แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

นางสาวฐิตินันท์ ผลสุข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SIMULATION PROGRAM FOR FULL TRUCKLOAD OPERATION

Miss Thitinan Pholsook

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน
โดย	นางสาวฐิตินันท์ ผลสุข
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฐิตินันท์ ผลสุข : แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน. (SIMULATION PROGRAM FOR FULL TRUCKLOAD OPERATION) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์, 128 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันภายใต้สภาวะความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าและความไม่แน่นอนของเวลาในการขนสินค้าขึ้นและลงรถบรรทุก ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในแบบจำลองสถานการณ์เป็นข้อมูลการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันจากผู้ประกอบการขนส่งสินค้าในประเทศไทย โดยใช้โปรแกรม "ExtendSim8" ในการจำลองสถานการณ์การดำเนินการขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการตัวอย่างซึ่งมีสถานีในการให้บริการลูกค้าสองแห่ง แบบจำลองสถานการณ์ประกอบด้วย 6 แบบจำลองย่อย ได้แก่ (1) แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า (2) แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก (3) แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง (4) แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง (5) แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุก และ (6) แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก ทั้งนี้ การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์จะช่วยให้สามารถคาดการณ์ต้นทุนการขนส่งที่เกิดขึ้นภายใต้ยุทธศาสตร์การจัดสรรรถบรรทุกที่แตกต่างกันและสามารถพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าและความไม่แน่นอนของเวลาในการขนสินค้าขึ้นและลงรถบรรทุก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา...วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่อนิสิต.....ฐิตินันท์ ผลสุข.....
สาขาวิชา..วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา..2553.....

5170295821 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS : SIMULATION / FULL TRUCKLOAD / UNCERTAINTY

THITINAN PHOLSOOK : SIMULATION PROGRAM FOR FULL TRUCKLOAD OPERATION. ADVISOR : ASSOC.PROF.SOMPONG SIRISOPONSILP,Ph.D., 128 pp.

The objectives of this thesis are to develop a simulation program for analyzing full truckload operation under uncertain demand and loading/unloading times. Given a dataset provided by a truckload carrier in Thailand, the study employs the commercial package named "ExtendSim8" to simulate the operation of the case company that serves its customers from two terminals. The complete simulation model consists of 6 sub-models: (1) Demand Arrival model (2) Line-haul Operation model (3) Loading Operation model (4) Unloading Operation model (5) Truck assignment model and (6) Truck Subcontracting model. The developed simulation model can be used to assess the trucking cost under alternative truck assignment strategies while considering the implications of randomness in customer demands and loading/unloading times.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Civil Engineering ..... Student's Signature ฐิตินันท์ ผลสุข

Field of Study : Civil Engineering ..... Advisor's Signature .....

Academic Year : 2010 .....

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดูเป็นอย่างดี ให้การสนับสนุนทางการศึกษาตั้งแต่เด็กจนถึงปัจจุบัน เป็นกำลังใจในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา และขอบพระคุณญาติพี่น้องในการให้กำลังใจตลอดมา

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ คำแนะนำ และแนวทางในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณประธานและคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์สาขาวิศวกรรมการขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันเป็นประโยชน์ทั้งในการทำวิทยานิพนธ์และการประกอบอาชีพ

ผู้เขียนขอขอบคุณ บริษัท มีโชคขนส่ง จำกัด ในความอนุเคราะห์ และอนุญาตให้นำข้อมูลการดำเนินการของบริษัทมาใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้เขียนขอขอบคุณนางสาวฐิติมา วงศ์อินตา ในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ และการตรวจสอบข้อมูลต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา ทั้งนี้ผู้เขียนยังขอขอบคุณนายสุกฤษฎิ์ โชคชัยรุ่งโรจน์ และนายเอกฉัตร สุปปิยะตระกูล ในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจน พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิศวกรรมการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุดนี้ผู้เขียนขอมอบคุณงามความดีและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์นี้เป็นสิ่งตอบแทนต่อผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูปภาพ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 การขนส่งสินค้า..... 3

2.2 ปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน..... 4

2.2.1 ประเภทของปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน..... 4

2.2.2 งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน..... 5

2.3 การแก้ปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันโดยการจำลองสถานการณ์. 8

2.3.1 วิธีที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน.. 8

2.3.2 งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน..... 9

2.4 แนวคิดและทฤษฎีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์..... 21

2.4.1 ระบบ (System)..... 22

2.4.2 แบบจำลอง (Model)..... 24

2.5 แบบจำลองสถานการณ์..... 25

2.5.1 โครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์..... 25

2.5.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์..... 27

2.5.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์..... 30

บทที่ หน้า

2.5.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์..... 31
2.5.5 โครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรม ExtendSim..... 32
2.6 ต้นทุนการขนส่งสินค้า..... 36
2.7 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้า..... 39
บทที่ 3 การสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์..... 41
3.1 สมมติฐานของแบบจำลองสถานการณ์..... 41
3.2 ขอบเขตของแบบจำลองสถานการณ์..... 42
3.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน..... 44
3.3.1 แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า..... 45
3.3.2 แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก..... 49
3.3.3 แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง..... 53
3.3.4 แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง..... 55
3.3.5 แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุก..... 56
3.3.6 แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก..... 59
บทที่ 4 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองสถานการณ์..... 63
4.1 ผู้ประกอบการตัวอย่าง..... 63
4.2 ประเภทรถบรรทุกที่ให้บริการ..... 64
4.3 ข้อมูลด้านปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า..... 64
4.4 ข้อมูลด้านเวลาในการให้บริการ..... 66
4.5 โครงสร้างต้นทุนการขนส่งสินค้า..... 68
4.5.1 ต้นทุนคงที่..... 68
4.5.2 ต้นทุนผันแปร..... 68
บทที่ 5 การตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์..... 71
5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์..... 71
5.2 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์..... 74
5.2.1 ทดสอบความถูกต้องในด้านปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า..... 74
5.2.2 ทดสอบความถูกต้องในด้านเวลาในการให้บริการ..... 76
บทที่ 6 การใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน..... 78
6.1 การกำหนดกรณีศึกษา..... 78

บทที่ หน้า

6.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน.. 81
6.2.1 ต้นทุนการขนส่ง..... 81
6.2.2 ประสิทธิภาพในการดำเนินการ..... 87
6.3 การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์และผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลอง
สถานการณ์..... 92
6.3.1 การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์..... 93
6.3.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์..... 94
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 98
7.1 สรุปผลการศึกษา..... 98
7.2 ข้อเสนอแนะ..... 100
รายการอ้างอิง..... 101
ภาคผนวก..... 103
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 128

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 4.1	จำนวนและประเภทของรถบรรทุกที่บริษัทตัวอย่างให้บริการ.....	64
ตารางที่ 4.2	ปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า.....	64
ตารางที่ 4.3	รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า.....	66
ตารางที่ 4.4	รูปแบบการกระจายตัวของเวลาในการให้บริการ.....	67
ตารางที่ 4.5	ต้นทุนคงที่.....	68
ตารางที่ 4.6	ต้นทุนผันแปร.....	69
ตารางที่ 4.7	ต้นทุนอันเนื่องมาจากค่าเสียโอกาสในการขนส่งสินค้า และต้นทุนอันเนื่องมาจากการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก.....	69
ตารางที่ 5.1	การเปรียบเทียบปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลจากระบบจริง.....	75
ตารางที่ 6.1	สรุปกรณีศึกษาในการจำลองสถานการณ์การขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน.....	81
ตารางที่ 6.2	สรุปต้นทุนการขนส่งรวมของแต่ละกรณีศึกษา.....	82
ตารางที่ 6.3	ต้นทุนการขนส่งของการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกและการจ้างรถบรรทุกภายนอก.....	83
ตารางที่ 6.4	องค์ประกอบของต้นทุนการขนส่งสินค้า ในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก.....	84
ตารางที่ 6.5	องค์ประกอบของต้นทุนการขนส่งสินค้า ในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก.....	84
ตารางที่ 6.6	ต้นทุนการขนส่งของเงื่อนไขการให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิมและจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด.....	85
ตารางที่ 6.7	ต้นทุนการขนส่งในด้านเงื่อนไขการจัดสรรรถบรรทุก.....	86
ตารางที่ 6.8	อรรถประโยชน์ของรถบรรทุก.....	87
ตารางที่ 6.9	จำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยต่อวัน.....	89
ตารางที่ 6.10	จำนวนงานค้างส่ง ในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก.....	90
ตารางที่ 6.11	จำนวนเที่ยวและระยะทางของรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอก ในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก.....	91

หน้า

ตารางที่ 6.12 ต้นทุนการขนส่งหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน..... 94
ตารางที่ 6.13 อรรถประโยชน์ของรถบรรทุกหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน..... 95
ตารางที่ 6.14 จำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยต่อวันหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน..... 96
ตารางที่ 6.15 จำนวนงานค้างส่งหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน..... 96
ตารางที่ 6.16 จำนวนเที่ยวและระยะทางของรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอกหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน..... 97
ตารางที่ 7.1 สรุปกรณีศึกษาที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากตัวชี้วัดประสิทธิภาพในด้านต่างๆ.... 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	การขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน (Full Truckload, FTL)……	3
รูปที่ 2.2	การขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคัน (Less-than-truckload, LTL)……..	4
รูปที่ 2.3	กระบวนการสำหรับ Optimizing the Simulated System……..	14
รูปที่ 2.4	โครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของโครงข่ายการขนส่งทางเรือ โดยโปรแกรม Arena……...	15
รูปที่ 2.5	แบบจำลองสถานการณ์ในส่วนของไร่และการขนส่ง โดยโปรแกรม Extend..	18
รูปที่ 2.6	แบบจำลองสถานการณ์ในส่วนของโรงงานน้ำตาล โดยโปรแกรม Extend…..	20
รูปที่ 2.7	แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์การขนส่งจากไร่เข้าสู่โรงงานน้ำตาลทั้งระบบ โดยโปรแกรม Extend……	21
รูปที่ 2.8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรสถานะของระบบไม่ต่อเนื่องกับเวลา…….	23
รูปที่ 2.9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรสถานะของระบบต่อเนื่องกับเวลา……..	24
รูปที่ 2.10	ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์…….	27
รูปที่ 2.11	วิวัฒนาการของการพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง…...	32
รูปที่ 2.12	หน้าต่างโปรแกรม ExtendSim8.....	33
รูปที่ 2.13	องค์ประกอบที่สำคัญของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ExtendSim…….	33
รูปที่ 2.14	ตัวอย่างไอคอน (Icon) ในโปรแกรม ExtendSim……..	34
รูปที่ 2.15	ประเภทของจุดเชื่อมต่อ (Connector) ในโปรแกรม ExtendSim……	34
รูปที่ 2.16	ตัวอย่างไดอะล็อค (Dialog) ในโปรแกรม ExtendSim……..	35
รูปที่ 2.17	ตัวอย่างเส้นเชื่อมต่อ (Connection) ในโปรแกรม ExtendSim……...	35
รูปที่ 3.1	กระบวนการของการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน.....	43
รูปที่ 3.2	แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน……...	44
รูปที่ 3.3	แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า…….	45
รูปที่ 3.4	ตัวอย่างบล็อก Create ซึ่งใช้ในการสร้าง “สินค้าหนึ่งคันรถ”……	46
รูปที่ 3.5	ตัวอย่างบล็อก Random Number ซึ่งใช้ในการกำหนดปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในแต่ละวัน.....	46

หน้า

รูปที่ 3.6	ตัวอย่างบล็อก Set ซึ่งใช้ในการกำหนดคุณลักษณะประจำตัว (Attribute) ของ “สินค้าหนึ่งคันรถ”	47
รูปที่ 3.7	ตัวอย่างการรวม “สินค้าหนึ่งคันรถ” ที่อยู่คนละเส้นทางแต่มีต้นทางที่เดียวกัน	47
รูปที่ 3.8	แบบจำลองการส่งคำสั่งขนส่งสินค้าไปยังจุดพักรถที่ให้บริการ	48
รูปที่ 3.9	ตัวอย่างบล็อก Queue ซึ่งใช้ในการเรียงลำดับงาน หรือ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ให้เป็นไปตามเงื่อนไขในการจัดสรรรถบรรทุก	48
รูปที่ 3.10	รายงานการแสดงข้อมูลของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ที่เข้ามาในระบบ	49
รูปที่ 3.11	แบบจำลองการสร้างทรัพยากร “รถบรรทุก” เข้ามาในระบบ	49
รูปที่ 3.12	ตัวอย่างบล็อก Resource Item ที่ใช้ในการสร้างทรัพยากร “รถบรรทุก”	50
รูปที่ 3.13	การกำหนดให้รถบรรทุกประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่งตามสัดส่วนและจำนวนที่กำหนดโดยใช้บล็อก Equation	51
รูปที่ 3.14	แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก ณ จุดพักรถ	52
รูปที่ 3.15	ตัวอย่างบล็อก Gate ซึ่งใช้ในการกัก “รถบรรทุก” และปล่อย “รถบรรทุก” ออกจากจุดพักรถเมื่อมีงานเข้ามา	52
รูปที่ 3.16	ตัวอย่างบล็อก Equation ซึ่งใช้ในการตรวจสอบจำนวนรถบรรทุกว่างงานที่ประจำที่จุดพักรถ	53
รูปที่ 3.17	แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง	54
รูปที่ 3.18	การใช้บล็อก Lookup Table ในการกำหนดรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลเวลา	54
รูปที่ 3.19	ตัวอย่างบล็อก Activity ซึ่งใช้ในการกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก	55
รูปที่ 3.20	แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง	56
รูปที่ 3.21	แบบจำลองเงื่อนไขการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถเดิม	57
รูปที่ 3.22	ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถเดิม โดยใช้บล็อก Select Item Out	57
รูปที่ 3.23	แบบจำลองเงื่อนไขการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกเดินทางจากปลายทางไปยังจุดพักรถที่มีระยะทางระหว่างปลายทางและจุดพักรถน้อยที่สุดก่อน	58
รูปที่ 3.24	ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกเดินทางจากปลายทางไปยังจุดพักรถที่มีระยะทางระหว่างปลายทางและจุดพักรถน้อยที่สุดก่อน โดยใช้บล็อก Equation	58

หน้า

รูปที่ 3.25	รายงานการแสดงข้อมูลการทำงานของรถบรรทุกแต่ละคันในหนึ่งเที่ยว.....	59
รูปที่ 3.26	ส่วนของแบบจำลองสถานการณ์ ในการตรวจสอบจำนวน “รถบรรทุก” ที่ประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่ง เพื่อตัดสินจ้าง “รถบรรทุกภายนอก” เมื่อมี “รถบรรทุก” ไม่เพียงพอ.....	60
รูปที่ 3.27	การใช้บล็อก Equation ในการตรวจสอบจำนวน “รถบรรทุก” ที่ประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่ง เพื่อตัดสินจ้าง “รถบรรทุกภายนอก” เมื่อมี “รถบรรทุก” ไม่เพียงพอ.....	60
รูปที่ 3.28	แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก.....	60
รูปที่ 3.29	การสร้างทรัพยากร “รถบรรทุกภายนอก” โดยใช้บล็อก Resource Item.....	61
รูปที่ 3.30	รายงานการแสดงข้อมูลการทำงานของรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอกแต่ละคันในหนึ่งเที่ยว.....	62
รูปที่ 4.1	สถานที่ตั้งของจุดพักรถทั้ง 2 แห่ง……	63
รูปที่ 5.1	การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้บล็อก History	73
รูปที่ 5.2	การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ระหว่างการประมวลผลโดยใช้ Block Equation…….....	73
รูปที่ 5.3	การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้ชุดคำสั่ง Model Tracing…….....	74
รูปที่ 6.1	ตัวอย่างของโครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่เพิ่มเติมในแบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก.....	93
รูปที่ 6.2	โครงสร้างของการกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน.....	94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การขนส่งทางถนนถือว่าเป็นหัวใจหลักของระบบโลจิสติกส์และเป็นกิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีบทบาทชัดเจนที่สุดของธุรกิจและอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภทในประเทศไทย เนื่องจากการขนส่งทางถนนได้รับการพัฒนาและลงทุนอย่างต่อเนื่องจากภาครัฐ และการขนส่งทางถนนถือว่าเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีความสะดวกมากที่สุด สามารถเข้าถึงได้ง่าย และมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการขนส่งรูปแบบอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับความเร็วและความคล่องตัวในการขนส่งสินค้า

รูปแบบการขนส่งสินค้าภายในประเทศในปัจจุบัน เป็นการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกในการขนส่งสินค้าเป็นหลัก เนื่องจากรถบรรทุกสามารถขนส่งสินค้าให้ถึงจุดหมายปลายทาง (Door-to-Door) ซึ่งสามารถตอบสนองตามความต้องการของลูกค้าได้ ดังนั้นการขนส่งสินค้าโดยใช้รถบรรทุกจึงมีข้อได้เปรียบและมีสัดส่วนที่สูงกว่าการขนส่งโดยใช้รูปแบบการขนส่งอื่นๆ จากสถิติจำนวนใบอนุญาตประกอบการขนส่ง ของกรมขนส่งทางบก พบว่าจำนวนใบอนุญาตประกอบการขนส่งรถบรรทุกส่วนบุคคล ในไตรมาสที่ 1 ปีงบประมาณ 2553 มีจำนวน 17,502 ฉบับ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากไตรมาสที่ 1 ปีงบประมาณ 2552 ร้อยละ 3.47 จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการขนส่งรถบรรทุกมีจำนวนมากและมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดอัตราการแข่งขันทางธุรกิจสูงตามไปด้วย ดังนั้นผู้ประกอบการขนส่งจึงพยายามลดต้นทุนในด้านต่างๆ ลง เพื่อที่จะลดอัตราค่าบริการขนส่งสินค้า เพื่อเป็นแรงจูงใจให้ลูกค้าใช้บริการขนส่งสินค้าของตน

ในการดำเนินการขนส่งสินค้า พบว่าสามารถจำแนกปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าออกเป็น 4 ประเภท (Powell, 1991) ได้แก่ ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง ปัญหาการจัดสรรงานให้รถบรรทุก ปัญหาการจัดตารางการดำเนินการ และปัญหาการบริหารจัดการกองรถแบบพลวัต ซึ่งพบว่าแต่ละปัญหาเป็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอนต่างๆ เช่น ปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า ระยะเวลาในการจัดส่งสินค้า เส้นทางในการจัดส่งสินค้า เป็นต้น ซึ่งความไม่แน่นอนต่างๆเหล่านี้ ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าในการดำเนินการ ถ้าผู้ประกอบการมีการตัดสินใจที่ผิดพลาด อาจก่อให้เกิดความเสียหายตามมาในภายหลัง จึงเป็นที่มาของการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์การขนส่งสินค้าภายใต้สภาวะความไม่แน่นอนในการขนส่งสินค้า ซึ่งจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันเนื่องมาจากการตัดสินใจและทำให้ผู้ประกอบการสามารถดำเนินการขนส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องด้วยการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันของผู้ประกอบการขนส่งภายใต้สภาวะความไม่แน่นอนในการขนส่ง เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ระบบการดำเนินการมีความเป็นพลวัต (Dynamic) อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับตัวแปรสุ่มค่อนข้างมาก ดังนั้นระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) ที่เหมาะสมกับปัญหาในการศึกษานี้ คือ การจำลองสถานการณ์ (Simulation) ซึ่งเป็นการจำลองระบบจริง แล้วดำเนินการทดลองแบบจำลองเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงภายใต้ข้อกำหนดต่างๆที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันภายใต้สภาวะความไม่แน่นอนในการขนส่งสินค้า เพื่อให้สามารถประมาณการต้นทุนและประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้าภายใต้ยุทธศาสตร์การจัดสรรรถบรรทุกที่แตกต่างกัน

1.2.2 เพื่อพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการแก้ปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ของกิจกรรมการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน ภายใต้สภาวะความไม่แน่นอนในการขนส่งสินค้า ได้แก่ ความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า และความไม่แน่นอนของเวลาในการขนส่งสินค้า โดยพิจารณาประเภทของรถบรรทุกเพียง 1 ประเภท เพื่อทำการประมาณการต้นทุนและประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน โดยใช้โปรแกรม ExtendSim8 ในการจำลองสถานการณ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้ผู้ประกอบการขนส่งสามารถตัดสินใจในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน และช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถคาดการณ์ต้นทุนและประสิทธิภาพต่างๆของการดำเนินการขนส่งสินค้าอันเนื่องมาจากการตัดสินใจ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

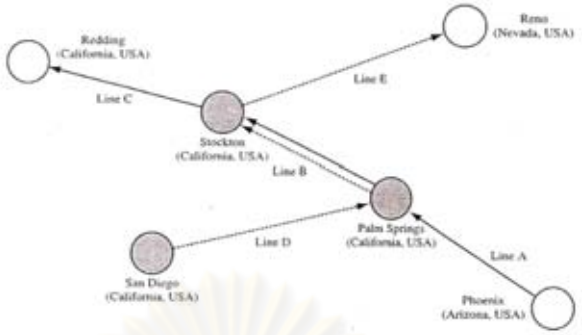
ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี แนวความคิด รวมทั้งศึกษางานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน ศึกษางานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการนำแบบจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีในการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ รวมทั้งศึกษาต้นทุนการขนส่งสินค้าและตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้า เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

2.1 การขนส่งสินค้า

การขนส่ง (Transportation) หมายถึง การเคลื่อนย้ายบุคคล สัตว์ หรือสิ่งของต่างๆ ด้วยเครื่องมือ และอุปกรณ์ทุ่นแรงต่างๆ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง อีกทั้งยังมีความหมายครอบคลุมไปถึงการขนย้าย การขนถ่าย การเคลื่อนย้ายคนหรือสิ่งของภายในอาคารหรือสถานที่อีกด้วย

การขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุก ส่วนใหญ่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าทั้งที่ผลิตยังไม่เสร็จและสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้ว ซึ่งการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน (Full Truckload, TL หรือ FTL) และการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคัน (Less-than-truckload, LTL) ซึ่งการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน เป็นการขนส่งสินค้าจากหนึ่งต้นทางไปยังหนึ่งปลายทางในหนึ่งเที่ยว แต่การขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคัน เป็นการขนส่งสินค้าจากหนึ่งต้นทางไปยังปลายทางหลายแห่งในหนึ่งเที่ยว ซึ่งมีความสะดวกในการใช้บริการขนส่งรวมทั้งสถานีร่วมมากกว่าการขนส่งโดยตรง ดังนั้นการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันจึงมีความล่าช้ามากกว่าการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน (Ghiani et al., 2003)

รูปที่ 2.1 การขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน (Full Truckload, FTL)
ที่มา: Ghiani et al. (2003)



รูปที่ 2.2 การขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคัน (Less-than-truckload, LTL)

ที่มา: Ghiani et al. (2003)

2.2 ปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการขนส่งสินค้า พบว่าปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันของผู้ประกอบการขนส่งสินค้า เป็นปัญหาที่มีมานานแล้ว และได้รับการศึกษา วิจัย และพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้ประกอบการขนส่งสินค้าสามารถตอบสนองความต้องการขนส่งสินค้าของลูกค้า และให้การดำเนินการขนส่งสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.1 ประเภทของปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

Powell (1991) ได้กล่าวว่าปัญหาในการขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ ได้แก่

- ปัญหาการจัดเส้นทาง (Vehicle Routing)

ปัญหาการจัดเส้นทาง เป็นปัญหาเกี่ยวกับการไปรับสินค้าหรือส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ต้นทุนในการดำเนินการน้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ได้แก่ ระยะทางที่ไกลที่สุดที่สามารถไปรับและส่งสินค้าได้ กรอบเวลาในการรับสินค้าหรือส่งสินค้า ประเภทของรถที่ทำการขนส่งสินค้าซึ่งมีหลายประเภท การวิ่งรถเที่ยวกลับ และการรักษาลูกค้า ซึ่งปัญหาการจัดเส้นทางโดยพื้นฐานแล้วจะเป็นปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ โดยส่วนมากแล้วจะใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics) ในการแก้ปัญหา

- ปัญหาการจัดสรรงานให้พนักงานขับรถ (Driver Assignment)

ปัญหาการจัดสรรงานให้พนักงานขับรถ เป็นปัญหาที่ผู้ประกอบการขนส่งจะต้องทำการจัดสรรงานให้แก่พนักงานขับรถ ณ ขณะเวลานั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้อย่างง่ายๆ คือ พนักงานขับรถที่ว่างงานจะถูกจัดสรรงานให้ทำการส่งสินค้า ซึ่งในการจัดสรรงานจะต้องทำการจัดสรรงานที่ถูกงานให้แก่พนักงานที่ถูกคนเพื่อให้เกิดระยะทางเที่ยวเปล่าน้อยที่สุด ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยใช้ แบบจำลองโครงข่าย (Network Model) ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและง่ายในการหาคำตอบที่มีค่าเหมาะสมที่สุด รวมทั้งมีการพิจารณาต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในการจัดสรรงานแต่ละครั้ง

- การจัดตารางพนักงานขับรถ/พนักงานขนถ่ายสินค้า (Driver/Crew Scheduling)

ปัญหาการจัดตารางการทำงานของพนักงานขับรถหรือพนักงานขนถ่ายสินค้า เป็นปัญหาที่ถัดจากปัญหาการจัดสรรงานให้แก่พนักงานขับรถ การจัดตารางการทำงานของพนักงานขับรถ นั้นจะต้องจัดสรรพนักงานขับรถ 1 คนต่องาน 1 งาน ดังนั้นปัญหาการจัดตารางการทำงานของพนักงานขับรถ คือการจัดตารางการรับส่งสินค้าตามลำดับ ภายใต้ช่วงเวลาที่กำหนด ส่วนการจัดตารางการทำงานของพนักงานขนถ่ายสินค้า จะใช้วิธีเดียวกับการจัดตารางการทำงานลูกเรือของสายการบิน

- ปัญหาการบริหารจัดการกองรถแบบพลวัต (Dynamic Fleet Management)

ปัญหาการบริหารจัดการกองรถแบบพลวัต เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในผู้ประกอบขนส่งรายใหญ่ เช่น ผู้ประกอบการขนส่งโดยรถบรรทุก ขนส่งโดยระบบราง หรือตู้คอนเทนเนอร์ หรือผู้ให้บริการเช่ารถ และการบริหารจัดการรถแท็กซี่ ซึ่งจะต้องทำการกระจายรถในการขนส่งเพื่อรองรับทั้งความต้องการขนส่งในปัจจุบันและทำการคาดการณ์ความต้องการในอนาคต วัตถุประสงค์ของปัญหานี้คือ ควรทำอย่างไรเมื่อมีรถจำนวนหนึ่งอยู่ในครอบครอง ควรจะวิ่งรถเปล่าไปยังสถานที่ใหม่ หรือทำการขนส่งสินค้าตามความต้องการส่งสินค้า ณ ขณะนั้น

2.2.2 งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

โดยต่อไปนี้เป็นการนำเสนอตัวอย่างงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

Powell (1991) ได้ศึกษาการจัดสรรพนักงานขับรถโดยใช้ระบบการจำลองสถานการณ์แบบโต้ตอบ หรือ MIDAS (Micro Dispatch and Simulation) เพื่อให้เกิดระยะทางในการวิ่งรถเปล่าน้อยที่สุด รวมทั้งสร้างความพึงพอใจให้แก่พนักงานขับรถ เช่น ในด้านของเวลาเลิกงาน เป็นต้น และสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ซึ่งสามารถวัดได้จากประสิทธิภาพในการให้บริการของผู้ประกอบการขนส่ง ซึ่งปัญหาที่ยากในการจัดสรรงานให้แก่พนักงานขับรถก็คือ การ

จัดสรรงานให้แก่พนักงานขับรถจะต้องเป็นไปไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากต้องทำการตัดสินใจในการจัดสรรงานให้พนักงานขับรถผ่านทางโทรศัพท์ ในขณะที่พนักงานขับรถปฏิบัติงาน และอีกหนึ่งปัญหาก็คือ การจัดสรรงานให้แก่พนักงานขับรถให้มีคุณภาพ เมื่อมีการนำต้นทุนเข้ามาพิจารณา

Powell จึงได้เสนอวิธีในการแก้ปัญหาโดยการนำแบบจำลองโครงข่ายแบบไม่แน่นอน (Stochastic Network Model) รวมเข้ากับโครงข่ายการจัดสรรงาน (Assignment Network) จึงกลายเป็นโครงข่ายแบบผสม (Hybrid Network) ซึ่งเป็นวิธีการที่บอกรายละเอียดในการจัดสรรพนักงานขับรถแต่ละคนให้แก่งานแต่ละงาน และสามารถคาดการณ์ความสามารถของแบบจำลองโครงข่ายแบบพลวัต ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการดำเนินการขนส่งสินค้าที่มีพนักงานขับรถและงานจำนวนมาก เมื่อมีพนักงานขับรถจำนวนมากเกินไป ระบบก็จะทำการคาดการณ์ว่าพนักงานขับรถควรจะทำการขนส่งสินค้าต่อไป หรือควรกลับมายังต้นทางเพื่อรองานในอนาคต แต่ถ้ามีจำนวนงานที่มากเกินไป ระบบก็จะทำการเลือกงานที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากมูลค่าของงาน

Manoj and Yossiri (2006) ได้ศึกษาปัญหาการที่รถบรรทุกวิ่งรถเปล่าในการเดินทางเที่ยวกลับที่มีระยะทางมากเกินควร ซึ่งในการลดระยะทางในการเดินทางเที่ยวกลับสามารถทำได้โดยรวมการส่งสินค้าตั้งแต่ 2 เที่ยวหรือมากกว่า เข้าด้วยกัน ซึ่งจะเป็นการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันอย่างต่อเนื่อง (Truckload Continuous Move) โดยทำการศึกษาแบบจำลองการวางแผนขนส่งสินค้าอย่างต่อเนื่องสำหรับโครงข่ายการขนส่งขนาดใหญ่ ซึ่งพิจารณาเงื่อนไขต่างๆ ได้แก่ การพิจารณาการใช้รถในการขนส่งสินค้าร่วมกัน ฟังก์ชันต้นทุนการขนส่ง และกรอบเวลา

ในการดำเนินการรถเที่ยวกลับ ผู้ประกอบการพยายามที่จะรักษาการขนส่งสินค้าจากสถานที่ที่ไปส่งสินค้าปัจจุบันกลับมายังต้นทาง การดำเนินการรถเที่ยวกลับจะมีประสิทธิภาพเมื่อความต้องการในการขนส่งมีความสมดุลกันทั้งสองทิศทาง ภายใต้กรอบเวลาที่ยอมรับได้และการใช้รถประเภทเดียวกัน การขนส่งสินค้าอย่างต่อเนื่องโดยส่งสินค้าสองแห่งขึ้นไปตามลำดับก่อนที่จะกลับมายังต้นทาง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินการในการวางแผนที่ซับซ้อน

ในโครงข่ายของการกระจายสินค้าจะประกอบด้วยรถหลายประเภท ต้นทาง ปลายทาง เส้นทางในการเชื่อมระหว่างต้นทางถึง/จากปลายทาง ฟังก์ชันต้นทุนในการขนส่งสินค้า กรอบเวลาในการดำเนินงานระหว่างต้นทางและปลายทาง และความต้องการในการส่งสินค้าบนโครงข่ายรวมทั้งการประมาณการต้นทุนที่น้อยที่สุดในการส่งสินค้าอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับความต้องการในการขนส่งสินค้า ซึ่งในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีการในการแก้ปัญหาสองวิธี ได้แก่

- วิธี Branch-and-bound โดยใช้เทคนิคการก่อกำเนิดสดมภ์ (Column Generation)
- วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics) โดยใช้เทคนิคเชิงละโมบ (Greedy Algorithm)

จากผลลัพธ์ที่ได้นำมาเปรียบเทียบระยะทางในการวิ่งรถเปล่าในเที่ยวกลับกับการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบธรรมดา พบว่าปัญหาที่มีขนาดใหญ่กว่า การลดการวิ่งรถเปล่าจะเพิ่มมากขึ้นแต่เป็นไปในอัตราที่ลดน้อยลง เนื่องจากมีโอกาสที่จะรวมการขนส่งเข้าด้วยกันมากขึ้น และทำให้ระยะทางในการวิ่งรถเปล่ามีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ โดยการใช้เทคนิคการก่อกำเนิดสดมภ์จะทำให้การแก้ปัญหามีคุณภาพมากกว่าการใช้วิธี Branch-and-bound แบบธรรมดา ในขณะที่วิธีฮิวริสติกส์ก็สามารถลดระยะทางในการวิ่งรถเปล่าแต่ไม่มากนัก ดังนั้นจึงพบว่าการใช้วิธีการก่อกำเนิดสดมภ์สามารถลดต้นทุนได้มากกว่า แต่ในด้านของเวลาในการประมวลผล วิธีฮิวริสติกส์ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่า

วันชนะ วชิรวัฒนะธำรง (2549) ได้ศึกษาปัญหาการรับและส่งสินค้าของการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน เนื่องจากรถบรรทุกรับสินค้าจากต้นทางหนึ่ง จะต้องไปส่งสินค้าที่ปลายทางของสินค้านั้น ก่อนที่จะไปรับสินค้าที่จุดอื่นได้ ซึ่งผู้จัดส่งสินค้าจะต้องวางแผนในการขนส่งสินค้า โดยจะต้องทำการจัดส่งสินค้าของแต่ละคำสั่งจัดส่งสินค้าอย่างไร ควรใช้รถบรรทุกที่ประจำอยู่ที่จุดจอดใดเพื่อเดินทางไปรับสินค้า และควรมีลำดับการรับสินค้าและส่งสินค้าอย่างไร เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้แก่

- เพื่อสามารถจัดส่งสินค้าทั้งหมดได้ภายในกรอบเวลาของคำสั่งส่งสินค้านั้นๆ
- เพื่อไม่ให้ละเมิดข้อจำกัดทางด้านความสามารถของรถบรรทุกในการบรรทุกสินค้าและระยะทางในการจัดส่งสินค้าสูงสุดของแต่ละเส้นทาง
- เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าทั้งหมดที่มีค่าต่ำที่สุด

ซึ่งพิจารณาเงื่อนไขต่าง ได้แก่

- กำหนดให้จุดรับสินค้าแต่ละจุด เป็นจุดจอดรถบรรทุกที่มีจำนวนรถบรรทุกจำกัด
- รถบรรทุกที่ถูกใช้ในการขนส่งสินค้าจะต้องกลับมาจอดที่จุดจอดเดิม
- ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถบรรทุกเท่ากันทุกคัน
- คำสั่งในการส่งสินค้าแต่ละคำสั่งจะถูกมอบหมายให้จัดส่งโดยรถบรรทุกคันใดก็ได้

วันชนะได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยการจำลองให้ปัญหาอยู่ในรูปของแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากลักษณะปัญหาการแบ่งห้อง (Set Partitioning Problem) และใช้เทคนิคการก่อกำเนิดสดมภ์ (Column Generation) ในการเพิ่มตัวแปรตัดสินใจให้กับแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นคำตอบที่ดีที่สุดภายใต้ขอบเขตของปัญหาที่พิจารณา ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่พิจารณา

วิสิษฐ์ มานะวิริยภาพ (2549) ได้ทำการศึกษาปัญหาในการจัดสรรรถบรรทุกแบบพลวัต (Dynamic Truck Allocation) ว่าควรทำการจัดสรรรถบรรทุกให้แก่แต่ละพื้นที่บริการอย่างไรจึงจะทำให้เกิดประโยชน์ในการใช้รถบรรทุกสูงสุดในการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันระหว่างศูนย์กระจายสินค้าในภูมิภาค โดยประยุกต์ใช้แนววิธีและแบบจำลอง LOADMAP (Load Matching and Pricing) ซึ่งพัฒนาโดย Powell et al. (1988) ซึ่งเป็นการรวมข้อมูลแบบ Real-time ของพนักงานขับรถและงานขนส่งสินค้า และการคาดการณ์ความต้องการส่งสินค้าในอนาคตและกิจกรรมการขนส่งเพื่อจัดสรรรถให้เกิดกำไรสูงสุดภายใต้การพิจารณารายรับและต้นทุนการเดินรถของคำสั่งขนส่งที่ได้รับในปัจจุบัน รวมถึงการพิจารณาคำสั่งขนส่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอนาคตด้วย

