บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ ได้มุ่งเน้นการลดจำนวนและความยาวของเศษเหล็กที่เหลือจากการตัดเป็นชิ้นงานในขั้นตอนการผลิต เพื่อนำไปสู่การลดต้นทุนการสั่งซื้อเหล็ก และเศษเหล็กที่เหลือจากการตัดแต่ละครั้งจะถูกเก็บไว้เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อเป็นการช่วยลดต้นทุนการในการผลิตครั้งต่อไป จากการศึกษาได้ผลออกมาดังนี้

รูปแบบและปัญหาของการใช้วัสดุในปัจจุบัน

ในปัจจุบันใช้เหล็กดิบความยาว 6 เมตรเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิต ซึ่งผลการศึกษาได้แบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

การจัดทำรายการตัดเหล็ก

ในการจัดทำรายการตัดเหล็กนั้นจะแยกทำรายการตามเหล็กแต่ละขนาด และเรียงความยาวของชิ้นงานจากมากไปหาน้อย สำหรับเหล็กแต่ละขนาด ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. สำหรับเหล็กแต่ละขนาดที่มีชิ้นงานยาวกว่า 3 เมตรขึ้นไป ชิ้นงานดังกล่าวจะถูกเลือกสำหรับเหล็กดิบแต่ละเส้นในอัตราส่วน 1 : 1 จากนั้นกำหนดชิ้นงานอื่น ๆ ลงไปในเหล็กแต่ละเส้น โดยให้ผลรวมของความยาวชิ้นงานมีค่าใกล้เคียง 6 เมตร มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือพยายามให้เหลือเศษ น้อยกว่าชิ้นงานที่สั้นที่สุด ($l_i$min) ด้วยวิธีสุ่มเลือก จากนั้นจึงกำหนดรายการตัดเหล็กของชิ้นงานที่เหลือด้วยวิธีการเดียวกันนี้ โดยต้องไม่ขัดกับเงื่อนไขของจำนวนและความยาวของชิ้นงาน

2. สำหรับเหล็กฉากขนาดใด ๆ ที่ไม่มีชิ้นงานยาวกว่า 3 เมตร จะเริ่มกำหนดจากชิ้นงานที่ยาวที่สุดที่มีอยู่ในใบแสดงรายการวัสดุจากนั้นสุ่มเลือกชิ้นงานอื่น ๆ ที่ทำให้ผลรวมของความยาวชิ้นงานมีค่าใกล้เคียงกับ 6 เมตร หรือให้เหลือเศษน้อยกว่าชิ้นงานที่สั้นที่สุด โดยชิ้นงานที่ยาวกว่าจะถูกพิจารณาก่อนชิ้นที่สั้นกว่าเสมอ และต้องไม่ขัดกับเงื่อนไขของจำนวนและความยาวชิ้นงาน ซึ่งทำในลักษณะ เช่นเดียวกันกับหัวข้อที่ 1

เศษเหล็กที่เหลือจากการตัดจะถูกจัดเก็บไว้เพื่อรอการถูกนำกลับไปใช้เพื่อการผลิตครั้งต่อไป โดยมีเกณฑ์พิจารณา คือ ความยาวเศษเหล็กต้องยาวไม่น้อยกว่าชิ้นงานที่สั้นที่สุดของเหล็กขนาดนั้น ๆ หรือยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร ในกรณีที่ชิ้นงานที่สั้นที่สุดมีความยาวมากกว่า 1 เมตร ทั้งนี้เพื่อเก็บไว้สำหรับการนำไปผลิตเป็นเสาโทรคมนาคมชนิด Self-Supporting Tower- Type N ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด (Cross-Section) ของเสาขนาด 1 เมตร × 1 เมตร กล่าวคือ ความยาวเศษเหล็กที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$\geq l_i \min$ หรือ 1000 มิลลิเมตร สำหรับเหล็กแต่ละขนาด (เลือกค่าที่น้อยกว่า) จะถูกจัดเก็บเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ในโอกาสต่อไป และเศษเหล็กที่มีความยาวต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าวจะถูกกำจัดทิ้ง

