สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การตรวจสอบแบบจำลองและการวิเคราะห์ผล

งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจในการทำงานจริง ดังนั้น ก่อนที่จะมีการนำแบบจำลองดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ จึงควรจะต้องมีการตรวจสอบแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้มั่นใจได้ว่า แบบจำลองที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความน่าเชื่อถือในการนำไปใช้งานหรือช่วยในการตัดสินใจ การตรวจสอบแบบจำลองประกอบด้วย การตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลอง (Verification) และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation) เมื่อผ่านขั้นตอนการตรวจสอบแบบจำลองแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบจำลอง

5.1 การตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลอง (Verification)

การตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลอง เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างของแบบจำลองในส่วนของชุดคำสั่งที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง (Computer Code) ความสัมพันธ์ของข้อมูลและค่าพารามิเตอร์หรือตัวแปรต่าง ๆ

การตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลองมีขั้นตอนการตรวจสอบดังนี้

5.1.1 การตรวจสอบโครงสร้างของโปรแกรม (Structural Analysis)

การตรวจสอบโครงสร้างของโปรแกรม (Structural Analysis) เป็นการตรวจสอบว่า ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมเป็นไปตามที่กำหนดกระบวนการทำงานไว้ในผังการทำงาน Flow Chart หรือไม่ โครงสร้างของโปรแกรมประกอบไปด้วย การมอบหมายงานให้กับรถหัวลาก การจัดตารางเวลาเริ่มต้นให้กับรถหัวลาก การปรับปรุงคุณภาพของตาราง และการจัดวางตู้สินค้าภายใต้ปฏิบัติการแบบเกี่ยวและถอด (Hook and Drop)

5.1.2 การตรวจสอบไวยากรณ์ (Syntax Analysis)

เป็นการตรวจสอบไวยากรณ์ของชุดคำสั่งที่ใช้กำหนดการทำงานของโปรแกรม ว่า เป็นไปตามหลักการเขียนหรือไวยากรณ์ของโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง หรือไม่ ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบและแก้ไขในระหว่างการเขียนโปรแกรม เพื่อให้ โปรแกรมสามารถทำการประมวลผลได้อย่างถูกต้อง และไม่เกิดข้อผิดพลาดในขณะใช้ โปรแกรม

5.1.3 การตรวจสอบค่าตัวแปร (Data Analysis)

เป็นการตรวจสอบค่าของตัวแปรหรือปัจจัยต่าง ๆ ว่ามีการกำหนด ชนิด ประเภท และค่าของตัวแปรเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมเป็นไป อย่างถูกต้อง และไม่เกิดความผิดพลาด ยกตัวอย่างเช่น เวลาที่ใช้ในการเดินทางเป็นตัว แปรชนิด จำนวนเต็ม (Integer) ชื่อโรงงานเป็นตัวแปรชนิด ตัวอักษร (Text) เป็นต้น

5.1.4 การตรวจสอบแบบประมวลผลของแบบจำลอง

เป็นการตรวจสอบโดยการทดลองประมวลผลโปรแกรมเพื่อพิจารณาข้อมูล นำเข้า ข้อมูลระหว่างการประมวลผล และข้อมูลผลลัพธ์ในแต่ละส่วนย่อยของโปรแกรม ว่าค่าของผลลัพธ์ที่ได้ เป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ ในการตรวจสอบการประมวลผล ของโปรแกรม จะตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยตรวจสอบลำดับการ คำนวณตามโครงสร้างหลัก การส่งถ่ายค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณตลอดจนผล การคำนวณที่ได้ และการตรวจสอบการส่งออกข้อมูล ให้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้

5.2 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation)

