านพักอาศัยในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งมีขนาดพื้นที่ไม่เกิน 180 ตารางเมตร ความสูง 2 ชั้น โดยวิธีการสุ่มเลือกโครงการ (purposive sampling) ด้วยการเลือกโครงการที่เหมาะสมจำนวน 2 โครงการ เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา และศึกษาปัจจัยของการเกิดขยะเศษวัสดุก่อสร้างในหมวดงานสถาปัตยกรรม ได้แก่ กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องปูผนัง พื้นไม้ลามิเนต ฝ้าเพดาน และโครงคร่าว ซึ่งให้คำจำกัดความของเศษวัสดุก่อสร้าง คือ วัสดุซึ่งไม่ได้มีการนำกลับมาใช้ใหม่ในวัตถุประสงค์ของการก่อสร้างที่พักอาศัย (Peungdokmai, 2002) โดยไม่นับรวมเศษวัสดุก่อสร้างจากการรื้อถอน และขยะมูลฝอยจากการอุปโภคบริโภคของแรงงานภายในสถานที่ก่อสร้าง

2.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของโครงการ

ทำการศึกษาด้วยการลงพื้นที่เก็บข้อมูลเบื้องต้นของโครงการก่อสร้าง สำรวจสภาพแวดล้อมทางกายภาพต่าง ๆ ของโครงการ การจัดพื้นที่เพื่อเก็บกองเศษวัสดุ โดยการสุ่มสังเกตการก่อสร้างบ้าน จำนวน 5 หลังต่อโครงการ เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงปัญหาซึ่งก่อให้เกิดเศษวัสดุก่อสร้าง โดยมีประเด็นสำคัญที่ทำการสำรวจ 3 ประเด็น ได้แก่

1) สภาพของสถานที่โรงเก็บวัสดุ
2) สถานที่กองเก็บวัสดุหน้าโครงการ
3) พื้นที่ในการทำงานและลักษณะงาน

ข้อมูลในส่วนนี้ถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของลักษณะทางกายภาพของโครงการ โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินจากเทคนิคการควบคุมงานก่อสร้าง (Construction Control Technique) เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความสูญเสีย

2.2 การศึกษาแบบก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาดเล็กเพื่อพิจารณาความสูญเสียของวัสดุก่อสร้าง

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบก่อสร้างของกรณีศึกษาด้วยการจำลองแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) ของงาน

สถาปัตยกรรม โดยวัสดุที่ทำการศึกษาได้แบ่งตามหมวดงานออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ งานพื้น งานผนัง และงานฝ้าเพดาน โดยประกอบไปด้วยวัสดุดังต่อไปนี้

งานพื้น:
กระเบื้องปูพื้น ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร
กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำ ขนาด 12 x 12 นิ้ว
พื้นไม้ลามิเนต ขนาด 19.1 x 128 เซนติเมตร
งานผนัง:
กระเบื้องปูผนัง ขนาด 12 x 12 นิ้ว
งานฝ้าเพดาน:
ฝ้ายิปซัมขอบลาด ขนาด 1.2 x 2.4 เมตร
โครงคร่าวฝ้าเพดาน ยาว 4 เมตร

การจำลองแบบก่อสร้างของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7 ทำให้ทราบปริมาณที่ใช้จริงของวัสดุ และเศษที่เกิดขึ้น และสามารถนำมาคำนวนเป็นร้อยละความสูญเสียของวัสดุก่อสร้าง โดยมีวิธีในการคำนวณเพื่อพิจารณาร้อยละความสูญเสียของวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละความสูญเสียของวัสดุ} = \frac{\text{ปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น}}{\text{ปริมาณวัสดุที่ใช้จริงตามเนื้องาน}} \times 100$$