สภาพปัญหาในปัจจุบัน

จากการศึกษาพบว่าในปัจจุบันมีจำนวนเศษเหล็กที่เหลือเก็บเป็นจำนวนมาก และสัดส่วนที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่มีน้อยมาก ซึ่งกล่าวโดยสรุปดังนี้

1. เสาโทรคมนาคม Type N มีปริมาณการผลิตน้อยเนื่องจากเป็นเสาที่มีข้อจำกัดด้านความสูง (โดยส่วนใหญ่ไม่เกิน 34 เมตร เป็นผลมาจากเสถียรภาพของเสา) ในขณะที่ความสูงของเสาโทรคมนาคมส่วนใหญ่มีความสูงตั้งแต่ 42 เมตร ไปจนถึง 100 เมตร ส่งผลให้จำนวนเศษเหล็กที่ถูกนำกลับไปใช้ใหม่มีปริมาณที่น้อยมาก

2. การนำเศษเหล็กมาใช้ใหม่มักเลือกจากเศษที่ยาวก่อนเศษที่สั้นกว่าเพราะเป็นความยาวที่เพียงพอต่อการใช้งาน สามารถหยิบใช้โดยไม่ต้องวัดความยาวเพื่อตรวจสอบว่ามีความยาวพอสำหรับการผลิตเป็นชิ้นงานหรือไม่

3. มีเศษเหล็กที่เหลือจากการผลิตแต่ละหน่วยการผลิตในปริมาณที่มาก ในขณะที่ปริมาณเศษเหล็กที่ถูกนำกลับไปใช้ใหม่มีปริมาณที่น้อยมาก จึงเกิดความไม่สมดุล

4. วิธีการจัดทำรายตัดเหล็กในปัจจุบันที่ใช้วิธีการสุ่มเลือก ไม่มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งาน โดยเฉพาะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเกี่ยวกับจำนวน หรือความยาวของชิ้นงาน ในกรณีของการผลิตเสาโทรคมนาคมขนาดอื่น ๆ หรือรูปทรงอื่น ๆ และการเปลี่ยนความยาวเหล็กดิบเป็น 12 เมตร จะทำให้การสุ่มเลือกในการจัดทำรายการตัดเหล็กทำได้ยากกว่ากรณีที่ใช้เหล็กดิบความยาว 6 เมตร อย่างเห็นได้ชัด จึงขาดการตอบสนองที่ดีจากผู้ปฏิบัติ

5. ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยด้านค่าแรง ค่าวัสดุ และค่าขนส่ง ที่สูงขึ้น ประกอบกับมีการแข่งขันที่รุนแรงมากขึ้นทั้งด้านราคาและด้านเวลาทำให้ราคาจำหน่ายสินค้าลดลงในขณะที่การขยายตัวของตลาดธุรกิจดังกล่าวมีแนวโน้มลดลง

ผลการศึกษาหลังการใช้แบบจำลอง

ผลของการศึกษาจะเปรียบเทียบในส่วนของ จำนวนเศษเหล็กที่จัดเก็บเพื่อการนำกลับไปใช้ใหม่ และเปรียบเทียบต้นทุนการจัดซื้อทั้งก่อนและหลังการศึกษา โดยผลของการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ใช้เหล็กความยาว 6 เมตร เช่นเดียวกับที่ใช้ในการผลิตในปัจจุบัน และกรณีที่ใช้เหล็กฉากความยาว 12 เมตร เป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งได้ผลดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เปรียบเทียบจำนวนเศษเหล็กที่เหลือจากการตัด

เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบจำนวนของเศษเหล็กที่จัดเก็บเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ โดยเปรียบเทียบจากข้อมูลรายการตัดเหล็กปัจจุบันกับรายการตัดเหล็กที่ได้จากการสร้างแบบจำลองโดยใช้เหล็กความยาว 6 เมตร และ 12 เมตร ตามลำดับ ได้ผลดังนี้ (หน่วยเป็น ชิ้น)