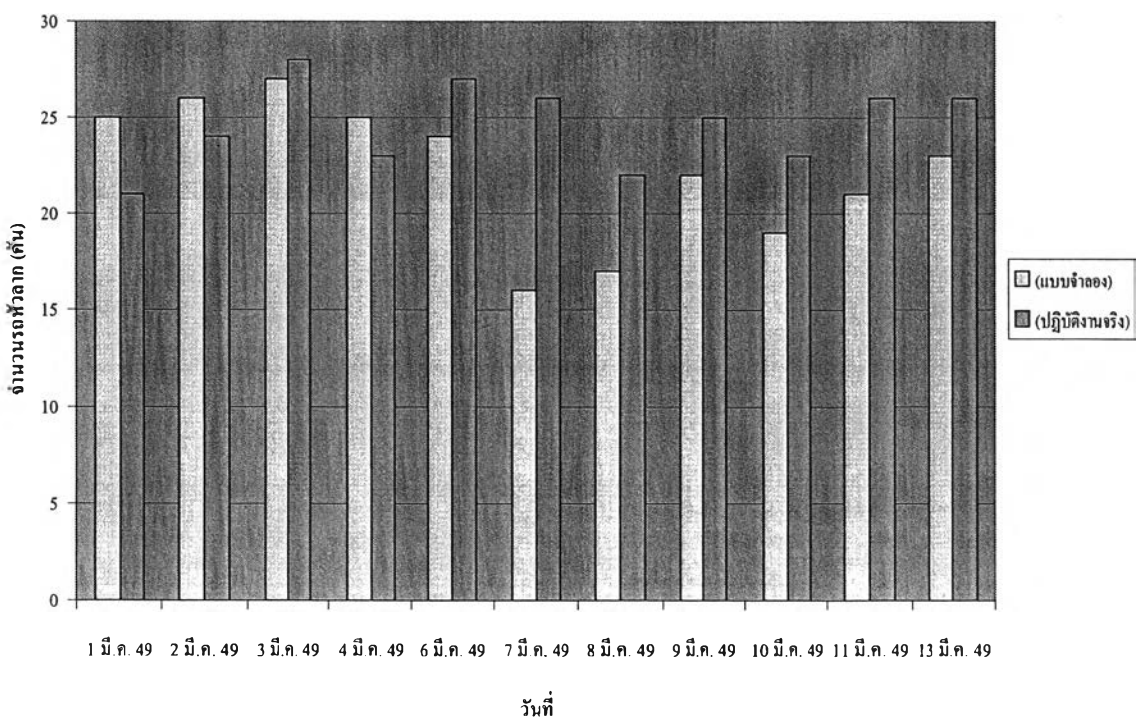
ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองว่ามีความน่าเชื่อถือและสมเหตุสมผลหรือไม่ เมื่อมีการนำไปใช้งานจริง รวมทั้งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองเมื่อเทียบกับการปฏิบัติงานจริงว่าสามารถนำแบบจำลองไปช่วยในการตัดสินใจได้มากน้อยเพียงใด การตรวจสอบทำได้โดยการนำข้อมูลปฏิบัติจริงที่ผ่านมาของหน่วยงานตัวอย่างมาเป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองกับผลการปฏิบัติงานจริง โดยใช้ข้อมูลนำเข้าทั้งสิ้นจำนวน 10 ชุด ซึ่งเป็นข้อมูลการปฏิบัติงานของหน่วยงานตัวอย่าง ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2549 ถึงวันที่ 13 มีนาคม 2549 (ยกเว้นวันอาทิตย์ที่ 5 และวันอาทิตย์ที่ 12 มีนาคม)

5.2.1 จำนวนรถหัวลากที่ใช้จริง

เป็นการเปรียบเทียบจำนวนรถหัวลากที่ใช้ในแบบจำลองกับการปฏิบัติงานจริงในปริมาณงานที่เท่า ๆ กัน โดยในการทดสอบจะใส่จำนวนรถหัวลากให้กับแบบจำลองที่น้อยที่สุดที่ทำให้ไม่มีงานค้างเกิดขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้แสดงในตารางที่ 5-1 และรูปที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 จำนวนงานและจำนวนรถหัวลากที่ใช้งานในการปฏิบัติงานจริงเทียบกับแบบจำลอง