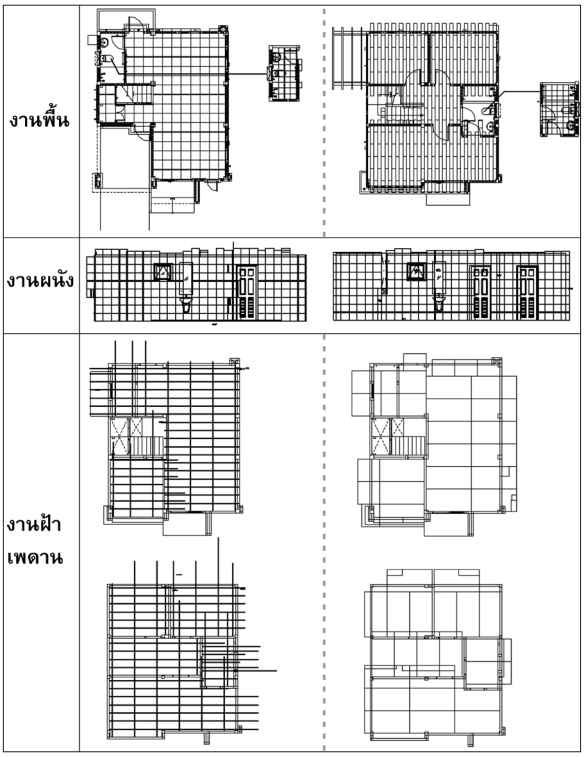
จากนั้นจึงนำข้อมูลเชิงปริมาณของร้อยละความสูญเสียที่เกิดขึ้นของวัสดุแต่ละประเภทมาวิเคราะห์เพื่อหาวัสดุที่เป็นปัญหามากที่สุด และทำการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดเศษวัสดุจากการออกแบบ

3. ผลการศึกษา

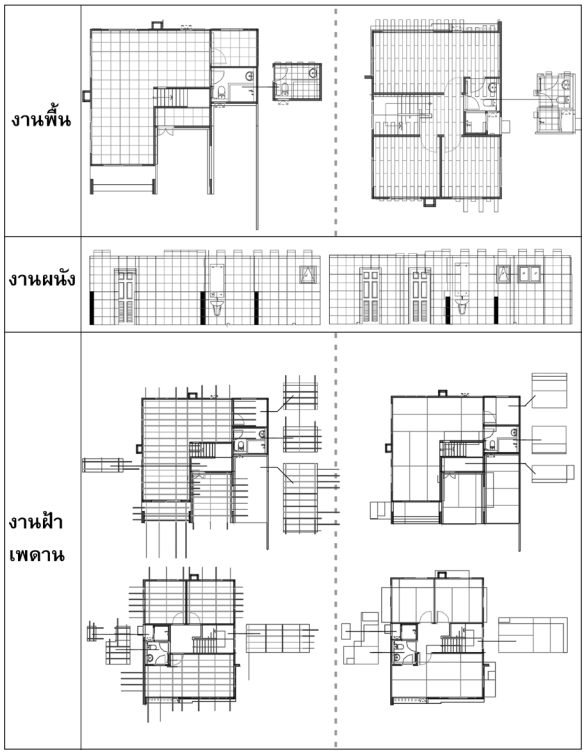
ผลการศึกษาประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพจากข้อมูลลักษณะทางกายภาพของโครงการ และข้อมูลเชิงปริมาณจากร้อยละการสูญเสียของวัสดุก่อสร้างที่ได้จากการจำลองแบบก่อสร้าง เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ปัจจัยการสูญเสียของวัสดุ ดังต่อไปนี้

3.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของโครงการ

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของโครงการสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 6 การจำลองแบบก่อสร้างของกรณีศึกษาโครงการที่ 1



รูปที่ 7 การจำลองแบบก่อสร้างของกรณีศึกษาโครงการที่ 2

3.1.1 สภาพของสถานที่เก็บวัสดุ

ผลจากการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ลักษณะทางกายภาพของสถานที่เก็บวัสดุอยู่ในสภาพที่ดี มีความปลอดภัย และพื้นที่ภายในมีการกองเก็บแยกประเภทของวัสดุอย่างเป็นระเบียบ ทำให้ง่ายต่อการค้นหาและตรวจสอบยอดคงเหลือของวัสดุ ซึ่งลดปัญหาของการสั่งวัสดุซ้ำซ้อน และไม่ต้องรื้อค้นวัสดุเมื่อต้องการใช้งาน ทำให้ลดการแตกหักเสียหายได้ส่วนหนึ่ง แต่ช่องเปิดสำหรับระบายอากาศมีน้อยทำให้เกิดความชื้น และหลังคาแบบสังกะสียังมีการรั่วซึมบ้างในช่วงฤดูฝน จึงควรมีการตรวจและซ่อมบำรุงอยู่เสมอ เนื่องจากจะทำให้เกิดความเสียหายของวัสดุได้

3.1.2 สถานที่กองเก็บหน้างานในโครงการ

ผลจากการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ผู้รับเหมาก่อสร้างบางราย ขาดความเป็นระเบียบในการจัดเก็บ ทำให้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกเกิดการแตกหักและเสียหาย ได้แก่ กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องปูผนัง เนื่องจากวัสดุแตกหักง่ายกว่ายิปซัมและไม้ และการเปิดหีบห่อครั้งละหลาย ๆ ห่อ โดยใช้ไม่หมด ทำให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บ อีกทั้งการเบิกของจากโรงเก็บวัสดุมามากเกินกว่าปริมาณงานที่ต้องการใช้ ทำให้มีวัสดุเก็บกองอยู่บริเวณหน้างานเป็นจำนวนมาก และอาจสูญหายได้