ปัญหาของการจัดสรรรถขนส่งสินค้า เป็นการพิจารณาว่าควรใช้รถขนส่งสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าในทางเลือกใด เป็นจำนวนเท่าไร จึงให้ค่าผลกำไรสูงที่สุด โดยใช้วิธีโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ในการแก้ปัญหา และอาศัยฟังก์ชั่น Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ในการประมวลผล ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยทำการจำลองสถานการณ์การขนส่งสินค้าเพื่อทำการทดสอบดูผลลัพธ์ของระบบ เพื่อทำการพิจารณาปริมาณการรองรับการขนส่ง และมูลค่าผลกำไรสุทธิที่ได้จากระบบ ซึ่งจากการทดสอบผล พบว่าผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในระดับที่พึงพอใจ

2.3 การแก้ปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันโดยการจำลองสถานการณ์

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน พบว่าปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้าแต่ละปัญหา ต้องการวิธีในการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกัน เนื่องจากแต่ละปัญหามีลักษณะของข้อมูลแตกต่างกันออกไป จึงต้องพิจารณาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่พึงพอใจมากที่สุด

2.3.1 วิธีที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

Lesyna (1999) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการในการแก้ปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้า ในการประมาณการจำนวนรถรางในการขนส่งสินค้าโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ของระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete-Event Simulation Model) โดยได้กล่าวว่าการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming, LP) ในการแก้ปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้า เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมกับปัญหาที่มีความซับซ้อน มีความเป็นพลวัต (Dynamic) และเกี่ยวข้องกับตัวแปรสุ่มจำนวนมาก แต่โดยธรรมชาติของแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) สามารถนำมาใช้ใน

การแก้ปัญหาที่มีลักษณะข้างต้นได้ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า วิธีที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้า คือ การใช้แบบจำลองสถานการณ์

2.3.2 งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

โดยต่อไปนี้เป็นการเสนอตัวอย่างงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันโดยการจำลองสถานการณ์

Regan et al. (1998) ได้ทำการศึกษาปัญหาการบริหารจัดการกองรถแบบพลวัต (Dynamic Fleet Management) สำหรับการดำเนินการของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน โดยการจำลองสถานการณ์สำหรับระบบบริหารจัดการกองรถแบบพลวัต เพื่อประมาณการรายได้และผลกำไรที่ผู้ประกอบการจะได้จากการขนส่งสินค้า รวมทั้งประสิทธิภาพในการดำเนินการกองรถ ซึ่งองค์ประกอบของแบบจำลองสถานการณ์ประกอบด้วย การตัดสินใจในการเลือกรับงานในการขนส่งสินค้า การจัดสรรงาน รวมทั้งการจัดเส้นทางและการจัดตารางเวลาทำงานของทรัพยากร ซึ่งการวางแผนในการดำเนินการของผู้ประกอบการขนส่ง ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก

- การบริหารจัดการการรถและพนักงานขับรถเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า ซึ่งประกอบด้วย การจัดสรรพนักงานขับรถให้แก่งานที่ตกลงเลือกรับ การจัดสรรงานใหม่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น และการกำหนดตำแหน่งของรถในเที่ยวถัดไปเพื่อรองรับความต้องการในการขนส่งสินค้าในอนาคต
- การบริหารจัดการคำสั่งขนส่งสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย การตัดสินใจที่จะเลือกรับหรือปฏิเสธงานใหม่ที่จะเข้ามา และการชักจูงลูกค้าให้มาใช้บริการเพื่อให้รถไม่เกิดการว่างงาน

โดยมีโครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์ ดังต่อไปนี้

ก. กระบวนการสร้างความต้องการในการขนส่งสินค้า (Request Generation Process) ความต้องการในการส่งสินค้าจะถูกสร้างขึ้นอย่างสุ่มขึ้นมา (Stochastic Process) ซึ่งแต่ละความต้องการที่ถูกสร้างขึ้นมาจะประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้ (1) เวลาที่มีคำสั่งจัดส่งสินค้าเข้ามา (2) สถานที่ที่เป็นต้นทางในการรับสินค้า (3) สถานที่ที่เป็นปลายทางในการส่งสินค้า (4) กรอบเวลาในการเข้ามารับบริการ (ช่วงเวลาที่ต้องการให้ไปรับสินค้า)

ข. ศูนย์การจัดสรรงาน (Dispatch Center) ศูนย์การจัดสรรงานถือเป็นหัวใจสำคัญของการจำลองสถานการณ์ เนื่องจากเป็นส่วนที่ดำเนินการในทุกๆความต้องการจัดส่งสินค้าที่เข้ามาในระบบและทำการควบคุมกิจกรรมของกองรถทั้งหมด โดยจะทำการพิจารณาเลือกรับงานและการ

จัดสรรงาน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นการตัดสินใจเลือกรับหรือไม่รับงาน รวมทั้งการจัดสรรรถในการขนส่งสินค้า

ค. รถ (Vehicles) หรือ กองรถบรรทุก (ซึ่งรวมถึงพนักงานขับรถ) เป็นองค์ประกอบแรกของระบบ ซึ่งประเภทของรถที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการรองรับประเภทของสินค้า โดยรถแต่ละคันมีสถานะดังนี้ (1) รถเดินทางโดยบรรทุกสินค้า (2) รถเดินทางโดยการวิ่งรถเปล่า (3) รถว่างงานและพร้อมใช้งาน (4) รถว่างและไม่พร้อมใช้งาน ซึ่งสถานะของรถจะเปลี่ยนจาก "รถว่างงานและพร้อมใช้งาน" ไปเป็น "รถเดินทางโดยการวิ่งรถเปล่า" เมื่อได้รับการจัดสรรงานและเดินทางไปยังจุดรับสินค้า

ง. ระบบการติดต่อสื่อสาร (Communication System) เป็นการติดต่อกันระหว่างผู้จัดสรรงานและพนักงานขับรถหรือรวมทั้งลูกค้าด้วยถ้าเป็นไปได้ โดยใช้ระบบข้อมูลแบบ Real-time และเทคโนโลยี ITS ซึ่งจะทำให้ผู้จัดสรรงานทราบข้อมูลตำแหน่งและสถานะของรถในขณะนั้น

จ. ระบบการขนส่ง (Transportation System) เป็นระบบที่ทำให้ทราบข้อมูลเวลาในการเดินทาง (Travel Time) รวมถึงต้นทุนในการเดินทางเพื่อขนส่งสินค้า

ในการสร้าง (Generate) ความต้องการในการส่งสินค้า คุณสมบัติทั้งหมดของความต้องการส่งสินค้าดังกล่าวเป็นความไม่แน่นอน (Stochastic) ซึ่งใช้เทคนิค Monte-Carlo ในการ Generate ข้อมูล โดยมุ่งเน้นเรื่องการตัดสินใจที่จะเลือกรับงานและการจัดสรรงาน แต่ในส่วนของการตัดสินใจของศูนย์การจัดสรรงาน กิจกรรมการขนถ่ายสินค้า และการขนสินค้าขึ้นและลงจากรถจะเป็นลักษณะที่แน่นอน (Deterministic) ซึ่งทำให้แบบจำลองสถานการณ์นี้เป็นแบบ Event-driven simulation โดยข้อมูลเวลาการเข้ามาของความต้องการส่งสินค้าสินค้า (Arrival of a load request) จะถูก Generate อย่างสุ่มโดยศูนย์การจัดสรรงาน การตัดสินใจที่จะเลือกรับงานหรือไม่จะดูจากการเข้ามาของความต้องการส่งสินค้าที่เข้ามาใหม่ การตัดสินใจที่จะจัดสรรงานและจัดสรรงานใหม่ ดูจากการตกลงรับงานที่เข้ามาใหม่หรือการเปลี่ยนสถานะของรถจากรถที่บรรทุกสินค้าเป็นรถเปล่า

การวัดประสิทธิภาพของการดำเนินการ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพการดำเนินงาน และการวัดคุณภาพของการบริการ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จาก

- ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางของรถทั้งที่บรรทุกสินค้าและวิ่งรถเปล่า
- ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาการรอคอยการบริการ

- สัดส่วนของเวลาที่วิ่งรถเปล่าและเวลาที่รถวิ่งบรรทุกสินค้า
- ผลกำไรในการดำเนินการ ต่อคัน ต่อสัปดาห์
- จำนวนงานที่ไม่สามารถไปรับสินค้าไม่ทันเวลา
- ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะทางในการเดินทางของทั้งกองรถ ทั้งที่บรรทุกสินค้าและวิ่งรถเปล่า

ในส่วนของการดำเนินงาน Regan et al. ได้เสนอยุทธศาสตร์การดำเนินการซึ่งประกอบด้วย ยุทธศาสตร์การเลือกรับงานและยุทธศาสตร์การจัดสรรงาน

- ยุทธศาสตร์การจัดสรรงาน (Assignment Strategies)

ยุทธศาสตร์การจัดสรรงาน 4 ยุทธศาสตร์แรกจะขึ้นอยู่กับการสื่อสารระหว่างผู้จ่ายงานและพนักงานขับรถ และตำแหน่งรถ ซึ่งข้อมูลตำแหน่งรถและความต้องการในการขนส่งสินค้าที่จะต้องมีการอัพเดตอย่างต่อเนื่อง

ก. First Called - First Served (FCFS) ยุทธศาสตร์นี้เป็นการสมมติให้งานถูกจัดสรรให้แก่รถตามลำดับของการรับงาน

ข. Nearest Origin Assignment (NO) เป็นการจัดสรรงานให้แก่รถว่างงานที่อยู่ใกล้กับต้นทางที่จะไปรับงาน

ค. Classical (Bipartite) Assignment เป็นยุทธศาสตร์ที่พิจารณา (1) งานที่สะสมในช่วงเวลาที่ตกลงรับงาน (2) งานได้ถูกจัดสรรไปยังรถว่างงานหรือถูกจัดสรรไปยังรถที่กำลังจะว่างงาน โดยการจัดสรรงานจะคำนึงถึงระยะทางรวมที่น้อยที่สุดที่รถวิ่งขนส่งสินค้า ซึ่งเทคนิคการจัดสรรงานนี้จะพิจารณาแยกเป็น 2 ยุทธศาสตร์ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้แตกต่างกัน ดังนี้

- Time-Based Bipartite Assignment (BAT(α)) ยุทธศาสตร์นี้จะทำการกำหนดระยะเวลาในการจัดสรรงาน โดยผู้จัดสรรงานจะทำการจัดสรรงานให้แก่รถในทุกๆช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้นพนักงานขับรถจึงต้องมีการติดต่อกับผู้จัดสรรงานอยู่ตลอดเวลา
- State-Based Bipartite Assignment (BAS(β)) ยุทธศาสตร์นี้การจัดสรรงานจะเกิดขึ้นเมื่อจำนวนงานที่เข้ามารอรับบริการเท่ากับหรือมากกว่าผลคูณระหว่าง ตัวแปร β กับจำนวนรถที่ว่างงาน ณ ขณะนั้น หรือเมื่อจำนวนรถที่ว่างงานมีจำนวนเท่ากับผลคูณระหว่าง ตัวแปร β กับจำนวนงานที่เข้ามารอรับบริการ แต่ในกรณีที่ $\beta = 0$ การจัดสรร

งานจะเกิดขึ้นเมื่อใดก็ตามที่มีงานรอรับบริการและมีจำนวนรถที่ว่างงานอย่างน้อยหนึ่งคัน ดังนั้น เมื่อ BAS(0) การจัดสรรงานจะคล้ายกับวิธี Nearest Origin Assignment

อีก 4 ยุทธศาสตร์ถัดไปเป็นการจัดสรรงานแบบ Real-time ซึ่งเป็นการจัดสรรงานที่มีความยืดหยุ่น และมีความแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (1) การเปลี่ยนเส้นทางการเดินทางสามารถทำได้หรือไม่ (2) สามารถจัดสรรงานจากรถคันหนึ่งไปให้รถอีกคันหนึ่งได้หรือไม่

ง. No-En-Route Diversion หรือ Re-Assignment of Loads (D^cR^c) เป็นการสมมติให้เมื่องานใดๆถูกจัดสรรให้รถคันหนึ่ง ก็จะได้รับการบริการจากรถคันนั้นตั้งแต่การวิ่งรถเปล่าไปรับสินค้าที่ต้นทางจนไปส่งสินค้าที่ปลายทาง

จ. En-Route Diversion Only (DR^c) เป็นการเปลี่ยนเส้นทางเพื่อไปรับสินค้าอื่นโดยให้รถคันเดิมสามารถให้บริการที่ต้นทางภายใต้เงื่อนไขของเวลาที่กำหนด

ฉ. Re-Assignment of Loads (D^cR) ในกรณีนี้ไม่สามารถเปลี่ยนเส้นทางได้ แต่เป็นการจัดสรรที่ได้ทำการจัดสรรไปแล้วให้กับรถอีกคันหนึ่ง

ช. En-Route Diversion และ Re-Assignment of Loads (DR) เป็นกรณีที่รถสามารถเปลี่ยนเส้นทางได้ และสามารถมอบหมายงานใหม่ได้

- ยุทธศาสตร์การเลือกรับงาน (Load Acceptance Strategies)

ในการดำเนินการโดยทั่วไปวิธีที่จะเลือกรับงานที่ง่ายที่สุดคือ การพิจารณาจากความสามารถในการรองรับงาน ถ้าจำนวนงานที่รออยู่ในระบบมีมากกว่าจำนวนที่กำหนดในระบบงานนั้นก็จะถูกปฏิเสธไป แต่มีอีก 2 ยุทธศาสตร์ในการเลือกรับงาน ซึ่งจะพิจารณาจากความเป็นไปได้ในการจัดสรรงานและงานที่ก่อให้เกิดต้นทุนน้อย

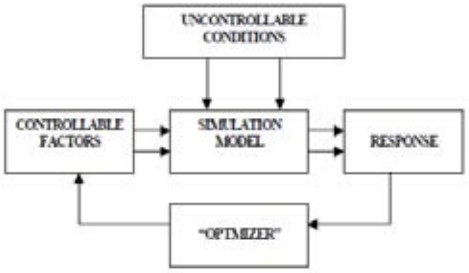
ก. การเลือกรับงานภายใต้ความเป็นไปได้ (Feasibility Based Load Acceptance) เป็นการตรวจสอบว่าถ้าจัดสรรงานให้กับรถแต่ละคันแล้ว รถจะสามารถส่งสินค้าได้ทันภายในกำหนดหรือไม่ ถ้าสามารถจัดสรรงานให้กับรถได้ งานนั้นก็จะถูกเลือกรับ แต่ถ้าไม่มีความเป็นไปได้ งานนั้นก็จะถูกปฏิเสธไป

ข. การเลือกรับงานภายใต้ผลกำไร (Profit Based Load Acceptance) เมื่อมีความเป็นไปได้ที่งานนั้นจะถูกรับเลือกแล้ว ก็จะทำการประมาณการผลกำไรที่จะได้จากงานนั้น และนำไปเปรียบเทียบกับค่าของผลกำไรที่กำหนดไว้ ถ้ามีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดก็จะปฏิเสธงานนั้นไป แต่ถ้าสูงกว่าค่าที่กำหนดก็จะเลือกรับงานนั้นและทำการจัดสรรงานให้แก่รถทันที

จากการจำลองสถานการณ์พบว่า อรรถประโยชน์ของกองรถที่ร้อยละ 50 ก่อให้เกิดต้นทุนในการดำเนินการเท่ากับ $0.91 ต่อไมล์ ในขณะที่อรรถประโยชน์ของกองรถที่ร้อยละ 100 ก่อให้เกิดต้นทุนในการดำเนินการเท่ากับ $0.74 ต่อไมล์ และจุดคุ้มทุนในการดำเนินการจะแปรผันไปตามอรรถประโยชน์และระยะเวลาในการทำงานที่ก่อให้เกิดรายได้ เช่น เมื่อจำลองให้กองรถมีอรรถประโยชน์ร้อยละ 100 จะสามารถได้ผลกำไรตั้งแต่ระยะเวลาเท่ากับร้อยละ 62 ของเวลาในการขนส่งสินค้าทั้งหมด ในขณะที่อรรถประโยชน์เท่ากับร้อยละ 50 จะต้องใช้เวลาในการขนส่งสินค้าเท่ากับร้อยละ 78 ของเวลาในการขนส่งสินค้าทั้งหมดจึงจะได้กำไร

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการดำเนินการขนส่งโดยใช้ยุทธศาสตร์ Nearest Origin Assignment, Time-Based Bipartite Assignment, State-Based Bipartite Assignment และ En-Route Diversion and Re-Assignment of Loads (DR) ในการจัดสรรงานภายใต้ความต้องการส่งสินค้าที่สูง พบว่า Nearest Origin เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อวัดจากผลกำไรที่ได้ และวิธี DR เป็นวิธีที่ก่อให้เกิดผลกำไรน้อยที่สุด แต่เมื่อวัดจากเวลารอคอยและความแปรปรวนของเวลารอคอย พบว่าวิธี DR เป็นวิธีที่มีเวลารอคอยและความแปรปรวนของเวลารอคอยน้อยที่สุด แต่เมื่อพิจารณาความต้องการส่งสินค้าที่น้อยลง ปรากฏว่าวิธี Nearest Origin เป็นวิธีที่ให้ผลกำไรที่ต่ำที่สุด

Diaz and Perez (2000) ได้ศึกษาและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) ในกระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อย เพื่อจัดสรรทรัพยากร ซึ่งได้แก่ รถบรรทุก รถพ่วง และรถแทรกเตอร์ให้กับแต่ละทีมงานของโรงงานน้ำตาลที่ทำหน้าที่เก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อให้ได้ปริมาณตามที่กำหนดในแต่ละวัน โดยการรวมเทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เข้ากับวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มาเป็นข้อมูลนำเข้า (Input) ในการหาผลลัพธ์ในการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมที่สุดเมื่อพิจารณาจากตัวแปรที่เกี่ยวข้อง โดยใช้โปรแกรม Arena ในการจำลองสถานการณ์



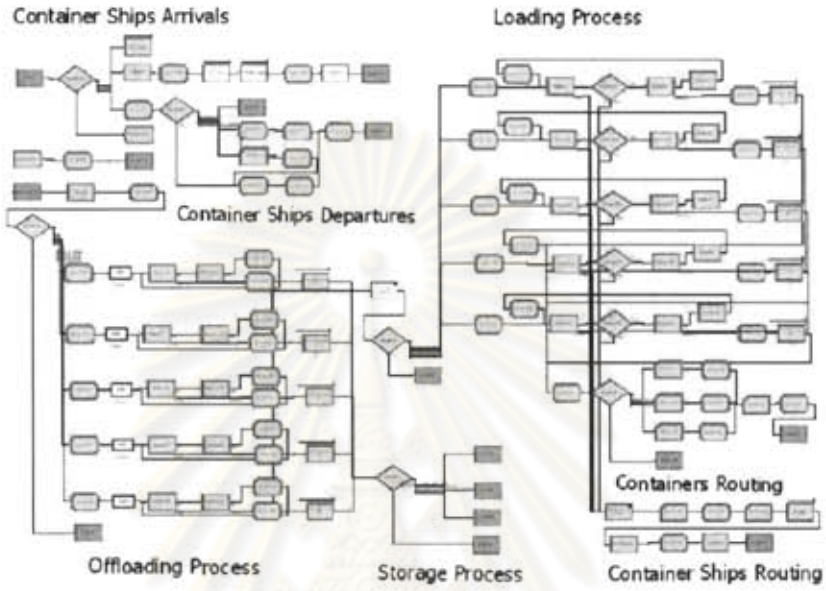
รูปที่ 2.3 กระบวนการสำหรับ Optimizing the Simulated System

ที่มา: Diaz and Perez (2000)

กระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งอ้อยจากไร่ไปยังโรงงาน ประกอบด้วย กระบวนการตัดอ้อย การขนอ้อยขึ้นรถ การขนส่ง และการขนอ้อยลงจากรถ ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกทำซ้ำไปเรื่อยๆจนถึงปริมาณที่กำหนดในแต่ละวัน โดยเมื่อรถพ่วงที่ใช้ในการขนอ้อยจากที่ตัดอ้อยไปยังรถบรรทุกที่จะทำการขนส่งอ้อยไปยังโรงงานมีจำนวนมากกว่ารถบรรทุก ก็จะทำการตัดอ้อยในขณะที่รถบรรทุกอยู่ระหว่างทางไปหรือทางกลับจากโรงงาน ซึ่งส่งผลให้รถบรรทุกใช้เวลาคอยในการขนอ้อยขึ้นรถน้อยลง และจำนวนรถพ่วงที่ว่างงานก็จะน้อยลง ซึ่งแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการของการขนส่งอ้อยจากไร่สู่โรงงาน แบ่งออกได้เป็น 2 ระบบย่อย ซึ่งแยกตามกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับรถบรรทุกและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับรถพ่วง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้วิธี Simulation Optimization ได้แก่ จำนวนของทรัพยากรที่ได้ทำการจัดสรรให้แต่ละทีม (เครื่องตัดอ้อย รถแทร็กเตอร์ รถบรรทุก และรถพ่วง) ความเร็วเฉลี่ยของรถบรรทุก ปริมาณอ้อยทั้งหมดที่ได้ทำการขนส่ง และเวลาการเดินทางเฉลี่ยภายในการขนส่ง 1 เที่ยว

McLean and Biles (2008) ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของโครงข่ายการขนส่งทางเรือ ซึ่งพิจารณาเส้นทางและตารางการให้บริการหลายรูปแบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณการต้นทุนการดำเนินงานและประสิทธิภาพในการดำเนินงาน รวมไปถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในระบบ อันเนื่องมาจากตารางการให้บริการแต่ละแบบ ในการศึกษานี้ใช้แบบจำลองสถานการณ์ของระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete-Event Simulation Model) และได้พิจารณาเส้นทางในการให้บริการจำนวน 4 เส้นทาง เรือบรรทุกสินค้าจำนวน 64 ลำ และท่าเรือจำนวน 20 ท่า รวมถึงลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบของต้นทุนต่างๆ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงต้นทุนและประสิทธิภาพของระบบ อันเนื่องมาจากเส้นทางการให้บริการ ท่าเรือ การขนส่งสินค้าระบบคอน

เทนเนอร์ และตู้คอนเทนเนอร์ โดยใช้โปรแกรม Arena ในการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งแบบจำลองสถานการณ์แบ่งออกเป็นแบบจำลองย่อย 7 แบบจำลอง และการดำเนินการ 3 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของโครงข่ายการขนส่งทางเรือ โดยโปรแกรม Arena
ที่มา : McLean and Biles (2008)

ก. แบบจำลองการดำเนินการท่าเรือคอนเทนเนอร์ (Container Port Operations)

เป็นแบบจำลองที่มีการจำลองกิจกรรมและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในท่าเรือ เช่น การจอดเรือ การบริการ และการจัดเก็บ รวมทั้งลักษณะทางกายภาพต่างๆของท่าเรือ ซึ่งประกอบด้วย การเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ลงจากเรือ การจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ในลานจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ และการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ขึ้นเรือ

ข. แบบจำลองการดำเนินการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ (Container Ship Operations)

ในแบบจำลองนี้ ซึ่งประกอบด้วยการจำลองสถานการณ์การเดินเรือจากท่าเรือหนึ่งไปยังท่าเรือถัดไป การทอดสมอเรือเพื่อรอที่จะจอดเรือเทียบท่า การเดินเรือเข้าสู่ท่าเรือเพื่อจอดเรือเทียบท่า การเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ลงจากเรือและการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ขึ้นเรือ และการเดินเรือออกจากท่าเรือ

ค. แบบจำลองเส้นทางการให้บริการและตารางการเดินเรือ (Service Route and Schedule Modules)

แบบจำลองจะทำงานอยู่ภายใต้ตารางการเดินเรือประจำสัปดาห์ เส้นทางการให้บริการจะถูกควบคุมโดยตารางเส้นทางการให้บริการซึ่งสามารถรองรับได้มากถึง 5 เส้นทางการให้บริการ และท่าเรือ 20 ท่า ซึ่งข้อมูลในตารางประกอบด้วย เวลาการเดินทางเข้ามาโดยประมาณ (Estimated Time for Arrival, ETA) ซึ่งเป็นเวลาในการที่เรือเข้าจอดเทียบท่า และเวลาการให้บริการโดยประมาณ (Estimated Time for Service, ETS) ซึ่งเป็นเวลาที่คาดหวังในการให้บริการที่ท่าเรือ

ง. การดำเนินการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์แบบต่อเนื่อง (Intermodal Container Operations)

แบบจำลองประกอบด้วยการจำลองสถานการณ์การเข้ามาของตู้คอนเทนเนอร์ที่ท่าเรือต้นทาง การจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ก่อนการขนส่ง การขนส่งตู้คอนเทนเนอร์โดยเรือไปยังปลายทาง การที่ตู้คอนเทนเนอร์เดินทางไปถึงยังปลายทาง

จ. กระบวนการขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ระหว่างลำเรือ (Transshipment Process)

แบบจำลองประกอบด้วยการจำลองสถานการณ์การเข้ามาของตู้คอนเทนเนอร์ที่ท่าเรือต้นทาง การจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ก่อนการขนส่งครั้งที่หนึ่ง การขนส่งตู้คอนเทนเนอร์โดยเรือไปยังท่าเรือขนถ่ายแห่งแรก การเข้ามาของตู้คอนเทนเนอร์ที่ท่าเรือขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ การจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ระหว่างการดำเนินการขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ระหว่างลำเรือ การขนส่งตู้คอนเทนเนอร์โดยเรือไปยังปลายทางสุดท้าย การที่ตู้คอนเทนเนอร์เดินทางไปถึงยังปลายทาง

ฉ. การขนส่งทางคลอง (Canal transit)

การขนส่งทางคลองถูกจำลองโดยเริ่มจากบริเวณปากคลอง ซึ่งระยะทางระหว่างปากคลองจนถึงท่าเรือจะกำหนดโดยเมตริกส์ระยะทาง ระยะเวลาในการเดินเรือในคลองสามารถคำนวณได้จากความเร็วในการเดินเรือและระยะทาง

ช. การดำเนินการสนับสนุน

เป็นแบบจำลองสถานการณ์ในการคำนวณหาการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง โลจิสติกส์และต้นทุน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนย่อย ดังนี้

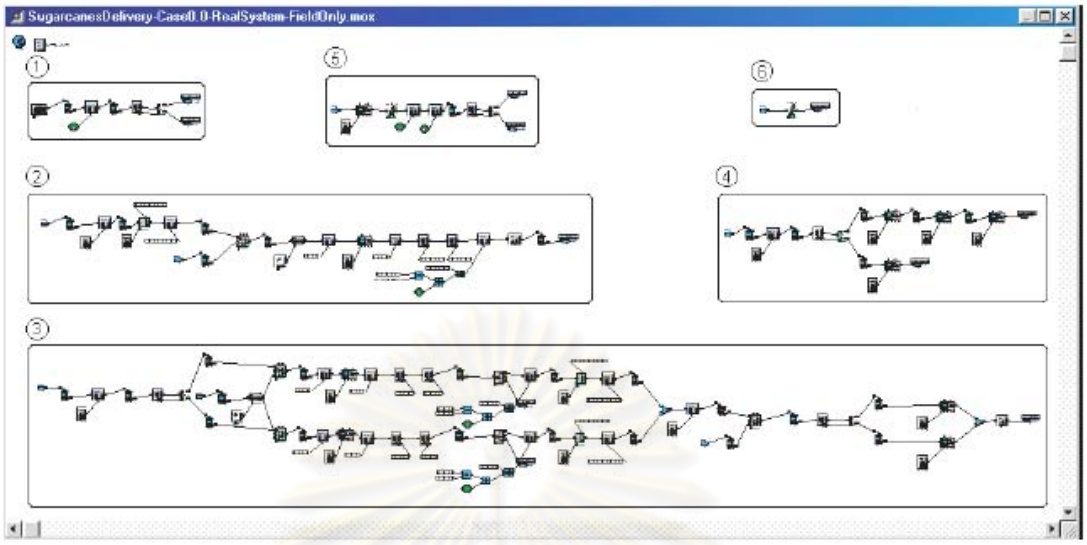
- แบบจำลองการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Consumption model) ซึ่งเป็นการประมาณการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันดีเซล และน้ำมันหล่อลื่น
- แบบจำลองโลจิสติกส์ (Logistics model) เป็นแบบจำลองที่อธิบายลักษณะต่างๆของการดำเนินการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์และท่าเรือ
- แบบจำลองต้นทุน (Cost model) เป็นแบบจำลองที่ทำงานภายใต้แบบจำลองต้นทุนซึ่งกำหนดบัญชีสำหรับกิจกรรมหลักในการดำเนินการขนส่งทางเรือ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ ต้นทุนของการ

ขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ ค่าใช้จ่ายของท่าเรือ ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือผ่านคลอง และต้นทุนเกี่ยวกับตู้คอนเทนเนอร์

จากกรณีศึกษา กำหนดให้เส้นทางการให้บริการและตารางการเดินเรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง ระยะทางระหว่างท่าเรือ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันดีเซล และน้ำมันหล่อลื่น มีค่าคงที่ พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลของการดำเนินการขนส่งทางเรือเป็นระยะเวลา 3 เดือน ที่ความเชื่อมั่น 95% พบว่าประสิทธิภาพของการดำเนินงานที่เป็นไปตามที่คาดหวังและสามารถวิเคราะห์ตารางการให้บริการได้โดยการใช้แบบจำลองสถานการณ์

คมกฤษณ์ จิระสวัสดิ์ (2546) ได้ศึกษาการนำแบบจำลองสถานการณ์มาใช้ในการวิเคราะห์การขนส่งอ้อยจากไร่เข้าสู่โรงงานน้ำตาล เพื่อประเมินผลของแนวทางเลือกในการปรับปรุงระบบการขนส่งอ้อยจากไร่เข้าสู่โรงงานน้ำตาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความล่าช้าของระยะเวลาตั้งแต่อ้อยถูกเก็บเกี่ยวจนกระทั่งเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อย โดยใช้โปรแกรม Extend ในการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ โดยกำหนดขอบเขตของแบบจำลองครอบคลุมตั้งแต่กิจกรรมการเก็บเกี่ยวอ้อย กิจกรรมการขึ้นอ้อย กิจกรรมการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล กิจกรรมการนำอ้อยเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อยที่โรงงาน จนกระทั่งถึงการนำรถบรรทุกกลับไปที่ไร่ ซึ่งแบ่งแบบจำลองสถานการณ์ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- แบบจำลองในส่วนของไร่และการขนส่ง ประกอบด้วย 6 แบบจำลองย่อย ดังนี้
  - ก. แบบจำลองในส่วนของการวางแผนการตัดอ้อย
  - ข. แบบจำลองในส่วนของกิจกรรมการตัดอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อย
  - ค. แบบจำลองในส่วนของกิจกรรมการตัดอ้อยโดยใช้แรงงานคนตัดอ้อย
  - ง. แบบจำลองในส่วนของกิจกรรมการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล
  - จ. แบบจำลองในส่วนของกิจกรรมการนำรถบรรทุกเปล่าจากโรงงานกลับไปยังไร่
  - ฉ. แบบจำลองในส่วนของทรัพยากรแรงงานคนตัดอ้อย



รูปที่ 2.5 แบบจำลองสถานการณ์ในส่วนของไร่และการขนส่ง โดยโปรแกรม Extend
ที่มา : คมกฤษณ์ (2546)

แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์การขนส่งอ้อยจากไร่เข้าสู่โรงงานน้ำตาลมีองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

– สมาชิก “อ้อยหนึ่งคันรถ” เป็นสมาชิกที่ถูกสร้างขึ้นตามแผนการตัดอ้อยในแต่ละวันในแบบจำลองย่อยที่ 1 การวางแผนการตัดอ้อย และจะถูกส่งไปยังแบบจำลองย่อยส่วนที่ 2 กิจกรรมการตัดอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อย หรือแบบจำลองย่อยส่วนที่ 3 กิจกรรมการตัดอ้อยโดยใช้แรงงานคนตัด ตามค่าคุณสมบัติสมาชิก “MechanicCut” ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดว่าจะใช้รถตัดอ้อยในการตัดอ้อยหรือไม่ สมาชิก “อ้อยหนึ่งคันรถ” จะใช้แทนอ้อยปริมาณหนึ่งคันรถซึ่งจะมีน้ำหนักเท่ากับ 19.7 ตันสำหรับอ้อยคนตัด และเท่ากับ 16.5 ตันสำหรับอ้อยรถตัดโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของปริมาณอ้อยที่รถบรรทุกขนได้ต่อเที่ยว

– สมาชิก “รถบรรทุก” เป็นสมาชิกที่ทำหน้าที่ขนส่งอ้อยไปยังโรงงานน้ำตาล เมื่อเริ่มทำการประมวลผลสมาชิก “รถบรรทุก” จะอยู่ในแบบจำลองย่อยที่ 5 กิจกรรมการนำรถบรรทุกเปล่าจากโรงงานกลับไปยังไร่ จากนั้นสมาชิก “รถบรรทุก” จะถูกส่งไปยังแบบจำลองย่อยส่วนที่ 2 กิจกรรมการตัดอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อย หรือแบบจำลองย่อยส่วนที่ 3 กิจกรรมการตัดอ้อยโดยใช้แรงงานคนตัดตามค่าคุณสมบัติสมาชิก “MechanicCut” ซึ่งเป็นตัวกำหนดว่าจะใช้รถตัดอ้อยในการตัดอ้อยหรือไม่ เมื่อสมาชิก “รถบรรทุก” ถูกส่งไปยังแบบจำลองย่อยส่วนที่ 2 หรือแบบจำลองย่อยส่วนที่ 3 จะถูกรวมกับสมาชิก “อ้อยหนึ่งคันรถ” กลายเป็นสมาชิก “รถบรรทุกอ้อย” แล้วถูกส่งไป

ยังแบบจำลองย่อยส่วนที่ 4 กิจกรรมการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลและเข้าสู่แบบจำลองในส่วนของโรงงานน้ำตาลเพื่อนำอ้อยเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อยต่อไป

– สมาชิก "รถบรรทุกอ้อย" เป็นสมาชิกที่เกิดจากการรวมกันของสมาชิก "อ้อยหนึ่งคันรถ" กับสมาชิก "รถบรรทุก" สมาชิก "รถบรรทุกอ้อย" เมื่อทำกิจกรรมในแบบจำลองย่อยส่วนที่ 4 กิจกรรมการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลจะถูกส่งไปยังแบบจำลองในส่วนโรงงานน้ำตาลเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ และเมื่อถึงกิจกรรมการเทอ้อยเพื่อเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อย สมาชิก"รถบรรทุกอ้อย" จะถูกแยกออกเป็นสมาชิก "อ้อยหนึ่งคันรถ" และสมาชิก "รถบรรทุก" สมาชิก"รถบรรทุก" จะกระทำกิจกรรมที่เหลือต่อและจะถูกส่งกลับมายังในแบบจำลองย่อยในส่วนของไร่และการขนส่งส่วนที่ 5 ตามค่าคุณสมบัติของสมาชิก "FieldID" เพื่อเตรียมการรวบรวมอ้อยขึ้นรถในครั้งต่อไป

– สมาชิก "แรงงานคนตัดอ้อย" เป็นสมาชิกที่ทำให้กิจกรรมการตัดอ้อยโดยใช้แรงงานคนตัดดำเนินการได้ สมาชิกนี้จะอยู่ในแบบจำลองย่อยส่วนที่ 6 ทรัพยากรแรงงานคนตัดอ้อยซึ่งจะถูกส่งไปยังแบบจำลองย่อยส่วนที่ 3 กิจกรรมการตัดอ้อยโดยใช้แรงงานคนตัด เพื่อทำกิจกรรมการตัดอ้อย โดยที่สมาชิก "แรงงานคนตัดอ้อย" 1 หน่วยจะใช้แทนทีมงานคนตัดอ้อยจำนวนทีมละ 20 คน

- แบบจำลองในส่วนของโรงงานน้ำตาล

แบบจำลองในส่วนของโรงงานน้ำตาล เป็นแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในโรงงานน้ำตาล ซึ่งเริ่มจากกิจกรรมการรับใบคิวอ้อย กิจกรรมการชั่งน้ำหนักรถหนัก กิจกรรมการยื่นเหรียญกิจกรรมการเทอ้อยเพื่อเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อย กิจกรรมการนำอ้อยที่ค้างอยู่บนรถบรรทุกลงมาและกิจกรรมการชั่งน้ำหนักรถเบา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สมาชิก "รถบรรทุกอ้อย" ที่มาจากแบบจำลองย่อยในส่วนของไร่และการขนส่งส่วนที่ 4 กิจกรรมการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลเมื่อเข้ามาสู่แบบจำลองในส่วนโรงงานน้ำตาลก็จะต้องทำกิจกรรมการรับใบคิวอ้อย จากนั้นก็ต้องรอคิวอยู่ที่ลานนอกเพื่อทำการชั่งน้ำหนักรถหนัก ยกเว้นส่วนทำการรถบรรทุกอ้อยรถตัดที่ได้สิทธิพิเศษในการเข้าไปข้างในได้ทันทีที่มีการเรียกรถให้เข้าไปชั่งน้ำหนักรถหนักในครั้งถัดไปโดยไม่ต้องรอคิวอยู่ที่ลานนอก เมื่อชั่งน้ำหนักเสร็จแล้วสมาชิกรถบรรทุกอ้อยก็จะรอคิวอยู่ที่ลานในเพื่อรอเรียกเข้าไปยื่นเหรียญ ในส่วนนี้มีบล็อกที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่รถบรรทุกอยู่ที่โรงงานด้วย