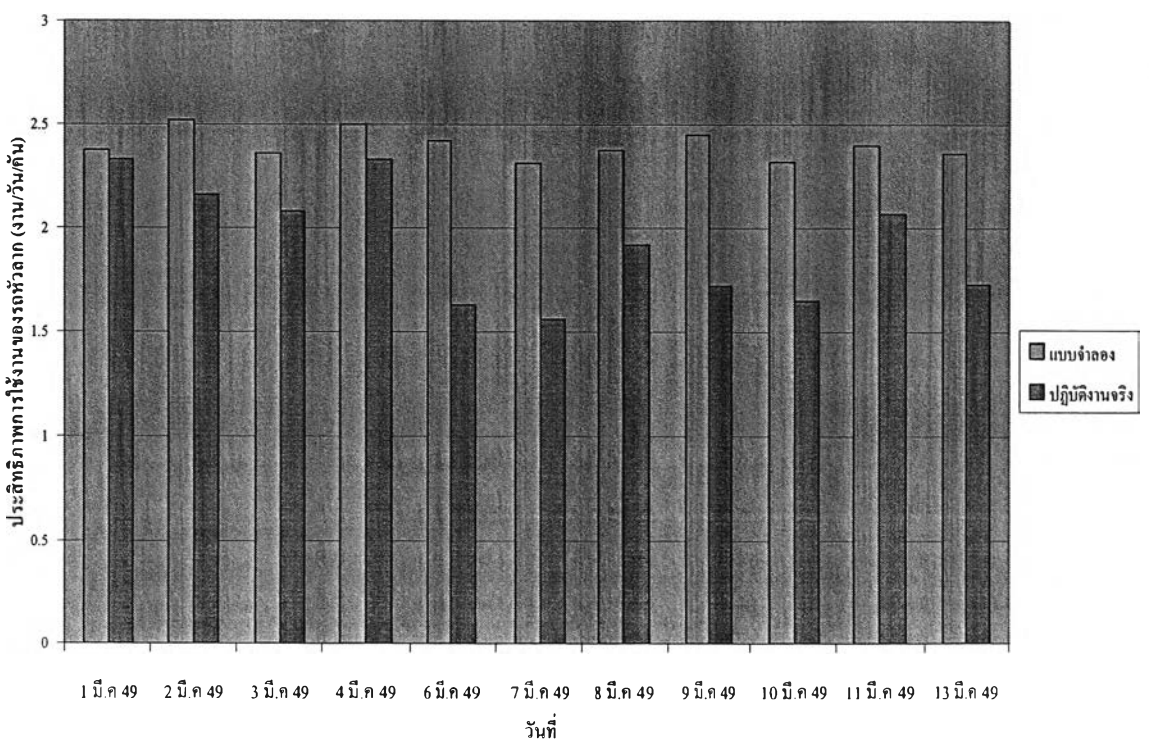
วันปฏิบัติงาน	จำนวนงาน	จำนวนรถหัวลาก (คัน)	
		(ปฏิบัติงานจริง)	(แบบจำลอง)
1 มี.ค. 49	49	21	25
2 มี.ค. 49	52	24	26
3 มี.ค. 49	54	28	27
4 มี.ค. 49	49	23	25
6 มี.ค. 49	48	27	24
7 มี.ค. 49	32	26	16
8 มี.ค. 49	33	22	17
9 มี.ค. 49	43	25	22
10 มี.ค. 49	38	23	19
11 มี.ค. 49	41	26	21
13 มี.ค. 49	45	26	23



รูปที่ 5-1 จำนวนรถหัวลากที่ใช้งานในแบบจำลองเทียบกับการปฏิบัติงานจริง

จากผลการจัดตารางเวลา พบว่าโดยส่วนใหญ่แบบจำลองจะใช้รถหัวลากน้อยกว่าการปฏิบัติงานจริง โดยมีเพียง 3 วันเท่านั้นที่การใช้รถหัวลากของแบบจำลองมากกว่าการปฏิบัติงานจริง ทั้งนี้ เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงของวันดังกล่าว รถหัวลากมีช่วงเวลาปฏิบัติงานที่ยาวนานกว่าที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง กล่าวคือ ในการปฏิบัติงานจริง รถหัวลากบางคันเริ่มงานแรกตั้งแต่เวลา 3:00 น. ในขณะที่แบบจำลองกำหนดให้รถทุกคันเริ่มงานเวลา 8:00 น. อีกทั้งแบบจำลองได้กำหนดให้รถทุกคันจะต้องเริ่มงานที่ยาร์ด (Yard) และต้องเดินทางกลับยาร์ด (Yard) ทุกครั้งเมื่อเสร็จงานในแต่ละวัน ในขณะที่การปฏิบัติงานจริง รถจะหยุดทำงาน ณ สถานที่สิ้นสุดงาน ด้วยเหตุดังกล่าว ทำให้การจัดตารางเวลามีข้อแตกต่างกันในเรื่องของจำนวนงานที่รถหัวลากแต่ละคันต้องทำ หรืออาจกล่าวได้ว่าการจัดตารางด้วยแบบจำลองทำให้รถต้องทำงานเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเที่ยว นั่นคือ การเดินทางจากจุดสิ้นสุดงานกลับยาร์ด (Yard)