ตารางที่ 4-1 แสดงจำนวนของเศษเหล็กที่จัดเก็บเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต

ลำดับ	ขนาดเหล็ก	เกณฑ์ความยาวในการจัดเก็บ (มม.)	ก่อนใช้แบบจำลอง	หลังการใช้แบบจำลอง		ผลต่างเทียบกับก่อนใช้แบบจำลอง	
			เหล็ก 6 ม.[1]	เหล็ก 6 ม.[2]	เหล็ก 12 ม.[3]	เหล็ก 6 ม.[2-1]	เหล็ก 12 ม.[3-1]
1	L130×130×12	≥660	1	1	1	0	0
2	L130×130×9	≥438	1	2	1	1	0
3	L100×100×7	≥200	1	1	1	0	0
4	L90×90×7	≥1000	0	0	2	0	2
5	L75×75×6	≥50*	71	56	3	-15	-68
6	L65×65×6	≥996	3	0	2	-3	-1
7	L65×65×5	≥1000	18	9	1	-9	-17
8	L50×50×4	≥147	18	2	1	-16	-17
9	L40×40×5	≥500	1	1	1	0	0
10	L40×40×3	≥372	1	1	1	0	0
รวมจำนวนเศษเหล็ก: (%ที่ลดลง)			115	73	14	(36.52%)	(87.82%)

หมายเหตุ: L75×75×6 ความยาว 50 มม. เป็นตัวหนีบ (Clip) เหล็กตะแกรงรองพื้นชานพัก (Working Area)

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ารายการตัดเหล็กที่ได้จากการสร้างแบบจำลองโดยใช้เหล็กดิบความยาว 6 เมตร ทำให้จำนวนเศษเหล็กลดลง 36.52% และในกรณีที่ใช้เหล็กฉากความยาว 12 เมตร จะทำให้เศษเหล็กลดลงมากถึง 87.82% ซึ่งทำให้ง่ายต่อการบริหารจัดการเศษเหล็ก ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนมาใช้เหล็กดิบความยาว 12 เมตร เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตชิ้นงาน

เปรียบจำนวนเหล็กฉากที่ใช้ในการผลิต

จำนวนเหล็กดิบที่ใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานของเหล็กขนาดต่าง ๆ เปรียบเทียบระหว่างจำนวนที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งใช้เหล็กดิบความยาว 6 เมตร กับผลที่ได้จากแบบจำลองโดยใช้ความยาวเหล็กดิบ 6 เมตร และ 12 เมตร ตามลำดับ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบจำนวนเหล็กฉากที่ใช้ในการผลิตก่อนและหลังการใช้แบบจำลอง

ลำดับ	ขนาดเหล็ก	ก่อน(6 ม.)	หลัง(6 ม.)	หลัง(12 ม.)	หน่วย	หมายเหตุ
1	L130×130×12	11	11	5	เส้น	
2	L130×130×9	12	12	6	เส้น	
3	L100×100×7	5	5	3*	เส้น	*เส้นที่ 3 เหลือเศษ 9.800 ม.
4	L90×90×7	4	4	2	เส้น	
5	L75×75×6	84	84	32	เส้น	
6	L65×65×6	**35**	**34**	17	เส้น	
7	L65×65×5	**50**	**48**	23*	เส้น	*เส้นที่ 23 เหลือเศษ 7.433 ม.
8	L50×50×4	**62**	**61**	31*	เส้น	*เส้นที่ 31 เหลือเศษ 9.354 ม.
9	L40×40×5	**59**	**58**	29*	เส้น	*เส้นที่ 29 เหลือเศษ 6.770 ม.
10	L40×40×3	18	18	9*	เส้น	*เส้นที่ 9 เหลือเศษ 6.234 ม.