วัสดุที่พบปัญหาน้อย ได้แก่ โครงคร่าวฝ้าเพดาน เนื่องจากตัววัสดุสามารถนำมาต่อกันใช้ได้หลายครั้ง และเป็นงานแห้งซึ่งสามารถติดตั้งได้รวดเร็ว

นอกจากนี้ ในการสุ่มสังเกต พบว่า บางหลังมีความไม่เรียบร้อย และมีขยะเกลื่อนกลาด ซึ่งกีดขวางการทำงาน และอาจทำให้เกิดอันตรายได้ เนื่องจากมีขยะที่มีความแหลมคมอยู่ด้วย

3.1.3 ลักษณะของการทำงานในพื้นที่ก่อสร้าง

ผลจากการสำรวจ พบว่า พื้นที่ก่อสร้างส่วนใหญ่มีความเรียบร้อยดี ผู้รับเหมาก่อสร้างบางรายมีการจัดเก็บวัสดุที่สามารถใช้ได้อีกครั้งอย่างเป็นระเบียบ สาเหตุของความสูญเสียมักจะขึ้นอยู่กับช่างก่อสร้างเป็นส่วนสำคัญทั้งด้านของฝีมือแรงงานและความละเอียดเรียบร้อย โดยวัสดุที่มักมีปัญหา คือ กระเบื้องห้องน้ำ ซึ่งการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐานของโครงการทำให้ต้องรื้อแก้ไข และความสูญเสียที่เกิดจากการได้รับผลกระทบจากงานอื่น เช่น งานบันได งานระบบ เป็นต้น วัสดุที่พบรองลงมา คือ ฝ้าเพดานชั้นที่ 1 ซึ่งอาจมีการรื้อแก้ไขงานภายหลังได้ เนื่องจากการจัดกระบวนการทำงานไม่ดี เช่น การติดตั้งฝ้าเพดานโดยไม่ตรวจทานการซึมของน้ำ หรือขังน้ำตามกำหนดจากห้องน้ำด้านบน ทำให้น้ำซึมลงมาสู่ฝ้าเพดานชั้นที่ 1 เป็นต้น

ตารางที่ 2 สภาพของสถานที่เก็บวัสดุ

องค์ประกอบของสถานที่	รายละเอียดสภาพของโรงเก็บวัสดุ
รั้ว	มีการล้อมรั้ว Metal Sheet แบ่งพื้นที่สำหรับโรงเก็บ และการขนถ่ายอย่างชัดเจน
พื้น	พื้นคอนกรีตยกสูงเหนือระดับถนน
ผนัง	ผนัง Metal Sheet มีช่องเปิดสำหรับระบายอากาศ มีความชื้นบ้างในช่วงหน้าฝน
หลังคา	หลังคา Metal Sheet คลุมทั่วทั้งพื้นที่
ความปลอดภัย	มีห้องเก็บวัสดุ และมีพนักงานทำหน้าที่ในการเบิกจ่าย
หีบห่อของวัสดุ	ไม่ฉีกขาด แต่กระเบื้องบางประเภทมีการเบิกเป็นแผ่นทำให้ต้องเปิดหีบห่อ
การจัดเก็บ	ไม่วางซ้อนมากเกินไป จนทำให้วัสดุเสียหาย

ตารางที่ 3 สภาพของสถานที่กองเก็บหน้างาน

องค์ประกอบของสถานที่	รายละเอียดสภาพของสถานที่กองเก็บหน้างาน
รั้ว	เก็บกองไว้ภายในบริเวณบ้านที่กำลังก่อสร้าง
พื้น	พื้นคอนกรีตยกสูงเหนือระดับถนน
ผนัง	–
หลังคา	มีหลังคาบ้านคลุม แต่ก็อาจมีฝนสาดได้ เนื่องจากกองเก็บไว้ภายนอกบ้าน
ความปลอดภัย	ใช้ผ้าใบคลุมวัสดุ ซึ่งอาจสูญหายได้
หีบห่อของวัสดุ	มีการฉีกขาดบ้าง เปื่อยยุ่ยบ้าง และบางส่วนไม่อยู่ในหีบห่อ
การจัดเก็บ	ไม่วางซ้อนมากเกินไป จนทำให้วัสดุเสียหาย