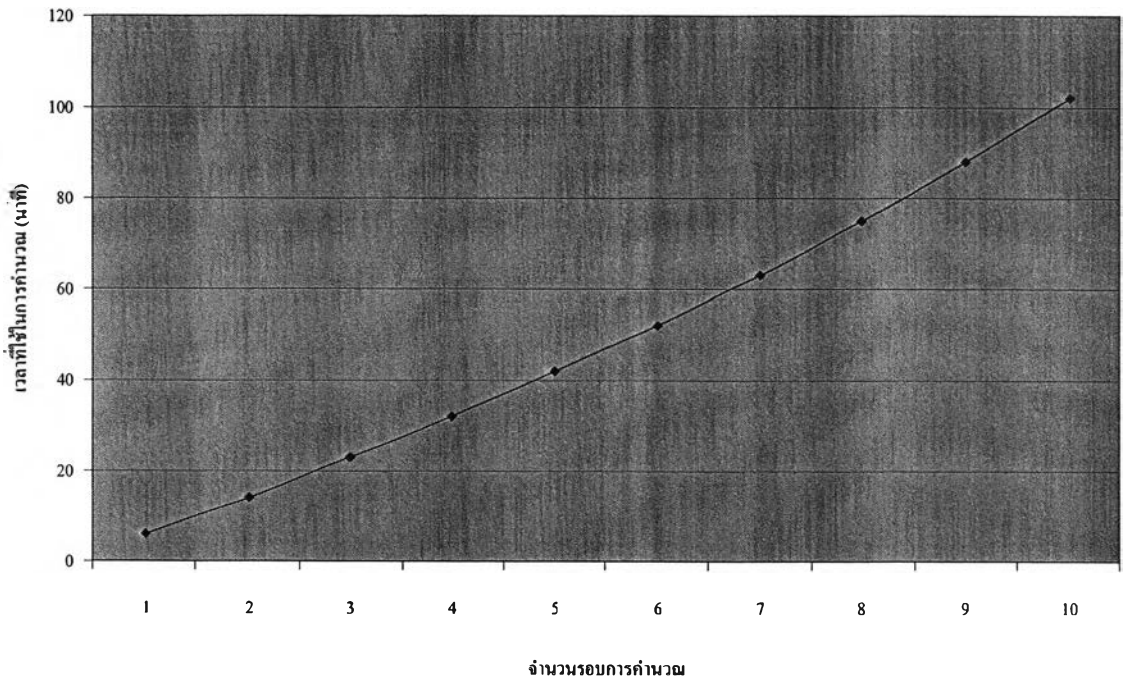
ดังนั้น การเปรียบเทียบจำนวนรถหัวลากที่ใช้อาจจะไม่ชัดเจนเท่าที่ควร จึงได้ทำการเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพการใช้งานของรถหัวลาก โดยพิจารณาจากจำนวนเที่ยววิ่งของรถหัวลากแต่ละคันต่อวันแล้ว จะพบว่าการใช้งานของรถหัวลากที่ได้จากแบบจำลองมีประสิทธิภาพดีกว่าการปฏิบัติงานจริง ดังแสดงในรูปที่ 5-2



รูปที่ 5-2 ประสิทธิภาพการใช้งานของรถหัวลากจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับการปฏิบัติงานจริง

5.2.2 <u>การปรับปรุงคุณภาพตารางของแบบจำลอง</u>

ในการจัดตารางเวลาเดินรถหัวลากของแบบจำลอง ผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนรอบการคำนวณในการค้นหาตารางเวลาที่ดีที่สุดได้ อย่างไรก็ตาม จำนวนรอบการคำนวณที่มากขึ้น จะส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการคำนวณที่มากขึ้นตามไปด้วย โดยระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับจำนวนงานในแต่ละวันและจำนวนรอบการคำนวณ รวมทั้งความเร็วของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ รูปที่ 5-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการคำนวณกับระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณ โดยใช้ตัวอย่างการคำนวณของวันที่ 3 มีนาคม 2549 ซึ่งมีจำนวนงาน 54 งาน