หลังจากยื่นเหรียญแล้วสมาชิก "รถบรรทุกอ้อย" จะเข้าไปรอเพื่อเทอ้อยลงสายพานลำเลียงเพื่อเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อย เครื่องจักรที่ใช้ในส่วนนี้จะมีการเสียเกิดขึ้นด้วยทำให้ในบางครั้งทำให้สมาชิก "รถบรรทุกอ้อย" ไม่สามารถเข้าไปเทอ้อยได้ต้องรอจนกระทั่งเครื่องจักรถูกซ่อมจนสามารถกลับมาทำงานได้อีกครั้ง นอกจากนี้ถ้ารถบรรทุกอ้อยขาดช่วงไป

จะต้องรอให้มีรถบรรทุกอ้อยมาจำนวนหนึ่งเพื่อให้เพียงพอต่อการหีบในครั้งต่อไปลูกหีบถึงจะเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่อสมาชิก "รถบรรทุกอ้อย" เทอ้อยเข้าสู่สายพานลำเลียงเรียบร้อยแล้ว สมาชิก "รถบรรทุก" กับสมาชิก "อ้อยหนึ่งคันรถ" ก็จะแยกออกจากกัน ณ จุดนี้จะทราบค่าความล่าช้าของระยะเวลาตั้งแต่อ้อยถูกเก็บเกี่ยวจนกระทั่งเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อยของสมาชิก "อ้อยหนึ่งคัน" นั้น

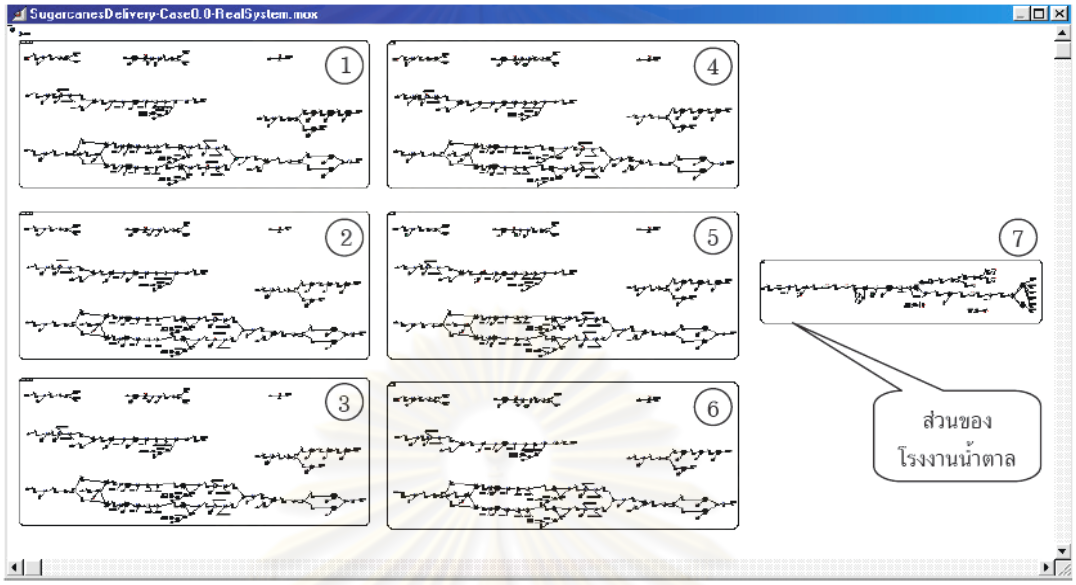
เมื่อสมาชิก "รถบรรทุก" แยกออกจากสมาชิก "อ้อยหนึ่งคันรถ" แล้วสมาชิก "รถบรรทุก" ก็จะทำกิจกรรมนำอ้อยที่ค้างอยู่บนรถบรรทุกลงมาแล้วเข้าชั่งน้ำหนักรถเบา ซึ่ง ณ จุดนี้จะได้ค่าระยะเวลาที่รถบรรทุกอยู่ภายในโรงงาน และรถบรรทุกเปล่าจะถูกกำหนดให้วิ่งกลับสู่ไร่ตัวเองอีกครั้งตามค่าคุณสมบัติของสมาชิก"FieldID" เพื่อบรรทุกอ้อยมาส่งโรงงานต่อไป

เมื่อสร้างแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเบื้องต้นครบทั้งสองส่วน แล้วจึงนำเอาแบบจำลองย่อยทั้งหมดมารวมกันเป็นแบบจำลองที่สมบูรณ์ซึ่งเป็นตัวแทนของทั้งระบบได้

รูปที่ 2.6 แบบจำลองสถานการณ์ในส่วนของโรงงานน้ำตาล โดยโปรแกรม Extend
ที่มา: คมกฤษณ์ (2546)

ในส่วนของการตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์คมกฤษณ์ได้ทำการตรวจสอบแบบจำลองทีละส่วนย่อย ตั้งแต่เริ่มต้นสร้างแบบจำลองส่วนย่อยนั้นและทำการตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์อีกครั้งเมื่อแบบจำลองสถานการณ์ถูกนำมารวมกันเป็นแบบจำลองสถานการณ์ที่สมบูรณ์แล้วด้วยวิธีการทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่า การดำเนินงานตามแนวทางการปรับปรุงเหล่านี้ สามารถลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากความล่าช้าในกระบวนการเก็บเกี่ยวจนถึงการหีบอ้อย



รูปที่ 2.7 แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์การขนส่งจากไร่เข้าสู่โรงงานน้ำตาลทั้งระบบ โดยโปรแกรม Extend

ที่มา: คมกฤษณ์ (2546)

2.4 แนวคิดและทฤษฎีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

Shannon (1975) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ว่า เป็นการจำลองระบบจริง แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงภายใต้ข้อกำหนดต่างๆที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ในการแก้ปัญหาด้านต่างๆ ได้แก่

- การจำลองสถานการณ์ระบบปัญหาด้านการจราจร เช่น การจำลองรอบสัญญาณการปล่อยไฟจราจร เป็นต้น
- การจำลองสถานการณ์ระบบโครงข่ายการขนส่ง เช่น การจำลองเส้นทางการลำเลียงสินค้า เป็นต้น
- การจำลองสถานการณ์ระบบงานด้านอุตสาหกรรม เช่น จำลองระบบสินค้าคงคลัง จำลองระบบการผลิต เป็นต้น
- การจำลองสถานการณ์ระบบงานด้านบริการ เช่น จำลองระบบโรงพยาบาล จำลองระบบธนาคาร เป็นต้น

การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องศึกษาถึงระบบ (System) และแบบจำลอง (Model) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 ระบบ (System)

ระบบ (System) หมายถึง กลุ่มของสมาชิกที่มีความสัมพันธ์กันและทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่น การผลิตรถยนต์ จะประกอบด้วยเครื่องจักรต่างๆ อุปกรณ์ต่างๆ วัตถุดิบ คนงาน ฯลฯ เป็นสมาชิก ซึ่งสามาชิกเหล่านี้ที่กิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องกัน หรือสัมพันธ์กัน โดยมีวัตถุประสงค์คือ ผลิตรถยนต์ให้ได้ตามที่ต้องการ การดำเนินกิจกรรมต่างๆของสมาชิกในระบบหรือการดำเนินงานของระบบอาจต้องเกี่ยวข้องกัน หรือสัมพันธ์กับองค์ประกอบภายนอกระบบที่เรียกว่า สิ่งแวดล้อมของระบบ เช่น ในการผลิตรถยนต์ มีสิ่งแวดล้อมของระบบ คือ ความต้องของลูกค้าซึ่งมีผลต่อการดำเนินการผลิต ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองระบบ นอกจากจะต้องรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในระบบแล้ว ยังต้องรู้ความสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมของระบบด้วย

2.4.1.1 องค์ประกอบของระบบ ประกอบด้วย

ก. สมาชิก (Entity) คือ องค์ประกอบต่างๆในระบบซึ่งเป็นสิ่งที่เราสนใจจะศึกษา โดยสมาชิกอาจจะเป็นสมาชิกที่สามารถเคลื่อนที่ (Dynamic Entity) ในระบบได้ หรือเป็นสมาชิกที่อยู่กับที่ (Static Entity) ที่ให้บริการกับสมาชิกอื่น

ข. คุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะ (Attribute) คือ คุณสมบัติของสมาชิกแต่ละตัวซึ่งจะอยู่ในรูปของตัวเลข สมาชิกต่างๆ อาจจะมีคุณสมบัติของสมาชิกที่เหมือนกันได้

ค. กิจกรรม (Activity) คือ กรรมวิธีหรือลักษณะที่สมาชิกกระทำในระบบ

ง. สถานะของระบบ (System State) คือ การเปลี่ยนแปลงในระบบซึ่งเกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมในระบบ ซึ่งสถานะของระบบสามารถอธิบายได้ด้วยค่าของตัวแปรซึ่งเรียกว่า ตัวแปรสถานะ (System State Variable) ซึ่งจะอธิบายสถานะของระบบ ณ เวลาหนึ่งๆ

จ. เหตุการณ์ (Event) คือ การกระทำหรือกิจกรรมซึ่งเมื่อเกิดขึ้นจะทำให้สถานะของระบบ หรือตัวแปรสถานะมีค่าเปลี่ยนแปลง โดยบางเหตุการณ์เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในระบบ แต่บางเหตุการณ์จะเกิดขึ้นภายนอกระบบหรือเกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมของระบบ

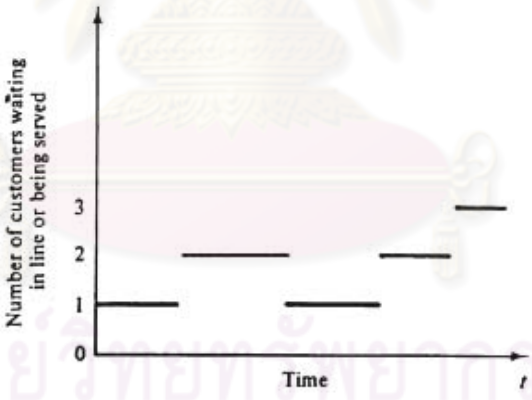
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ. ลำดับการดำเนินการ (List Processing) คือ ลักษณะของการจัดแถวคอยของสมาชิกที่เคลื่อนที่ไปใช้บริการของสมาชิกที่อยู่กับที่หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งได้ว่าทรัพยากร (Resource) เช่น มาก่อนออกก่อน (First In First Out, FIFO) หรือมาก่อนออกทีหลัง (First In Last Out, FILO)

2.4.1.2 ประเภทของระบบ

ประเภทของระบบ จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) และระบบต่อเนื่อง (Continuous System)

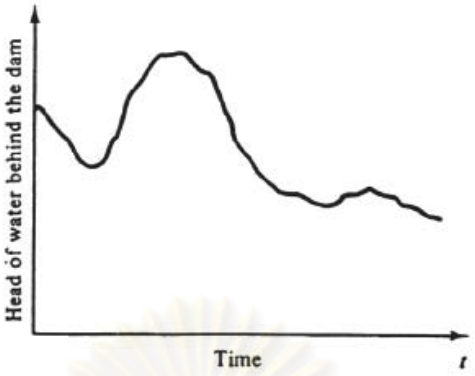
ก. ระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete System) เป็นระบบที่ค่าตัวแปรสถานะจะเปลี่ยนแปลงเฉพาะบางจุดของเวลา ไม่ได้เกิดขึ้นตลอดเวลา เช่น ธนาคารเป็นระบบไม่ต่อเนื่อง สถานะของระบบ เช่น ระบบสินค้าคงเหลือ ปริมาณสินค้าในคลังจะเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการจำหน่ายออกไปหรือรับเข้ามา และจำนวนลูกค้าในธนาคารจะเปลี่ยนแปลงเมื่อมีลูกค้าเข้ามาหรือลูกค้าออกเท่านั้น



รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรสถานะของระบบไม่ต่อเนื่องกับเวลา

ที่มา: Banks and Carson (1984)

ข. ระบบต่อเนื่อง (Continuous System) เป็นระบบที่ค่าของตัวแปรสถานะจะเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เช่น ระดับน้ำหลังเขื่อนผลิตไฟฟ้า ซึ่งระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อันเนื่องมาจากการใช้น้ำในการผลิตไฟฟ้า การปล่อยน้ำออกเพื่อควบคุมระดับน้ำ ฝนตก และเกิดจากการระเหย เป็นต้น



รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรสถานะของระบบต่อเนื่องกับเวลา

ที่มา: Banks and Carson (1984)

2.4.2 แบบจำลอง (Model)

แบบจำลอง (Model) ของระบบที่ดี ควรประกอบด้วยองค์ประกอบที่จำเป็น หรือมีรายละเอียดที่เพียงพอที่จะให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องที่เกี่ยวกับระบบจริง ทั้งนี้ไม่จำเป็นว่าแบบจำลองนั้นจะต้องมีรายละเอียดเพียงพอที่จะให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับระบบจริง ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิเคราะห์ระบบ วัตถุประสงค์ที่ต่างกัน อาจได้แบบจำลองที่มีรายละเอียดหรือองค์ประกอบแตกต่างกัน ซึ่งจะใช้วัตถุประสงค์เป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตของระบบและรายละเอียดของแบบจำลอง เช่น แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Simulation Models) ซึ่งจัดเป็นแบบจำลองประเภทหนึ่ง สามารถแบ่งประเภทของแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ได้เป็น 6 ประเภทย่อย ได้แก่

ก. แบบจำลองแบบสถิต (Static Simulation Models) เป็นแบบจำลองระบบ ณ เวลาหนึ่ง หรือเป็นแบบจำลองที่เวลาไม่มีบทบาท หรือไม่มีตัวแปรเวลา ซึ่งสถานะของระบบไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

ข. แบบจำลองแบบพลวัต (Dynamic Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่มีตัวแปรเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง สถานะของระบบจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

ค. แบบจำลองระบบแน่นอน (Deterministic Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่ไม่มีตัวแปรสุ่ม (Random variables) แบบจำลองประเภทนี้จะได้ผลลัพธ์ที่มีความแน่นอน

ง. แบบจำลองระบบที่เกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอน (Probabilistic หรือ Stochastic Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่ประกอบด้วยตัวแปรสุ่ม

อย่างน้อย 1 ตัว แบบจำลองประเภทนี้จะได้ผลลัพธ์ที่เป็นเชิงสุ่ม (Random Outputs) ซึ่งผลลัพธ์หรือค่าต่างๆที่ได้จะมีความไม่แน่นอน โดยปกติจะหาผลลัพธ์ในเทอมของค่าประมาณ เช่น ค่าเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น ระบบสินค้าคงเหลือ โดยทั่วไปความต้องการสินค้าจะไม่แน่นอน ปริมาณสินค้าคงเหลือในแต่ละสิ้นวันจึงไม่แน่นอน ดังนั้นจึงหาปริมาณสินค้าคงเหลือออกมาในเทอมของค่าเฉลี่ย

จ. แบบจำลองแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่ค่าของตัวแปรสถานะ หรือตัวแปรตาม (Dependent Variables) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเฉพาะบางจุดเวลา

ฉ. แบบจำลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่ค่าของตัวแปรสถานะ หรือตัวแปรตาม (Dependent Variables) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

2.5 แบบจำลองสถานการณ์

แบบจำลองสถานการณ์สามารถแบ่งออกได้ตามประเภทของแบบจำลอง 6 ประเภท ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อข้างต้น ซึ่งการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน ภายใต้ความไม่แน่นอน จะใช้แบบจำลองสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบตามระยะเวลา โดยเปลี่ยนแปลงแบบเป็นช่วงๆระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง และไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้าได้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะของแบบจำลองแบบพลวัต (Dynamic Simulation Models) แบบจำลองแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Simulation Models) และเป็นแบบจำลองระบบที่เกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอน (Stochastic Simulation Models) รวมกัน (Law and Kelton, 1991) ซึ่งแบบจำลองสถานการณ์ประเภทนี้เรียกว่า แบบจำลองสถานการณ์ของระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete-Event Simulation Model)

ต่อไปนี้จะกล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแบบจำลองสถานการณ์

2.5.1 โครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์ก่อนที่จะเริ่มทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ จะช่วยให้แบบจำลองที่จะสร้างสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริง

ได้ใกล้เคียงมากที่สุด โดยมีลักษณะและพฤติกรรมต่างๆ ของระบบจริงครบถ้วนและถูกต้อง (คมกฤษณ์, 2546) ซึ่งโครงสร้างแบบจำลองโดยทั่วไปประกอบไปด้วย

2.5.1.1 องค์ประกอบของระบบ (Components)

แบบจำลองที่สมบูรณ์จะต้องมีองค์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็นในการทำงานครบถ้วนตามระบบจริง องค์ประกอบของระบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ผู้รับบริการ (Transaction) ของระบบ และผู้ให้บริการ (Facility) ของระบบ เมื่อสามารถแบ่งองค์ประกอบต่างๆ ของระบบได้แล้วจะต้องสามารถระบุเหตุการณ์ (Event) ที่เกิดขึ้นตามลำดับได้ด้วย เหตุการณ์ คือ สิ่งที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมและเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ เช่น ระบบการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุก จะประกอบไปด้วย สินค้าซึ่งเป็นผู้รับบริการในระบบ รถบรรทุกซึ่งเป็นผู้ให้บริการในระบบ และเหตุการณ์แรกที่เกิดขึ้นในระบบ คือ การขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก ที่ทำให้สถานะของระบบเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือจากที่ไม่มีผู้รับบริการในระบบ หรือระบบที่มี ผู้รับบริการเท่ากับ 0 ไปเป็นระบบที่มีผู้รับบริการเท่ากับ 1 เป็นต้น

2.5.1.2 พารามิเตอร์ (Parameter)

เป็นค่าคงที่ที่ผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนดเองหรืออาจจะเป็นค่าที่ผู้สร้างแบบจำลองเป็นผู้กำหนดขึ้นก็ได้

2.5.1.3 ตัวแปร (Variable)

เป็นค่าไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะจริงของการใช้งาน ตัวแปรจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable) หรือ ตัวแปรนำเข้า (Input Variable) และตัวแปรภายใน (Endogenous Variable) ตัวแปรภายนอกเป็นตัวแปรที่มาจากปัจจัยภายนอกระบบ ซึ่งมีผลต่อการทำงานของระบบ ส่วนตัวแปรภายในเป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในระบบซึ่งสามารถบอกถึงสภาวะหรือเงื่อนไขของระบบได้ หรืออาจจะอยู่ในลักษณะตัวแปรนำออก (Output Variable) ซึ่งแสดงผลที่ได้จากการใช้งานของระบบ

2.5.1.4 ฟังก์ชันความสัมพันธ์ (Functional Relationship)

ฟังก์ชันที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับพารามิเตอร์ ฟังก์ชันนี้อาจมีลักษณะแน่นอนตายตัวหรือไม่ก็ได้ ฟังก์ชันความสัมพันธ์เหล่านี้อาจหามาได้จากสมมติฐานหรือประเมินจากข้อมูลร่วมกับวิธีการทางสถิติก็ได้ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับพารามิเตอร์โดยมากจะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งง่ายต่อการทำความเข้าใจ

2.5.1.5 ขอบเขตจำกัด (Constraints)

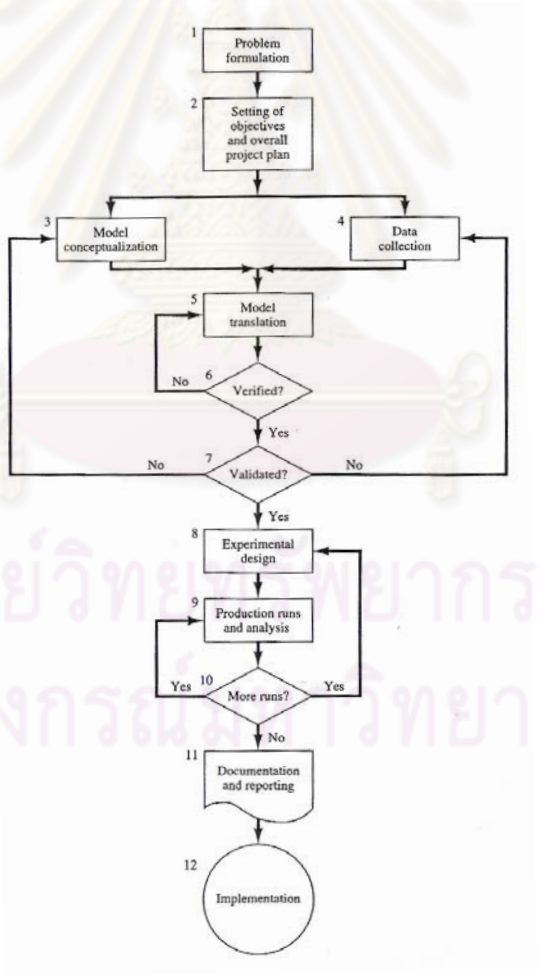
ข้อจำกัดของค่าตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนด เช่น ข้อจำกัดทางด้านทรัพยากร หรือเป็นข้อจำกัดของระบบโดยธรรมชาติ

2.5.1.6 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Performance Measure)

ตัวชี้วัดทางปริมาณของวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ซึ่งเป็นตัวประมวลผลของเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่น ต้นทุนการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน หรืออรรถประโยชน์ในการใช้งานรถบรรทุก เป็นต้น

2.5.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของการศึกษาในอดีตนั้น มีขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์คล้ายคลึงกัน เช่น Law and Kelton (1991) และ Pegden et al. (1995) แต่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการศึกษานี้ เป็นขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของ Banks et al. (1996) ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ที่มา : Banks et al. (1996)

2.5.2.1 การกำหนดปัญหา (Problem Formulation)

การกำหนดปัญหาเป็นขั้นตอนแรกของการศึกษาเพื่อการแก้ปัญหาต่างๆ การที่กำหนดปัญหาไม่ตรงกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ย่อมทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เกิดประโยชน์อะไร ผู้วางแผนสร้างแบบจำลองต้องมั่นใจว่าปัญหาที่หยิบขึ้นมานั้นครอบคลุมปัญหาทั้งหมดที่ต้องการศึกษาแล้ว

2.5.2.2 การกำหนดวัตถุประสงค์และการวางแผนการศึกษา (Setting of Objectives and Overall Project Plan)

การกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นการระบุขอบเขต รูปแบบ หรือองค์ประกอบที่สำคัญของแบบจำลองเพื่อให้สามารถใช้ในการวิเคราะห์ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ส่วนการวางแผนการศึกษา จะประกอบไปด้วยการกำหนดระยะเวลา จำนวนเงิน บุคลากร เครื่องมือ และโปรแกรมที่ต้องใช้ รวมไปถึงการกำหนดกรณีศึกษาที่จะทำการวิเคราะห์เมื่อแบบจำลองสร้างเสร็จแล้ว

2.5.2.3 กำหนดแนวความคิดในการสร้างแบบจำลอง (Model Conceptualization)

แบบจำลองที่สร้างนั้นจะต้องเป็นตัวแทนของระบบจริงที่เราจะศึกษาได้ โดยการสร้างแบบจำลองควรเริ่มสร้างจากแบบจำลองง่ายๆก่อน แล้วจึงค่อยๆ เพิ่มองค์ประกอบต่างๆซึ่งทำให้แบบจำลองมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้

2.5.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

กำหนดแนวความคิดในการสร้างแบบจำลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นสิ่งที่จะต้องกระทำไปพร้อมกัน (Shannon, 1975) เนื่องจากการเพิ่มองค์ประกอบเข้าไปในแบบจำลองต้องใช้ข้อมูลต่างๆ เพิ่มขึ้น วัตถุประสงค์ของแบบจำลองจะเป็นตัวกำหนดชนิดของข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม แบบจำลองที่มีวัตถุประสงค์ต่างกันถึงแม้ว่าจะจำลองมาจากระบบจริงเดียวกันก็อาจจะใช้ข้อมูลที่ไม่เหมือนกันทั้งหมด โดยข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจะต้องจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมจะนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองได้ด้วย ข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลในเชิงปริมาณซึ่งอาจจะต้องนำเทคนิคทางสถิติมาใช้ในการจัดเตรียมข้อมูล ซึ่งจุดมุ่งหมายของการเก็บรวบรวมข้อมูลก็คือนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลอง และเก็บรวบรวมไว้เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่ ดังนั้นการเก็บข้อมูลจึงเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความสมบูรณ์ของแบบจำลองที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ระบบจริง

2.5.2.5 การแปลงข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Model Translation)

การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมกับการศึกษาระบบที่มีความซับซ้อนมาก เนื่องจากให้ผลในการวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำเป็นที่จะต้องมีการแปลงข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองในรูปของคำสั่งตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้

2.5.2.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นการตรวจสอบดูว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถทำงานได้เหมาะสมไม่มีข้อผิดพลาดในการแปลงข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Debug) โดยทั่วไปแล้วการพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลองจะใช้สามัญสำนึกของผู้สร้างแบบหรืออาจจะใช้การสอบถามผู้เชี่ยวชาญระบบจริงนั้นก็ได้

2.5.2.7 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองนั้นเป็นตัวแทนที่สมบูรณ์ของระบบจริงหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้มาจากแบบจำลองกับข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากระบบจริงภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดเดียวกัน

2.5.2.8 การออกแบบการทดลอง (Experimental Design)

แบบจำลองสถานการณ์ที่ผ่านการพิสูจน์ความถูกต้อง และการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองแล้ว ผู้สร้างแบบจำลองสถานการณ์จะทำการออกแบบการทดลองแบบจำลองสถานการณ์โดยจะออกแบบการทดลองแบบจำลองให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.5.2.9 การทดลองแบบจำลองสถานการณ์และการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (Production Runs and Analysis)

ทำการทดลองแบบจำลองสถานการณ์เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมาทำการวิเคราะห์ผล โดยผลลัพธ์ที่ได้จะถูกรวบรวมแล้วนำไปประเมินผลและรายงานผู้ที่เกี่ยวข้องให้รับทราบ

2.5.2.10 การทดลองแบบจำลองอีกครั้ง (More runs?)

การทดลองแบบจำลองอีกครั้งจะเกิดขึ้นเมื่อทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์แล้ว ผู้วิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์จะเป็นผู้กำหนดว่าควรทดลองแบบจำลองอีกครั้งหรือไม่

2.5.2.11 การทำคู่มือการใช้งานและทำรายงานผล (Documentation and Reporting)

ผู้สร้างแบบจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องทำคู่มือการใช้แบบจำลองสถานการณ์ขึ้นมาด้วยเพื่อให้ผู้ใช้แบบจำลองสถานการณ์ทราบถึงกระบวนการทำงานซึ่งจะทำให้การใช้แบบจำลองสถานการณ์สะดวกขึ้น

2.5.2.12 การนำไปใช้งาน (Implementation)

ผู้วิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์จะทำการรายงานเกี่ยวกับขั้นตอนทั้งหมด 11 ขั้นตอนที่ผ่านมา บอกถึงข้อดีของแบบจำลองและอาจเพิ่มเติมข้อมูลที่ผู้ใช้จำเป็นต้องรู้ และผู้ใช้แบบจำลองสถานการณ์จะต้องเรียนรู้วิธีการใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อนำไปใช้ในต่อไป

2.5.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ปัจจุบันการจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) วิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมสูง ทั้งนี้เนื่องจากการจำลองสถานการณ์มีข้อดีหลายประการ ได้แก่ (มานพ, 2550)

ก. สามารถย่นระยะเวลาการศึกษาทดลองให้สั้นลง ซึ่งถ้าทำการทดลองกับระบบจริงอาจต้องใช้เวลานานหลายเดือน หรือนานหลายปี แต่ถ้าใช้วิธีการทดลองแบบจำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ จะสามารถศึกษาผลที่ได้จากการทดลองได้ภายในเวลาไม่กี่นาที หรือไม่กี่ชั่วโมง

ข. สามารถใช้วิธีการจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือในการทดลองสูตร แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ มาตรการ กฎเกณฑ์ข้อบังคับ หรือนโยบายใหม่ๆ ก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องสำคัญมากที่ควรจะตรวจสอบความสมเหตุสมผล ความเหมาะสม หรือผลกระทบที่เกิดขึ้นเสียก่อน

ค. สามารถใช้แก้ปัญหาและวิเคราะห์ระบบที่มีความซับซ้อนมาก เช่น ระบบคิว และระบบสินค้าคงเหลือที่มีความซับซ้อน ซึ่งจะมีความเป็นไปได้ หรือง่ายกว่าการใช้วิธีการเชิงวิเคราะห์ (Analytical Methods) เพราะไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์ขั้นสูง และสามารถจำลองระบบได้เหมือนจริง ซึ่งอาจทำไม่ได้ถ้าใช้วิธีการเชิงวิเคราะห์ หรืออาจต้องตัดองค์ประกอบหลายตัวออกไป หรือต้องตั้งข้อสมมติฐานหลายประการเพื่อให้แบบจำลองมีความง่ายขึ้น ซึ่งการทำเช่นนี้อาจทำให้แบบจำลองต่างจากความเป็นจริงมาก

และการจำลองสถานการณ์มีข้อจำกัดหรือข้อเสียเช่นกัน เช่น

ก. การใช้วิธีการจำลองโดยทั่วไปจะใช้เวลามากและเสียค่าใช้จ่ายสูงในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ หรือเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่ก็ได้มีความพยายามแก้ไข เช่นในเรื่องของการใช้เวลามาก ก็ได้มีการคิดภาษาที่ใช้ในการเขียนแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Languages) เช่น ภาษา DYNAMO GPSS SIMSCRIPT และ SIMULA เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมง่ายและรวดเร็วมากขึ้น

ข. โดยทั่วไปผลลัพธ์หรือคำตอบที่ได้จากการจำลองสถานการณ์จะเป็นค่าประมาณ เพราะฉะนั้นจึงมีความคลาดเคลื่อนระดับหนึ่ง แต่จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความละเอียดในการจำลองแบบจำลองและการออกแบบการทดลอง ดังนั้นในกรณีที่สามารถใช้วิธีเชิงวิเคราะห์ในการหาคำตอบได้ ก็ควรใช้วิธีเชิงวิเคราะห์ ซึ่งจะให้คำตอบได้อย่างแม่นตรง

2.5.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบจริงที่ไม่มีความซับซ้อนของระบบมากนักสามารถทำได้โดยใช้การคำนวณด้วยมือธรรมดา แต่สำหรับระบบที่ซับซ้อนหากสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยคนอาจจะต้องใช้เวลามาก อีกทั้งยังมีความผิดพลาดสูงอีกด้วย ดังนั้นจึงนิยมใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบซับซ้อนเพราะมีความแม่นยำสูงกว่า และในกรณีที่ต้องวิเคราะห์ทางเลือกหลายๆทาง แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถทำการวิเคราะห์ซ้ำแล้วซ้ำอีกได้รวมถึงยังประหยัดเวลาในการวิเคราะห์แต่ละทางเลือกอีกด้วย (คมกฤษณ์ จิระสวัสดิ์, 2546)

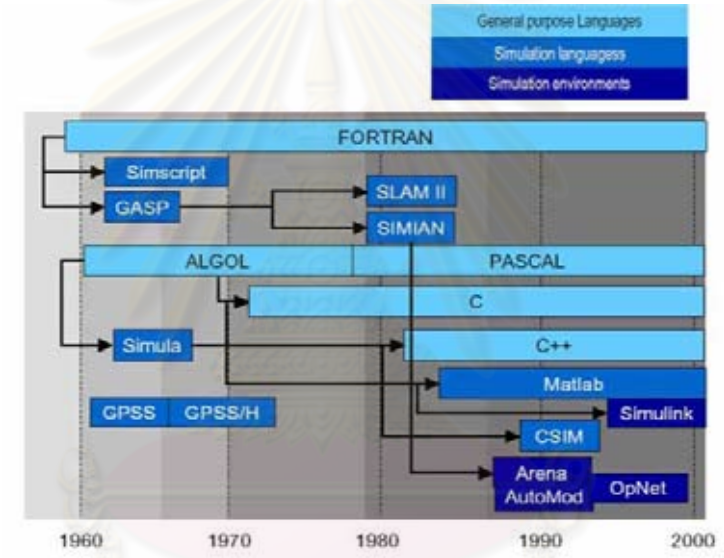
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในปัจจุบันมีมากมายหลายโปรแกรม โดยสามารถแบ่งประเภทของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ดังนี้

2.5.4.1 โปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรมทั่วไป (General Purpose Languages)

โปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรมทั่วไป ผู้สร้างแบบจำลองต้องประยุกต์โปรแกรมให้เข้ากับระบบที่กำลังศึกษาเอง ตัวอย่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ เช่น FORTRAN, Pascal, BASIC, C เป็นต้น

2.5.4.2 โปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะ (General Purpose Simulation Languages)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะ เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ซึ่งทำให้การทำความเข้าใจและการใช้โปรแกรมในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จะทำได้ง่ายกว่าโปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรมทั่วๆไปโปรแกรมประเภทนี้อาจจะมีหรือไม่มีภาพประกอบก็ได้ ตัวอย่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะที่ไม่มีรูปภาพประกอบ เช่น AweSim, GPSS, SIMSCRIPT ตัวอย่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะที่มีภาพประกอบ เช่น Arena, Extend, SIMAN/Cinema, SLAM เป็นต้น



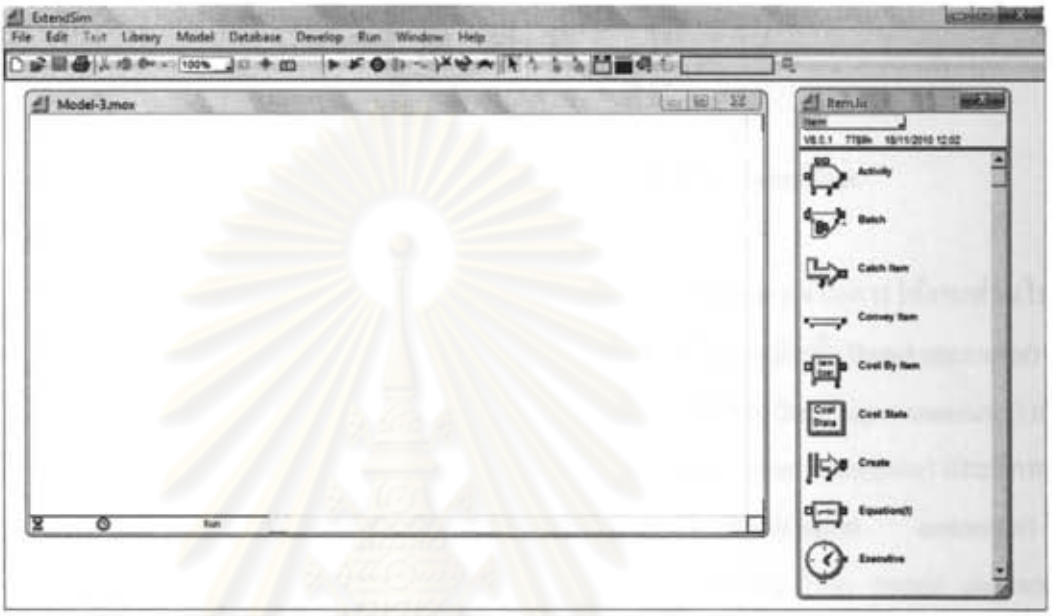
รูปที่ 2.11 วิวัฒนาการของการพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง
ที่มา : Stevan Institute of Technology (2003)

โดยในการศึกษานี้ได้เลือกใช้โปรแกรม ExtendSim 8 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะ ในการจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของโครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรมในหัวข้อถัดไป

2.5.5 โครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรม ExtendSim

ในการศึกษานี้ได้ทำการสร้างและพัฒนาการจำลองสถานการณ์การขนส่งสินค้าแบบเต็มคันโดยใช้โปรแกรม ExtendSim 8 ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองสถานการณ์ที่ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ ซึ่งพัฒนามาจากภาษาคอมพิวเตอร์ ModL ซึ่งเป็นภาษาที่มีความคล้ายคลึงกับภาษา C