3.2 ผลการศึกษาแบบก่อสร้างของงานสถาปัตยกรรม

ผลการจำลองแบบก่อสร้างของโครงการที่ 1 พบว่า ปริมาณงานที่เกิดความสูญเสียมากที่สุด ได้แก่ งานฝ้าเพดาน ซึ่งมีร้อยละของความสูญเสียเท่ากับ 5.83 รองลงมา ได้แก่ งานพื้น มีความสูญเสียร้อยละ 5.67 และงานผนังมีความสูญเสียต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 4.80 ซึ่งมีความสูญเสียน้อยกว่างานพื้นเล็กน้อย เนื่องจากปริมาณวัสดุที่ใช้จริงตามเนื้องาน

ประเภทของวัสดุที่มีความสูญเสียมากที่สุด ได้แก่ แผ่นฝ้าขอบลาดสำหรับงานฉาบเรียบ มีปริมาณของความสูญเสีย ร้อยละ 7.47 เนื่องจากลักษณะของเศษฝ้านั้นไม่สามารถนำกลับไปใช้ได้อีก และประเภทของวัสดุที่มีความสูญเสียต่ำที่สุด ได้แก่ โครงคร่าวฝ้าเพดานและกระเบื้องห้องน้ำชั้นที่ 1 มีความสูญเสียร้อยละ 5.09 และ 5.04 ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะของโครงคร่าววัสดุเป็นโลหะ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก และเก็บรักษาได้ง่ายกว่า โดยความสูญเสียของวัสดุก่อสร้าง สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 4

ผลการศึกษาของโครงการที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า งานที่สูญเสียมากที่สุด คือ งานฝ้าเพดานมีความสูญเสียคิดเป็นร้อยละ 5.33 รองลงมา คือ งานผนังมีความสูญเสียร้อยละ 5.06 และงานพื้นมีความสูญเสียต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ 4.57

วัสดุที่เกิดเศษจากการตัดมากที่สุด ได้แก่ ฝ้ายิปซัมขอบลาด เช่นเดียวกับในโครงการที่ 1 ซึ่งเกิดความสูญเสียสูงสุดถึงร้อยละ 7.86 ซึ่งสาเหตุของการเกิดคล้ายคลึงกัน คือ ลักษณะของแบบก่อสร้างที่ไม่ลงตัว ทำให้เศษที่เกิดขึ้นยากแก่การนำไปใช้ใหม่อีกครั้ง อีกทั้งขนาดของวัสดุที่มีขนาดใหญ่ จึงให้เหลือเศษปริมาณมากกว่าวัสดุอื่น

ตารางที่ 4 ความสูญเสียของวัสดุในโครงการที่ 1

ชนิดงานและวัสดุ	ปริมาณวัสดุที่ใช้จริงตามเนื้องาน (ตร.ม.)	ปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น (ตร.ม.)	ร้อยละความสูญเสียของวัสดุ
งานพื้น			
กระเบื้องส่วนรับแขก	38.30	2.18	5.70
กระเบื้องห้องน้ำชั้นที่ 1	3.37	0.17	5.04
ไม้ลามิเนต	42.79	2.40	5.60
กระเบื้องห้องน้ำชั้นที่ 2	4.42	0.29	6.56
รวมงานพื้น	88.88	5.04	5.67
งานผนัง			
กระเบื้องห้องน้ำชั้นที่ 1	16.81	0.72	4.27
กระเบื้องห้องน้ำชั้นที่ 2	16.77	0.90	5.38
รวมงานผนัง	33.58	1.62	4.80
งานฝ้าเพดาน			
แผ่นฝ้ายิปซัม	97.26	7.27	7.47
โครงคร่าว (ม.)	218.9	11.15	5.09
รวมงานฝ้าเพดาน	316.16	18.42	5.83

ตารางที่ 5 ความสูญเสียของวัสดุในโครงการที่ 2

ชนิดงานและวัสดุ	ปริมาณวัสดุที่ใช้จริงตามเนื้องาน (ตร.ม.)	ปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น (ตร.ม.)	ร้อยละความสูญเสียของวัสดุ
งานพื้น			
กระเบื้องส่วนรับแขก	39.97	1.69	4.23
ห้องน้ำชั้นที่ 1	4.31	0.07	1.62
พื้นไม้ลามิเนต	40.20	2.11	5.25
ห้องน้ำชั้นที่ 2	3.58	0.15	4.19
รวมงานพื้น	88.06	4.02	4.57
งานผนัง			
กระเบื้องห้องน้ำชั้นที่ 1	16.93	0.92	5.42
กระเบื้องห้องน้ำชั้นที่ 2	17.85	0.84	4.71
รวมงานผนัง	34.78	1.76	5.06
งานฝ้าเพดาน			
ฝ้ายิปซัม	133.95	10.53	7.86
โครงคร่าว	412	18.58	4.51
รวมงานฝ้าเพดาน	545.95	29.11	5.33