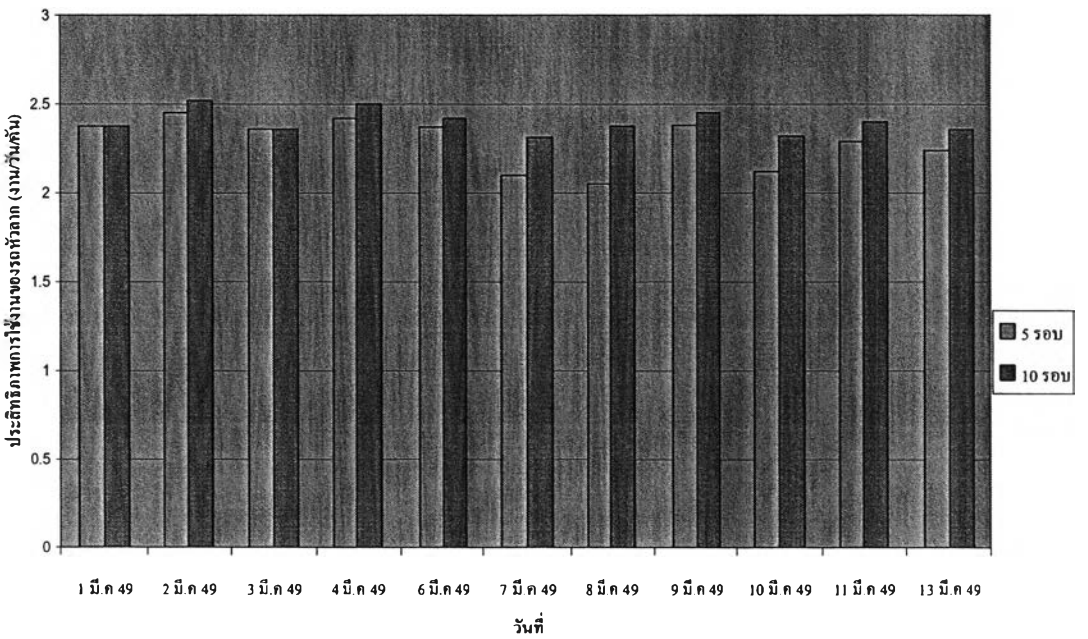


รูปที่ 5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการคำนวณกับระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

จากรูปที่ 5-3 จะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการคำนวณที่สามารถยอมรับได้สำหรับการปฏิบัติงานจริงคือประมาณ 30-40 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่แบบจำลองใช้ในการคำนวณจำนวน 5 รอบ ดังนั้นจึงได้ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของตารางโดยเปรียบเทียบจากประสิทธิภาพการใช้งานของรถหัวลากเมื่อทำการคำนวณ 5 รอบกับ 10 รอบ ดังแสดงในรูปที่ 5-4

ผลการคำนวณพบว่า ยิ่งทำการคำนวณจำนวนรอบที่มากขึ้น จะทำให้คุณภาพตารางมีการปรับปรุงในทุก ๆ รอบการคำนวณ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีที่มีปริมาณงาน

น้อย โอกาสที่แบบจำลองจะทำการค้นหาตารางเวลาที่ดีย่อมมีมากขึ้นเนื่องจากจำนวนตารางที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะมีจำนวนน้อยกว่าตารางเวลาที่มีปริมาณงานมาก ๆ อย่างไรก็ตาม ในการค้นหาคำตอบไม่สามารถบอกได้ว่า ณ จำนวนรอบการคำนวณที่เท่าใดจึงจะได้คำตอบที่ดีที่สุดสัมบูรณ์



รูปที่ 5-4 ประสิทธิภาพการใช้งานของรถหัวลากจากแบบจำลองที่การคำนวณ 5 รอบเปรียบเทียบกับการคำนวณ 10 รอบ

5.2.3 จำนวนตู้ที่ใช้ในการทำ Hook and Drop

เมื่อทำการค้นหาตารางเวลาที่ดีที่สุดมาแล้ว แบบจำลองจะทำการจัดตารางเวลาใหม่อีกครั้งโดยนำกิจกรรม Hook and Drop เข้ามาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อศึกษาถึงผลที่ได้จากการทำ Hook and Drop โดยดูจากจำนวนงานค้างและเวลารอคอยที่ลดลง เปรียบเทียบกับจำนวนตู้สินค้าพ่วงที่ใช้ของสถานที่แต่ละแห่ง ซึ่งหาได้จากจำนวนแถวคอยของรถหัวลากที่มากที่สุดในวันนั้น โดยผลการจัดตารางเวลาเมื่อทำ Hook and Drop พบว่าสามารถแก้ปัญหาเวลารอคอยที่เกิดจากการเข้ามาพร้อมกันของรถหัวลาก และช่วยให้ช่วงเวลาทำงานของรถหัวลากลดลง ส่งผลให้สามารถลดจำนวนงานค้างที่เกิดขึ้นอีกทั้งทำให้เวลาเสร็จงานของรถแต่ละคันเสร็จเร็วขึ้นด้วย ผลของการจัดตารางเวลาด้วยวิธี Hook and Drop และจำนวนตู้ที่มากที่สุดของแต่ละสถานที่ สามารถแสดงในตารางที่ 5-2 ถึง 5-4 ตามลำดับ

