บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

อภิปรายผล

จากแนวคิดที่ว่าวัสดุที่เหลือจากการผลิตเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการจัดซื้อ และถ้าหากเก็บไว้แล้วไม่มีการนำกลับมาใช้ใหม่จะส่งผลต่อต้นทุนการจัดเก็บอีกทางหนึ่งด้วย ความพยายามในการที่จะใช้วัสดุที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือการจัดซื้อเท่าที่ใช้จริงเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน ในการตัดเหล็กเพื่อใช้ในการผลิตเสาโทรคมนาคมนั้น การทำให้เหล็กเหลือเศษน้อยที่สุดส่งผลโดยตรงต่อจำนวนเหล็กที่ใช้ในการผลิต และการที่สามารถทำให้เหล็กเส้นใด ๆ ไม่เหลือเศษหรือเหลือความยาวเศษเพียงเล็กน้อยจะช่วยให้ง่ายต่อการกำจัดเศษเหล่านั้นทิ้ง การลดต้นทุนตั้งแต่ขั้นตอนการจัดซื้อนั้นนับว่าเป็นการลดต้นทุนที่ทำได้ค่อนข้างได้ผลเป็นรูปธรรมมากกว่าการลดต้นทุนในส่วนอื่น ๆ และเป็นการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันตั้งแต่จุดเริ่มของกระบวนการ

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์จากเหล็กในปัจจุบันยังไม่เกิดประโยชน์เท่าที่ควรและควรปรับปรุงการจัดทำรายการตัดเหล็กใหม่ เนื่องจากต้นทุนการจัดซื้อในปัจจุบันสูงกว่าผลที่ได้จากแบบจำลองในกรณีที่ใช้เหล็กความยาว 6 เมตร เท่ากันประมาณ 1.10% โดยน้ำหนัก และมีจำนวนเศษเหล็กมากกว่าผลที่ได้จากแบบจำลอง 36.52%

2. การเปลี่ยนมาใช้เหล็กดิบความยาว 12 เมตร เป็นวัตถุดิบในการผลิต สามารถลดต้นทุนการจัดซื้อได้ประมาณ 10.14%โดยน้ำหนัก หรือประมาณ 1.2 ตัน ต่อ 1 หน่วยการผลิต และจำนวนของเศษเหล็กลดลงประมาณ 87.82% ซึ่งทำให้พื้นที่และต้นทุนการจัดเก็บวัสดุลดลง โดยเปรียบเทียบกับการใช้เหล็กดิบความยาว 6 เมตร ที่ใช้ในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าการเปลี่ยนความยาวเหล็กดิบจาก 6 เมตร เป็น 12 เมตร จะช่วยลดต้นทุนการสั่งซื้อเหล็กได้ประมาณ 10.14% ก็ตาม ในการนำผลไปปฏิบัติจะต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น ขนาดพื้นที่ในการทำงาน อุปกรณ์และเครื่องมือในการยกขนซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังในการยกขนมากขึ้น ทั้งในส่วนของน้ำหนักต่อหน่วยของวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นและการแอ่น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตัวของเหล็กขณะเคลื่อนย้าย ความสะดวกในการจัดซื้อจัดหา เพราะเหล็กความยาว 12 เมตร อาจจะมีระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าจากผู้ผลิตมากขึ้น ตลอดจนความพร้อมขององค์กรต่อการเปลี่ยนแปลง เพราะการลดต้นทุนบางอย่างนั้นอาจส่งผลกระทบต่อต้นทุนส่วนอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นจะต้องพิจารณาต้นทุนโดยรวมทั้งระบบเป็นหลัก

แนวคิดดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้ในภาคส่วนอื่น ๆ เช่น ธุรกิจก่อสร้าง ที่อาจจะนำไปประยุกต์ใช้กับงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เช่น การตัดเหล็ก (Reinforcing Steel) ให้เหลือเศษน้อยที่สุด หรือ การตัดเหล็กสำหรับเชื่อมประกอบโครงเหล็กถัก (Truss) ของโครงสร้างหลังคาตลอดจน งานเฟอร์นิเจอร์ไม้ต่าง ๆ ที่ต้องตัดไม้ให้เหลือเศษวัสดุน้อยที่สุด เป็นต้น