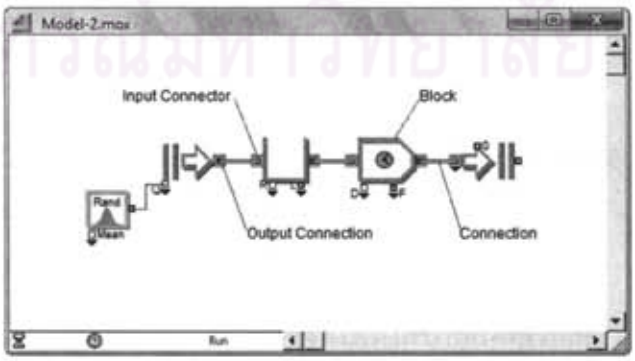
หรือ C++ อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้งานได้กับแบบจำลองหลายแบบ เช่น แบบจำลองสถานการณ์แบบต่อเนื่อง(Continuous model) แบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete event model) หรือแบบจำลองแบบผสม (Mixed-model system) เป็นต้น



รูปที่ 2.12 หน้าต่างโปรแกรม ExtendSim8

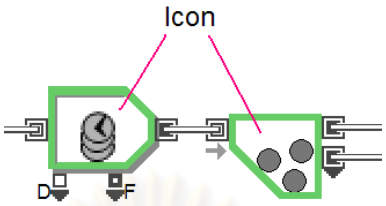
การสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ExtendSim จะประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญต่างๆ ได้แก่

ก. บล็อก (Block) เป็นตัวแทนของส่วนต่างๆ และกิจกรรมต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในการจำลองสถานการณ์ ซึ่งบล็อกส่วนใหญ่ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.13 องค์ประกอบที่สำคัญของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ExtendSim

– ไอคอน (Icon) เป็นรูปภาพหรือลักษณะของบล็อก ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงลักษณะการทำงานของบล็อกนั้น



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างไอคอน (Icon) ในโปรแกรม ExtendSim

– จุดเชื่อมต่อ (Connector) ซึ่งมีหลายประเภท แต่ในการใช้งานส่วนใหญ่จะใช้เพียง 2 ประเภท คือ จุดเชื่อมต่อในการนำเข้า (Input connector) ซึ่งประกอบด้วย จุดเชื่อมต่อในการนำเข้าวัตถุ (Item input connector) และจุดเชื่อมต่อในการนำเข้าข้อมูล (Value input connector) และอีกหนึ่งประเภทคือ จุดเชื่อมต่อในการส่งออก (Output connector) ซึ่งประกอบด้วย จุดเชื่อมต่อในการส่งออกวัตถุ (Item output connector) และจุดเชื่อมต่อในการส่งออกข้อมูล (Value output connector) โดยจุดเชื่อมต่อต่างๆนี้ทำหน้าที่ในการเป็นจุดเชื่อมต่อเส้นทางการส่งผ่าน (Connection) วัตถุหรือข้อมูลจากบล็อกสู่บล็อก

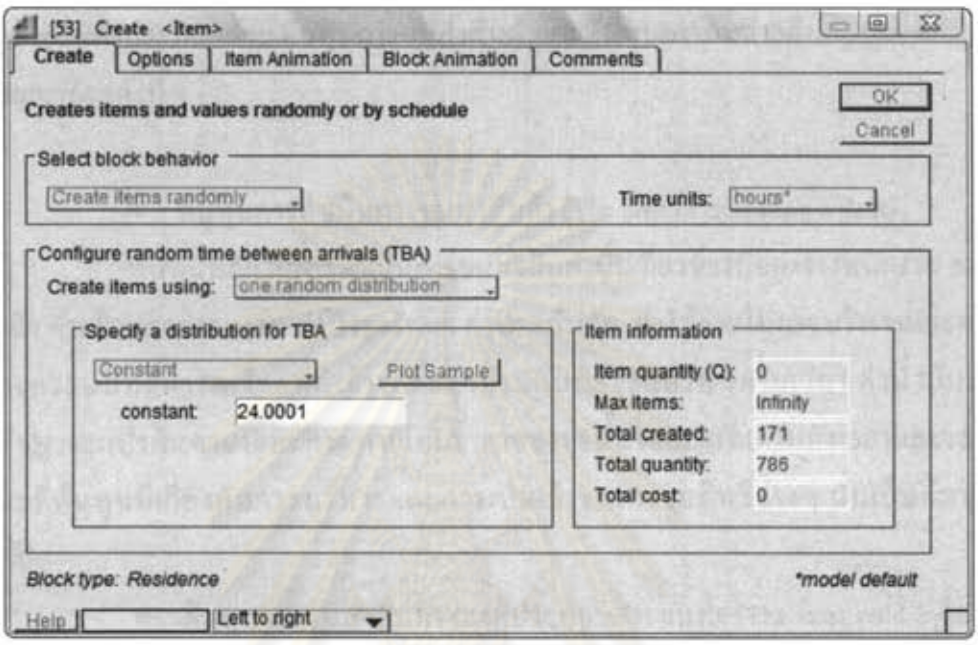
Type	Input	Output
Value	□	■
Item	▣	▣

รูปที่ 2.15 ประเภทของจุดเชื่อมต่อ (Connector) ในโปรแกรม ExtendSim
ที่มา: ExtendSim8 User Guide

– ไดอะล็อค (Dialog) ซึ่งทำหน้าหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างผู้ใช้และแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้ไดอะล็อคใน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การนำเข้าข้อมูล การตั้งค่าต่างๆ หรือใช้สำหรับการแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลอง



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างไดอะล็อค (Dialog) ในโปรแกรม ExtendSim

ข. เส้นเชื่อมต่อ (Connection) มีลักษณะเป็นเส้นเชื่อมต่อระหว่างบล็อก ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งผ่านวัตถุและข้อมูลจากบล็อกสู่บล็อก ซึ่งประกอบด้วย 2 ประเภท ได้แก่ เส้นเชื่อมต่อวัตถุ (Item connection) และเส้นเชื่อมต่อข้อมูล (Value connection)

Type of connector	Line type
Value	
Item	

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างเส้นเชื่อมต่อ (Connection) ในโปรแกรม ExtendSim

ที่มา: ExtendSim8 User Guide

2.6 ต้นทุนการขนส่งสินค้า

Ghiani G. et al. (2003) ได้กล่าวว่าต้นทุนในการขนส่งสินค้า (Transportation costs) นั้นเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้า (Motion costs) ซึ่งต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้าประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่งสินค้าและต้นทุนการขนถ่ายสินค้า (Handling costs) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ต้นทุนการดำเนินการขนส่งสินค้า (The cost of operating a fleet)

ต้นทุนหลักในการดำเนินการขนส่งสินค้านั้นเกี่ยวข้องกับค่าจ้างพนักงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าเสื่อมราคาของรถ ค่าบำรุงรักษา ค่าประกันภัย ค่าใช้จ่ายในการบริหารและการเป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ต่างๆ โดยที่ค่าจ้างและค่าประกันภัยจะแปรผันตามเวลา ค่าน้ำมันและค่าบำรุงรักษาจะแปรผันตามระยะทาง ค่าเสื่อมราคาของรถนั้นจะแปรผันตามทั้งเวลาและระยะทาง ในขณะที่ต้นทุนที่เกี่ยวกับการบริหารและการเป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ต่างๆ นั้นเป็นต้นทุนคงที่ประจำปี

- ต้นทุนการขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการขนส่ง (The cost paid by a carrier for transporting a shipment)

ต้นทุนการขนส่งสินค้าที่ค่อนข้างไม่มีกฎเกณฑ์หรือข้อกำหนด เช่น ในการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคัน เมื่อการขนส่งสินค้าจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งต่อๆกันหลายแห่งโดยรถคันเดิม ต้นทุนการขนส่งในเที่ยวนั้นจะจำแนกออกเป็นต้นทุนในการส่งสินค้าแต่ละแห่งได้ไม่ชัดเจน ในการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันก็เช่นเดียวกัน ต้นทุนการส่งสินค้าไม่สามารถที่จะระบุได้อย่างชัดเจน เนื่องจากจะมีต้นทุนที่เกิดจากการวิ่งรถเปล่ารวมอยู่ด้วยในการเคลื่อนย้ายรถจากจุดที่ส่งสินค้าไปยังจุดรับสินค้า

- ต้นทุนที่เกิดจากการจ้างรถภายนอกมาทำการขนส่งสินค้า (The cost paid for hiring a vehicle)

ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าจะต้องนำต้นทุนที่เกิดจากการจ้างรถจากภายนอกมารวมกับต้นทุนค่าขนส่งด้วย

- ต้นทุนการขนส่งที่เกิดจากการขนส่งสินค้าโดยระบบขนส่งสาธารณะ (The cost of a shipment when a public carrier is used)

เมื่อผู้ประกอบการขนส่งสินค้าใช้การขนส่งสาธารณะ ต้นทุนการขนส่งสินค้าสามารถคำนวณได้จากอัตราค่าขนส่งที่ประกาศโดยผู้ประกอบการขนส่ง ซึ่งเป็นไปตามคุณลักษณะเชิงกายภาพของสินค้าที่จะทำการขนส่ง (น้ำหนัก ความหนาแน่น และอื่นๆ) อัตราค่าขนส่ง (เช่น

ต้นทุนค่าขนส่งต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก) แปรผันไปตามระยะทางจากต้นทางไปยังปลายทางในการขนส่งสินค้า น้ำหนักสินค้า และปริมาตรของสินค้าในการขนส่ง

- ต้นทุนการขนถ่ายสินค้า (Handling costs)

ต้นทุนการขนถ่ายสินค้าเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเมื่อมีการบรรจุสิ่งของลงในพาเลท (Pallet) หรือตู้คอนเทนเนอร์ (Container) การขนย้ายพาเลทหรือตู้คอนเทนเนอร์ขึ้นรถที่จะทำการขนส่งสินค้า และการดำเนินงานเช่นเดิมกลับมายังปลายทาง

จากต้นทุนประเภทต่างๆที่กล่าวในข้างต้น พบว่า ต้นทุนหลักที่ผู้ประกอบการขนส่งจำเป็นต้องให้ความสำคัญและคำนึงถึงมากที่สุด คือ ต้นทุนการดำเนินการขนส่งสินค้า เนื่องจากเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของผู้ประกอบการโดยตรง ซึ่งโครงสร้างต้นทุนที่นำมาใช้ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกโดยทั่วไปนั้นมีตัวแปรที่สำคัญ ดังนี้

ก. ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs)

ต้นทุนคงที่ หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ไม่ผันแปรไปตามปริมาณการขนส่ง เช่น ค่าเสื่อมราคาของรถบรรทุก , ค่าต่อทะเบียนรถ , ค่าประกันภัยรถ , เงินเดือนพนักงานขับรถ หรือพนักงานขนถ่าย (เด็กติดรถ) เป็นต้น โดยต้นทุนชนิดนี้ ยังคงต้องจ่ายไม่ว่าปริมาณงานจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือไม่

– ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ของรถบรรทุก

ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการคิดอัตราค่าเสื่อม แบบเส้นตรง (Straight – line Method) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย เหมาะสำหรับรถบรรทุกที่มีการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลามากกว่าที่จะเสื่อมสภาพเพราะการใช้งาน และเป็นการเสื่อมสภาพใกล้เคียงกันทุกปี ส่วนอายุการใช้งานกี่ปี ไม่ได้มีกำหนดไว้แน่นอนตายตัว ถ้าเป็นรถที่ออกใหม่ป้ายแดง ส่วนใหญ่ก็จะกำหนดไว้ประมาณ 5-7 ปี แล้วแต่ระยะเวลาของสัญญาว่าจ้างหรือความเหมาะสม แต่ถ้าเป็นรถเก่าก็จะตัดตัวแปรนี้ออก เพื่อช่วยให้ต้นทุนค่าขนส่งโดยรวมต่ำลงและสามารถแข่งขันได้ ส่วนค่าซากของรถก็ไม่ได้มีกำหนดตายตัวเช่นกัน ส่วนใหญ่จะกำหนดไว้ประมาณร้อยละ 40-50 จากมูลค่าเดิมของรถ

– ผลตอบแทนของพนักงานขับรถ/พนักงานขนถ่าย

การจ่ายผลตอบแทนให้พนักงานขับรถ มีการตกลงกันได้หลายรูปแบบ เช่น จ่ายเป็นเงินเดือน บวกเบี้ยเลี้ยงเป็นรายเที่ยว หรือจ่ายเป็นเงินเดือน แต่จ่ายเบี้ยเลี้ยงโดยให้เหมาค่าน้ำมันไปด้วย ซึ่งจะทำการตกลงกันเป็นกรณีไป กรณีบางครั้งที่งานเป็นลักษณะมีบริการรวมขนถ่ายสินค้าลงให้ลูกค้าปลายทางด้วย ส่วนใหญ่จะเหมาไปกับพนักงานขับรถ

– ค่าประกันภัยสำหรับรถบรรทุก

สำหรับค่าประกันภัยรถบรรทุก ถ้าเป็นแบบค่าประกันภัยชั้น 1 ของ รถ 6 ล้อ ค่าเบี้ยประกันจะอยู่ประมาณ 40,000-50,000 บาท/ปี ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในกรมธรรม์

– ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ อีก เช่น ค่าภาษีรถบรรทุก ค่าประกันภัยสินค้า ค่าเช่าติดตั้งระบบ GPS สำหรับ Tracking สถานะการขนส่งเพื่อเพิ่มอรรถประโยชน์ (Utilization) ของรถบรรทุก หรือไว้ควบคุมพฤติกรรมการใช้รถและความปลอดภัยในการขับขี่ เป็นต้น

ข. ต้นทุนผันแปร (Variables Costs)

ต้นทุนผันแปร หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่แปรผันไปตามปริมาณการขนส่ง หากมีการขนส่งมาก หรือระยะทางไกล ก็จะมีผลทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น หรือลดลงตามไปด้วยเช่นกัน เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าจ้างในการขนถ่ายสินค้า เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดแยกออกเป็นแต่ละตัวแปรดังนี้

– ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

ปัจจุบันต้นทุนค่าน้ำมันรถ คิดเป็นร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 70 ของต้นทุนค่าขนส่งโดยรวม ดังนั้นตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้ประกอบการขนส่ง

– ค่ายางรถบรรทุก

ยางรถบรรทุกมีหลายประเภท ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เป็นยางเรเดียลของมิชลิน จำนวนที่ใช้ก็จะขึ้นอยู่กับประเภทรถ ตัวอย่างสำหรับราคายางรถบรรทุก ราคายางรถ 6 ล้อ เป็นยางเรเดียลของมิชลินโดยมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 8,000 บาท/เส้น อายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 70,000 กม.

– ค่าบำรุงรักษา (Maintenance)

สำหรับค่าบำรุงรักษารถบรรทุก ได้จากการคำนวณมาจากค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดจากการนำรถไปเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง ไส้กรองน้ำมันเครื่อง น้ำมันเบรค และน้ำมันเกียร์ เป็นต้น

2.7 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้า

ในปัจจุบันมีจำนวนผู้ประกอบการขนส่งรถบรรทุกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดอัตราการแข่งขันด้านการให้บริการขนส่งสินค้าสูงตามไปด้วย ดังนั้นคุณภาพของการบริการหรือระดับของการบริการ (Level of Service) ในการขนส่งสินค้าจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ประกอบการควรคำนึงถึงในการให้บริการขนส่งสินค้า

กวี ศรีเมือง (2550) ได้ทำการศึกษาการดำเนินการขนส่งสินค้า และได้กล่าวถึงดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ (Key Performance Indicators, KPIs) ในการให้บริการขนส่งสินค้า ซึ่งมีดังต่อไปนี้

- ความเพียงพอของรถขนส่งสินค้า (Truck Availability)
- ระยะเวลาที่รถทำการขนส่งสินค้า (Time Utilization)
- ปริมาณการบรรทุกสินค้า/เที่ยว (Load Utilization)
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า (บาท/ลัง บาท/กิโลเมตร หรือ บาท/เที่ยว)
- พนักงานขับรถ อาจใช้การประเมินผลปฏิบัติงานประจำปี เช่น จำนวนเที่ยวต่อวัน จำนวนอุบัติเหตุ อัตราการใช้น้ำมัน (กิโลเมตร/ลิตร) การดูแลรักษารถขนส่ง ระเบียบวินัย ความประพฤติ การแต่งกาย เป็นต้น
- การส่งมอบสินค้า ตรงเวลา ครบถ้วน ถูกต้อง ไม่เสียหาย รวมทั้งระดับการบริการ (Level of service) และระดับการให้บริการของผู้ประกอบการขนส่ง (Vender service level)
- การจัดทำรายงานการปฏิบัติงาน การจัดตารางเวลา (Timetable) และเส้นทางการเดินรถใหม่ (Route, Truck router) การส่งสินค้าโดยตรงไปยังร้านค้าหรือลูกค้าปลายทางโดยไม่ผ่านศูนย์กระจายสินค้า (Door to Door หรือ Direct to Store) กระบวนการโลจิสติกส์แบบย้อนกลับ (Reverse Logistics) การตรวจสอบความถูกต้องของการขนส่งสินค้า (Proof of Delivery, POD) การกลับมาจากการขนส่งสินค้าแบบตรงเวลา (Return on Time)
- การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ เช่น ระบบ GPS ซึ่งอาศัยอุปกรณ์เสริมในงานขนส่ง ได้แก่ กล่องดำ (Black box) ซึ่งใช้สำหรับวัดความเร็ว บันทึกเวลาที่เครื่องยนต์ทำงานแต่รถไม่วิ่ง (Idle time) และใช้สำหรับการสอบสวนในกรณีที่รถเกิดอุบัติเหตุ แล้วนำค่าเหล่านั้นมาประมวลผลทางสถิติโดยผ่านทางโปรแกรมที่ช่วยในการประมวลผล เช่น โปรแกรม Smart Fleet หรือ Fleet Management เป็นต้น

- ข้อร้องเรียนต่างๆ

Mckinnon (1998) ได้ทำการพัฒนาดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงานการขนส่งสินค้าทางถนน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงานกลุ่มนี้ถูกนำมาใช้วัดการทำงานของกองรถขนส่งสินค้าแช่เย็นจำนวน 1,300 คัน ภายในระยะเวลามากกว่า 48 ชั่วโมง โดยดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงานมีดังนี้

- ประสิทธิภาพการสิ้นเปลืองน้ำมัน (Fuel Efficiency) จะขึ้นอยู่กับกำลังของเครื่องยนต์และอุปกรณ์ทำความเย็น
- การเติมสินค้าบนรถขนส่ง (Vehicle Fill) สัดส่วนน้ำหนักบรรทุกจริงที่ทำการขนส่งสินค้าเทียบกับความสามารถในการบรรทุกสินค้า
- การวิ่งเที่ยวเปล่า (Empty Running) ระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งโดยไม่มีการบรรทุกสินค้า
- อรรถประโยชน์ด้านเวลาในการใช้รถ (Time Utilization) ซึ่งเวลาในการใช้รถสามารถแยกออกเป็น 7 กิจกรรม ไม่ว่ารถจะวิ่งอยู่บนถนน กำลังยกสินค้าขึ้นและลง การรอคอยในการยกสินค้า รถอยู่ในช่วงซ่อมบำรุงหรือไม่มีการใช้ประโยชน์ (เช่น รถจอดอยู่กับที่เนื่องจากไม่มีงานขนส่ง)
- การเปลี่ยนแปลงจากตารางการขนส่ง (Deviations from Schedule) มีการขอให้บริษัทจดบันทึกข้อมูลความล่าช้าที่ส่งผลกระทบมากพอที่จะทำให้เกิดความไม่สะดวก รวมถึงระบุสาเหตุของความล่าช้าเหล่านั้น

จากต้นทุนการขนส่งสินค้า และการวัดประสิทธิภาพในการดำเนินการในข้างต้น จะเห็นได้ว่าการดำเนินการภายใต้สภาวะความไม่แน่นอน อาจส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าในการดำเนินการ ถ้าผู้ประกอบการมีการตัดสินใจที่ผิดพลาดอาจก่อให้เกิดความเสียหายตามมา ดังนั้น การใช้แบบจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือช่วยผู้ประกอบการในการคาดการณ์ต้นทุนและประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันได้ล่วงหน้า อาจทำให้ผู้ประกอบการสามารถลดต้นทุนการขนส่งสินค้าลงได้ และยังสามารถดำเนินการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 3
การสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันภายใต้สภาวะความไม่แน่นอนในการขนส่งสินค้า เพื่อประมาณการต้นทุนและประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน การสร้างและพัฒนาแบบจำลองจะกระทำควบคู่ไปกับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง แต่หลักการสร้างแบบจำลองในเบื้องต้นจะเป็นการสร้างแบบจำลองอย่างง่ายก่อน แล้วจึงค่อยๆเพิ่มองค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้แบบจำลองมีความซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งการเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลที่นำมาใช้ในแบบจำลองสถานการณ์จะกล่าวถึงในบทถัดไป

เนื่องจากการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันของผู้ประกอบการขนส่งเป็นระบบที่มีความซับซ้อน ดังนั้นจึงต้องมีการตั้งสมมติฐานและกำหนดขอบเขตของแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อเป็นเป้าหมายในการดำเนินการและป้องกันความสับสนที่อาจเกิดขึ้น จากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์และพัฒนาแบบจำลองต่อไป

3.1 สมมติฐานของแบบจำลองสถานการณ์

การดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันเป็นระบบที่มีความซับซ้อน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ตั้งแต่การรับคำสั่งจัดส่งสินค้าจากลูกค้าไปจนกระทั่งนำสินค้าไปส่งยังลูกค้าปลายทาง และเตรียมความพร้อมของรถบรรทุกสำหรับการจัดส่งสินค้าในวันถัดไป การที่จะสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่จะเป็นตัวแทนของระบบจริงที่สมบูรณ์ครบถ้วนจึงเป็นไปได้ยาก และอาจต้องใช้ค่าใช้จ่ายรวมถึงเวลาในการสร้างแบบจำลองที่สูง ซึ่งในบางกรณีอาจจะไม่มีความจำเป็นที่จะต้องสร้างแบบจำลองสถานการณ์ให้เป็นตัวแทนของระบบจริงที่มีความสมบูรณ์ครบถ้วน แต่อาจสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงที่มีรายละเอียดเพียงพอต่อการพิจารณา ดังนั้นการตั้งสมมติฐานจึงถูกนำมาใช้เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงระบบจริงที่มีรายละเอียดเพียงพอต่อการวิเคราะห์

ในการศึกษานี้เป็นการจำลองสถานการณ์การดำเนินการขนส่งสินค้า ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบจำลองสถานการณ์ระบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete event simulation model) โดยทำการจำลองสถานการณ์การขนส่งสินค้าในแต่ละวัน ซึ่งมีปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าและเวลาในการบริการที่ไม่แน่นอน และมีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอกเมื่อจำนวนรถบรรทุกของผู้ประกอบการไม่เพียงพอที่จะรองรับความต้องการขนส่งสินค้า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะประกอบด้วย ต้นทุนในการ

ดำเนินการขนส่งสินค้าและประสิทธิภาพในการดำเนินการของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

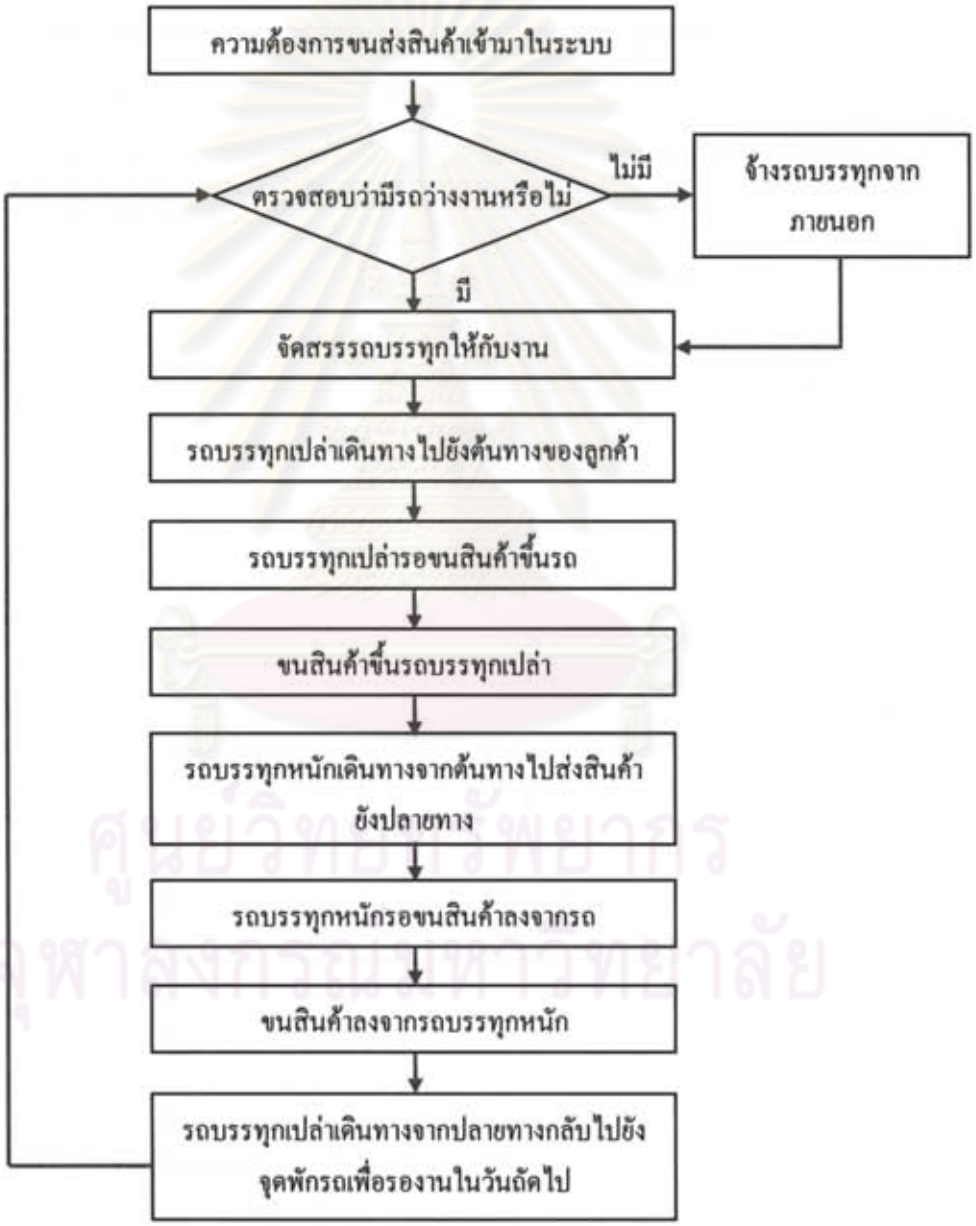
ซึ่งสมมติฐานหลักของแบบจำลองสถานการณ์ มีดังต่อไปนี้

- รูปแบบการขนส่งสินค้าเป็นการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน (Full Truckload)
- พิจารณารถบรรทุกเพียง 1 ประเภท คือ รถบรรทุกกึ่งพ่วง 6 ล้อ จำนวน 60 คัน
- จำนวนรถบรรทุกคงที่ตลอดในช่วงเวลาในการจำลองสถานการณ์
- กำหนดให้รถบรรทุก พนักงานขับรถ และผู้ติดตาม เป็นทรัพยากรเดียวกัน
- กำหนดให้ทราบปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในตอนเช้าของแต่ละวัน
- พิจารณาปัจจัยที่มีความไม่แน่นอนในการขนส่งสินค้า 2 ปัจจัย ได้แก่
    - ก. ความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในแต่ละวัน
    - ข. ความไม่แน่นอนของเวลาในการให้บริการขนส่งสินค้า ซึ่งเกิดจากเวลาส่วนที่เป็นเวลาสูญเสีย (Idle Time) ที่ไม่แน่นอน อันเนื่องมากจาก (1) เวลาในการขนสินค้าขึ้นรถ (2) เวลาในการขนสินค้าลงจากรถ และ (3) เวลารอคอย
- ระยะทางในการเดินทางของรถในแต่ละเส้นทาง พิจารณาเป็นระยะทางเฉลี่ยของแต่ละเส้นทางนั้นๆ
- ความเร็วของรถพิจารณาเป็นความเร็วเฉลี่ย ซึ่งแยกออกเป็น ความเร็วเฉลี่ยของการวิ่งเที่ยวหนัก และความเร็วเฉลี่ยของการวิ่งเที่ยวเปล่า
- เมื่อรถบรรทุกทำการขนส่งสินค้าที่ปลายทางเสร็จแล้ว กำหนดให้รถกลับไปที่จุดพักรถเพื่อรองานของวันถัดไป
- ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ เป็นข้อมูลการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันของผู้ประกอบการขนส่งตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 7 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - ธันวาคม 2553

3.2 ขอบเขตของแบบจำลองสถานการณ์

แบบจำลองสถานการณ์ในการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันมีขอบเขตของแบบจำลองครอบคลุมการดำเนินการตั้งแต่การมีความต้องการขนส่งสินค้าเข้ามาในระบบ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบว่ามีรถว่างงานอยู่ในระบบหรือไม่ ถ้ามีรถว่างงานก็จะทำการจัดสรรงานให้แก่รถบรรทุก แต่ถ้าไม่มีรถว่างงานก็จะทำการจ้างรถบรรทุกจากภายนอกเข้ามารองรับความต้องการ จากนั้นรถบรรทุกเปล่าจึงวิ่งไปรับสินค้าที่ต้นทางของลูกค้า เมื่อรถบรรทุกเปล่าถึงที่ต้นทางก็จะต่อคิวรอ

เพื่อที่จะขนสินค้าขึ้นรถ และเมื่อขนสินค้าขึ้นรถเรียบร้อยแล้ว รถบรรทุกเปล่าจะเปลี่ยนสถานะเป็นรถบรรทุกหนักและเดินทางออกจากต้นทางไปยังปลายทางของลูกค้า เมื่อถึงปลายทาง รถบรรทุกหนักก็จะต่อคิวรอเพื่อที่จะขนสินค้าลงจากรถ หลังจากขนสินค้าลงจากรถเสร็จเรียบร้อย รถบรรทุกหนักก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นรถบรรทุกเปล่าและเดินทางออกจากปลายทางกลับไปยังจุดพักรถเพื่อรองานในวันถัดไป ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามรูปที่ 3.1

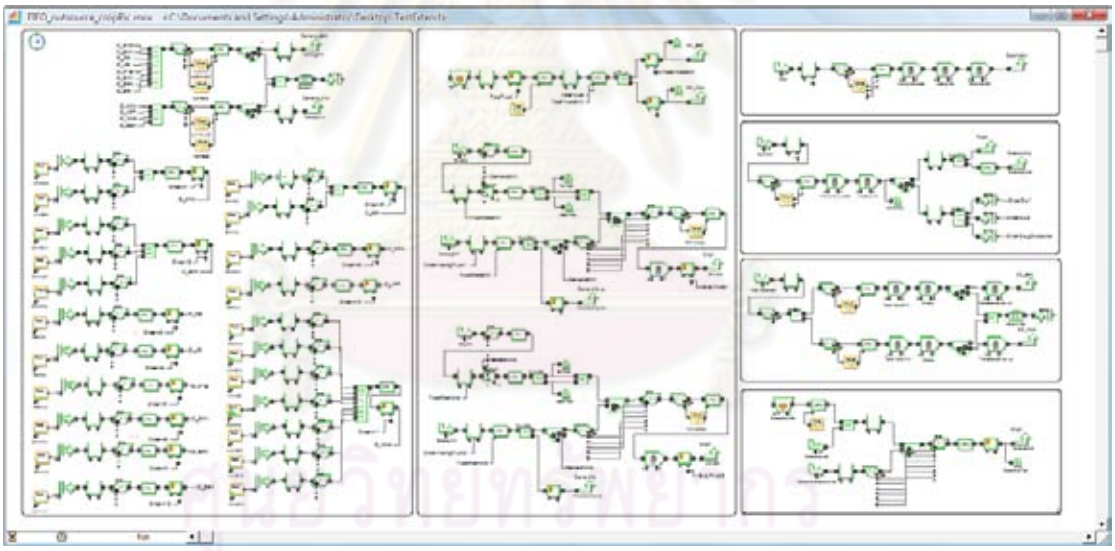


รูปที่ 3.1 กระบวนการของการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

3.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการและกิจกรรมต่างๆ ดังที่แสดงในหัวข้อ 3.1 สมมติฐานของแบบจำลองสถานการณ์ และ 3.2 ขอบเขตของแบบจำลองสถานการณ์ สามารถแบ่งโครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์ได้เป็น 6 แบบจำลองย่อย ดังนี้

- แบบจำลองย่อยที่ 1 แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า
- แบบจำลองย่อยที่ 2 แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก
- แบบจำลองย่อยที่ 3 แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง
- แบบจำลองย่อยที่ 4 แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง
- แบบจำลองย่อยที่ 5 แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุก
- แบบจำลองย่อยที่ 6 แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก

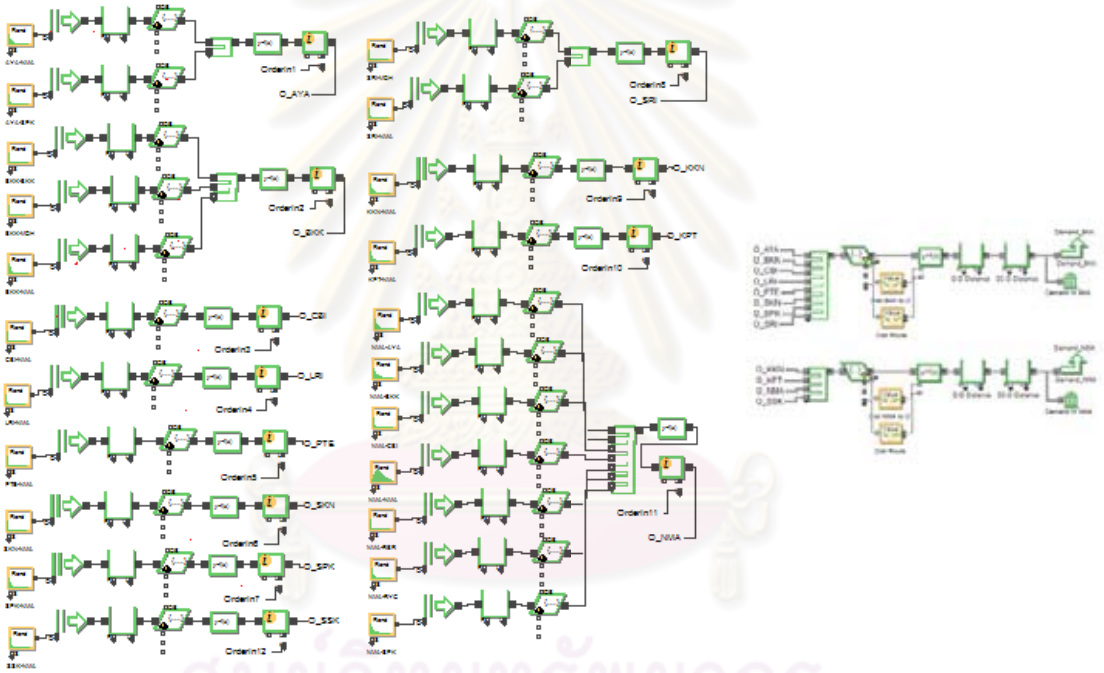


รูปที่ 3.2 แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน
โดยใช้โปรแกรม ExtendSim 8

ซึ่งทั้ง 6 แบบจำลองย่อย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า

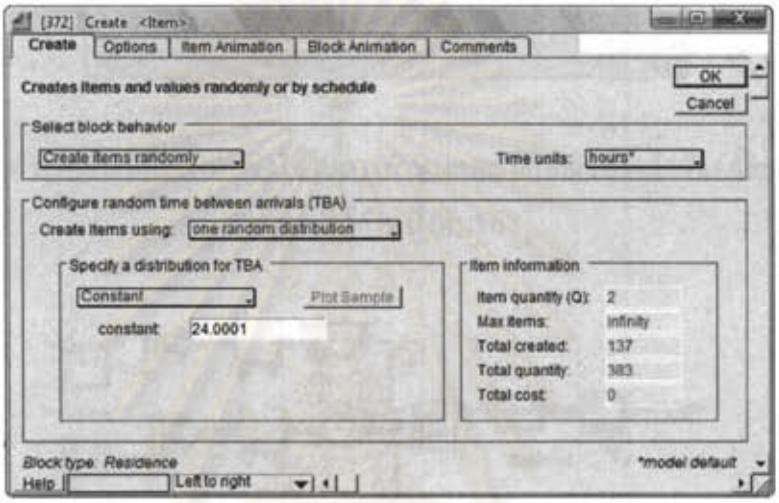
แบบจำลองนี้เป็นการจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละเส้นทางในแต่ละวัน โดยปริมาณการเข้ามาของความต้องการขนส่งนั้นจะเป็นความต้องการขนส่งสินค้าที่ไม่แน่นอนในแต่ละวัน ดังนั้นการสร้างปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าจะใช้รูปแบบการกระจายตัวทางสถิติซึ่งได้จากข้อมูลปริมาณการขนส่งสินค้าในอดีตของผู้ประกอบการขนส่ง ซึ่งในแบบจำลองนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของการสร้างปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าแต่ละเส้นทางในแต่ละวัน และส่วนของการส่งคำสั่งขนส่งสินค้าไปยังจุดพักรถที่ให้บริการ