จากข้อมูลในตารางที่ 4-2 สามารถสรุปรายการสั่งซื้อเหล็กดิบเพื่อใช้สำหรับการผลิต เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับ 1 หน่วยการผลิต ได้ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 สรุปรายการสั่งซื้อเหล็กฉากเพื่อใช้ในการผลิตชิ้นงาน

ลำดับ	ขนาดเหล็ก	ความยาว	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
1	L130×130×12	12 เมตร	5	เส้น	ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง
2	L130×130×9	12 เมตร	6	เส้น	จำนวนของเหล็กฉาก
3	L100×100×7	12 + (6) เมตร	2 + (1)	เส้น	ความยาว 6 เมตร
4	L90×90×7	12 เมตร	2	เส้น	
5	L75×75×6	12 เมตร	32	เส้น	
6	L65×65×6	12 เมตร	17	เส้น	
7	L65×65×5	12 + (6) เมตร	22+ (1)	เส้น	
8	L50×50×4	12 + (6) เมตร	30+ (1)	เส้น	
9	L40×40×5	12 + (6) เมตร	28+ (1)	เส้น	
10	L40×40×3	12 + (6) เมตร	8+ (1)	เส้น	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เปรียบเทียบต้นทุนการสั่งซื้อ

เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 4-2 สำหรับเหล็กความยาว 6 เมตร ทั้งก่อนและหลังการศึกษากับข้อมูลรายการสั่งซื้อเหล็กในตารางที่ 4-3 ซึ่งใช้เหล็กความยาว 12 เมตร เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต มาเปรียบต้นทุนวัตถุดิบ ได้ผลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตก่อนและหลังการใช้แบบจำลอง

ลำดับ	ขนาดเหล็ก	น้ำหนักเหล็ก (กก./ม.)	ราคาต่อเส้น (6 ม.) (บาท)	ก่อนใช้แบบจำลอง ราคา (6 ม.) (บาท)	ก่อนใช้แบบจำลอง น้ำหนัก (6 ม.) (กก.)	หลังใช้แบบจำลอง ราคา (6 ม.) (บาท)	หลังใช้แบบจำลอง น้ำหนัก (6 ม.) (กก.)	หลังใช้แบบจำลอง ราคา (ตาราง 4.3) (บาท)	หลังใช้แบบจำลอง น้ำหนัก (ตาราง 4.3) (กก.)
1	L130×130×12	23.40	2,617	28,787	1,544.40	28,787	1,544.40	26,170	1,404.00
2	L130×130×9	17.90	1,942	23,304	1,288.80	23,304	1,288.80	23,304	1,288.80
3	L100×100×7	10.70	1,250	6,250	321.00	6,250	321.00	6,250	321.00
4	L90×90×7	9.59	1,073	4,292	230.16	4,292	230.16	4,292	230.16
5	L75×75×6	6.85	790	66,360	3,452.40	66,360	3,452.40	50,560	2,630.40
6	L65×65×6	5.91	670	23,450	1,241.10	22,780	1,205.64	22,780	1,205.64
7	L65×65×5	5.00	650	32,500	1,500.00	31,200	1,440.00	29,250	1,350.00
8	L50×50×4	3.06	350	21,700	1,138.32	21,350	1,119.96	21,350	1,119.96
9	L40×40×5	2.95	331	19,529	1,044.30	19,198	1,026.60	18,867	1,008.90
10	L40×40×3	1.83	205	3,690	197.64	3,690	197.64	3,485	186.66
รวมทั้งสิ้น				**229,862**	11,958.12	**227,211**	11,826.60	**206,308**	10,745.52
ผลต่างเมื่อเทียบกับก่อนใช้แบบจำลอง						-2,651	-131.52	-23,554	-1,212.6
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ลดลง (Saving)						1.15%	1.10%	10.25%	10.14%

หมายเหตุ: ในการคำนวณต้นทุนจัดซื้อราคาเหล็กดิบความยาว 12 เมตร เป็นสองเท่าของเหล็กความยาว 6 เมตร