ตารางที่ 5-2 จำนวนงานค้างและเวลารอคอยที่ลดลงได้จากการจัดวางตู้สินค้าพ่วง

วันปฏิบัติงาน	จำนวนตู้ที่ใช้ (ตู้)	งานค้างที่ลดลง (งาน)	เวลารอคอยที่ลดลง (นาที/คัน)
1 มี.ค. 49	27	1	58
2 มี.ค. 49	25	1	48
3 มี.ค. 49	32	2	75
4 มี.ค. 49	29	2	70
6 มี.ค. 49	34	2	83
7 มี.ค. 49	24	1	47
8 มี.ค. 49	9	0	25
9 มี.ค. 49	27	1	54
10 มี.ค. 49	23	0	62
11 มี.ค. 49	23	0	59
13 มี.ค. 49	25	0	51

ตารางที่ 5-3 เวลารอคอยที่ลดลงได้จากการจัดวางตู้สินค้าพ่วงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

วันปฏิบัติงาน	เวลารอคอยที่ลดลง (เปอร์เซ็นต์)
1 มี.ค. 49	16.67
2 มี.ค. 49	16.98
3 มี.ค. 49	25.69
4 มี.ค. 49	24.09
6 มี.ค. 49	25.35
7 มี.ค. 49	7.57
8 มี.ค. 49	11.33
9 มี.ค. 49	17.33
10 มี.ค. 49	20.02
11 มี.ค. 49	21.00
13 มี.ค. 49	17.87
เฉลี่ย	**18.53**

ตารางที่ 5-4 จำนวนตู้สินค้าพ่วงที่มากที่สุดของโรงงานและคลังสินค้าแต่ละแห่ง

โรงงาน/คลังสินค้า	จำนวนตู้สินค้ามากที่สุด (ตู้)
ABICO	4
BANGPOO	4
KOMACK	0
GRIFFITH	2
CHACHENGSOA	3
CMYK	3
BANJAPANPONG	1
NAVANAKORN	4
NUTRIX	0
THAI UNION	0
SNDC	7
BDC	7

5.3 การวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบจำลอง

จากการตรวจสอบผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองพบว่า ในการปฏิบัติงานจริงจะใช้จำนวนรถหัวลากมากกว่าที่ใช้ในการคำนวณของแบบจำลองถึง 7 วันจากการทดสอบข้อมูลทั้งสิ้น 10 วัน สาเหตุที่ผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองใช้จำนวนรถหัวลากกมากกว่าที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงนั้น อาจเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ

- ในวันทำการ 3 วันที่ผลการคำนวณการใช้รถหัวลากของแบบจำลองมากกว่าการปฏิบัติงานจริง รถเริ่มทำงานในช่วงกลางดึกเพื่อเดินทางไปยังโรงงานในขณะที่แบบจำลองกำหนดให้เริ่มงานเวลา 8:00 น. ทำให้รถหัวลากในแบบจำลองมีช่วงเวลาทำงานที่สั้นกว่าการปฏิบัติงานจริง ดังนั้นจึงทำงานได้น้อยกว่าการปฏิบัติงานจริง

- ในวันทำการ 3 วันดังกล่าว มีปริมาณงานที่ต้องขนส่งจากโรงงานที่อยู่ไกลเป็นจำนวนหลายเที่ยว ทำให้การจัดตารางเวลาเริ่มต้นของแบบจำลองมีความแตกต่างของเวลาทำงานของรถแต่ละคันมาก จึงต้องอาศัยการปรับปรุงคุณภาพตารางโดยใช้รอบ