สิ่งที่ควรพิจารณาอีกประการ คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากกรณีศึกษานี้เป็นผลที่เกิดจากผลรวมของเศษเหล็กทุก ๆ เส้นของฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพียงสมการเดียว ซึ่งความยาวเศษเหล็กแต่ละเส้นนั้นเป็นเรื่องที่ควบคุมได้ยาก เช่นผลรวมของความเศษเหล็กเท่ากับ 3 เมตร ซึ่งอาจจะเกิดจาก 3 +0 เมตร หรือ 1.5 +1.5 เมตร ในทางปฏิบัติแล้วการเหลือเศษยาว 3 เมตร เพียงชิ้นเดียวจะมีประโยชน์ต่อการนำกลับไปใช้ใหม่ได้มากกว่า ซึ่งการที่จะเพิ่มเงื่อนไขของช่วงความยาวเศษเหล็กลงในแบบจำลองนั้น บางครั้งอาจทำให้ไม่สามารถหาผลลัพธ์ของปัญหาได้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากข้อจำกัดในการสร้างแบบจำลองที่เราไม่สามารถนำเอาปัญหาทุกอย่างใส่ไว้ในแบบจำลองเดียวกันได้

ในการหาผลลัพธ์ของปัญหาชนิดอินทีเจอร์โปรแกรมนั้นควรทดลองใช้เทคนิค LP Relaxation ก่อนว่าสามารถนำมาใช้ได้หรือไม่ ในบางครั้งอาจไม่จำเป็นจะต้องหาผลลัพธ์ของปัญหาออกมาภายในครั้งเดียว เพราะบางปัญหานั้นมีจำนวนตัวแปรมากเกินไปจนไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ ในทางปฏิบัติหากไม่สามารถหาผลลัพธ์ออกมาได้ ปัญหาที่กำหนดค่าตัวแปรแบบอินทีเจอร์นั้นควรทำให้มีจำนวนตัวแปรการตัดสินใจน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้การหาผลลัพธ์ทำได้ง่ายขึ้น แบบจำลองในกรณีศึกษานี้จึงใช้วิธีแบ่งส่วนย่อย ๆ ในการหาผลลัพธ์เนื่องจากลักษณะของปัญหาดังกล่าวใช้เหล็กความยาวเท่ากันทุกเส้นในการผลิต และการที่ทำให้เหล็กแต่ละเส้นเหลือเศษน้อยที่สุดจะส่งผลต่อค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ไม่แตกต่างจากคำตอบที่ดีที่สุดมากนัก ซึ่งอาจจะแตกต่างกันเฉพาะลักษณะการกระจายตัวของค่าตัวแปรเท่านั้น จึงหาผลลัพธ์โดยกำหนดให้ใช้เหล็กดิบครั้งละประมาณ 10 เส้นต่อเนื่องกันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อลดจำนวนตัวแปรในการคำนวณ โดยเปลี่ยนเงื่อนไขจาก $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = q_i$ เป็น $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \le q_i$ จากนั้นหาผลลัพธ์ของตัวแปร x_{ij} ของแต่ละครั้ง สำหรับค่าตัวแปรมีค่าเท่ากับ 1, ในการคำนวณครั้งถัดไปนั้น ลำดับที่ i ของตัวแปรดังกล่าวจะถูกตัดออกจากแบบจำลอง แล้วทำการคำนวณหาค่าตัวแปรส่วนที่เหลือ โดยใช้วิธีการเดียวกันนี้ซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนกว่าจะได้จำนวนชิ้นงานครบตามจำนวนที่ต้องผลิต วิธีดังกล่าวจะทำให้การคำนวณแต่ละครั้งมีจำนวนตัวแปรการตัดสินใจลดลง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อเสียของแบบจำลองที่ใช้

ข้อเสียของการสร้างแบบจำลองในกรณีศึกษานี้ส่วนหนึ่งเกิดจากข้อจำกัดของโปรแกรม MATLAB ที่ต้องกำหนดค่าตัวแปรแบบไบนารี ซึ่งจำนวนของชิ้นงาน (q_i)ในใบแสดงรายการวัสดุโดยส่วนใหญ่มีจำนวนเท่ากับ 4 ชิ้น จึงต้องมีการกระจายค่าของ q_i ในแบบจำลองให้มีค่าเป็น 1 ทั้งหมดเพื่อให้รหัสชิ้นงานเดียวกันมีโอกาสถูกเลือกให้อยู่ในเหล็กดิบเส้นเดียวกัน หรือป้องกันการเกิดปัญหาในกรณีดัง เช่น $l_i = 2500$ มม. , $q_i = 2$ ชิ้น ถ้าใช้เหล็กดิบเพียงเส้นเดียวจะไม่สามารถหาคำตอบได้ ต้องใช้เหล็กถึง 2 เส้น และค่าตัวแปรตัดสินใจจะกระจายตัวอยู่ที่เหล็กทั้ง 2 เส้น ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วใช้ควรเหล็กเพียงเส้นเดียวในการผลิต รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 แสดงการกระจายตัวของตัวแปรและการกำหนดรูปแบบปัญหาที่เหมาะสม