การสูญเสียของวัสดุในงานผนัง เกิดจากสาเหตุที่คล้ายคลึงกับโครงการที่ 1 คือ ขนาดของเศษวัสดุไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก อีกทั้งมีการเว้นช่องเปิด เช่น ประตู หน้าต่าง หรือการติดกระจกเงา แต่ไม่ได้เผื่อระยะวัสดุจึงทำให้เกิดการตัดเศษ อีกทั้งยังมีการใช้กระเบื้องหลากหลายแบบ เพื่อแบ่งส่วนพื้นที่แห้งและเปียกในห้องน้ำ จึงทำให้โอกาสในการนำเศษวัสดุที่เกิดขึ้นมาใช้ได้อีกมีปริมาณลดลง

4. สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ

ผลจากงานวิจัยนี้ สามารถสรุปปัจจัยของการเกิดเศษวัสดุก่อสร้างในโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 6 และผลจากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของโครงการ และการจำลองแบบก่อสร้าง และการวิเคราะห์ร่วมกับหลักการของ USEPA เพื่อเสนอแนะแนวทางในการจัดการเพื่อลดการเกิดเศษวัสดุก่อสร้างที่เกิดขึ้น สามารถสรุปสาเหตุของการเกิดเศษวัสดุก่อสร้างตามประเภทของหมวดงานสถาปัตยกรรมได้ดังนี้

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความสูญเสียของวัสดุตามปัจจัยด้านกายภาพ การออกแบบ และหลักการของ USEPA

ประเภทของงาน	วัสดุที่ศึกษา	ลำดับความสูญเสียของวัสดุ	ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ			ปัจจัยเนื่องจากการออกแบบ	หลักการของ USEPA
			โรงเก็บวัสดุ	สถานที่กองเก็บหน้าโครงการ	พื้นที่ในการทำงาน		
งานพื้น	กระเบื้องปูพื้น	4	-	- เบิกมาเกินจำเป็น - กองเก็บไม่เป็นระเบียบ - ไม่เก็บเศษวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ - พื้นที่เปิด อาจทำให้สูญหาย	- พื้นที่เปิดทำให้วัสดุอาจสูญหาย - ทักษะของช่าง - การวางแผนและการจัดลำดับของงาน	- ขนาดของวัสดุไม่ลงตัวกับการออกแบบพื้นที่	- Material Substitution - Change in Operation Setting - Procedural Measures - Management Practices - Production Change
	กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำ	5	-	- เบิกมาเกินจำเป็น - กองเก็บไม่เป็นระเบียบ - ไม่เก็บเศษวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ - พื้นที่เปิด อาจทำให้สูญหาย	- พื้นที่เปิดทำให้วัสดุอาจสูญหาย - ทักษะของช่าง - การวางแผนและการจัดลำดับของงาน	- ขนาดของวัสดุไม่ลงตัวกับการออกแบบพื้นที่ - การใช้รูปแบบกระเบื้องที่หลากหลาย	- Material Substitution - Change in Operation Setting - Procedural Measures - Management Practices - Production Change
	ไม้ลามิเนตปูพื้น	3	-	-	-	- ขนาดของวัสดุไม่ลงตัวกับการออกแบบ	- Material Substitution - Production Change
งานผนัง	กระเบื้องปูผนัง	2	-	- เบิกมาเกินจำเป็น - กองเก็บไม่เป็นระเบียบ - ไม่เก็บเศษวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ - พื้นที่เปิด อาจทำให้สูญหาย	- พื้นที่เปิดทำให้วัสดุอาจสูญหาย - ทักษะของช่าง - การวางแผนและการจัดลำดับของงาน	- การออกแบบโดยไม่คำนึงถึงขนาดของช่องเปิด และกระจก - ขนาดของวัสดุไม่ลงตัวกับการออกแบบพื้นที่ - การใช้แบบกระเบื้องที่หลากหลายในปริมาณน้อย ซึ่งยากต่อการนำไปใช้อีก	- Material Substitution - Process Change - Layout Change - Procedural Measures - Management Practices - Production Change
งานฝ้าเพดาน	ฝ้ายิปซัมขอบลาด	1	การรั่วซึม	- ผ้าคลุมสำหรับกันฝนสาด - พื้นที่เปิด อาจทำให้สูญหาย	- พื้นที่เปิดทำให้วัสดุอาจสูญหาย - ทักษะของช่าง - การวางแผนและการจัดลำดับของงาน	- ขนาดของวัสดุไม่ลงตัวกับการออกแบบพื้นที่	- Material Substitution - Layout Change - Change in Operation Setting - Procedural Measures - Management Practices - Production Change
	โครงคร่าวฝ้าเพดาน	6	-	-	-	- ขนาดของวัสดุไม่ลงตัวกับการออกแบบพื้นที่	- Production Change