การคำนวณที่มากกว่าขึ้น จึงจะได้คำตอบที่ดีกว่าการปฏิบัติงานจริง โดยในการทดสอบได้กำหนดจำนวนรอบการคำนวณ 10 รอบ ซึ่งอาจเป็นจำนวนรอบที่ยังไม่เพียงพอในการปรับปรุงคุณภาพคำตอบให้เป็นคำตอบที่ดีที่สุดได้

อย่างไรก็ตาม ในการเปรียบเทียบผลด้วยวิธีดังกล่าวไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ชัดเจนมากนัก เนื่องจากการตั้งข้อกำหนดของแบบจำลองที่กำหนดให้รถทุกคันต้องเริ่มงานพร้อมกัน รวมทั้งกำหนดให้รถทุกคันต้องเริ่มงานจากยาร์ด (Yard) และเดินทางกลับยาร์ด (Yard) ทุกวัน ในขณะที่การปฏิบัติงานจริงรถบางคันจะเริ่มงานตั้งแต่กลางดึก อีกทั้งรถส่วนใหญ่จะจอดค้างคืน ณ สถานที่ที่เสร็จงานในแต่ละวัน ซึ่งส่งผลให้รถแต่ละคันในแบบจำลองต้องทำงานมากกว่าในการปฏิบัติงานจริง

ดังนั้น จึงทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของรถหัวลาก (Utilization) โดยคิดเป็นจำนวนงานที่รถหัวลากหนึ่งคันสามารถทำงานในหนึ่งวัน ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการใช้งานของรถหัวลากในแบบจำลองมากกว่าในการปฏิบัติงานจริง ทั้งนี้ ในข้อมูลบางวันที่ประสิทธิภาพการใช้งานของรถหัวลากเกิดความแตกต่างกันมาก อาจเป็นเพราะในการปฏิบัติงานจริง รถบางคันอาจจะต้องไปปฏิบัติงานอื่นที่นอกเหนือจากขนส่งสินค้าจากโรงงานไปคลังสินค้า ทำให้ต้องใช้จำนวนรถที่เพิ่มมากขึ้น

ในส่วนของการจัดตารางเวลาเดินรถหัวลากและการคำนวณจำนวนตู้สินค้าพ่วงเพื่อใช้ในการทำ Hook and Drop เป็นการจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาถึงผลของการจัดวางตู้สินค้าพ่วง ซึ่งในการปฏิบัติงานจริงยังไม่มีการจัดวางตู้สินค้าพ่วงแต่อย่างใด โดยกำหนดให้แบบจำลองจัดวางตู้สินค้าพ่วงเพื่อทำ Hook and Drop ทุกครั้งเมื่อมีเวลารอคอยเกิดขึ้น ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองจะเป็นการจัดวางตู้สินค้าที่มากที่สุดของสถานที่แต่ละแห่งในวันปฏิบัติงานนั้น ๆ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า การทำ Hook and Drop สามารถลดเวลารอคอยได้ถึง 57 นาทีต่อคันหรือคิดเป็นร้อยละ 18.53 โดยเฉลี่ย

ผลที่ได้จากการคำนวณจำนวนตู้สินค้าพ่วงที่ใช้ พบว่า จะต้องจัดวางตู้สินค้าพ่วงเฉลี่ย 25 ตู้ต่อวัน โดยสถานที่ที่มีการทำ Hook and Drop มากที่สุดคือ ที่คลังสินค้าทั้งสองแห่ง ซึ่งจะต้องจัดวางตู้มากที่สุดคือ 7 ตู้ต่อวัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นการคำนวณจำนวนตู้ที่รองรับแถวคอยที่มากที่สุดในแต่ละวัน ดังนั้น เมื่อได้จำนวนตู้สินค้าพ่วงที่ใช้ในแต่ละแห่งแล้ว ควรคำนึงถึงประโยชน์หรือค่าความประหยัดที่ได้รับจากการจัดวางตู้สินค้าว่ามีความคุ้มค่าเพียงใด โดย

พิจารณาจากจำนวนตู้สินค้าพ่วงที่ใช้ เทียบกับจำนวนงานค้างส่งที่ลดลง เวลารอคอยและเวลาเสร็จงานที่ลดลง รวมไปถึงจำนวนรถหัวลากที่ใช้ นอกจากนี้ในการจัดวางตู้สินค้าพ่วงจะต้องพิจาณาถึงข้อจำกัดของสถานที่แต่ละแห่งในการจัดวางตู้สินค้าอีกประการหนึ่งด้วย