รหัส	l_i	q_i	เส้นที่ 1: 6000×(1)	เส้นที่ 2: 6000×(1)
EX1	2500	2	$X_{11} = 1$	$X_{12} = 1$
ความยาวเศษเหล็ก (มม.)			3500	3500

ดังนั้นควรปรับเปลี่ยนโครงสร้างของแบบจำลองใหม่ดังนี้

รหัส	l_i	q_i	เส้นที่1:6000×(1)	เส้นที่ 2: 6000×(0)
EX1	2500	1	$X_{11} = 1$	$X_{12} = 0$
EX1	2500	1	$X_{21} = 1$	$X_{22} = 0$
ความยาวเศษเหล็ก (มม.)			1000	0

ด้วยเหตุดังกล่าวนี้เมื่อมีการกระจายค่าของ q_i จึงทำให้ปัญหาของกรณีศึกษานี้มีจำนวนตัวแปรการตัดสินใจเพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่าเมื่อเทียบกับการสร้างแบบจำลองอินทีเจอร์โปรแกรมโดยทั่วไป

ข้อเสียของการใช้โปรแกรม MATLAB

เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวถูกพัฒนาในลักษณะการประยุกต์ใช้งานกับระบบเมตริก ซึ่งการป้อนข้อมูลในรูปแบบของเมตริกนั้นต้องป้อนให้ครบทุกค่าของสมาชิกในแต่ละแถว ในกรณีที่ปัญหามีจำนวนตัวแปรจำนวนมาก ๆ ทำให้การป้อนข้อมูลทำได้ยากขึ้นและมีโอกาสป้อนข้อมูลผิดพลาดได้ง่าย เช่น ปัญหาจำนวน 2,000 ตัวตัวแปร ($y_1, y_2, y_3, ..., y_{2000}$) จะต้องป้อนข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรให้ครบทั้ง 2,000 ตัว เช่นสมการ $y_1 = 1$ จะต้องป้อนข้อมูลในเมตริก Aeq

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ที่เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร y_1 คือ 1 แล้วตามด้วย ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร y_2 ไปจนถึง y_{2000} ที่มีค่าเท่ากับ 0 เป็นจำนวน 1,999 ตัวตามลำดับ ซึ่งจะแตกต่างจากการป้อนข้อมูลในโปรแกรม LINDO ที่สามารถป้อนข้อมูลในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้โดยตรงทำให้ง่ายต่อการทำงานและสามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลได้ง่าย

อย่างไรก็ตามโปรแกรม MATLAB นั้นมีการนำมาใช้ในประเทศไทยอย่างแพร่หลายและสามารถจัดหาได้ง่าย ในขณะที่โปรแกรม LINDO นั้นยังไม่เป็นที่รู้จักกันมากนักในประเทศไทยและมีราคาค่อนข้างสูง

แนวทางการศึกษาต่อ

1. ทำการศึกษาครอบคลุมไปถึงวัสดุอื่น ๆ เช่น แผ่นเหล็กยึดโครงสร้าง วัสดุที่ใช้ในระบบบันได (Climbing Facilities) ซึ่งมีผลต่อกรณีของการผลิตในจำนวนมาก ๆ (Lot Size) และมีความจำเป็นที่จะต้องนำเศษเหล็กที่เหลือจากการผลิตแต่ละครั้งมาพิจารณาด้วยก่อนการผลิตครั้งต่อ ๆ ไป เพราะนอกจากจะช่วยลดต้นทุนการจัดซื้อแล้วยังเป็นการลดจำนวนเศษเหล็กที่จัดเก็บเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. ทำการศึกษาในเชิงลึก เกี่ยวข้องกับ ต้นทุนการจัดเก็บวัตถุดิบ(Storage Cost) ต้นทุนเกี่ยวกับการยกขนและเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling Cost) ผลกระทบทางด้านวงรอบเวลา (Cycle Time) หรือผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนความยาวเหล็กดิบสำหรับการผลิต ซึ่งประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อต้นทุนการผลิตโดยรวม เพื่อเป็นการสนับสนุนผลการศึกษาว่าการเปลี่ยนแปลงความยาวของเหล็กฉากนั้นไม่ได้ไปเพิ่มต้นทุนแก่กิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. ศึกษาเกี่ยวกับการจัดผังโรงงาน (Plant Layout) เพื่อให้การจัดลำดับงานการเคลื่อนย้ายวัสดุ ตามสายการผลิตมีความต่อเนื่องและใช้ระยะทางที่สั้นที่สุด ตลอดจนเป็นการลดกิจกรรมการเคลื่อนย้ายที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่าง ๆ เช่นการเคลื่อนย้ายกองวัสดุ การเคลื่อนย้ายชิ้นงานเพื่อรอการบรรจุ รวมถึงการวางแผนในการจัดวางชิ้นงานในการขนส่งที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University