4.1 หมวดงานพื้น

ผลจากการศึกษาหมวดงานพื้น พบว่า ลักษณะทางกายภาพของสถานที่เก็บวัสดุนั้น ไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียของวัสดุหมวดงานพื้น ส่วนในด้านของสถานที่กองเก็บหน้าโครงการ พบว่า การเบิกวัสดุมาเกินความจำเป็น การกองเก็บไม่เป็นระเบียบ ไม่มีการคัดแยกนำเศษวัสดุมาใช้ใหม่อีกครั้ง อีกทั้งสภาพของพื้นที่เป็นพื้นที่เปิด อาจทำให้เกิดความสูญเสียของวัสดุได้

ในส่วนด้านการออกแบบ พบว่า มีความสูญเสียโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 4.5 ถึง 5.6 ซึ่งเกิดจากการออกแบบไม่ลงตัวกับขนาดของวัสดุ และทำให้เกิดการตัดเศษวัสดุ

กระบวนการลดปริมาณ หรือกำจัดของเสียที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction) ของ USEPA ที่สามารถช่วยลดการเกิดเศษวัสดุได้ ตั้งแต่การควบคุมแหล่งกำเนิด (Source Control) โดยเริ่มจากการเปลี่ยนวัตถุดิบที่เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต โดยในที่นี้อาจเปลี่ยนขนาดของวัสดุที่ใช้ให้มีความเหมาะสมกับแบบก่อสร้างมากขึ้น แต่วิธีนี้ควรมีการจำลองแบบก่อสร้างควบคู่ด้วย จะทำให้ได้ผลที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนต่อมา คือ การปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีระเบียบ (Good Operating Practices) เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพของงาน และทัศนคติด้านเศษวัสดุก่อสร้างของแรงงาน โดยการกำหนดระเบียบการปฏิบัติงาน (Procedural Measure) ให้ชัดเจน และมีการให้รางวัลเพื่อเป็นแรงจูงใจในการทำงานที่ดี เช่น ระเบียบในการเก็บกองวัสดุหน้างาน ควรจัดให้มีการนำเศษวัสดุที่ตัดเหลือแล้ว แยกเก็บไว้สำหรับนำมาใช้อีก ซึ่งจะสามารถลดปริมาณเศษวัสดุที่เกิดขึ้นได้ส่วนหนึ่ง และลดปัญหาการขาดแคลนวัสดุระหว่างการทำงาน นอกจากนี้ การบริหารงาน (Management Practices) ควรมีการฝึกอบรมให้กับแรงงาน เนื่องจากปัจจัยสำคัญนอกเหนือจากฝีมือของช่างก่อสร้างแล้ว การสื่อสารที่ดีระหว่างผู้ควบคุมงานและช่างก่อสร้างจะทำให้เกิดความเข้าใจตรงกันในด้านผลลัพธ์ของงาน ซึ่งจะทำให้ได้ผลงานที่เป็นไปตามมาตรฐานของโครงการ และไม่ต้องรื้อแก้ไขในภายหลัง

ขั้นตอนสุดท้ายที่ USEPA เสนอ คือ การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ ในที่นี้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง (Product Substitution) กล่าวคือ การออกแบบโดยคำนึงถึงการตัดเศษของวัสดุ เป็นขั้นตอนที่ควรคำนึงถึงเป็นอันดับแรกในการออกแบบและการดำเนินงานก่อสร้าง เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อเนื่องกับกระบวนการทำงานอื่น ๆ ในการก่อสร้าง