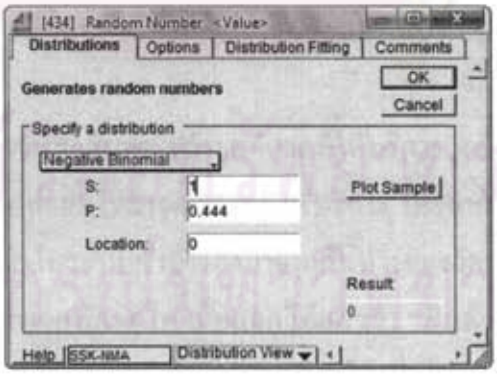
รูปที่ 3.3 แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า

ก. การสร้างปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าแต่ละเส้นทางในแต่ละวัน จะใช้บล็อก Create ในการสร้างวัตถุ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ซึ่งเป็นตัวแทนของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในแต่ละวัน โดยปริมาณการขนส่งนั้นจะมาจากรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลการขนส่งสินค้าในอดีตของผู้ประกอบการ ซึ่งทำการกำหนดรูปแบบการกระจายตัวและพารามิเตอร์โดยใช้บล็อก Random Number โดยจะต้องทำการสร้าง “สินค้าหนึ่งคันรถ” ในทุกเส้นทางของการขนส่งสินค้าเนื่องจากในแต่ละเส้นทางมีรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการขนส่งที่แตกต่างกัน ซึ่ง “สินค้า

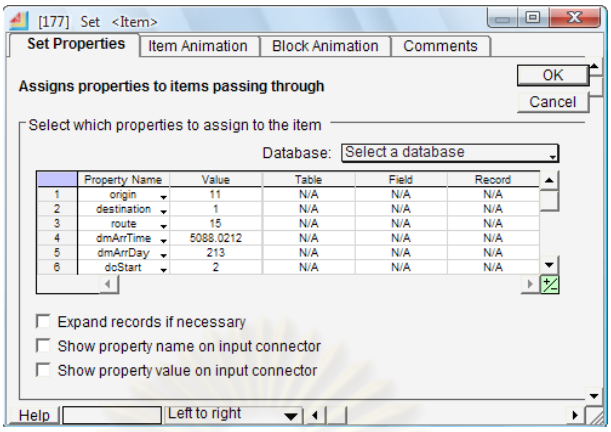
หนึ่งคันรถ" ที่ถูกสร้างขึ้นมาจะถูกกำหนดคุณลักษณะประจำตัว (Attribute) โดยใช้บล็อก Set ซึ่งคุณลักษณะประจำตัวต่างๆ ได้แก่ รหัสต้นทาง รหัสปลายทาง รหัสเส้นทาง รหัสจุดพักรถที่ให้บริการ วันและเวลาที่วัตถุเข้ามาในระบบ โดย "สินค้าหนึ่งคันรถ" ที่อยู่คนละเส้นทางแต่มีต้นทางที่เดียวกัน เมื่อเข้ามาในระบบแล้วจะถูกรวมให้เป็นวัตถุที่อยู่ในต้นทางเดียวกัน จากนั้น "สินค้าหนึ่งคันรถ" จะถูกส่งต่อไปยังในส่วนของการส่งคำสั่งขนส่งสินค้าไปยังจุดพักรถที่ให้บริการ



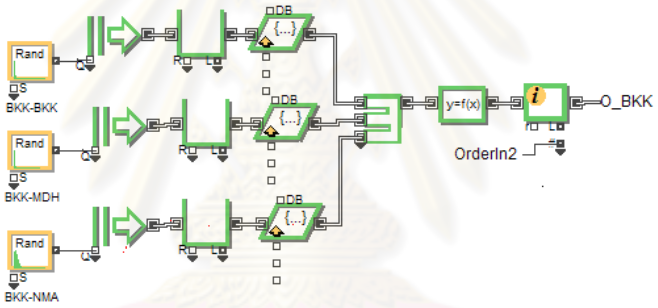
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างบล็อก Create ซึ่งใช้ในการสร้าง "สินค้าหนึ่งคันรถ"



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างบล็อก Random Number
ซึ่งใช้ในการกำหนดปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในแต่ละวัน



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างบล็อก Set ซึ่งใช้ในการกำหนดคุณลักษณะประจำตัว (Attribute) ของ “สินค้าหนึ่งคันรถ”



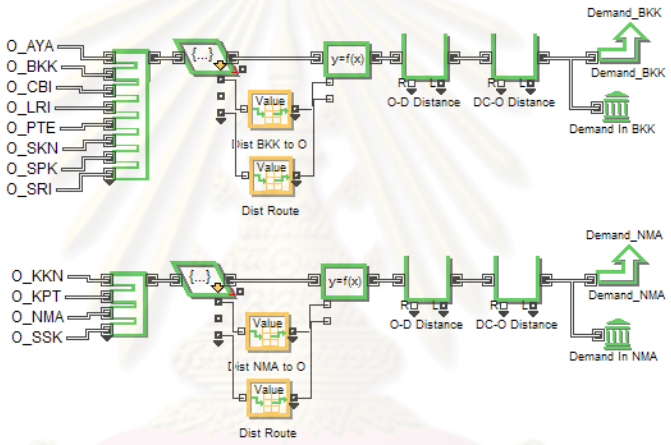
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการรวม “สินค้าหนึ่งคันรถ” ที่อยู่คนละเส้นทางแต่มีต้นทางที่เดียวกัน

ข. การส่งคำสั่งขนส่งสินค้าไปยังจุดพักรถที่ให้บริการ หลังจากที่วัตถุ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เข้ามาในระบบแล้ว จะถูกส่งต่อไปยังจุดพักรถที่ให้บริการ โดยอาศัยรหัสจุดพักรถที่ให้บริการซึ่งถูกกำหนดไว้เมื่อวัตถุเข้ามาในระบบซึ่งอ้างอิงมาจากต้นทางของวัตถุนั้นว่า ณ ต้นทางนั้นอยู่ในขอบเขตในการให้บริการของจุดพักรถใด เมื่อแยกได้แล้วว่า “สินค้าหนึ่งคันรถ” ใดเป็นอยู่ในขอบเขตการให้บริการของจุดพักรถใด ก็จะส่งผ่าน “สินค้าหนึ่งคันรถ” เข้าสู่บล็อก Queue เพื่อจัดลำดับงานให้เป็นไปตามเงื่อนไขการจัดสรรรถบรรทุกให้กับงาน ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดเงื่อนไขในการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับสินค้า 4 เงื่อนไข โดยพิจารณาจาก

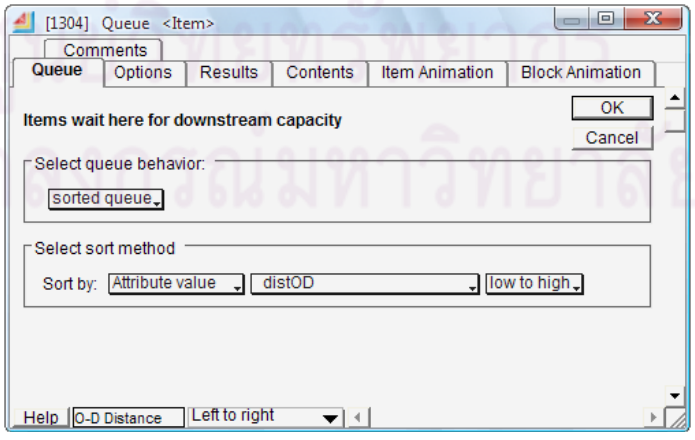
- ระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางที่ไปรับสินค้า
  - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางใกล้ก่อน
  - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางไกลก่อน

- ระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางที่ไปส่งสินค้า
  - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางใกล้ก่อน
  - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางไกลก่อน

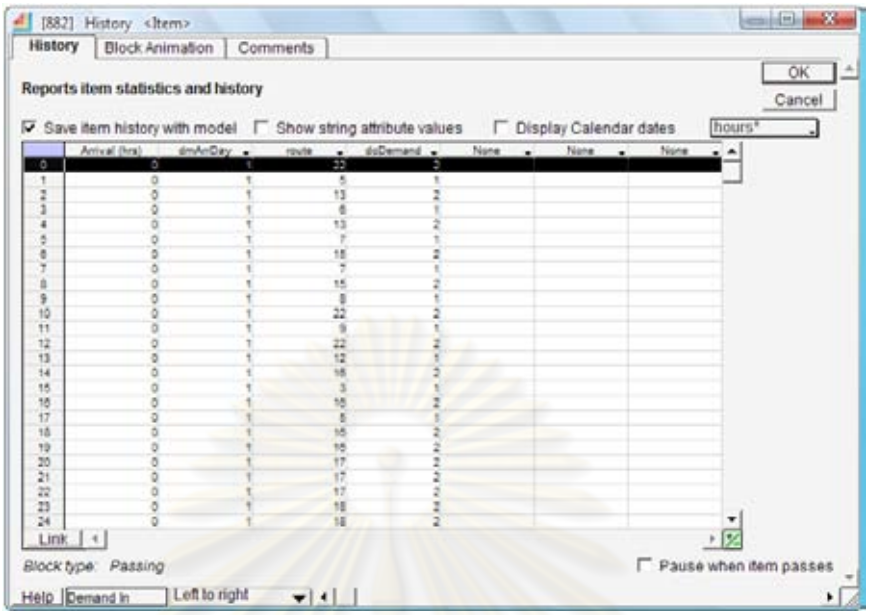
เมื่อเรียงลำดับงานแล้ว “สินค้าหนึ่งคันรถ” ก็จะถูกส่งไปยังจุดพักรถนั้น โดยในที่นี้ถือว่าวัตถุ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เป็นคำสั่งของความต้องการขนส่งสินค้าที่แจ้งไปยังจุดพักรถโดยใช้บล็อก Throw และแบบจำลองในส่วนนี้ประกอบด้วยรายงานการแสดงข้อมูลของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ที่เข้ามาในระบบ โดยใช้บล็อก History ซึ่งประกอบด้วย วันที่ความต้องการขนส่งสินค้านี้ (“สินค้าหนึ่งคันรถ”) เข้ามาในระบบ รหัสเส้นทาง และรหัสจุดพักรถที่ให้บริการ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ซึ่งหนึ่งแถวข้อมูลจะเป็นของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” จำนวน 1 คัน



รูปที่ 3.8 แบบจำลองการส่งคำสั่งขนส่งสินค้าไปยังจุดพักรถที่ให้บริการ



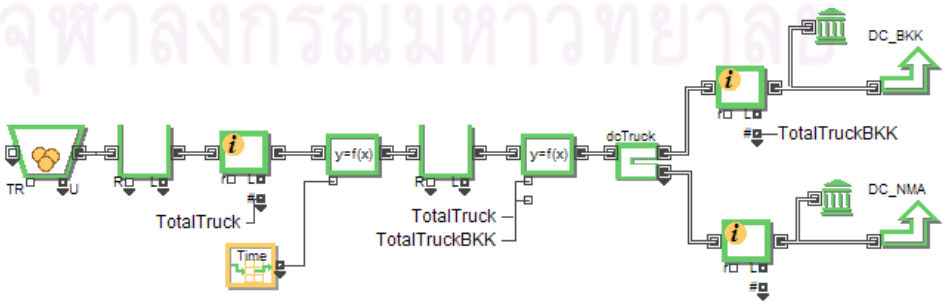
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างบล็อก Queue ซึ่งใช้ในการเรียงลำดับงาน หรือ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ให้เป็นไปตามเงื่อนไขในการจัดสรรรถบรรทุก



รูปที่ 3.10 รายงานการแสดงข้อมูลของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ที่เข้ามาในระบบ

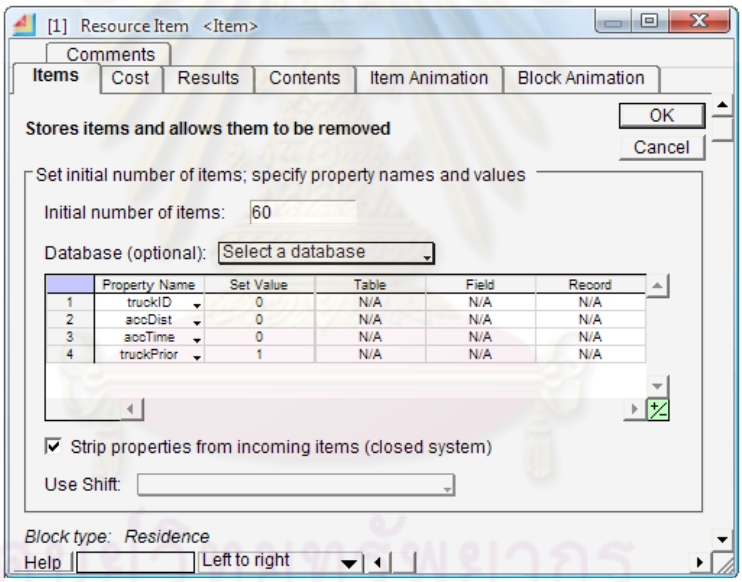
3.3.2 แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก

แบบจำลองนี้เป็นการสร้างวัตถุ “รถบรรทุก” ของผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้ในการรองรับความต้องการขนส่งสินค้า ซึ่งจะทำการสร้าง “รถบรรทุก” ทั้งหมดจำนวน 60 คัน และจะทำการกำหนดว่าจากรถบรรทุกจำนวนทั้งหมดนี้ ในจุดพักรถแต่ละแห่งควรจะมีรถบรรทุกประจำอยู่เป็นสัดส่วนและจำนวนเท่าไร หลังจากที่รถบรรทุกเข้ามาประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่งแล้ว ก็จะเข้าสู่ส่วนที่เป็นการดำเนินการรถบรรทุกต่อไป ซึ่งแบบจำลองนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของการสร้างรถบรรทุกเข้ามาในระบบ และส่วนของการดำเนินการรถบรรทุกในจุดพักรถแต่ละแห่ง

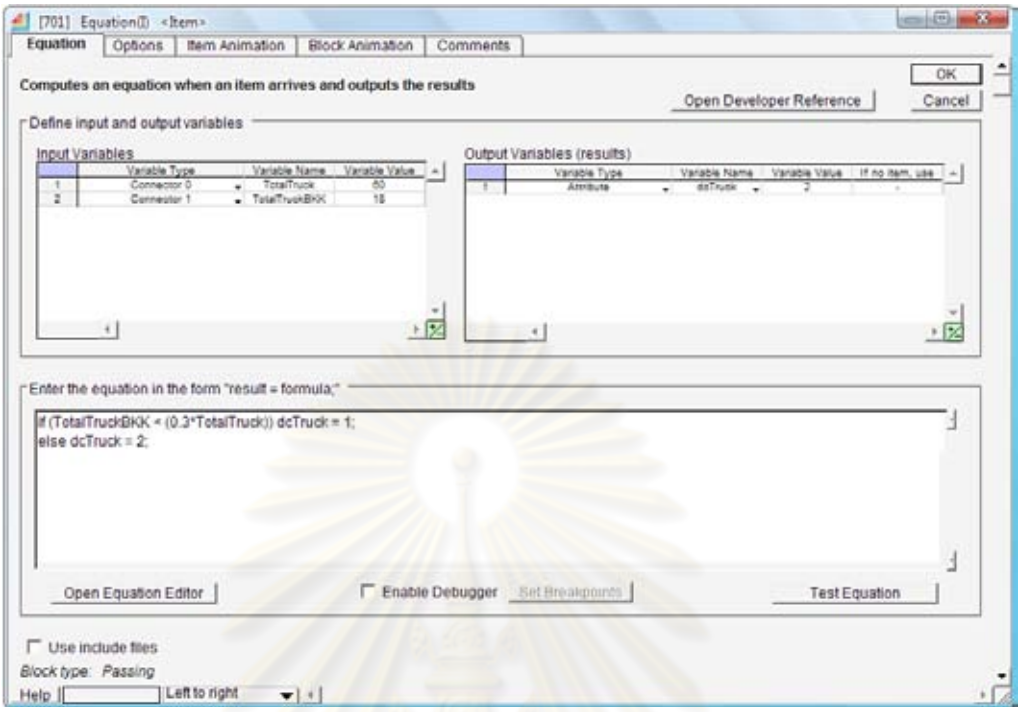


รูปที่ 3.11 แบบจำลองการสร้างทรัพยากร “รถบรรทุก” เข้ามาในระบบ

ก. การสร้างรถบรรทุกเข้ามาในระบบ เป็นการสร้างทรัพยากร “รถบรรทุก” เข้ามาในระบบตามจำนวนที่ได้ตั้งค่าเอาไว้ คือ 60 คัน โดยใช้บล็อก Resource Item จากนั้นจึงทำการกำหนดทะเบียนรถบรรทุกแต่ละคัน เมื่อ “รถบรรทุก” ทั้งหมดถูกสร้างขึ้น จากนั้นก็จะเป็นการกระจายรถบรรทุกให้ไปประจำตามจุดพักรถทั้ง 2 แห่ง ตามสัดส่วนที่กำหนด ซึ่งสัดส่วนของจำนวนรถบรรทุกแต่ละจุดพักรถจะเป็นไปตามปริมาณความต้องการขนส่งที่จุดพักรถทั้ง 2 แห่งให้บริการ คือ จุดพักรถที่ร่มเกล้า มีจำนวนรถบรรทุกร้อยละ 30 หรือ 18 คัน และจุดพักรถที่นครราชสีมา มีจำนวนรถบรรทุกร้อยละ 70 หรือ 42 คัน ซึ่งทรัพยากร “รถบรรทุก” แต่ละคันจะมีคุณลักษณะประจำตัว ได้แก่ ทะเบียนรถบรรทุก และรหัสจุดพักรถ และแบบจำลองในส่วนนี้ประกอบด้วยรายงานการแสดงข้อมูลของรถบรรทุก ว่าที่จุดพักรถทั้ง 2 แห่ง มีรถบรรทุกทะเบียนอะไรประจำเพื่อรอให้บริการอยู่บ้าง

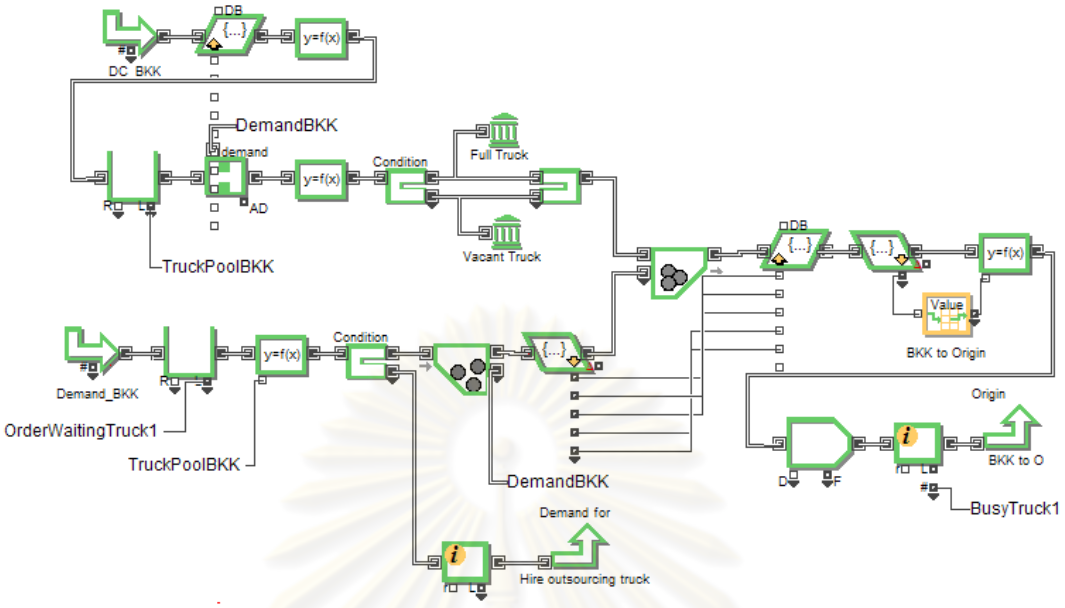


รูปที่ 3.12 ตัวอย่างบล็อก Resource Item ที่ใช้ในการสร้างทรัพยากร “รถบรรทุก”

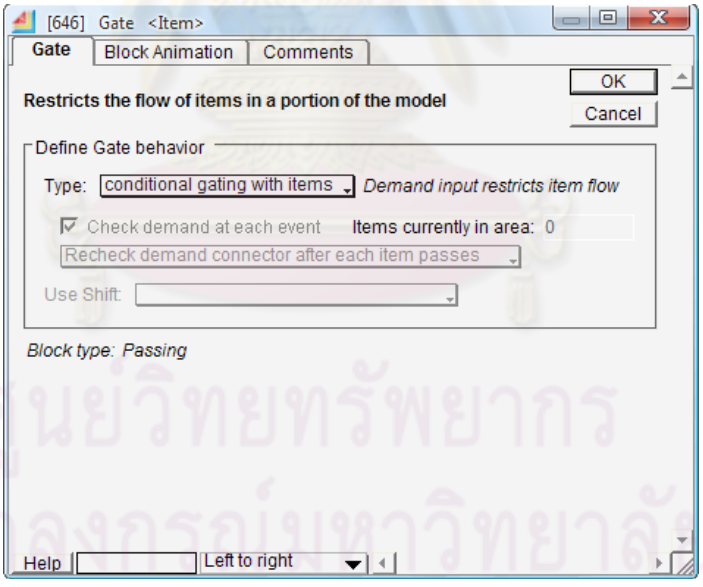


รูปที่ 3.13 การกำหนดให้รถบรรทุกประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่งตามสัดส่วนและจำนวนที่กำหนดโดยใช้บล็อก Equation

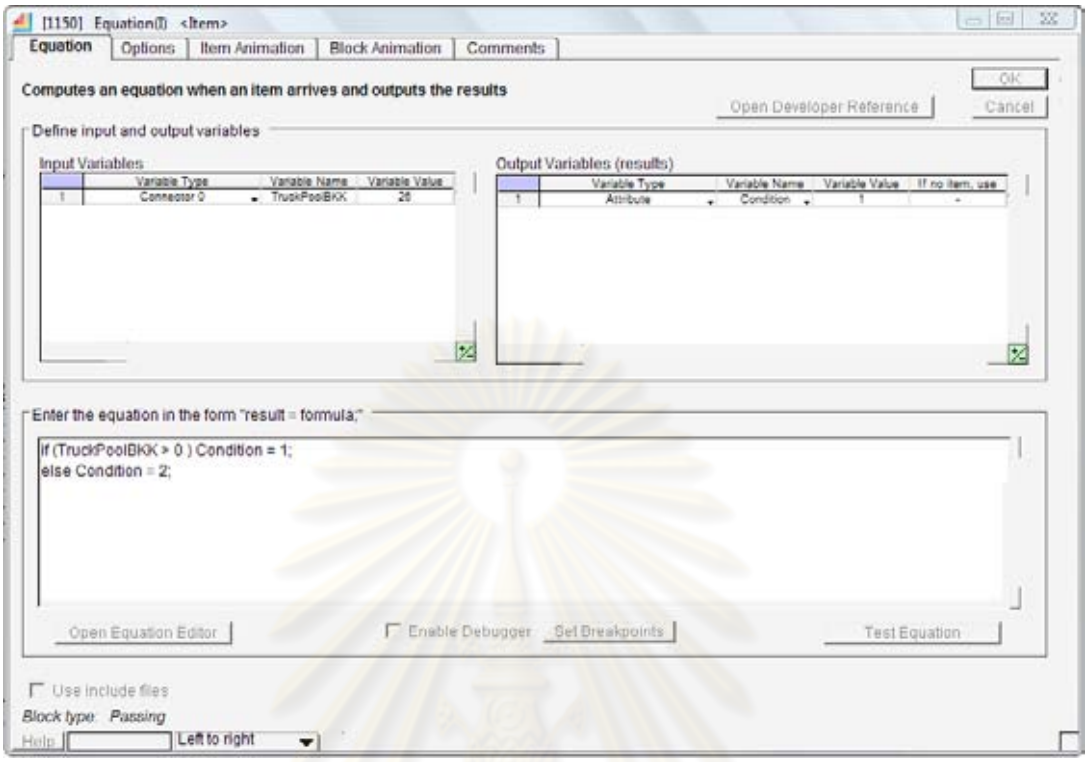
ข. การดำเนินการรถบรรทุก ณ จุดพักรถ ซึ่งแบบจำลองส่วนนี้จะประกอบด้วยการจำลองการทำงานของจุดพักรถทั้ง 2 แห่ง คือ จุดพักรถที่ร่มเกล้า(กทม.) และจุดพักรถที่นครราชสีมา ซึ่งจะมีขั้นตอนการทำงานของระบบเหมือนกันทั้ง 2 แห่ง คือ เมื่อทรัพยากร “รถบรรทุก” เข้ามาประจำอยู่ที่จุดพักรถแล้ว ก็จะรอรับงานตามลำดับการเข้ามาที่จุดพักรถของรถบรรทุกซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ First in – First out ซึ่ง “รถบรรทุก” จะรออยู่ที่จุดพักรถจนกระทั่งมีความต้องการขนส่งสินค้า (“สินค้าหนึ่งคันรถ”) เข้ามาที่จุดพักรถ ในทางกลับกันเมื่อมีคำสั่งขนส่งสินค้าเข้ามาแต่ไม่มีรถบรรทุกว่างงานประจำอยู่ที่จุดพักรถ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ก็จะรอจนกระทั่งมีรถว่างงานหรือ “รถบรรทุก” กลับมาที่จุดพักรถ จากนั้นจึงทำการจัดสรรรถบรรทุกเพื่อไปรับสินค้ายังต้นทางที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งจะทราบได้จากคุณลักษณะประจำตัวที่ติดตัวมากับ “สินค้าหนึ่งคันรถ” โดย “รถบรรทุก” จะรวมเข้ากับ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เป็นวัตถุเดียวกัน (ซึ่งในแบบจำลองนี้การรวมกันของ “รถบรรทุก” และ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ถือเป็นกิจกรรมที่รถบรรทุกได้รับคำสั่งในการขนส่งสินค้าให้เดินทางไปรับสินค้าที่ต้นทางที่ลูกค้ากำหนด ซึ่ง “รถบรรทุก” จะเปลี่ยนสถานะเป็น “รถบรรทุกสินค้า” ในแบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง ซึ่งเป็นแบบจำลองถัดไป แต่ในแบบจำลองนี้จะยังคงสถานะเป็น “รถบรรทุก”)



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างแบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก ณ จุดพักรถ



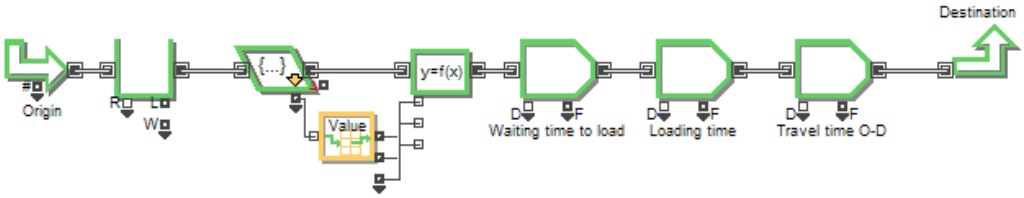
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างบล็อก Gate ซึ่งใช้ในการกัก “รถบรรทุก” และปล่อย “รถบรรทุก” ออกจากจุดพักรถเมื่อมีงานเข้ามา



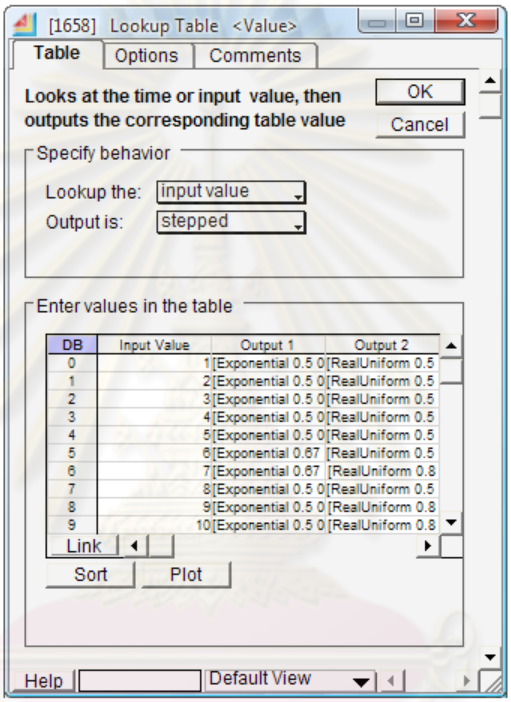
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างบล็อก Equation ซึ่งใช้ในการตรวจสอบจำนวนรถบรรทุกว่างงาน ที่ประจำที่จุดพักรถ

3.3.3 แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง

แบบจำลองนี้เป็นการจำลองสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ณ ต้นทาง เมื่อ “รถบรรทุก” ออกจากจุดพักรถมารับสินค้าที่ต้นทาง ซึ่งการดำเนินการที่ต้นทางประกอบด้วย กิจกรรมการรอคอยในการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก กิจกรรมการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก และกิจกรรมการเดินทางจากต้นทางไปส่งสินค้ายังปลายทาง โดยทั้ง 3 กิจกรรมนี้จะใช้บล็อก Activity ในการกำหนดเวลาในการทำกิจกรรม ซึ่งข้อมูลด้านเวลาในการรอคอยและการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกนั้นเป็นไปตามข้อมูลในอดีตของผู้ประกอบการขนส่ง ซึ่งต้นทางแต่ละแห่งจะมีรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลเวลา ทั้งเวลาในการรอคอย และเวลาในการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกแตกต่างกัน โดยใช้บล็อก Lookup Table ในการดึงข้อมูลเวลาในการรอคอย เวลาในการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก และข้อมูลด้านระยะทางจากต้นทางไปยังปลายทางจากฐานข้อมูลที่ได้กำหนดค่าเอาไว้แล้วมาใช้ ซึ่งเมื่อ “รถบรรทุก” ทำกิจกรรมในการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกเสร็จแล้ว “รถบรรทุก” จะเปลี่ยนสถานะเป็น “รถบรรทุกสินค้า” แล้วเดินทางไปส่งสินค้ายังปลายทางที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งทราบได้จากคุณลักษณะประจำตัวของ “สินค้าหนึ่งคันรถ”

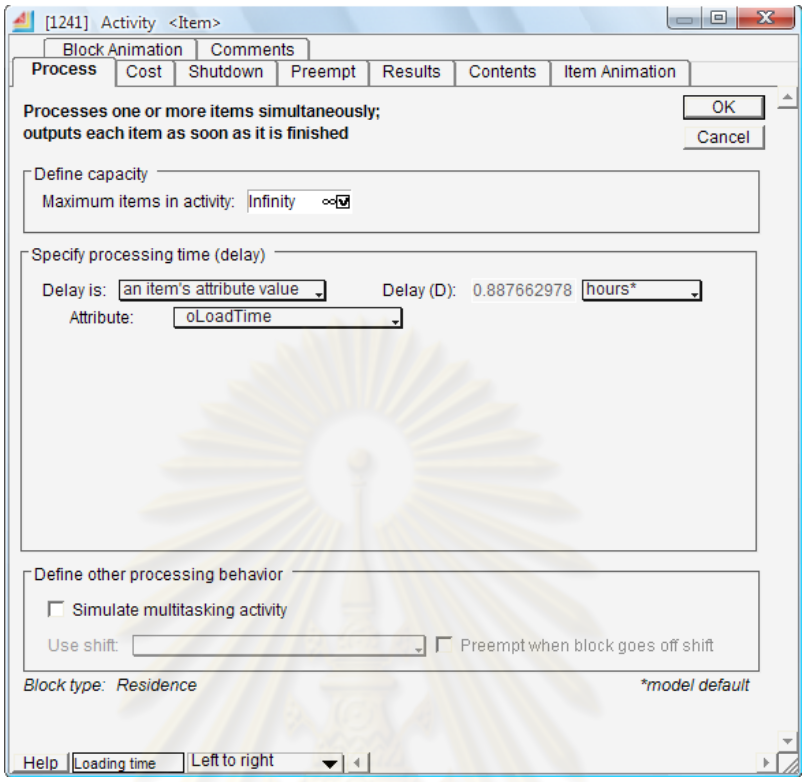


รูปที่ 3.17 แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง



รูปที่ 3.18 การใช้บล็อก Lookup Table ในการกำหนดรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลเวลาและข้อมูลด้านระยะทาง

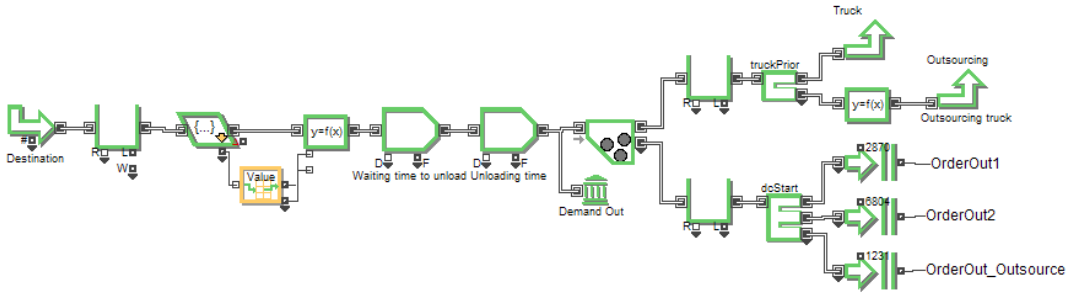
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างบล็อก Activity ซึ่งใช้ในการกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก

3.3.4 แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง

แบบจำลองนี้เป็นการจำลองสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ณ ปลายทาง เมื่อ “รถบรรทุกสินค้า” เดินทางจากต้นทางมาถึงยังปลายทาง ซึ่งการดำเนินการที่ปลายทางประกอบด้วยกิจกรรมการรอคอยในการขนสินค้าลงจากรถบรรทุก และกิจกรรมการขนสินค้าลงจากรถบรรทุก ซึ่งข้อมูลด้านเวลาในการรอคอยและการขนสินค้าลงจากรถบรรทุกนั้น เป็นไปตามข้อมูลในอดีตของผู้ประกอบการขนส่ง ซึ่งปลายทางแต่ละแห่งจะมีรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลเวลา ทั้งเวลาในการรอคอย และเวลาในการขนสินค้าลงจากรถบรรทุกแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อ “รถบรรทุกสินค้า” ทำกิจกรรมในการขนสินค้าลงจากรถบรรทุกเสร็จแล้ว “รถบรรทุกสินค้า” จะเปลี่ยนสถานะเป็น “รถบรรทุก” แล้วจะถูกส่งไปยังแบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุก ส่วน “สินค้าหนึ่งคันรถ” ก็จะออกจากระบบไป แต่ถ้าเป็นกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอกมาทำการขนส่งสินค้า “รถบรรทุกสินค้าภายนอก” จะเปลี่ยนสถานะเป็น “รถบรรทุกภายนอก” แล้วกลับไปยังแบบจำลองการใช้บริการรถบรรทุกจากภายนอก



รูปที่ 3.20 แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง

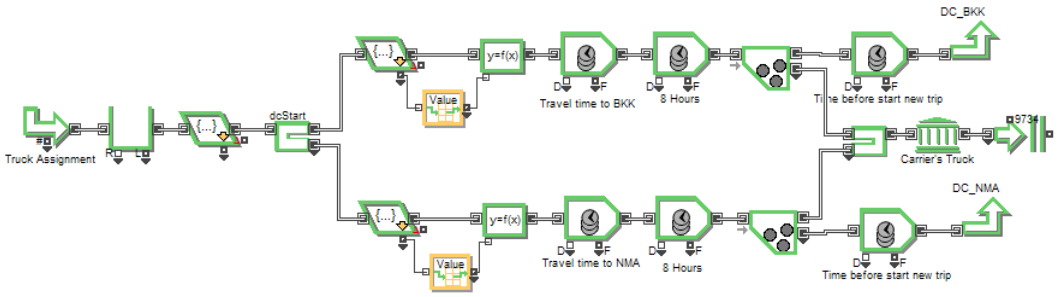
ซึ่งในแบบจำลองนี้ประกอบด้วยรายงานการแสดงข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งสินค้า ประกอบด้วย ทะเบียนรถบรรทุก รหัสจุดพักรถที่รถบรรทุกรอรับงาน รหัสต้นทาง รหัสปลายทาง รหัสเส้นทาง วันและเวลาที่ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เข้ามาในระบบ วันและเวลาที่ “รถบรรทุก” เดินทางมารับ “สินค้าหนึ่งคันรถ” วันและเวลาที่ทำการขนส่งสินค้าเสร็จ จำนวนวันที่ “สินค้าหนึ่งคันรถ” รอ “รถบรรทุก” มารับ และจำนวนวันทั้งหมดที่ดำเนินการในหนึ่งเที่ยวการขนส่ง