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าต้นทุนวัตถุดิบ ต่อ 1 หน่วยการผลิตในปัจจุบันสูงกว่าผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองในกรณีที่ใช้ความยาวเหล็กดิบ 6 เมตรเท่ากัน ประมาณ 1.15% โดยราคา (ประมาณ 2,651 บาท) หรือ 1.10% โดยน้ำหนัก (ประมาณ 130 กก.) และมีต้นทุนที่สูงกว่ากรณีที่ใช้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เหล็กฉากความยาว 12 เมตรเป็นวัตถุดิบหลักประมาณ 10.25% โดยราคา (ประมาณ 23,554 บาท) หรือ คิดเป็น 10.14% โดยน้ำหนัก (ประมาณ 1,200 กก.)

แม้ว่าราคาของเหล็กฉากจะเปลี่ยนแปลงตามกลไกของตลาด แต่เมื่อเปรียบเทียบในสัดส่วนตัวเลขของน้ำหนักเหล็กแล้วพบว่าเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากการกำหนดราคาจำหน่ายเหล็กรูปพรรณจะอ้างอิงกับฐานของน้ำหนัก ในปัจจุบันราคาเหล็กรูปพรรณเฉลี่ยประมาณ 20 บาท/ กิโลกรัม ดังนั้นผลต่างโดยประมาณ 1,200 กก. คิดเป็นราคาประมาณ 24,000 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ใกล้เคียงกับผลที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 4-4

ในกรณีที่มีผลิตในปริมาณที่มากเช่น 10 หน่วยการผลิต ถ้าใช้ข้อมูลการสั่งซื้อเหล็กในตารางที่ 4-3 จะสามารถประหยัดต้นทุนการจัดซื้อได้ประมาณ 12.12 ตัน โดยน้ำหนัก เมื่อเทียบกับรายการสั่งซื้อเหล็กที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทั้งนี้ยังไม่รวมกับต้นทุนที่ประหยัดได้จากการนำเศษเหล็กกลับมาใช้ใหม่

นอกจากนั้นผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่า ในกรณีของขนาดเหล็กฉากที่มีความยาวชิ้นงานส่วนใหญ่มากกว่า 3000 มม. ($l_i > 3000$) การใช้เหล็กดิบความยาว 6 เมตร สำหรับการผลิต จะทำให้เกิดเศษเหล็กเป็นจำนวนมาก เช่น เหล็กฉากขนาด L75×75×6 ($l_i > 3000 = 84$ ชิ้น ซึ่งต้องใช้เหล็กดิบความยาว 6 เมตร จำนวน 84 เส้น) และชิ้นงานส่วนใหญ่มีความยาวระหว่าง 2476 – 5768 มม. แต่เศษเหล็กที่เหลือจากการตัดมีช่วงความยาวระหว่าง 1350 – 2460 มม. จึงไม่สามารถนำกลับไปใช้สำหรับการผลิตเสาโทรคมนาคมชนิดเดียวกันนี้ในครั้งต่อไปได้แม้ว่าจะเป็นเศษเหล็กที่ค่อนข้างยาวก็ตาม กรณีดังกล่าวถ้าใช้เหล็กดิบความยาว 12 เมตร จะใช้เพียง 32 เส้นเท่านั้น

กล่าวโดยสรุป คือ ในการผลิตเสาโทรคมนาคมในปัจจุบัน ควรมีการปรับปรุงรายการตัดเหล็กใหม่เพื่อให้จำนวนเศษเหล็กลดลงและเป็นการลดต้นทุนการจัดซื้อ การเปลี่ยนความยาวเหล็กดิบเพื่อใช้ในการผลิตจากความยาว 6 เมตร เป็น 12 เมตร นับว่าเป็นทางเลือกที่น่าสนใจอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถลดจำนวนของเศษเหล็กและต้นทุนการสั่งซื้อได้ในปริมาณที่ค่อนข้างมาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University