4.2 หมวดงานผนัง

ผลจากการศึกษา พบว่า ลักษณะทางกายภาพของสถานที่เก็บวัสดุนั้น ไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียของวัสดุผนัง หมวดงานผนังมีการใช้วัสดุประเภทกระเบื้องเช่นเดียวกันกับงานพื้น จึงทำให้พบปัญหาเช่นเดียวกันในส่วนของสถานที่กองเก็บหน้าโครงการ นอกจากนี้ ยังพบปัญหาเรื่องของทักษะของช่างซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่โครงการกำหนด ทำให้ต้องมีการรื้อและแก้ไขงานในภายหลัง และความเสียหายหลังการติดตั้งวัสดุ เนื่องจากความผิดพลาดด้านการวางแผนเกี่ยวกับลำดับในการทำงานซึ่งส่งผลกระทบต่อกัน

ในส่วนของการออกแบบ พบว่า หมวดงานผนังมีความสูญเสียโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 4.8 ถึง 5.1 ซึ่งเกิดจากความไม่ลงตัวของขนาดวัสดุจากแบบก่อสร้าง

กระบวนการลดปริมาณ หรือกำจัดของเสียที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction) ในส่วนของการควบคุมแหล่งกำเนิด (Source Control) ประกอบไปด้วยการเปลี่ยนวัตถุดิบที่เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต โดยในที่นี้หมายถึงการเปลี่ยนขนาดของวัสดุที่ใช้ (กระเบื้อง) หรือลดความหลากหลายของรูปแบบวัสดุลง เนื่องจากงานผนังมักจะมีการใช้กระเบื้องหลากหลายรูปแบบเพื่อความสวยงาม การแบ่งพื้นที่ระหว่างพื้นที่แห้ง และพื้นที่เปียกภายในห้องน้ำ

ขั้นตอนต่อมา คือ การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต (Process Change) และการเปลี่ยนแปลงการวางแผน (Layout Change) โดยการวางแผนลำดับขั้นตอนการทำงานก่อนและหลังอย่างเป็นระบบมากขึ้นเพื่อป้องกันการสูญเสียจากงานที่ส่งผลกระทบต่อกัน เช่น ควรมีการติดตั้ง และการปรับระดับของบันไดสำเร็จรูปก่อน แล้วจึงติดตั้งกระเบื้องห้องน้ำชั้น 1 เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาแนวบันไดพาดกินพื้นที่เข้ามาในห้องน้ำ เป็นต้น

ในส่วนของด้านการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีความเป็นระเบียบ (Good Operating Practices) มีข้อปรับปรุงเช่นเดียวกับหมวดงานพื้น คือ การเปลี่ยนแปลงด้านการควบคุมคุณภาพของงานให้ได้ตามมาตรฐานของโครงการ การสร้างแรงจูงใจและทัศนคติด้านเศษวัสดุก่อสร้างของแรงงาน

สุดท้าย คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงแบบ (Product Substitution) ซึ่งจากการจำลองแบบก่อสร้าง พบว่าร้อยละของความสูญเสีย เนื่องจากความไม่ลงตัวของแบบก่อสร้างในหมวดงานผนัง สามารถปรับปรุงได้ด้วยการออกแบบโดยคำนึงถึงช่องเปิด ซึ่งมีมากทั้งประตู หน้าต่าง ระบายอากาศ และการติดกระจกเงาให้มีความพอดีกับระยะ

ของวัสดุ ซึ่งจะช่วยให้ความสูญเสียของวัสดุมีปริมาณลดลงได้

4.3 หมวดงานฝ้าเพดาน

ผลจากการสำรวจ พบว่า ลักษณะทางกายภาพของสถานที่เก็บวัสดุนั้น ควรมีการตรวจสอบซ่อมบำรุงสถานที่เก็บวัสดุในช่วงฤดูฝน เนื่องจากความชื้น และน้ำอาจทำให้วัสดุประเภทฝ้าเพดานเสียหายได้ เช่นเดียวกับสถานที่กองเก็บหน้าโครงการควรมีผ้าใบคลุมกันฝนที่จะสาดเข้ามา ในส่วนของพื้นที่ในการทำงาน พบว่า มีความผิดพลาดเนื่องจากผลกระทบจากงานอื่นทำให้ฝ้ายิปซัมเสียหายอีกด้วย

ในส่วนของการออกแบบ พบว่า หมวดงานฝ้าเพดานมีความสูญเสียของวัสดุมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 5.3 ถึง 5.8 โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากความไม่ลงตัวของขนาดวัสดุในแบบก่อสร้าง

กระบวนการลดปริมาณหรือกำจัดของเสียที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction) ของ USEPA ซึ่งสามารถช่วยลดการเกิดเศษวัสดุได้ ในส่วนของการควบคุมแหล่งกำเนิด (Source Control) ในกรณีของหมวดงานฝ้าเพดานซึ่งโครงการระบุเป็นฝ้าเพดานฉาบเรียบ การเปลี่ยนแปลงวัสดุนั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมาตรฐานของวัสดุฝ้ายิปซัมฉาบเรียบตามท้องตลาด คือ 1.20 x 2.40 เมตร