3.3.5 แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุก

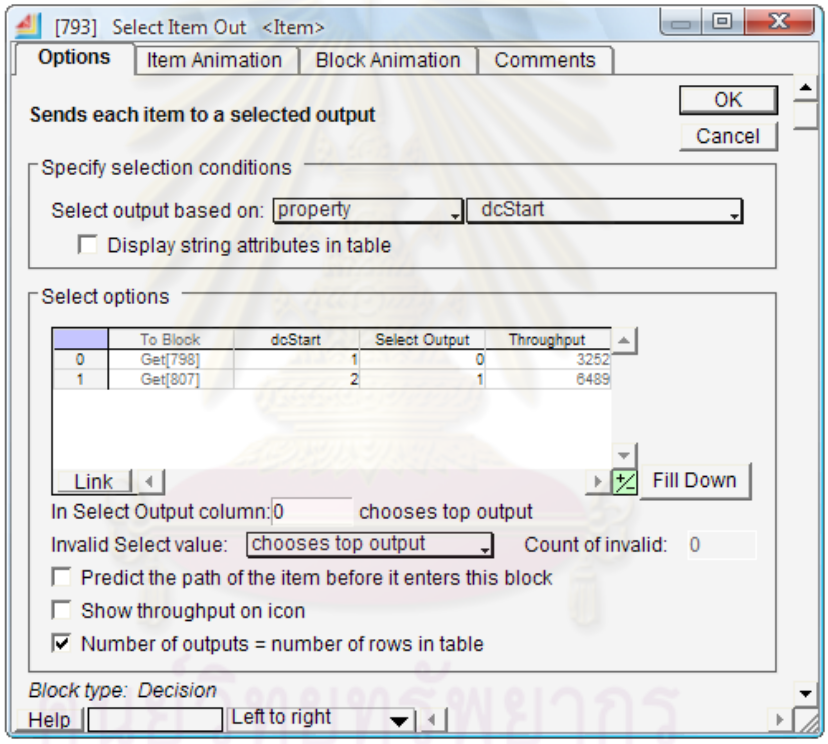
แบบจำลองนี้เป็นการจำลองสถานการณ์การตัดสินใจที่จะให้รถบรรทุกเดินทางไปกลับไปยังจุดพักรถใด หลังจาก “รถบรรทุกสินค้า” ส่งสินค้า ณ ปลายทางเสร็จและเปลี่ยนสถานะเป็น “รถบรรทุก” เพื่อรอรับงานในวันถัดไป ซึ่งเงื่อนไขในการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถ แบ่งออกเป็น 2 เงื่อนไข ได้แก่

- การกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางจากปลายทางกลับไปยังจุดพักรถเดิม ดังรูปที่ 3.21
- การกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางจากปลายทางไปยังจุดพักรถที่มีระยะทางระหว่างปลายทางและจุดพักรถน้อยที่สุดก่อน ดังรูปที่ 3.23

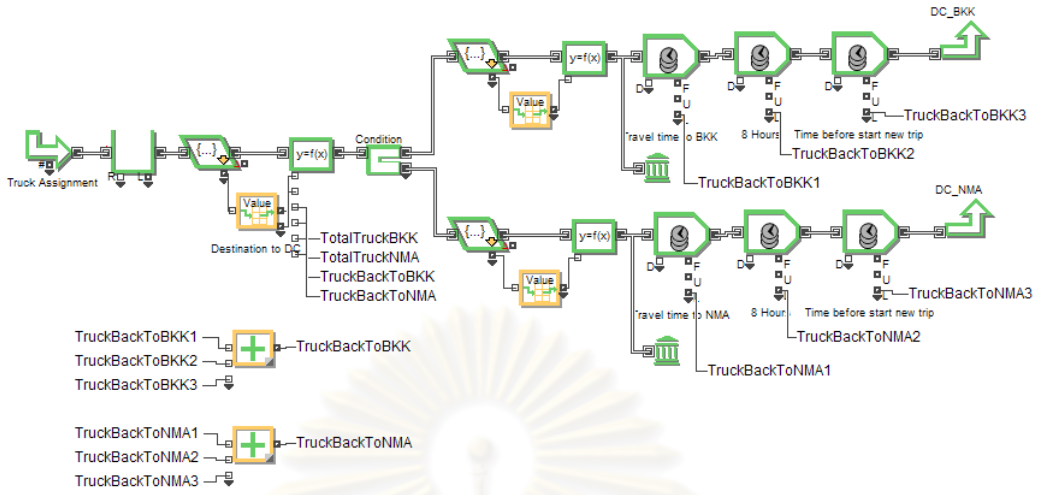
ซึ่งในเงื่อนไขที่สอง จะต้องมีการกำหนดจำนวนรถบรรทุกที่มากที่สุดที่จะสามารถประจำอยู่จุดพักรถแต่ละแห่งได้ เพื่อป้องกันการที่รถบรรทุกจะไปประจำอยู่ที่จุดพักรถแห่งใดแห่งหนึ่งมากเกินไป จนทำให้จุดพักรถอีกแห่งมีจำนวนรถบรรทุกน้อยมากจนไม่เพียงพอที่จะให้บริการในวันถัดไป



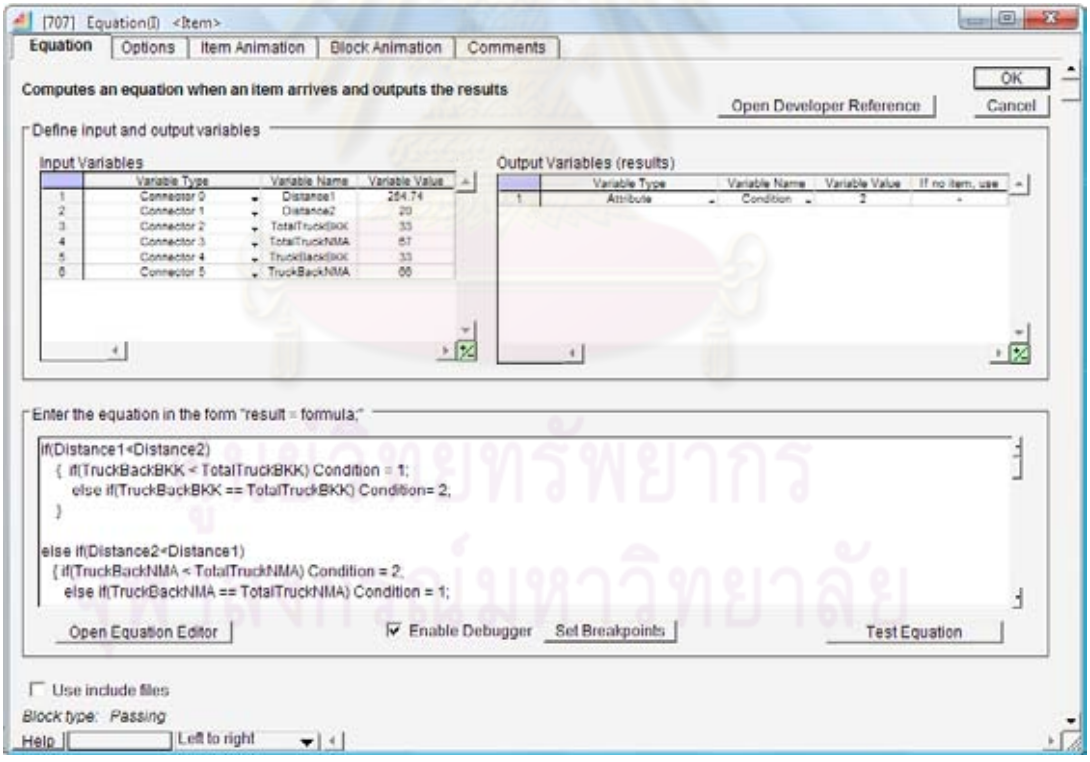
รูปที่ 3.21 แบบจำลองเงื่อนไขการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถเดิม



รูปที่ 3.22 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถเดิม โดยใช้บล็อก Select Item Out



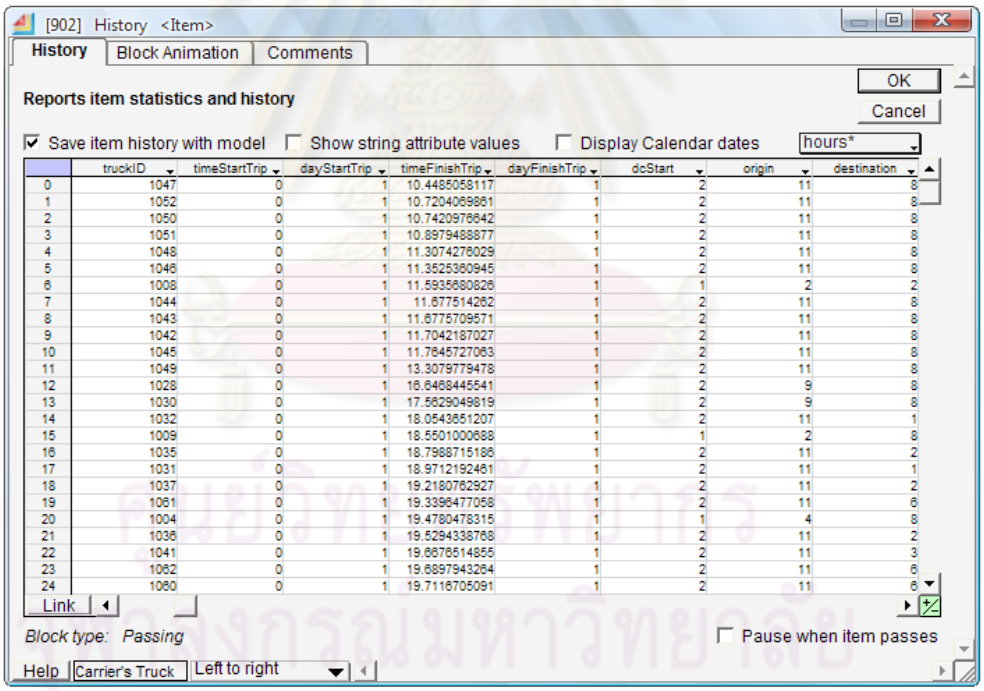
รูปที่ 3.23 แบบจำลองเงื่อนไขการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกเดินทางจากปลายทางไปยังจุดพักรถที่มีระยะทางระหว่างปลายทางและจุดพักรถน้อยที่สุดก่อน



รูปที่ 3.24 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกเดินทางจากปลายทางไปยังจุดพักรถที่มีระยะทางระหว่างปลายทางและจุดพักรถน้อยที่สุดก่อน โดยใช้บล็อก Equation

เมื่อตัดสินใจให้รถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถใดได้แล้ว จากนั้นรถบรรทุกก็จะเดินทางกลับไปยังจุดพักรถ ซึ่งจะเป็นการส่งทรัพยากร “รถบรรทุก” กลับไปยังแบบจำลองที่ 2 แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก ในส่วนของการดำเนินการรถบรรทุก ณ จุดพักรถ เพื่อรอรับงานในวันถัดไป

รายงานการแสดงข้อมูลในแบบจำลองนี้เป็นการแสดงข้อมูลการทำงานของรถบรรทุกแต่ละคันในหนึ่งเที่ยว ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ทะเบียนรถบรรทุก วันและเวลาที่รถบรรทุกเริ่มทำงาน วันและเวลาที่รถบรรทุกทำงานเสร็จ รหัสจุดพักรถที่รถบรรทุกประจำอยู่ก่อนเริ่มงาน รหัสต้นทาง รหัสปลายทาง รหัสจุดพักรถที่รถบรรทุกกลับไปประจำอยู่เมื่อทำงานเสร็จ ระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งเที่ยวเปล่า ระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งเที่ยวหนัก ระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งทั้งหมด เวลาเดินทางของรถบรรทุก เวลารอคอยในการขนสินค้าขึ้นและลงจากรถบรรทุก เวลาในการขนสินค้าขึ้นและลงจากรถบรรทุก เวลาทั้งหมดที่รถบรรทุกทำงานในหนึ่งเที่ยว

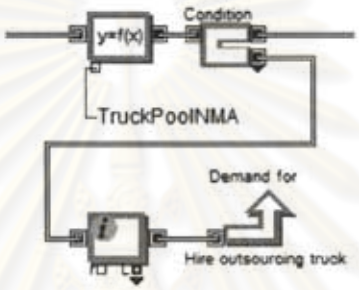


รูปที่ 3.25 รายงานการแสดงข้อมูลการทำงานของรถบรรทุกแต่ละคันในหนึ่งเที่ยว

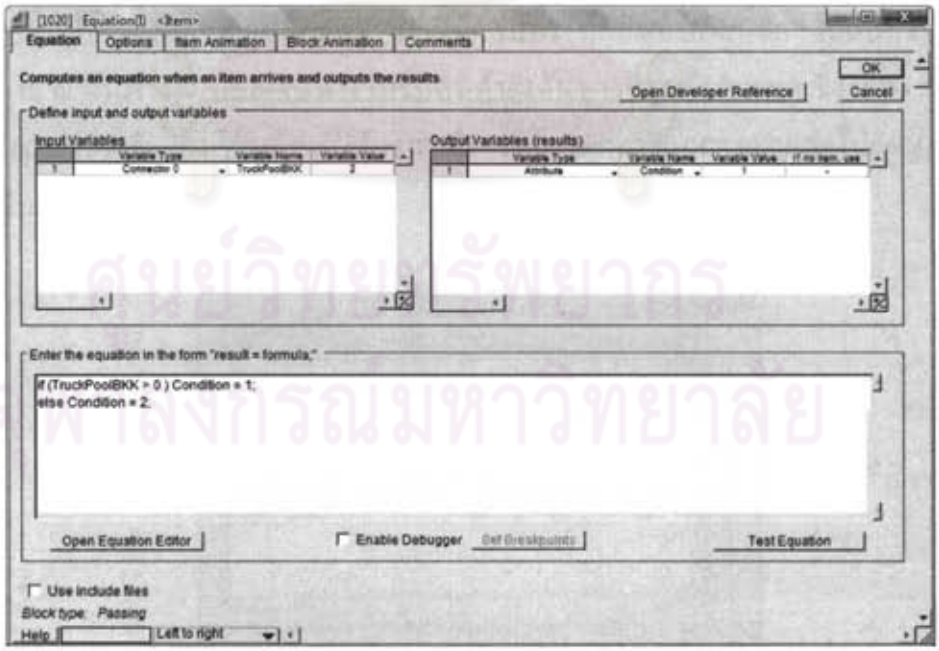
3.3.6 แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก

แบบจำลองในส่วนนี้จะมีเฉพาะกรณีศึกษาที่กำหนดให้มีการว่าจ้างรถบรรทุกจากภายนอกมาทำการขนส่งสินค้า เมื่อรถบรรทุกของผู้ประกอบการขนส่งไม่เพียงพอต่อปริมาณความ

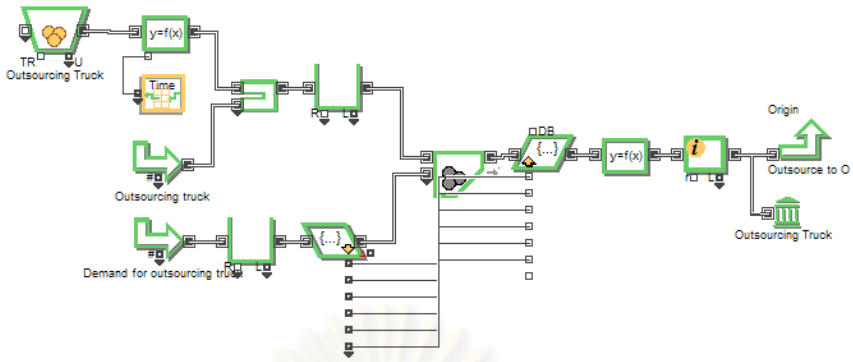
ต้องการขนส่งสินค้า ซึ่งแบบจำลองนี้จะประกอบด้วยการทำงานจากแบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก ในส่วนของการตรวจสอบจำนวนทรัพยากร "รถบรรทุก" ที่ประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่ง เมื่อมีความต้องการขนส่งสินค้าเข้ามาที่จุดพักรถ ถ้าในขณะนั้นมีรถบรรทุกรองานอยู่ ก็จะไม่มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก แต่ถ้าในขณะนั้นไม่มีรถบรรทุกประจำอยู่เลย ก็จะทำการจ้างรถบรรทุกจากภายนอกเข้ามาขนส่งสินค้าแทน โดย "สินค้าหนึ่งคันรถ" จะถูกส่งมายังแบบจำลองนี้ (ซึ่งในแบบจำลองนี้ "สินค้าหนึ่งคันรถ" จะหมายถึงการจ้างขนส่งสินค้า)



รูปที่ 3.26 ส่วนของแบบจำลองสถานการณ์ ในการตรวจสอบจำนวน "รถบรรทุก" ที่ประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่ง เพื่อตัดสินจ้าง "รถบรรทุกภายนอก" เมื่อมี "รถบรรทุก" ไม่เพียงพอ

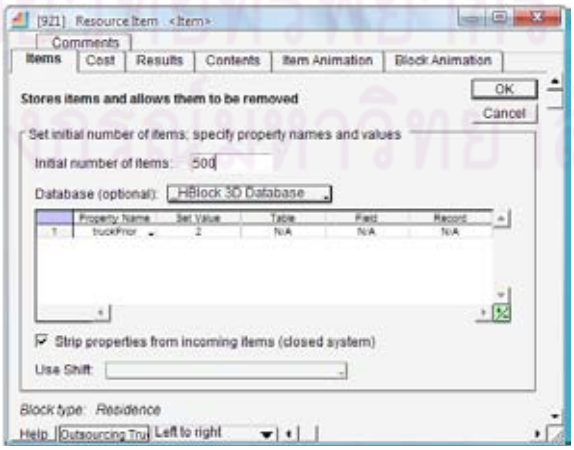


รูปที่ 3.27 การใช้บล็อก Equation ในการตรวจสอบจำนวน "รถบรรทุก" ที่ประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่ง เพื่อตัดสินจ้าง "รถบรรทุกภายนอก" เมื่อมี "รถบรรทุก" ไม่เพียงพอ



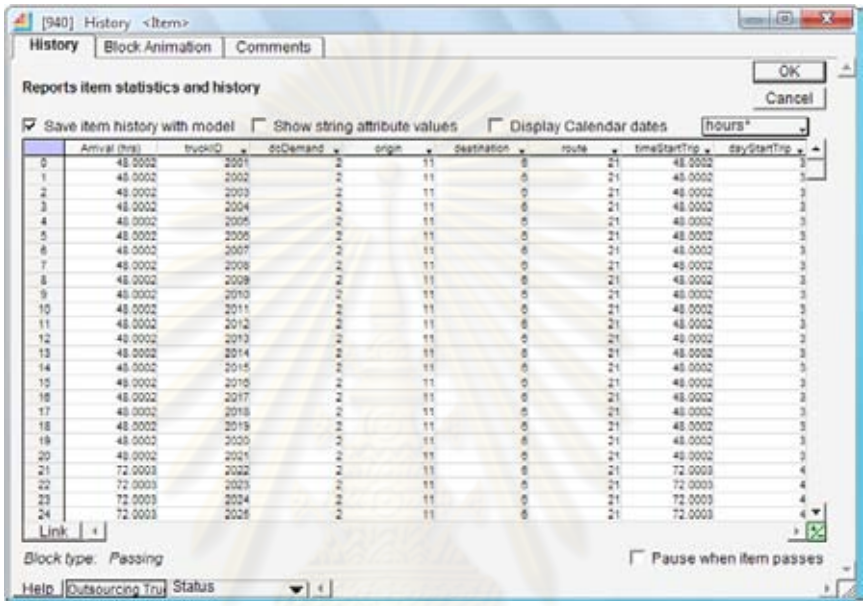
รูปที่ 3.28 แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก

โดยในแบบจำลองนี้สามารถแยกการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การสร้างทรัพยากร “รถบรรทุกภายนอก” ซึ่งเป็นส่วนที่สร้างทรัพยากรซึ่งเป็นรถบรรทุกจากผู้ประกอบการขนส่งรายอื่นเข้ามาในระบบ และอีกหนึ่งส่วนคือ การดำเนินการรถบรรทุกภายนอก ซึ่งกระบวนการทำงานของแบบจำลองในส่วนนี้จะเกิดขึ้นเมื่อไม่มี “รถบรรทุก” เมื่อ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เข้ามาในแบบจำลองนี้ “รถบรรทุกภายนอก” จะรวมเข้ากับ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เป็นวัตถุเดียวกัน (ซึ่งในแบบจำลองนี้การรวมกันของ “รถบรรทุกภายนอก” และ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ถือเป็นกิจกรรมที่รถบรรทุกได้รับคำสั่งในการขนส่งสินค้าให้เดินทางไปรับสินค้าที่ต้นทางที่ลูกค้ากำหนด ซึ่ง “รถบรรทุกภายนอก” จะเปลี่ยนสถานะเป็น “รถบรรทุกสินค้าภายนอก” ในแบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง) และเดินทางไปรับสินค้ายังต้นทางที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งจะทราบได้จากคุณลักษณะประจำตัวของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ซึ่ง “รถบรรทุกภายนอก” จะถูกส่งไปยังแบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง ต่อไป



รูปที่ 3.29 การสร้างทรัพยากร “รถบรรทุกภายนอก” โดยใช้บล็อก Resource Item

รายงานการแสดงข้อมูลในแบบจำลองนี้เป็นการแสดงข้อมูลการทำงานของรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอกแต่ละคันในหนึ่งเที่ยว ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ทะเบียนรถบรรทุก รหัสจุดพักรถที่ความต้องการขนส่งสินค้านั้นจะต้องได้รับบริการ รหัสต้นทาง รหัสปลายทาง รหัสเส้นทาง และ วันและเวลาที่รถบรรทุกเริ่มทำงาน



รูปที่ 3.30 รายงานการแสดงข้อมูลการทำงานของรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอกแต่ละคันในหนึ่งเที่ยว

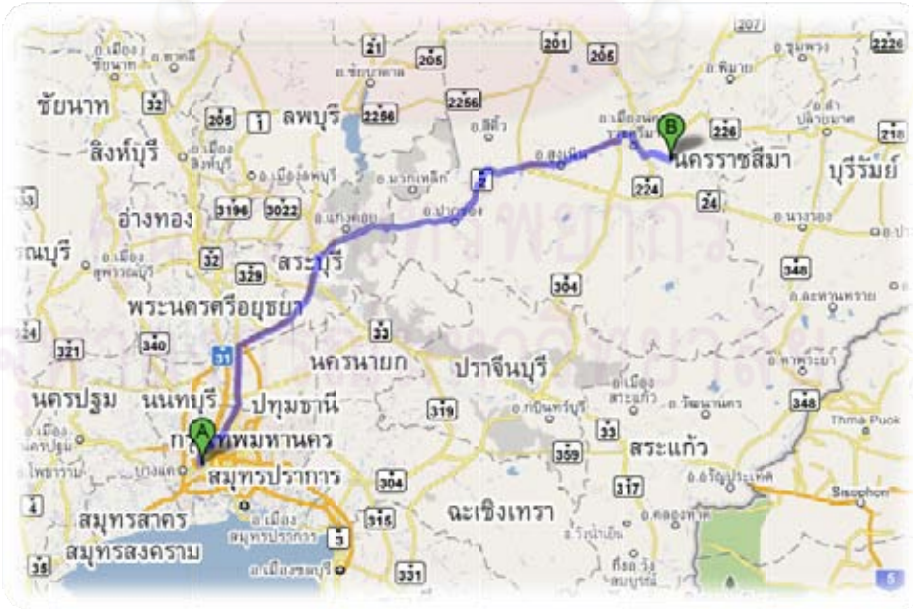
การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในเบื้องต้นซึ่ง จำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละแบบจำลองย่อย ซึ่งเมื่อแบบจำลองย่อยมีความถูกต้องแล้วจึงนำมารวมกันเป็นแบบจำลองสถานการณ์ที่สมบูรณ์ ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งจะเป็นการพิสูจน์ว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นนั้นสามารถที่จะเป็นตัวแทนของระบบจริงได้ ซึ่งรายละเอียดในการตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์จะกล่าวในบทที่ 5 การตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

บทที่ 4
การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองสถานการณ์

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการจำลองสถานการณ์การขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน เพื่อประมาณการต้นทุนและประสิทธิภาพในการดำเนินการ ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลจะทำไปพร้อมกับการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ โดยจะนำข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมมาใช้กับแบบจำลองสถานการณ์และทำการพัฒนาแบบจำลองไปจนกว่าแบบจำลองจะสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงตามขอบเขตที่กำหนดได้

4.1 ผู้ประกอบการตัวอย่าง

ผู้ประกอบการตัวอย่างที่เลือกมาเป็นกรณีศึกษาในการจำลองสถานการณ์ขนส่งสินค้าเต็มคัน คือ บริษัท มีโชคขนส่ง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทในเครือมีโชคกรุ๊ป มีความเชี่ยวชาญในธุรกิจการขนส่งมานานกว่า 25 ปี ซึ่งเริ่มจากการบรรทุกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของบริษัทในเครือ จนพัฒนามาสู่การให้บริการขนส่งสินค้าทางการเกษตร สินค้าอุปกรณ์การก่อสร้าง และสินค้าอุปโภคบริโภค ที่ตั้งของสำนักงานอยู่ที่ อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา โดยมีศูนย์กระจายสินค้าและเป็นจุดพักรถอยู่ 2 แห่ง คือ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ในบริเวณเดียวกันกับสำนักงาน และอีกแห่งหนึ่งอยู่ที่ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 4.1 สถานที่ตั้งของจุดพักรถทั้ง 2 แห่ง

ที่มา : Google Maps

4.2 ประเภทรถบรรทุกที่ให้บริการ

บริษัท มีโชคขนส่ง จำกัด มีรถบรรทุกที่ให้บริการทั้งหมด 142 คัน ซึ่งแบ่งเป็นประเภทของรถบรรทุกและประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้ ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งในการศึกษานี้ได้เลือกรถบรรทุกประเภทรถบรรทุกกึ่งพ่วง 6 ล้อ จำนวน 60 คัน เนื่องจากเป็นประเภทรถบรรทุกที่ใช้ในการดำเนินการสูงสุดในแต่ละวัน

ตารางที่ 4.1 จำนวนและประเภทของรถบรรทุกที่บริษัทตัวอย่างให้บริการ

ประเภทรถบรรทุก	ประเภทเชื้อเพลิง		จำนวนรวม
	Diesel	NGV	
รถบรรทุกพ่วง 10 ล้อ	13	32	**45**
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 10 ล้อ	5	31	**36**
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 6 ล้อ	50	10	**60**
รถบรรทุก 6 ล้อ	1	-	**1**
จำนวนรวม	**69**	**73**	**142**

4.3 ข้อมูลด้านปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า

ลูกค้าที่ผู้ประกอบการให้บริการขนส่งสินค้าโดยใช้รถบรรทุกกึ่งพ่วง 6 ล้อ ในปัจจุบันมีทั้งหมด 22 เส้นทาง ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการจำลองสถานการณ์เป็นข้อมูลในอดีตระยะเวลา 7 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน ถึง 30 ธันวาคม 2553 ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า

ลำดับที่	เส้นทาง	ต้นทาง	ปลายทาง	ปริมาณการขนส่งสินค้ารวม (7 เดือน)	ปริมาณการขนส่งสินค้าเฉลี่ยต่อวัน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	AYA-NMA	อยุธยา	นครราชสีมา	791	3.7	7.04
2	AYA-SPK	อยุธยา	สมุทรปราการ	366	1.7	5.07
3	BKK-BKK	กรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ	57	0.3	0.60
4	BKK-MDH	กรุงเทพฯ	มุกดาหาร	43	0.2	0.58
5	BKK-NMA	กรุงเทพฯ	นครราชสีมา	420	2.0	2.41
6	CBI-NMA	ชลบุรี	นครราชสีมา	164	0.8	2.34
7	LRI-NMA	ลพบุรี	นครราชสีมา	243	1.1	1.63

ลำดับที่	เส้นทาง	ต้นทาง	ปลายทาง	ปริมาณการขนส่งสินค้ารวม (7 เดือน)	ปริมาณการขนส่งสินค้าเฉลี่ยต่อวัน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
8	PTE-NMA	ปทุมธานี	นครราชสีมา	82	0.4	0.76
9	SKN-NMA	สมุทรสาคร	นครราชสีมา	131	0.6	1.03
10	SPK-NMA	สมุทรปราการ	นครราชสีมา	580	2.7	3.66
11	SRI-MDH	สระบุรี	มุกดาหาร	171	0.8	2.02
12	SRI-NMA	สระบุรี	นครราชสีมา	268	1.3	2.02
13	KKN-NMA	ขอนแก่น	นครราชสีมา	714	3.4	5.73
14	KPT-NMA	กำแพงเพชร	นครราชสีมา	660	3.1	3.98
15	NMA-AYA	นครราชสีมา	อยุธยา	749	3.5	7.40
16	NMA-BKK	นครราชสีมา	กรุงเทพฯ	1,034	4.9	7.20
17	NMA-CBI	นครราชสีมา	ชลบุรี	235	1.1	2.19
18	NMA-NMA	นครราชสีมา	นครราชสีมา	2,382	11.2	8.12
19	NMA-RBR	นครราชสีมา	ราชบุรี	74	0.3	0.86
20	NMA-RYG	นครราชสีมา	ระยอง	449	2.1	3.16
21	NMA-SPK	นครราชสีมา	สมุทรปราการ	1,006	4.7	8.03
22	SSK-NMA	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	267	1.3	3.20

จากข้อมูลปริมาณการขนส่งสินค้าในอดีตดังตารางที่ 4.2 พบว่า ข้อมูลปริมาณการขนส่งในแต่ละเส้นทางมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูง เนื่องจากสินค้าส่วนใหญ่ที่ผู้ประกอบการขนส่งให้บริการขนส่งเป็นสินค้าเกษตรซึ่งมีผลผลิตตามฤดูกาล จึงทำให้ปริมาณการขนส่งจึงแปรผันไปตามฤดูกาล ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้ปริมาณความต้นการขนส่งสินค้าในแต่ละวันมีความไม่แน่นอน

จากข้อมูลปริมาณการขนส่งที่ไม่แน่นอนในแต่ละวัน สามารถหารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลการขนส่งแต่ละเส้นทางได้โดยใช้โปรแกรม Stat::Fit ซึ่งเป็นโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่มาพร้อมกับโปรแกรม ExtendSim ซึ่งรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการขนส่งแต่ละเส้นทางแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า

ลำดับที่	เส้นทาง	ต้นทาง	ปลายทาง	รูปแบบการกระจายตัว	พารามิเตอร์		Kolmogorov-Smirnov
					K	P	P-Value
1	AYA-NMA	อยุธยา	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.212	0.05
2	AYA-SPK	อยุธยา	สมุทรปราการ	Negative Binomial	1	0.368	0.05
3	BKK-BKK	กรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ	Negative Binomial	1	0.789	0.998
4	BKK-MDH	กรุงเทพฯ	มุกดาหาร	Negative Binomial	1	0.832	0.979
5	BKK-NMA	กรุงเทพฯ	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.603	0.256
6	CBI-NMA	ชลบุรี	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.565	0.05
7	LRI-NMA	ลพบุรี	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.467	0.257
8	PTE-NMA	ปทุมธานี	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.722	0.819
9	SKN-NMA	สมุทรสาคร	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.619	1
10	SPK-NMA	สมุทรปราการ	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.269	0.185
11	SRI-MDH	สระบุรี	มุกดาหาร	Negative Binomial	1	0.555	0.05
12	SRI-NMA	สระบุรี	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.443	0.101
13	KKN-NMA	ขอนแก่น	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.23	0.05
14	KPT-NMA	กำแพงเพชร	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.244	0.05
15	NMA-AYA	นครราชสีมา	อยุธยา	Negative Binomial	1	0.221	0.05
16	NMA-BKK	นครราชสีมา	กรุงเทพฯ	Negative Binomial	1	0.171	0.125
17	NMA-CBI	นครราชสีมา	ชลบุรี	Negative Binomial	1	0.475	0.05
18	NMA-NMA	นครราชสีมา	นครราชสีมา	Negative Binomial	3	0.212	0.986
19	NMA-RBR	นครราชสีมา	ราชบุรี	Negative Binomial	1	0.742	0.302
20	NMA-RYG	นครราชสีมา	ระยอง	Negative Binomial	1	0.322	0.05
21	NMA-SPK	นครราชสีมา	สมุทรปราการ	Negative Binomial	1	0.175	0.05
22	SSK-NMA	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	Negative Binomial	1	0.444	0.05

4.4 ข้อมูลด้านเวลาในการให้บริการ

เวลาในการให้บริการขนส่งสินค้าที่ไม่แน่นอน เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการดำเนินการขนส่งสินค้า เนื่องจากเวลาในการให้บริการ เช่น เวลาในการรอคอย เวลาในการขนสินค้าขึ้นและลงจากรถ หรือเวลาในการเดินทางที่ไม่แน่นอน เวลาเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อการให้บริการลูกค้าและการหมุนเวียนรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งสินค้า ซึ่งเวลาในการให้บริการในการศึกษานี้ได้เน้นไปที่เวลารอคอยในการขนสินค้าขึ้นและลงจากรถ และเวลาในการขนสินค้าขึ้น

และลงจากรถ ซึ่งเป็นเวลาที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินการมากที่สุด ซึ่งเวลาในการให้บริการของแต่ละเส้นทางจะแปรผันไปตามประเภทของสินค้าที่ทำการขนส่ง โดยข้อมูลของเวลารอคอยในการขนสินค้าขึ้นและลงจากรถมีรูปแบบการกระจายตัวเป็นแบบ Exponential และเวลาในการขนสินค้าขึ้นและลงจากรถมีรูปแบบการกระจายตัวเป็นแบบ Uniform โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาในการให้บริการ (นาที)

ลำดับที่	เส้นทาง	เวลารอคอยเพื่อขนสินค้าขึ้นรถ (Exponential)	เวลาขนสินค้าขึ้นรถ (Uniform)		เวลารอคอยเพื่อขนสินค้าลงจากรถ (Exponential)	เวลาขนสินค้าลงจากรถ (Uniform)	
1	AYA-NMA	30	30	50	40	30	50
2	AYA-SPK	30	30	60	40	30	60
3	BKK-BKK	30	30	60	40	30	60
4	BKK-MDH	30	30	60	40	30	60
5	BKK-NMA	30	30	60	40	30	60
6	CBI-NMA	40	30	40	40	30	40
7	LRI-NMA	40	50	80	40	50	80
8	PTE-NMA	30	30	60	40	30	60
9	SKN-NMA	30	50	70	40	50	70
10	SPK-NMA	30	50	70	40	50	70
11	SRI-MDH	40	40	60	40	40	60
12	SRI-NMA	40	50	70	40	50	70
13	KKN-NMA	40	30	80	40	30	80
14	KPT-NMA	40	50	80	40	50	80
15	NMA-AYA	40	20	60	40	20	60
16	NMA-BKK	40	20	60	40	20	60
17	NMA-CBI	40	20	60	40	20	60
18	NMA-NMA	40	20	60	40	20	60
19	NMA-RBR	40	20	60	40	20	60
20	NMA-RYG	40	20	60	40	20	60
21	NMA-SPK	40	20	60	40	20	60
22	SSK-NMA	40	50	70	40	50	70

4.5 โครงสร้างต้นทุนการขนส่งสินค้า

ต้นทุนในการขนส่งสินค้าในส่วนของรถบรรทุกที่เป็นของผู้ประกอบการตัวอย่าง จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

4.5.1 ต้นทุนคงที่

เป็นต้นทุนที่จะเกิดขึ้นทั้งที่มีการขนส่งสินค้าหรือไม่มีการขนส่งสินค้าก็ตาม ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในส่วนของรถบรรทุก ได้แก่ ค่าเสื่อมราคารถบรรทุก ค่าซากรถบรรทุก ค่าดอกเบี้ย ค่าทะเบียนรถ ค่าภาษี และต้นทุนในส่วนของรายได้พนักงานขับรถ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนคงที่

รายการ	ต้นทุน	หน่วย
ราคารถบรรทุก	850,000	บาท
ค่าซากรถบรรทุก	170,000	บาท
ระยะเวลาในการใช้งาน	8	ปี
ดอกเบี้ย (ร้อยละ)	5	ร้อยละ
ค่าทะเบียนรถ/ค่าภาษี	337.5	บาท/เดือน
ค่าประกันภัย	3574	บาท/เดือน
ค่าเสื่อมราคา	10625	บาท/เดือน
รายได้พนักงานขับรถ	250	บาท/วัน
ต้นทุนคงที่รวม	735	บาท/วัน/รถ 1 คัน

4.5.2 ต้นทุนผันแปร

เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเมื่อมีการขนส่งสินค้า โดยต้นทุนที่เกิดขึ้นจะผันแปรไปตามระยะทาง ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในส่วนของรถบรรทุก ได้แก่ ค่าเชื้อเพลิง ค่าซ่อมบำรุง และต้นทุนในส่วนของพนักงาน ได้แก่ เบี้ยเลี้ยงพนักงานขับรถและพนักงานยกของ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนผันแปร

รายการ	ต้นทุน	หน่วย
เบี้ยเลี้ยงพนักงานขับรถ	400	บาท/วัน
เบี้ยเลี้ยงพนักงานยกของ	250	บาท/วัน
ค่าบำรุงรักษา	0.89	บาท/กิโลเมตร
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (เที่ยวหนัก)	3.56	กิโลเมตร/ลิตร
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (เที่ยวเปล่า)	3.91	กิโลเมตร/ลิตร
ค่าเชื้อเพลิง	30	บาท/ลิตร

นอกจากต้นทุนที่เกิดขึ้นในการส่วนการดำเนินการของผู้ประกอบการเอง ต้นทุนอันเนื่องมาจากค่าปรับในการขนส่งสินค้าล่าช้าเมื่อรถบรรทุกไม่เพียงพอที่จะให้บริการ ในกรณีที่ไม่การจ้างรถบรรทุกจากผู้ประกอบกอบการขนส่งรายอื่นเพิ่ม โดยคำนวณมาจาก ร้อยละ 15 ของต้นทุนการขนส่งเฉลี่ยของแต่ละเส้นทาง นอกจากนี้ในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกจากผู้ประกอบกอบการขนส่งรายอื่นเพื่อมารองรับปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า เมื่อรถบรรทุกของตนเองไม่เพียงพอ ก็จะมีต้นทุนในส่วนของการจ้างรถบรรทุกภายนอก ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ต้นทุนอันเนื่องมาจากค่าปรับในการขนส่งสินค้าล่าช้า และต้นทุนอันเนื่องมาจากการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก

ลำดับที่	เส้นทาง	ต้นทาง	ปลายทาง	ต้นทุนอันเนื่องมาจากค่าปรับในการขนส่งสินค้าล่าช้า	ต้นทุนอันเนื่องมาจากการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก
1	AYA-NMA	อยุธยา	นครราชสีมา	778	5963
2	AYA-SPK	อยุธยา	สมุทรปราการ	472	3615
3	BKK-BKK	กรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ	415	3180
4	BKK-MDH	กรุงเทพฯ	มุกดาหาร	2101	16111
5	BKK-NMA	กรุงเทพฯ	นครราชสีมา	883	6773
6	CBI-NMA	ชลบุรี	นครราชสีมา	1130	8666
7	LRI-NMA	ลพบุรี	นครราชสีมา	727	5577
8	PTE-NMA	ปทุมธานี	นครราชสีมา	808	6193
9	SKN-NMA	สมุทรสาคร	นครราชสีมา	1179	9037
10	SPK-NMA	สมุทรปราการ	นครราชสีมา	1142	8759
11	SRI-MDH	สระบุรี	มุกดาหาร	1841	14117

ลำดับที่	เส้นทาง	ต้นทาง	ปลายทาง	ต้นทุนอันเนื่องมาจากค่าปรับในการขนส่งสินค้าล่าช้า	ต้นทุนอันเนื่องมาจากการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก
12	SRI-NMA	สระบุรี	นครราชสีมา	599	4593
13	KKN-NMA	ขอนแก่น	นครราชสีมา	705	5409
14	KPT-NMA	กำแพงเพชร	นครราชสีมา	1500	11498
15	NMA-AYA	นครราชสีมา	อยุธยา	778	5963
16	NMA-BKK	นครราชสีมา	กรุงเทพฯ	883	6773
17	NMA-CBI	นครราชสีมา	ชลบุรี	1130	8666
18	NMA-NMA	นครราชสีมา	นครราชสีมา	415	3180
19	NMA-RBR	นครราชสีมา	ราชบุรี	1310	10046
20	NMA-RYG	นครราชสีมา	ระยอง	1287	9865
21	NMA-SPK	นครราชสีมา	สมุทรปราการ	1142	8759
22	SSK-NMA	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	990	7590

จากข้อมูลของผู้ประกอบการตัวอย่างที่เลือกมาเป็นกรณีศึกษา รวมทั้งโครงสร้างของต้นทุนการขนส่งสินค้าเพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนการขนส่ง และข้อมูลนำเข้าต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความต้องการขนส่งแต่ละเส้นทาง เวลาการรอคอยเพื่อขนสินค้าขึ้นและลงจากรถ เวลาขนสินค้าขึ้นและลงจากรถ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำมาใช้กับแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน เพื่อทำการตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ในบทที่ 5 และเพื่อประมาณการต้นทุนการขนส่งสินค้าและประสิทธิภาพในการดำเนินการในบทที่ 6 ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

การตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ เป็นขั้นตอนหลังจากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันสำเร็จ เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้สร้างและพัฒนานั้นสามารถแสดงพฤติกรรมได้ใกล้เคียงกับระบบจริงและสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงในระดับความน่าเชื่อถือที่ยอมรับได้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Verification) และการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Validation)

5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

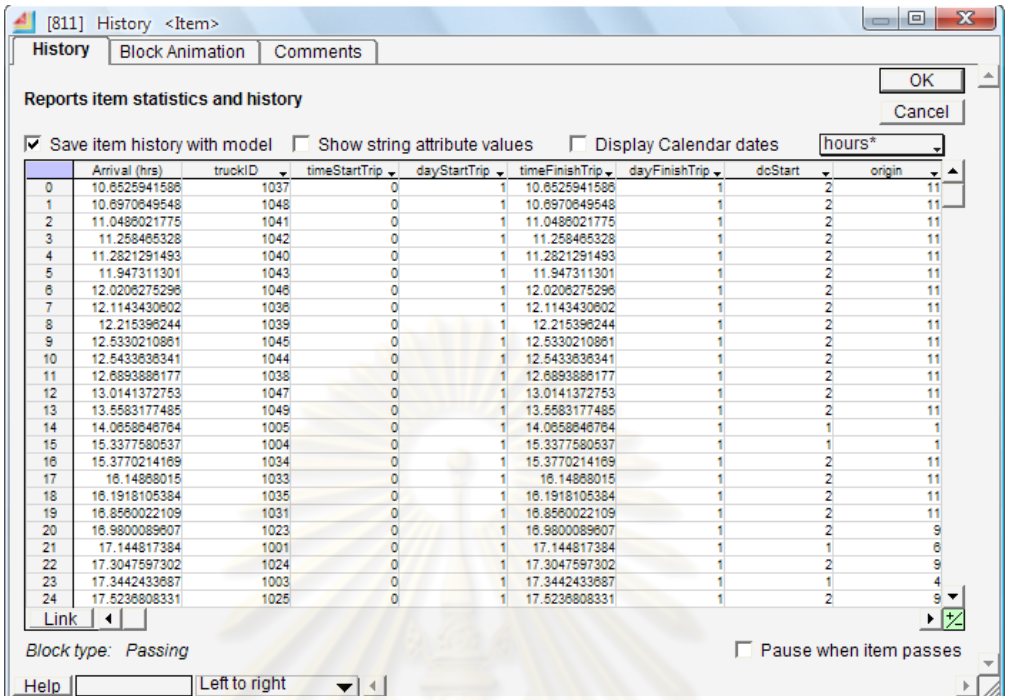
การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์เป็นการตรวจสอบความถูกต้องว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นนั้นตรงตามแนวความคิดของแบบจำลอง (Model Conceptualization) หรือไม่ และตรวจสอบเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของแบบจำลองว่าการทำงานตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของแบบจำลองเป็นไปตามโครงสร้างทางตรรกะ (Logical Structure) หรือไม่

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ สามารถทำได้ดังนี้ (Banks และคณะ, 2000; คมกฤษณ์, 2546)

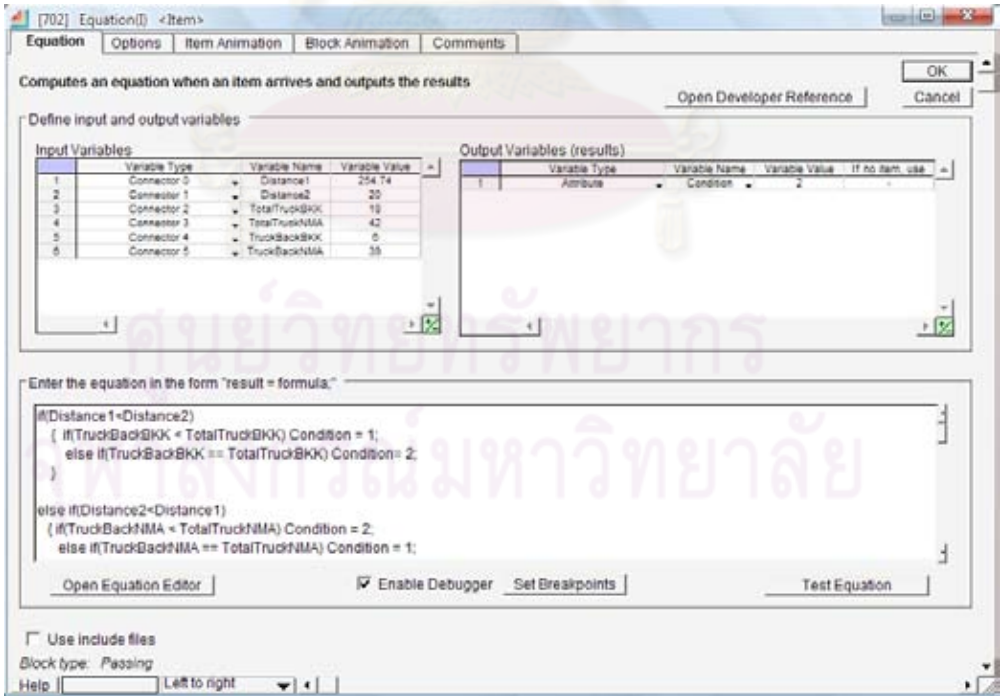
- นอกจากผู้สร้างแบบจำลองสถานการณ์จะตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์ด้วยตนเองแล้ว แบบจำลองสถานการณ์ควรถูกตรวจสอบโดยผู้อื่นด้วย
- สร้าง Flow Diagram เพื่อสะท้อนเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในระบบจริงและพิจารณาว่า แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างมานั้นมีองค์ประกอบของเหตุการณ์ต่างๆครบถ้วนหรือไม่
- ทำการตรวจสอบแบบจำลองย่อยของแบบจำลองสถานการณ์ทีละขั้นตอนในระหว่างการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ เนื่องจากการแบ่งแบบจำลองเป็นแบบจำลองย่อยและทำการตรวจสอบทีละส่วนย่อยในระหว่างการสร้างแบบจำลองไปเรื่อยๆ จะสามารถทำให้เห็นข้อผิดพลาดได้ชัดเจนกว่าการตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์ที่สมบูรณ์ในครั้งสุดท้ายเพียงครั้งเดียว
- ตรวจสอบข้อมูลนำออก (Output) ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ว่ามีความสมเหตุสมผลกับข้อมูลนำเข้าหรือไม่

- ติดตามลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานของแบบจำลองสถานการณ์ (Trace)โดยใช้ Interactive Run Controller (IRC) หรือ Interactive Debugger ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้
  - สามารถตรวจสอบที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของแบบจำลองสถานการณ์ได้
  - สามารถดูผลของข้อมูลที่เราสนใจได้ เช่น สถานภาพของระบบ (System State) ค่าคุณสมบัติของวัตถุ ความยาวแถวคอย จำนวนทรัพยากร ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง
  - ตรวจสอบค่าต่างๆ หรือข้อมูลนำออก โดยหยุดการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ชั่วคราวในระหว่างการประมวลผล
- ตรวจสอบการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์โดยแสดงผลการทำงานในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อตรวจสอบว่าภาพเคลื่อนไหวในแบบจำลองสถานการณ์มีลำดับการทำงานเหมือนกับระบบจริงหรือไม่

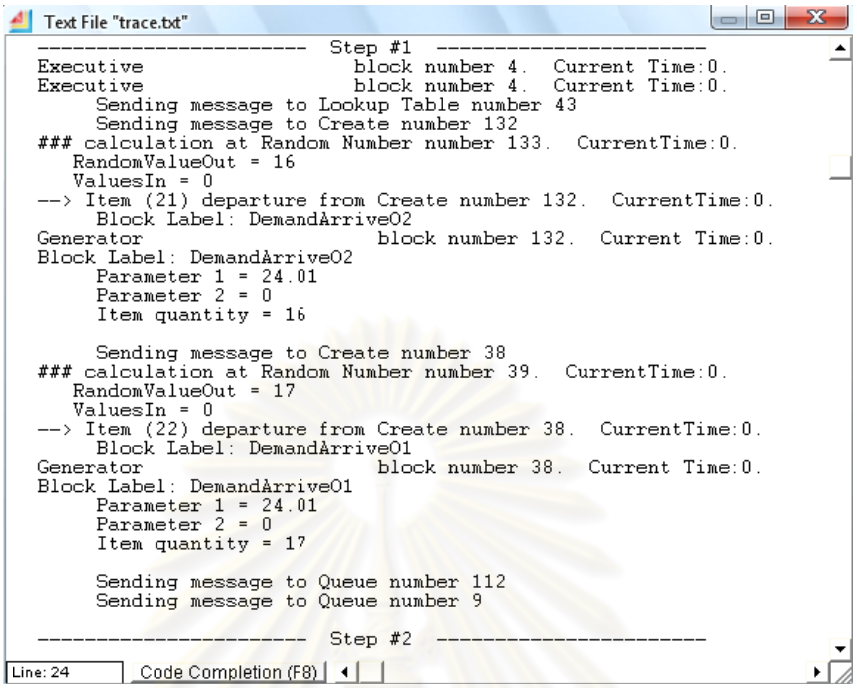
จากวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ในข้างต้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันซึ่งใช้โปรแกรม ExtendSim ในการจำลองสถานการณ์ได้ โดยมีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องได้หลายแบบ เช่น การตรวจสอบการทำงานของแบบจำลองในระหว่างการประมวลผลโดยการใช้บล็อก Information เพื่อนับปริมาณวัตถุที่ผ่านชุดคำสั่งนี้ และรายงานช่วงเวลาของการเข้ามาของวัตถุ รวมทั้งค่าทางสถิติของ Cycle Time หรือบล็อก History เป็นการแสดงข้อมูลทางสถิติ เช่น เวลาการมาถึงของวัตถุ คุณลักษณะประจำตัวของวัตถุที่ผ่านชุดคำสั่งนี้ หรือสามารถตรวจสอบผลระหว่างการประมวลผลโดยการดูผลลัพธ์ในแต่ละบล็อกที่ต้องการในระหว่างการประมวลผล และยังสามารถตรวจสอบการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ในระหว่างการประมวลผลโดยการกำหนดให้แสดงภาพเคลื่อนไหว (2D Animation) และเมื่อการประมวลผลสิ้นสุดลง สามารถทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ได้โดยใช้ชุดคำสั่ง Model Reporting หรือ Model Tracing ซึ่งเป็นรายงานการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินงานในแบบจำลอง ซึ่งจะรายงานค่าต่างๆ ในทุกขั้นตอน หรือสามารถตรวจสอบเฉพาะขั้นตอนที่สนใจในแบบจำลองสถานการณ์



รูปที่ 5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้บล็อก History



รูปที่ 5.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ระหว่างการประมวลผลโดยใช้ Block Equation



รูปที่ 5.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้ชุดคำสั่ง Model Tracing

จากการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีข้างต้นพบว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นนั้นสามารถสะท้อนถึงลักษณะและพฤติกรรมขององค์ประกอบต่างๆภายในระบบได้ใกล้เคียงกับระบบจริง ดังนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองสถานการณ์นี้ไปเป็นตัวแทนของระบบจริงได้

5.2 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองสถานการณ์สามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้หรือไม่ และเป็นการพิสูจน์ว่าสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มีความถูกต้องสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลนำออกที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลจากระบบจริง ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขและสภาพแวดล้อมเดียวกัน สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังหัวข้อถัดไป

5.2.1 ทดสอบความถูกต้องในด้านปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า

จากข้อมูลนำออกที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลองสถานกาณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน เป็นระยะเวลา 213 วัน หรือเท่ากับ 7 เดือน พบว่า ปริมาณความ

ต้องการขนส่งสินค้าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์กับปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าจากระบบจริง แทบจะไม่มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลจากระบบจริง

ลำดับที่	เส้นทาง	ปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า (ต่อวัน)		ปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า (7 เดือน)		ร้อยละความแตกต่างของปริมาณการขนส่ง
		ข้อมูลจากระบบจริง	ข้อมูลจากแบบจำลองฯ	ข้อมูลจากระบบจริง	ข้อมูลจากแบบจำลองฯ	
1	AYA-NMA	3.71	3.73	791	793.79	0.35
2	AYA-SPK	1.72	1.73	366	367.45	0.39
3	BKK-BKK	0.27	0.27	57	56.73	-0.47
4	BKK-MDH	0.20	0.20	43	43.09	0.20
5	BKK-NMA	1.97	1.98	420	420.81	0.19
6	CBI-NMA	0.77	0.77	164	163.88	-0.07
7	LRI-NMA	1.14	1.14	243	243.74	0.30
8	PTE-NMA	0.38	0.39	82	82.43	0.53
9	SKN-NMA	0.62	0.62	131	131.96	0.73
10	SPK-NMA	2.72	2.72	580	578.90	-0.19
11	SRI-MDH	0.80	0.81	171	172.47	0.85
12	SRI-NMA	1.26	1.25	268	266.00	-0.75
13	KKN-NMA	3.35	3.34	714	712.24	-0.25
14	KPT-NMA	3.10	3.09	660	657.95	-0.31
15	NMA-AYA	3.52	3.52	749	750.51	0.20
16	NMA-BKK	4.85	4.83	1034	1029.44	-0.44
17	NMA-CBI	1.10	1.10	235	234.32	-0.29
18	NMA-NMA	11.18	11.14	2382	2373.70	-0.35
19	NMA-RBR	0.35	0.35	74	74.26	0.35
20	NMA-RYG	2.11	2.10	449	446.24	-0.62
21	NMA-SPK	4.72	4.70	1006	1001.23	-0.48
22	SSK-NMA	1.25	1.25	267	265.31	-0.64

จากตาราง 5.1 พบว่า ปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าของแต่ละเส้นทางที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์แทบจะไม่แตกต่างกับข้อมูลจากระบบจริง เช่น ปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในเส้นทางที่ 18 NMA-NMA ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มีการกระจายตัวแบบ Negative Binomial ซึ่งมีพารามิเตอร์ k เท่ากับ 3 และ p เท่ากับ 0.210 ในขณะที่ข้อมูลจากระบบจริงมีพารามิเตอร์ k เท่ากับ 3 และ p เท่ากับ 0.212

5.2.2 ทดสอบความถูกต้องในด้านเวลาในการให้บริการ

- เวลารอคอยเพื่อขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก

จากการเปรียบเทียบเวลารอคอยเพื่อขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกของแต่ละเส้นทางที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลจากระบบจริง พบว่ามีรูปแบบการกระจายตัวเดียวกัน เช่น เวลารอคอยเพื่อขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกของเส้นทางที่ 18 NMA-NMA ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มีการกระจายตัวแบบ Exponential ซึ่งมีพารามิเตอร์ beta (ค่าเฉลี่ย) เท่ากับ 40.13 ในขณะที่ข้อมูลจากระบบจริงมีพารามิเตอร์ beta เท่ากับ 40

- เวลาขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก

จากการเปรียบเทียบเวลาขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกของแต่ละเส้นทางที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลจากระบบจริง พบว่ามีรูปแบบการกระจายตัวเดียวกัน เช่น เวลาขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกของเส้นทางที่ 18 NMA-NMA ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มีการกระจายตัวแบบ Uniform ซึ่งมีพารามิเตอร์ minimum เท่ากับ 19.82 และ maximum เท่ากับ 59.98 ในขณะที่ข้อมูลจากระบบจริงมีพารามิเตอร์ minimum เท่ากับ 20 และ maximum เท่ากับ 60

- เวลารอคอยเพื่อขนสินค้าลงจากรถบรรทุก

จากการเปรียบเทียบเวลารอคอยเพื่อขนสินค้าลงจากรถบรรทุกของแต่ละเส้นทางที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลจากระบบจริง พบว่ามีรูปแบบการกระจายตัวเดียวกัน เช่น เวลารอคอยเพื่อขนสินค้าลงจากรถบรรทุกของเส้นทางที่ 18 NMA-NMA ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มีการกระจายตัวแบบ Exponential ซึ่งมีพารามิเตอร์ beta (ค่าเฉลี่ย) เท่ากับ 39.87 ในขณะที่ข้อมูลจากระบบจริงมีพารามิเตอร์ beta เท่ากับ 40

- เวลาขนสินค้าลงจากรถบรรทุก

จากการเปรียบเทียบเวลาขนสินค้าลงจากรถบรรทุกของแต่ละเส้นทางที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลจากระบบจริง พบว่ามีรูปแบบการกระจายตัวเดียวกัน เช่น เวลาขนสินค้าลงจากรถบรรทุกของเส้นทางที่ 18 NMA-NMA ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์มีการ

กระจายตัวแบบ Uniform ซึ่งมีพารามิเตอร์ minimum เท่ากับ 19 และ maximum เท่ากับ 60 ในขณะที่ข้อมูลจากระบบจริงมีพารามิเตอร์ minimum เท่ากับ 20 และ maximum เท่ากับ 60

จากการตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ดังข้างต้น แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน มีความถูกต้อง สามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้ และสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ไปใช้ได้จริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
การใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

เมื่อแบบจำลองสถานการณ์ผ่านการทดสอบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์แล้วจึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนของระบบจริงในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันได้อย่างสมบูรณ์

6.1 การกำหนดกรณีศึกษา

เนื่องจากในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันการบริหารจัดการรถบรรทุกที่แตกต่างกัน จึงก่อให้เกิดต้นทุนและประสิทธิภาพในการดำเนินการแตกต่างกันออกไป ในการศึกษานี้จึงได้นำแบบจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้กับการบริหารจัดการรถบรรทุกที่แตกต่างกัน ซึ่งตัวแปรสำคัญที่นำมาพิจารณาในแต่ละกรณีศึกษา ได้แก่

- มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอกเมื่อรถบรรทุกของผู้ประกอบการไม่เพียงพอหรือไม่
    - ไม่มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก
    - มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก
- เงื่อนไขการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับสินค้ายังต้นทาง โดยพิจารณาจาก
    - ระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางที่ไปรับสินค้า
        - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางใกล้ก่อน
        - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางไกลก่อน
    - ระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางที่ไปส่งสินค้า
        - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางใกล้ก่อน
        - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางไกลก่อน
- เงื่อนไขการกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางไปยังที่จุดพักรถใด หลังจากส่งสินค้าที่ปลายทางเสร็จ
    - กำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม
    - กำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

จากตัวแปรดังกล่าวข้างต้น จึงสามารถนำมากำหนดเป็นกรณีศึกษาได้ 16 กรณีศึกษา ดังต่อไปนี้

กรณีศึกษาที่ 1 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

กรณีศึกษาที่ 2 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

กรณีศึกษาที่ 3 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

กรณีศึกษาที่ 4 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

กรณีศึกษาที่ 5 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

กรณีศึกษาที่ 6 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

กรณีศึกษาที่ 7 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

กรณีศึกษาที่ 8 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

กรณีศึกษาที่ 9 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางระหว่างจุดพักรถและต้นทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

กรณีศึกษาที่ 10 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

กรณีศึกษาที่ 11 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

กรณีศึกษาที่ 12 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

กรณีศึกษาที่ 13 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

กรณีศึกษาที่ 14 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

กรณีศึกษาที่ 15 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

กรณีศึกษาที่ 16 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก กำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

จากกรณีศึกษาทั้ง 16 กรณีศึกษา สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.1 สรุปกรณีศึกษาในการจำลองสถานการณ์การขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

กรณีศึกษา	รายละเอียด			
	จ้างรถบรรทุกจาก	เงื่อนไขในการเดินทางกลับ	เงื่อนไขการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับงาน	
1	ไม่มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก	กลับจุดพักรถเดิม	ระยะทางระหว่างจุดพักรถและต้นทาง	ใกล้ - ไกล
2				ไกล - ใกล้
3			ระยะทางระหว่างจุดพักรถและปลายทาง	ใกล้ - ไกล
4				ไกล - ใกล้
5		กลับจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด	ระยะทางระหว่างจุดพักรถและต้นทาง	ใกล้ - ไกล
6				ไกล - ใกล้
7			ระยะทางระหว่างจุดพักรถและปลายทาง	ใกล้ - ไกล
8				ไกล - ใกล้
9	มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก	กลับจุดพักรถเดิม	ระยะทางระหว่างจุดพักรถและต้นทาง	ใกล้ - ไกล
10				ไกล - ใกล้
11			ระยะทางระหว่างจุดพักรถและปลายทาง	ใกล้ - ไกล
12				ไกล - ใกล้
13		กลับจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด	ระยะทางระหว่างจุดพักรถและต้นทาง	ใกล้ - ไกล
14				ไกล - ใกล้
15			ระยะทางระหว่างจุดพักรถและปลายทาง	ใกล้ - ไกล
16				ไกล - ใกล้

6.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

จากการประมวลผลของแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน เป็นระยะเวลา 7 เดือน หรือเท่ากับ 213 วัน ซึ่งทำการประมวลผลเป็นหน่วยชั่วโมง ดังนั้นจึงทำการประมวลผลเป็นเวลา 5,112 ชั่วโมง โดยทำประมวลผลกรณีศึกษาละ 50 รอบการประมวลผล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ มีดังต่อไปนี้

6.2.1 ต้นทุนการขนส่ง

ต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้าจะประกอบด้วยต้นทุน 2 ส่วนใหญ่ ซึ่งแบ่งตามกรณีศึกษา 2 กรณีใหญ่ ได้แก่ กรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก และกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก ซึ่งแต่ละกรณีประกอบด้วยต้นทุนการขนส่งส่วนต่างๆ ดังนี้

- กรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก ประกอบด้วย
  - ต้นทุนที่เกิดจากการดำเนินการรถบรรทุกของตนเอง ซึ่งจะประกอบด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร
  - ต้นทุนที่เกิดจากค่าปรับของลูกค้าเมื่อมีสินค้าที่ค้างส่งในแต่ละวัน เมื่อไม่มีรถบรรทุกเพียงพอในการให้บริการ
- กรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก ประกอบด้วย
  - ต้นทุนที่เกิดจากการดำเนินการรถบรรทุกของตนเอง ซึ่งจะประกอบด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร
  - ต้นทุนที่เกิดจากการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก เมื่อรถบรรทุกของตนเองไม่เพียงพอในการให้บริการ

ตารางที่ 6.2 สรุปต้นทุนการขนส่งรวมของแต่ละกรณีศึกษา

กรณีศึกษา	ต้นทุนการขนส่งรวม (บาท)		ต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้ (บาท/กม.)
	ต้นทุนการขนส่งต่อ 7 เดือน	ต้นทุนการขนส่งต่อเดือน	
1	67,401,131.08	9,628,733.01	29.63
2	66,477,402.92	9,496,771.85	29.28
3	66,885,358.50	9,555,051.21	29.66
4	65,926,021.14	9,418,003.02	29.16
5	64,777,108.23	9,253,872.60	28.63
6	63,286,621.75	9,040,945.96	28.00
7	64,381,818.17	9,197,402.60	28.64
8	62,753,611.62	8,964,801.66	27.99
9	62,828,742.81	8,975,534.69	27.60
10	63,302,495.45	9,043,213.64	27.87
11	63,325,401.60	9,046,485.94	27.86
12	63,007,937.73	9,001,133.96	27.63
13	54,291,622.86	7,755,946.12	23.96
14	55,050,844.34	7,864,406.33	24.12
15	54,994,545.70	7,856,363.67	24.20
16	54,155,370.82	7,736,481.55	23.84

จากตารางที่ 6.2 พบว่าในแต่ละกรณีศึกษามีแนวโน้มของต้นทุนการขนส่งแตกต่างกันไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งได้โดยเปรียบเทียบในเชิงภาพรวม จนไปถึงการเปรียบเทียบในแต่ละกรณีศึกษา ดังนี้

6.2.1.1 การเปรียบเทียบต้นทุนการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน โดยเปรียบเทียบในด้านการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกและการจ้างรถบรรทุกภายนอก

ตารางที่ 6.3 ต้นทุนการขนส่งของการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกและการจ้างรถบรรทุกภายนอก

ไม่จ้างรถบรรทุกภายนอก			จ้างรถบรรทุกภายนอก		
กรณีศึกษา	ต้นทุนการขนส่ง (บาท)	ต้นทุนต่อระยะทาง	กรณีศึกษา	ต้นทุนการขนส่ง	ต้นทุนต่อระยะทาง
1	67,401,131.08	29.63	**9**	62,828,742.81	27.60
2	66,477,402.92	29.28	**10**	63,302,495.45	27.87
3	66,885,358.50	29.66	**11**	63,325,401.60	27.86
4	65,926,021.14	29.16	**12**	63,007,937.73	27.63
5	64,777,108.23	28.63	**13**	54,291,622.86	23.96
6	63,286,621.75	28.00	**14**	55,050,844.34	24.12
7	64,381,818.17	28.64	**15**	54,994,545.70	24.20
8	62,753,611.62	27.99	**16**	54,155,370.82	23.84

จากตาราง 6.3 พบว่า การจ้างรถบรรทุกภายนอกมาทำการขนส่งสินค้าเมื่อรถบรรทุกของตนไม่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการขนส่งในแต่ละวัน ทำให้ต้นทุนในการขนส่งต่ำกว่าการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอก เนื่องจากการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอก ทำให้รถบรรทุกของตนเองต้องให้บริการลูกค้าที่รอรับบริการทั้งหมด จึงทำให้มีต้นทุนการขนส่งในส่วนของการดำเนินการรถบรรทุกสูง อีกทั้งยังมีต้นทุนในส่วนของค่าปรับอันเนื่องมาจากการขนส่งล่าช้าเนื่องจากมีลูกค้าที่ยังไม่ได้รับบริการและต้องรอรถบรรทุกกลับมาให้บริการในวันถัดไป (ซึ่งแสดงในตารางที่ 6.4) จึงส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งรวมมีค่าสูง ส่วนการจ้างรถบรรทุกจากภายนอกมาทำการขนส่งสินค้าเมื่อรถบรรทุกของตนไม่เพียงพอ ทำให้ต้นทุนที่เกิดจากการดำเนินการรถบรรทุกของตนเองมีค่าต่ำลง เนื่องจากมีการใช้รถบรรทุกของตนเองในสัดส่วนที่น้อยลง แต่ไปเพิ่มในส่วนของการจ้างรถบรรทุกภายนอก (ซึ่งแสดงในตารางที่ 6.5) แต่ก็ยังทำให้ต้นทุนการขนส่งรวมมีค่าต่ำกว่า จากตารางที่ 6.3 6.4 และ 6.5 สามารถเปรียบเทียบต้นทุนดังกล่าวได้โดย เปรียบเทียบกรณีศึกษา

ที่ 1 กับ 9 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 2 กับ 10 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 3 กับ 11 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 4 กับ 12 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 5 กับ 13 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 6 กับ 14 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 7 กับ 15 และเปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 8 กับ 16

ตารางที่ 6.4 องค์ประกอบของต้นทุนการขนส่งสินค้า ในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก

กรณีศึกษา	ต้นทุนการขนส่งรวม (บาท)	ต้นทุนที่เกิดจากรถบรรทุกของตนเอง (บาท)	ต้นทุนที่เกิดจากค่าปรับ (บาท)	ร้อยละของต้นทุนที่เกิดจากค่าปรับ
1	67,401,131.08	60,874,248.63	6,526,882.45	9.68
2	66,477,402.92	60,824,838.87	5,652,564.05	8.50
3	66,885,358.50	60,754,609.85	6,130,748.65	9.17
4	65,926,021.14	60,599,473.19	5,326,547.95	8.08
5	64,777,108.23	50,639,218.16	14,137,890.07	21.83
6	63,286,621.75	50,619,639.05	12,666,982.70	20.02
7	64,381,818.17	50,377,571.51	14,004,246.66	21.75
8	62,753,611.62	50,227,445.10	12,526,166.52	19.96

ตารางที่ 6.5 องค์ประกอบของต้นทุนการขนส่งสินค้า ในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก

กรณีศึกษา	ต้นทุนการขนส่งรวม (บาท)	ต้นทุนที่เกิดจากรถบรรทุกของตนเอง (บาท)	ต้นทุนที่เกิดจากการจ้างรถบรรทุกภายนอก (บาท)	ร้อยละของต้นทุนการจ้างรถบรรทุกภายนอก
9	62,828,742.81	53,427,867.62	9,400,875.18	14.96
10	63,302,495.45	56,829,054.25	6,473,441.20	10.23
11	63,325,401.60	53,223,251.08	10,102,150.52	15.95
12	63,007,937.73	57,343,285.28	5,664,652.45	8.99
13	54,291,622.86	41,299,956.70	12,991,666.16	23.93
14	55,050,844.34	45,445,271.33	9,605,573.00	17.45
15	54,994,545.70	41,152,185.99	13,842,359.72	25.17
16	54,155,370.82	45,476,372.91	8,678,997.90	16.03

6.2.1.2 การเปรียบเทียบต้นทุนการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน โดยเปรียบเทียบในด้านเงื่อนไขการตัดสินใจให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเมื่อส่งสินค้าเสร็จ

ตารางที่ 6.6 ต้นทุนการขนส่งของเงื่อนไขการให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิมและจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

รถบรรทุกกลับไปประจำจุดพักรถเดิม			รถบรรทุกกลับไปประจำจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด		
กรณีศึกษา	ต้นทุนการขนส่ง	ต้นทุนต่อระยะทาง	กรณีศึกษา	ต้นทุนการขนส่ง	ต้นทุนต่อระยะทาง
1	67,401,131.08	29.63	**5**	64,777,108.23	28.63
2	66,477,402.92	29.28	**6**	63,286,621.75	28.00
3	66,885,358.50	29.66	**7**	64,381,818.17	28.64
4	65,926,021.14	29.16	**8**	62,753,611.62	27.99
9	62,828,742.81	27.60	**13**	54,291,622.86	23.96
10	63,302,495.45	27.87	**14**	55,050,844.34	24.12
11	63,325,401.60	27.86	**15**	54,994,545.70	24.20
12	63,007,937.73	27.63	**16**	54,155,370.82	23.84

จากตารางที่ 6.6 พบว่า การกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปยังจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด ก่อให้เกิดต้นทุนในการขนส่งต่ำกว่าการกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปยังจุดพักรถเดิม เนื่องจากการให้รถบรรทุกเดินทางไปยังจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด ทำให้ระยะทางในการวิ่งเที่ยวเปล่าลดลง จึงส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งมีค่าต่ำกว่าการให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปยังจุดพักเดิม อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินการเนื่องจากสัดส่วนในการวิ่งเที่ยวหนักของรถบรรทุกมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสามารถเปรียบเทียบต้นทุนดังกล่าวโดย เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 1 กับ 5 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 2 กับ 6 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 3 กับ 7 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 4 กับ 8 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 9 กับ 13 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 10 กับ 14 เปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 11 กับ 15 และเปรียบเทียบกรณีศึกษาที่ 12 กับ 16

6.2.1.3 การเปรียบเทียบต้นทุนการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน โดยเปรียบเทียบในด้านเงื่อนไขการจัดสรรรถบรรทุก