ขั้นตอนต่อมา คือ การเปลี่ยนแปลงการวางแผน (Layout Change) โดยการวางแผนลำดับขั้นตอนการทำงานก่อนหลังอย่างเป็นระบบมากขึ้นเพื่อป้องกันการสูญเสียจากงานที่ส่งผลกระทบต่อกัน เช่น การติดตั้งบันไดและการลดระดับของพื้นห้องน้ำที่อยู่ใต้บันได ต้องสอดคล้องกับการขังน้ำที่ห้องน้ำชั้น 2 ก่อนการติดตั้งฝ้าเพดานชั้นที่ 1 เพื่อป้องกันน้ำที่ซึมลงมาทำให้ฝ้าเสียหาย

ในส่วนของด้านการปรับปรุงกระบวนการทำงานที่ต้องมีระเบียบ (Good Operating Practices) มีข้อปรับปรุงเช่นเดียวกันกับหมวดงานพื้นและผนัง

สุดท้าย คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ (Product Substitution) สามารถแก้ไขโดยการออกแบบระยะของพื้นที่ให้สอดคล้องกับระยะของวัสดุเพื่อลดการตัดเศษวัสดุ หรือหากมีการตัดเศษวัสดุควรจะมีขนาดที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกครั้งหนึ่ง หรือการออกแบบโดยใช้วิธีประสานทางพิกัดของวัสดุแต่ละชนิด ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปริมาณเศษวัสดุของโครงการแล้ว ยังช่วยให้สามารถทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการตัดวัสดุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโครงการที่มีปริมาณการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแบบเดียวกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลชัดเจน และยังช่วยให้สามารถทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการตัดวัสดุเป็นจำนวนมาก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัยประเภททุนวิจัยทั่วไป ประจำปี 2554 และบริษัท พิวรรธนา จำกัด และบริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน) สำหรับข้อมูลในการวิจัย

References

Chen, Z., Li, H., & Wong, C. T. C. (2002). An application of bar-code system for reducing construction wastes. *Automation in Construction, 1*(5), 521–533.

Faniran, O. O., & Caban, G. (1998). Minimizing waste on construction project sites. *Engineering Construction and Architectural Management, 5*(2), 182-188.

Ferguson, J., Kermode, N., Nash, C. L., Sketch, W. A. J., & Huxford, R. P. (1995). *Managing and minimizing construction waste: A practical guide.* Institute of Civil Engineers, London.

Gavilan, R. M., & Bernold, L. E. (1994). Source evaluation of solid waste in building construction. *Journal of Construction Engineering and Management, 120*(3), 536-552.

Hanisch, J. (1991). Aspects of processing techniques for recycling of bulk material. *Mineral Processing, 32*(1), 10-17.

Karim, K., & Marosszeky, M. (1999). *Waste minimisation in comercial construction: A handbook for training of supervisors.* Australian Centre for Construction Innovation, New South Wales.

Kokkaew, N. (2002). *การศึกษาแนวทางในการลดปริมาณของเสียจากการก่อสร้างในประเทศไทย* [A study of a guideline for minimizing construction waste in Thailand]. Master of Engineering Thesis, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

National Statistical Office of Thailand. (2004). *การสำรวจอุตสาหกรรมก่อสร้างทั่วราชอาณาจักร* [Survey of the construction industry in Thailand]. Bangkok, Thailand: Author.

Peungdokmai, K. (2002). *วิธีการคาดคะเนปริมาณขยะก่อสร้างที่เกิดขึ้นในหน่วยงาน* [A methodology for forecasting construction waste generated on sites]. Master of Engineering Thesis, Faculty of Engineering, Thammasat University, Pathumthani, Thailand.

Pollution Control Department. (2010). *องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่กรุงเทพมหานคร* [Types and quantity of wastes in Bangkok]. Retrieved August, 11, 2010, from http://www.pcd.go.th/count/wastedl.cfm?FileName=waste_volumn.xls

Poon, C. S., Yu, Ann T. W., & Ng, L. H. (2003). Comparison of low-waste building technologies adopted in public and private housing project in Hong Kong. *Engineering, Construction and Architectural Management, 10*(2), 88-98.

United States Environmental Protection Agency [USEPA]. (1988). *Waste minimization opportunity assessment manual.* Ohio: USEPA.