ตารางที่ 6.7 ต้นทุนการขนส่งในด้านเงื่อนไขการจัดสรรรถบรรทุก

ระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทาง			ระยะทางจากต้นทางไปยังปลายทาง		
กรณีศึกษา	**ลำดับการจัดสรร**	**ต้นทุนต่อระยะทาง**	**กรณีศึกษา**	**ลำดับการจัดสรร**	**ต้นทุนต่อระยะทาง**
1	รับงานที่มีระยะทาง<u>ไกล</u>ก่อน	29.63	**3**	รับงานที่มีระยะทาง<u>ไกล</u>ก่อน	29.66
2	รับงานที่มีระยะทาง<u>ใกล้</u>ก่อน	29.28	**4**	รับงานที่มีระยะทาง<u>ใกล้</u>ก่อน	29.16
5	รับงานที่มีระยะทาง<u>ไกล</u>ก่อน	28.63	**7**	รับงานที่มีระยะทาง<u>ไกล</u>ก่อน	28.64
6	รับงานที่มีระยะทาง<u>ใกล้</u>ก่อน	28.00	**8**	รับงานที่มีระยะทาง<u>ใกล้</u>ก่อน	27.99
9	รับงานที่มีระยะทาง<u>ไกล</u>ก่อน	27.60	**11**	รับงานที่มีระยะทาง<u>ไกล</u>ก่อน	27.86
10	รับงานที่มีระยะทาง<u>ใกล้</u>ก่อน	27.87	**12**	รับงานที่มีระยะทาง<u>ใกล้</u>ก่อน	27.63
13	รับงานที่มีระยะทาง<u>ไกล</u>ก่อน	23.96	**15**	รับงานที่มีระยะทาง<u>ไกล</u>ก่อน	24.20
14	รับงานที่มีระยะทาง<u>ใกล้</u>ก่อน	24.12	**16**	รับงานที่มีระยะทาง<u>ใกล้</u>ก่อน	23.84

จากตาราง 6.7 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับงานโดยเรียงลำดับงานตามระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทาง และเรียงลำดับงานตามระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทาง มีต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้ที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาระหว่างการเรียงลำดับงานตามระยะทางใกล้ที่สุดก่อน และการเรียงลำดับงานตามระยะทางไกลที่สุดก่อน พบว่า การจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับสินค้าที่มีระยะทางไกลๆก่อน ส่งผลให้ต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้มีค่าต่ำกว่าการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับสินค้าที่มีระยะทางใกล้ๆ เนื่องจากการเรียงลำดับงานโดยให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางไกลๆก่อน ส่งผลให้งานที่ยังค้างส่งและงานที่ต้องจ้างรถบรรทุกภายนอกส่วนมากเป็นงานที่มีระยะทางใกล้ๆหรือเส้นทางสั้นๆ ซึ่งส่งผลให้ค่าปรับเนื่องจากการขนส่งสินค้าล่าช้าและค่าจ้างรถบรรทุกจากภายนอกมีค่าต่ำกว่า (แสดงดังตาราง

ที่ 6.4 และ 6.5) จึงส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งรวมและต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้มีค่าต่ำกว่าการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับสินค้าที่มีระยะทางใกล้ๆก่อน

6.2.2 ประสิทธิภาพในการดำเนินการ

ในการศึกษานี้ได้ทำการวัดประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันใน 4 หัวข้อ ได้แก่

- อรรถประโยชน์ของรถบรรทุก ซึ่งจะแบ่งออกเป็น อรรถประโยชน์ของรถบรรทุกด้านระยะทาง และอรรถประโยชน์ของรถบรรทุกด้านจำนวนวันทำงาน
- จำนวนรถบรรทุกว่างงาน
- จำนวนงานค้างส่ง
- จำนวนเที่ยวและระยะทางในการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.3.2.1 อรรถประโยชน์ของรถบรรทุก

ในการศึกษานี้ได้พิจารณาอรรถประโยชน์ของรถบรรทุกใน 2 ด้าน คือ อรรถประโยชน์ของรถบรรทุกด้านระยะทาง ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งเที่ยวหนักกับระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งได้ทั้งหมด และอรรถประโยชน์ของรถบรรทุกด้านจำนวนวันทำงาน ซึ่งพิจารณาเกี่ยวกับจำนวนวันทำงานของรถบรรทุกภายใน 7 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 6.8

ตารางที่ 6.8 อรรถประโยชน์ของรถบรรทุก

กรณีศึกษา	ร้อยละของระยะทางเที่ยวหนัก	ร้อยละของจำนวนวันที่รถบรรทุกทำงาน (จาก 213 วัน)
1	46.23	92.21
2	46.18	91.98
3	46.20	91.53
4	46.21	91.78
5	60.79	91.45
6	60.65	91.64
7	60.68	91.36
8	60.76	90.89

กรณีศึกษา	ร้อยละของระยะทางเที่ยวหนัก	ร้อยละของจำนวนวันที่รถบรรทุกทำงาน (จาก 213 วัน)
9	46.49	80.78
10	46.13	82.04
11	46.12	80.71
12	46.40	82.33
13	64.20	76.29
14	62.00	76.78
15	63.80	76.30
16	62.53	76.90

จากตารางข้างต้น สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังต่อไปนี้

- อรรถประโยชน์ของรถบรรทุกด้านระยะทาง

เมื่อพิจารณาอรรถประโยชน์ของรถบรรทุกในด้านระยะทาง ตามร้อยละของระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งเที่ยวหนัก พบว่า การกำหนดเงื่อนไขให้รถบรรทุกวิ่งกลับไปยังจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด (กรณีศึกษาที่ 5 ถึง 8 และกรณีศึกษาที่ 13 ถึง 16) มีอรรถประโยชน์สูงกว่าการกำหนดเงื่อนไขให้รถบรรทุกวิ่งกลับไปยังจุดพักรถเดิม (กรณีศึกษาที่ 1 ถึง 4 และกรณีศึกษาที่ 9 ถึง 12) เนื่องจากการให้รถบรรทุกวิ่งกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด เป็นการลดระยะทางในการวิ่งเที่ยวเปล่า จึงส่งผลให้สัดส่วนระหว่างระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งเที่ยวหนักกับระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งได้ทั้งหมดมีค่าสูงกว่า ในขณะที่การให้รถบรรทุกวิ่งกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม ซึ่งเป็นการวิ่งจากปลายทางที่ส่งสินค้ากลับไปยังจุดพักรถเดิมซึ่งส่วนมากเป็นระยะทางที่ไกล จึงส่งผลให้มีระยะทางในการวิ่งเที่ยวเปล่าสูง ซึ่งทำให้สัดส่วนระหว่างระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งเที่ยวหนักกับระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งได้ทั้งหมดมีค่าต่ำกว่า

- อรรถประโยชน์ของรถบรรทุกด้านจำนวนวันทำงาน

เมื่อพิจารณาอรรถประโยชน์ของรถบรรทุกในด้านจำนวนวันทำงานของรถบรรทุก พบว่า การไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกเข้ามาทำการขนส่งสินค้าเมื่อรถบรรทุกของตนเองไม่เพียงพอ (กรณีศึกษาที่ 1 ถึง 8) ทำให้จำนวนวันทำงานของรถบรรทุกสูงกว่าการจ้างรถบรรทุกภายนอกเข้ามาทำการขนส่งสินค้า (กรณีศึกษาที่ 9 ถึง 16) เนื่องจากการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกมาทำการขนส่งสินค้าเมื่อรถบรรทุกไม่เพียงพอ ทำให้ผู้ประกอบการต้องหมุนเวียนรถบรรทุกของตนเองในการให้บริการลูกค้าที่เข้ามารับบริการทั้งหมด ทั้งงานที่ค้างอยู่และงานที่เข้ามาใหม่ในแต่ละวัน จึงทำให้การหมุนเวียนรถเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ส่วนในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอกมา

ทำการขนส่ง พบว่าเมื่อรถบรรทุกทำงานเสร็จก็กลับมารอลูกค้าที่จะเข้ามาใช้บริการในวันถัดไปได้เลย จึงทำให้สัดส่วนของวันที่รถบรรทุกทำงานต่ำกว่าการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอก

6.3.2.2 จำนวนรถบรรทุกว่างงาน

การวัดประสิทธิภาพการดำเนินการจากจำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยต่อวันทั้งในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถรรทุกภายนอกและมีการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 6.9

ตารางที่ 6.9 จำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยต่อวัน

กรณีศึกษา	จำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยต่อวัน (คัน)		จำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยรวม (คัน)
	จุดพักรถถาดกระบัง	จุดพักรถนครราชสีมา	
1	1.40	3.13	4.53
2	1.33	3.36	4.69
3	1.36	3.51	4.87
4	1.41	3.38	4.79
5	2.31	2.25	4.57
6	1.65	2.95	4.60
7	2.27	2.33	4.60
8	2.47	2.33	4.80
9	3.54	7.67	11.21
10	3.47	7.01	10.48
11	3.56	7.69	11.25
12	3.35	6.96	10.31
13	6.60	5.73	12.32
14	7.02	6.44	13.46
15	6.66	5.70	12.35
16	6.79	4.99	11.78

จากตาราง 6.9 แสดงให้เห็นว่าการจ้างรถบรรทุกภายนอกมาทำการขนส่งสินค้าเมื่อรถบรรทุกของตนไม่เพียงพอ (กรณีศึกษาที่ 9 - 16) ส่งผลให้มีจำนวนรถว่างงานและจำนวนวันที่มีรถว่างงานสูงกว่ากรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก (กรณีศึกษาที่ 1 - 8) เนื่องจากในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอกมาทำการขนส่งสินค้าเมื่อรถบรรทุกไม่เพียงพอ ทำให้

ผู้ประกอบการต้องหมุนเวียนรถบรรทุกของตนเองในการให้บริการลูกค้าที่เข้ามารับบริการทั้งหมด ทั้งงานที่ค้างอยู่และงานที่เข้ามาใหม่ในแต่ละวัน จึงทำให้มีการหมุนเวียนรถบรรทุกของตนเองอย่างต่อเนื่องและต้องใช้รถบรรทุกของตนเองในการดำเนินการขนส่งสินค้าทั้งสิ้นในการให้บริการลูกค้าที่เข้ามารับบริการทั้งหมด ทั้งงานที่ค้างอยู่และงานที่เข้ามาใหม่ในแต่ละวัน ส่วนในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก เมื่อรถบรรทุกทำงานเสร็จก็สามารถกลับมารอลูกค้าที่จะเข้ามารับบริการในวันถัดไปได้เลย ซึ่งบางวันอาจมีปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าน้อยกว่าจำนวนรถที่ประจำอยู่ที่จุดพักรถ อีกทั้งไม่มีปริมาณงานที่ค้างส่งเนื่องจากได้จ้างรถภายนอกมาทำการขนส่งหมดแล้ว จึงส่งผลให้เกิดรถบรรทุกว่างงานจำนวนมาก และมีจำนวนวันที่รถบรรทุกว่างงานมากกว่าในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก

6.3.2.3 จำนวนงานที่ค้างส่ง (ในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก)

การวัดประสิทธิภาพการดำเนินการจากจำนวนงานค้างส่งในรอบ 7 เดือน ในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก เป็นการวัดประสิทธิภาพในการหมุนเวียนรถบรรทุกของแต่ละกรณีศึกษา ซึ่งรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6.10

ตารางที่ 6.10 จำนวนงานค้างส่ง ในกรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก

กรณีศึกษา	จุดพักรถฉลองกระบัง		จุดพักรถนครราชสีมา		ร้อยละของจำนวนงานที่ค้างส่งรวม
	ร้อยละของจำนวนงานที่ค้างส่ง	จำนวนวันเฉลี่ยที่งานค้างส่ง	ร้อยละของจำนวนงานที่ค้างส่ง	จำนวนวันเฉลี่ยที่งานค้างส่ง	
1	15.64	0.83	29.92	0.57	45.56
2	15.89	0.84	29.38	0.57	45.27
3	15.42	0.81	26.73	0.50	42.15
4	15.86	0.82	29.92	0.56	45.78
5	17.16	1.43	45.07	1.63	62.23
6	21.53	1.93	39.42	1.30	60.95
7	18.66	1.49	43.42	1.80	62.08
8	18.18	1.44	44.54	1.83	62.72

จากตารางที่ 6.10 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดให้รถบรรทุกกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด (กรณีศึกษาที่ 5 ถึง 8) ทำให้มีจำนวนงานที่ค้างส่งมากกว่าการกำหนดให้รถบรรทุกกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม (กรณีศึกษาที่ 1 ถึง 4) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการที่รถบรรทุกกลับไปยัง

จุดพักรถที่ใกล้ที่สุดนั้นอาจทำให้รถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถใดพักรถหนึ่ง (จุดพักรถลาดกระบัง) มากเกินความต้องการขนส่งสินค้าของจุดพักรถนั้นในขณะนั้น ส่วนจุดพักรถอีกแห่ง (จุดพักรถนครราชสีมา) อาจมีรถบรรทุกวิ่งกลับไปน้อยกว่าในขณะที่มีปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าสูงกว่า (ซึ่งจำนวนรถบรรทุกต้องไม่เกินจำนวนรถที่มากที่สุดที่จะสามารถกลับไปยังจุดพักรถแต่ละแห่งได้ ซึ่งได้กำหนดไว้ตามสัดส่วนของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าที่แต่ละจุดพักรถให้บริการ) จึงส่งผลให้งานเข้ามารอรับบริการอาจต้องรอนาน จึงทำให้มีจำนวนงานค้างส่งจำนวนมากกว่ากรณีศึกษาที่กำหนดให้รถบรรทุกกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม ซึ่งมีจำนวนรถบรรทุกที่วิ่งกลับไปที่จุดพักรถแต่ละแห่งในจำนวนที่สม่ำเสมอกว่า

6.3.2.4 จำนวนเที่ยวและระยะทางในการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก (ในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก)

การวัดประสิทธิภาพการดำเนินการจากจำนวนรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอกในรอบ 7 เดือนในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก เป็นการวัดประสิทธิภาพในการหมุนเวียนรถบรรทุกของแต่ละกรณีศึกษา เช่นเดียวกับการวัดประสิทธิภาพการดำเนินการจากจำนวนงานค้างส่ง ซึ่งรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6.11

ตารางที่ 6.11 จำนวนเที่ยวและระยะทางของรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอก ในกรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก

กรณีศึกษา	จำนวนเที่ยวการขนส่งโดยรถบรรทุกภายนอก	ร้อยละของจำนวนเที่ยว (รถบรรทุกภายนอก)	ระยะทางเที่ยวหนัก (รถบรรทุกภายนอก)
9	1,172	10.78	329,827.19
10	1,281	11.80	168,119.16
11	1,157	10.66	351,121.85
12	1,309	12.01	139,787.74
13	1,608	14.84	450,853.15
14	1,963	18.05	244,888.72
15	1,647	15.14	478,998.62
16	1,903	17.55	216,427.73

จากตารางที่ 6.11 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดให้รถบรรทุกกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด (กรณีศึกษาที่ 13 ถึง 16) ทำให้มีจำนวนการจ้างรถบรรทุกภายนอกและระยะทางเที่ยว

หนักที่รถภายนอกวิ่งขนส่งสินค้ามากกว่าการกำหนดให้รถบรรทุกกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม (กรณีศึกษาที่ 9 ถึง 12) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการที่รถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถที่ใกล้ที่สุดนั้นอาจทำให้รถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถใดพักรถหนึ่ง มากเกินความต้องการขนส่งสินค้าของจุดพักรถนั้นในขณะนั้น ส่วนจุดพักรถอีกแห่งอาจมีรถบรรทุกวิ่งกลับไปน้อยกว่าในขณะที่มีปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าสูงกว่า จึงส่งผลให้กรณีศึกษาที่ 13 ถึง 16 ต้องจ้างรถบรรทุกภายนอกมาทำการขนส่งสินค้าจำนวนมากกว่ากรณีศึกษาที่ 9 ถึง 12 ที่กำหนดให้รถบรรทุกกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม ซึ่งมีจำนวนรถบรรทุกที่วิ่งกลับไปที่จุดพักรถแต่ละแห่งในจำนวนที่สม่ำเสมอกว่า

6.3 การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์และผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์

จากผลลัพธ์ทั้งทางด้านต้นทุนการขนส่งและประสิทธิภาพในดำเนินการขนส่งสินค้าที่ได้จากกรณีศึกษาทั้ง 16 กรณีศึกษา ทำให้เห็นได้ว่าการขนส่งสินค้าโดยไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอกมาทำการขนส่งสินค้าเมื่อรถบรรทุกของตนเองไม่เพียงพอต่อความต้องการขนส่งสินค้า ทำให้ต้นทุนในการขนส่งสินค้ามีค่าสูง และเมื่อพิจารณาทางด้านประสิทธิภาพในการดำเนินการปรากฏว่ามีประสิทธิภาพสูง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกมาทำการขนส่ง ทำให้มีการใช้รถบรรทุกของผู้ประกอบการได้อย่างเต็มที่ ซึ่งตรงกันข้ามกับการจ้างรถบรรทุกภายนอก ซึ่งต้นทุนการขนส่งที่ได้นั้นมีค่าต่ำกว่า ส่วนในด้านของประสิทธิภาพการดำเนินการนั้นปรากฏว่ามีประสิทธิภาพต่ำ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากมีการจ้างรถบรรทุกภายนอก จึงทำการใช้งานรถบรรทุกของผู้ประกอบการเองน้อยลง

จากสาเหตุดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ทางด้านต้นทุนการขนส่งและประสิทธิภาพการดำเนินการมีความขัดแย้งกันอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเงื่อนไขในการจ้างรถบรรทุกภายนอกซึ่งเป็นการตัดสินใจไม่จ้างเลยหรือจ้างในทันทีที่รถบรรทุกของตนเองไม่เพียงพอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดเงื่อนไขเพิ่มอีกหนึ่งเงื่อนไข คือ การกำหนดกรอบของเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า ซึ่งกำหนดให้งานที่เข้ามาในระบบสามารถรอการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกของผู้ประกอบการเองไม่เกิน 1 วัน ถ้ารอเกิน 1 วันให้จ้างรถบรรทุกจากภายนอกมาทำการขนส่งสินค้าให้ทันที ซึ่งการเพิ่มเงื่อนไขนี้อาจทำให้ประสิทธิภาพในการดำเนินการเพิ่มขึ้น ในขณะที่ต้นทุนการขนส่งไม่สูงมากจนเกินไป

ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกรณีศึกษาที่จะนำมากำหนดเงื่อนไขเพิ่ม 2 กรณีศึกษา คือ

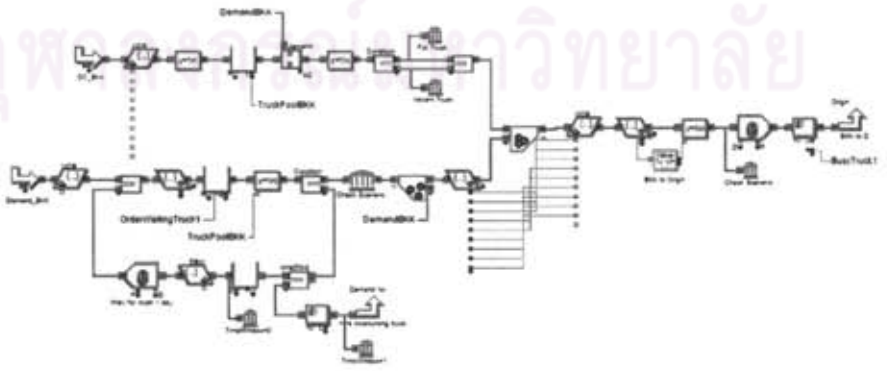
- กรณีศึกษาที่ 13 เนื่องจากเป็นกรณีศึกษาที่มีการดำเนินการใกล้เคียงกับลักษณะการดำเนินการของผู้ประกอบการตัวอย่างมากที่สุด ซึ่งกรณีศึกษาที่ 13 มีการกำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางใกล้ก่อน

และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด และมีการจ้างรถบรรทุกภายนอกเมื่อรถบรรทุกของตนเองไม่เพียงพอ ซึ่งมีลักษณะเงื่อนไขคล้ายกับกรณีศึกษาที่ 5 แต่กรณีศึกษาที่ 5 จะกำหนดให้ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก

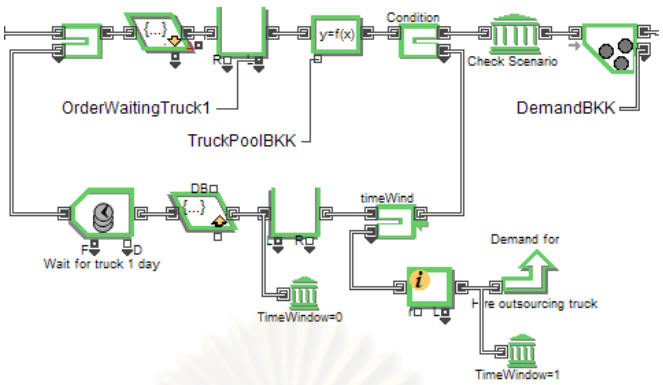
- กรณีศึกษาที่ 16 เนื่องจากเป็นกรณีศึกษาที่มีต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด ซึ่งกรณีศึกษาที่ 16 มีการกำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด และมีการจ้างรถบรรทุกภายนอกเมื่อรถบรรทุกของตนเองไม่เพียงพอ ซึ่งมีลักษณะเงื่อนไขคล้ายกับกรณีศึกษาที่ 8 แต่กรณีศึกษาที่ 8 จะกำหนดให้ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก

6.3.1 การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์

การเพิ่มเงื่อนไขในการกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน จะเพิ่มในแบบจำลองย่อยที่ 2 คือ แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก ซึ่งจะเพิ่มเข้าไปในส่วนการรอรับบริการของลูกค้าหลังจากที่คำสั่งขนส่ง "สินค้าหนึ่งคันรถ" ได้ถูกส่งไปยังจุดพักรถที่ให้บริการ เมื่อมีคำสั่งขนส่งสินค้าเข้ามาแต่ไม่มีรถบรรทุกว่างงานประจำอยู่ที่จุดพักรถ "สินค้าหนึ่งคันรถ" ก็จะรอจนกระทั่งมีรถว่างงานหรือ "รถบรรทุก" กลับมาที่จุดพักรถ แต่จะรอได้ไม่เกิน 1 วัน ถ้ามีรถว่างงานกลับมาจึงทำการจัดสรรรถบรรทุกเพื่อไปรับสินค้ายังต้นทางที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งจะทราบได้จากคุณลักษณะประจำตัวที่ติดตัวมากับ "สินค้าหนึ่งคันรถ" แต่ถ้าไม่มีรถว่างงานกลับมาที่จุดพักรถ คำสั่งขนส่ง "สินค้าหนึ่งคันรถ" จะถูกส่งไปยังแบบจำลองย่อยที่ 6 คือ แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก ทันที



รูปที่ 6.1 ตัวอย่างของโครงสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่เพิ่มเติมในแบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก



รูปที่ 6.2 โครงสร้างของการกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน

6.3.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์

จากการประมวลผลของแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน เป็นระยะเวลา 7 เดือน หรือเท่ากับ 213 วัน ซึ่งทำการประมวลผลเป็นหน่วยชั่วโมง ดังนั้นจึงทำการประมวลผลเป็นเวลา 5,112 ชั่วโมง โดยทำประมวลผลกรณีศึกษาละ 50 รอบการประมวลผล ผลลัพธ์ที่ของกรณีศึกษาที่ 13-TW จะแสดงควบคู่กับกรณีศึกษาที่ 5 และ 13 และกรณีศึกษาที่ 16-TW จะแสดงควบคู่กับกรณีศึกษาที่ 8 และ 16 ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ มีดังต่อไปนี้

6.3.2.1 ต้นทุนการขนส่ง

ตารางที่ 6.12 ต้นทุนการขนส่งหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน

กรณีศึกษา	ต้นทุนการขนส่ง (บาท)	ต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้ (บาท/กม.)	ร้อยละของต้นทุนที่เกิดจากค่าปรับและการจ้างรถบรรทุกภายนอก	
			ค่าปรับ	จ้างรถบรรทุกภายนอก
5	64,777,108.23	28.63	21.83	-
13	54,291,622.86	23.96	-	23.93
13-TW	56,169,766.03	24.68	3.50	21.60
8	62,753,611.62	27.99	19.96	-
16	54,155,370.82	23.84	-	16.03
16-TW	55,869,497.86	24.41	2.97	14.07

จากตารางที่ 6.12 แสดงให้เห็นว่าจากการกำหนดเงื่อนไขกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน (กรณีศึกษาที่ 13-TW และ 16-TW) ต้นทุนอันเนื่องมาจากค่าปรับในการส่งสินค้าล่าช้าและต้นทุนจากการจ้างรถบรรทุกภายนอกลดลง เมื่อเทียบกับกรณีศึกษาที่ 13 และ 16 ในขณะที่ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้อยู่ในช่วงกลางระหว่างการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกกับการจ้างรถบรรทุกภายนอก ซึ่งต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้ของกรณีศึกษา 13-TW เพิ่มขึ้นจากกรณีศึกษาที่ 13 ร้อยละ 3.01 และต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้ของกรณีศึกษา 16-TW เพิ่มขึ้นจากกรณีศึกษาที่ 16 ร้อยละ 2.39

6.3.2.2 อรรถประโยชน์ของรถบรรทุก

ตารางที่ 6.13 อรรถประโยชน์ของรถบรรทุกหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน

กรณีศึกษา	ร้อยละของระยะทางเที่ยวหนัก	ร้อยละของจำนวนวันที่รถบรรทุกทำงาน (จาก 213 วัน)
5	60.79	91.45
13	64.20	76.29
13-TW	63.92	77.58
8	60.76	90.89
16	62.53	76.90
16-TW	62.22	79.11

จากตารางที่ 6.13 แสดงให้เห็นว่าจากการกำหนดเงื่อนไขกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน (กรณีศึกษาที่ 13-TW และ 16-TW) เมื่อพิจารณาอรรถประโยชน์ในด้านระยะทางเที่ยวหนัก พบว่ามีอรรถประโยชน์ลดลง เมื่อพิจารณาอรรถประโยชน์ในด้านจำนวนวันที่รถบรรทุกทำงาน พบว่ามีอรรถประโยชน์สูงขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีศึกษาที่ 13 และ 16 เนื่องจากมีการหมุนเวียนใช้รถบรรทุกของตนเองมากขึ้น

6.3.2.3 จำนวนรถบรรทุกว่างงาน

ตารางที่ 6.14 จำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยต่อวันหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน

กรณีศึกษา	จำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยต่อวัน (คัน)		จำนวนรถบรรทุกว่างงานเฉลี่ยรวม (คัน)
	จุดพักรถลาดกระบัง	จุดพักรถนครราชสีมา	
5	2.31	2.25	4.57
13	6.60	5.73	12.32
13-TW	6.74	4.74	11.48
8	2.47	2.33	4.80
16	6.79	4.99	11.78
16-TW	6.75	3.72	10.46

จากตารางที่ 6.14 แสดงให้เห็นว่าจากการกำหนดเงื่อนไขกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน (กรณีศึกษาที่ 13-TW และ 16-TW) ทำให้จำนวนรถว่างงานเฉลี่ยลดลง เมื่อเทียบกับกรณีศึกษาที่ 13 และ 16 เนื่องจากมีการหมุนเวียนใช้รถบรรทุกของตนเองมากขึ้น

6.3.2.4 จำนวนงานค้างส่ง

ตารางที่ 6.15 จำนวนงานค้างส่งหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน

กรณีศึกษา	จุดพักรถลาดกระบัง		จุดพักรถนครราชสีมา		ร้อยละของจำนวนงานที่ค้างส่งรวม
	ร้อยละของค้างส่ง	จำนวนวัน	ร้อยละของค้างส่ง	จำนวนวัน	
5	17.16	1.43	45.07	1.63	62.23
13-TW	0.40	0.01	3.52	0.05	3.92
8	18.18	1.44	44.54	1.83	62.72
16-TW	1.02	0.03	8.94	0.13	9.96

จากตารางที่ 6.15 แสดงให้เห็นว่าจากการกำหนดเงื่อนไขกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน (กรณีศึกษาที่ 13-TW และ 16-TW) ทำให้จำนวนงานค้างส่งและจำนวนวันเฉลี่ยที่งานค้างส่งลดลง เนื่องจากแต่ละงานที่เข้ามาในระบบจะรอรับบริการไม่เกิน 1 วัน หลังจากนั้นจะต้องจ้างรถบรรทุกจากภายนอกมาทำการขนส่งสินค้า

6.3.2.5 จำนวนเที่ยวและระยะทางของรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอก

ตารางที่ 6.16 จำนวนเที่ยวและระยะทางของรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอกหลังจากกำหนดกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน

กรณีศึกษา	จำนวนเที่ยวการขนส่งโดยรถบรรทุกภายนอก	ร้อยละของจำนวนเที่ยว (รถบรรทุกภายนอก)	ระยะทางเที่ยวหนัก (รถบรรทุกภายนอก)
13	1,608	14.84	450,853.15
13_TW	1,504	13.85	421,238.15
16	1,903	17.55	216,427.73
16-TW	1,722	15.75	195,413.57

จากตารางที่ 6.16 แสดงให้เห็นว่าจากการกำหนดเงื่อนไขกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน (กรณีศึกษาที่ 13-TW และ 16-TW) ทำให้จำนวนเที่ยวและระยะทางที่เกิดจากการจ้างรถบรรทุกจากภายนอกมาทำการขนส่งสินค้ามีค่าลดลง เนื่องจากมีการหมุนเวียนใช้รถบรรทุกของตนเองมากขึ้น จึงทำให้การจ้างรถบรรทุกภายนอกลดลง

จากการกำหนดเงื่อนไขกรอบเวลาในการรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน พบว่า เป็นจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันให้มีความใกล้เคียงกับลักษณะการดำเนินการขนส่งสินค้าในปัจจุบันมากขึ้น และผลลัพธ์ทั้งทางด้านต้นทุนการขนส่งและด้านประสิทธิภาพในการดำเนินการมีค่าอยู่ระหว่างการไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกเลยและการจ้างรถบรรทุกภายนอกทันทีที่รถบรรทุกของผู้ประกอบการเองไม่เพียงพอ

จากผลลัพธ์ที่ได้จากทุกกรณีศึกษา แสดงให้เห็นว่า การดำเนินการขนส่งโดยการกำหนดเงื่อนไขที่ต่างกัน ทำให้ต้นทุนการขนส่งและประสิทธิภาพในการดำเนินการมีค่าแตกต่างกัน การกำหนดเงื่อนไขในการจัดสรรรถบรรทุกที่ทำให้ต้นทุนการขนส่งมีค่าต่ำแต่ในด้านประสิทธิภาพในการดำเนินการอาจมีค่าต่ำ ซึ่งบางกรณีศึกษาอาจมีต้นทุนการขนส่งสูงแต่มีประสิทธิภาพในการดำเนินการสูง จากลักษณะของผลลัพธ์ดังกล่าว จึงสามารถสรุปกรณีศึกษาที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากตัวชี้วัดประสิทธิภาพในด้านต่างๆ ซึ่งจะแสดงในบทที่ 7 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

บทที่ 7
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการศึกษา

การดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าภายใต้สภาวะความไม่แน่นอน ได้แก่ ปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า และเวลาในการให้บริการขนส่งสินค้า ซึ่งความไม่แน่นอนต่างๆเหล่านี้ ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าในการดำเนินการ หากผู้ประกอบการมีการตัดสินใจที่ผิดพลาด อาจก่อให้เกิดความเสียหายตามมา เช่น ต้นทุนในการขนส่งสินค้าสูงมากเกินไป หรือประสิทธิภาพในการดำเนินการไม่เป็นไปตามที่ผู้ประกอบการคาดการณ์ไว้ จึงเป็นที่มาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันภายใต้สภาวะความไม่แน่นอนในการขนส่งสินค้า ซึ่งอาจช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถคาดการณ์ต้นทุนการขนส่งและประสิทธิภาพในการดำเนินการที่จะเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการตัดสินใจในการดำเนินการของผู้ประกอบการ และทำให้ผู้ประกอบการสามารถดำเนินการขนส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งแบบเต็มคันนี้ถูกสร้างและพัฒนาโดยใช้โปรแกรม ExtendSim 8 ซึ่งทำการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์โดยกำหนดสมมติฐานและขอบเขตของแบบจำลองสถานการณ์ให้มีความใกล้เคียงกับระบบการดำเนินการจริง โดยสามารถแบ่งแบบจำลองสถานการณ์ออกได้เป็น 6 แบบจำลองย่อย ได้แก่ (1) แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า (2) แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก (3) แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง (4) แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง (5) แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุกกลับจุดพักรถ และ (6) แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก

ข้อมูลในอดีตที่นำมาใช้กับแบบจำลองสถานการณ์ เป็นข้อมูลการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันเป็นระยะเวลา 7 เดือน ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าที่ไม่แน่นอนในแต่ละวัน และข้อมูลด้านเวลาที่ไม่แน่นอนในการให้บริการ ซึ่งการศึกษานี้จะเน้นไปที่เวลารอคอยเพื่อขนสินค้าขึ้นหรือลงจากรถบรรทุก และเวลาในการขนสินค้าขึ้นหรือลงจากรถบรรทุก

การตรวจสอบและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ ในเบื้องต้นจะทำการตรวจสอบส่วนย่อยต่างๆของแบบจำลองตั้งแต่เริ่มสร้างแบบจำลองจนกระทั่งสร้างแบบจำลองเสร็จ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบอีกครั้งเมื่อเป็นแบบจำลองสถานการณ์ที่สมบูรณ์ รวมทั้งทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้วิธีการทางสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลนำออกที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลองสถานการณ์กับข้อมูลในระบบ

จริง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าแบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้อย่างสมบูรณ์และสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปใช้งานได้จริง

จากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ดังที่แสดงในบทที่ 6 ทั้งทางด้านต้นทุนการขนส่งและประสิทธิภาพในดำเนินการขนส่งสินค้า แสดงให้เห็นว่า การดำเนินการขนส่งโดยการกำหนดเงื่อนไขที่ต่างกัน ทำให้ต้นทุนการขนส่งและประสิทธิภาพในการดำเนินการมีค่าแตกต่างกัน การกำหนดเงื่อนไขในการจัดสรรรถบรรทุกที่ทำให้ต้นทุนการขนส่งมีค่าต่ำแต่ในด้านประสิทธิภาพในการดำเนินการอาจมีค่าต่ำ ซึ่งบางกรณีศึกษาอาจมีต้นทุนการขนส่งสูงแต่มีประสิทธิภาพในการดำเนินการสูง จากลักษณะของผลลัพธ์ดังกล่าว จึงสามารถสรุปกรณีศึกษาที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากตัวชี้วัดประสิทธิภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 7.1 สรุปกรณีศึกษาที่ดีที่สุดโดยพิจารณาจากตัวชี้วัดประสิทธิภาพในด้านต่างๆ

ลำดับที่	ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	กรณีศึกษา
1	ต้นทุนต่อระยะทางที่ก่อให้เกิดรายได้	กรณีศึกษาที่ 16 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก จัดสรรรถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด
2	อรรถประโยชน์ของรถบรรทุกด้านระยะทาง	กรณีศึกษาที่ 13 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก จัดสรรรถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถที่ใกล้ที่สุด
3	อรรถประโยชน์ของรถบรรทุกด้านจำนวนวันทำงาน	กรณีศึกษาที่ 1 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก จัดสรรรถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม
4	จำนวนรถบรรทุกว่างงาน	กรณีศึกษาที่ 1 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก จัดสรรรถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม
5	จำนวนงานค้างส่ง	กรณีศึกษาที่ 3 ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก จัดสรรรถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางใกล้ก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม
6	จำนวนรถบรรทุกที่จ้างจากภายนอก	กรณีศึกษาที่ 12 มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก จัดสรรรถบรรทุกไปรับสินค้าที่มีระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางไกลก่อน และกำหนดให้รถบรรทุกเดินทางกลับไปประจำที่จุดพักรถเดิม

เมื่อพิจารณาในด้านกรณีศึกษาที่มีการจำลองการดำเนินการขนส่งสินค้าที่มีความใกล้เคียงกับการดำเนินการขนส่งในปัจจุบัน พบว่า กรณีศึกษาที่มีการเพิ่มเงื่อนไขในการกำหนดกรอบเวลาใน การรอรับบริการของลูกค้า 1 วัน หรือ กรณีศึกษาที่ 13-TW และ 16-TW มีความใกล้เคียงมากที่สุด แต่ในด้านต้นทุนและประสิทธิภาพนั้นอยู่ในระดับกลาง

จากผลลัพธ์และข้อสรุปในข้างต้นแสดงให้เห็นว่า จากกรณีศึกษาต่างๆในการศึกษานี้อาจเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันสามารถตัดสินใจในการบริหารจัดการรถบรรทุกในการดำเนินการให้เหมาะสมกับเงื่อนไขที่ผู้ประกอบการต้องการพิจารณาและสามารถช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถคาดการณ์ต้นทุนหรือประสิทธิภาพในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันได้ล่วงหน้า

7.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ในการศึกษานี้เป็นการสร้างและพัฒนาให้มีความใกล้เคียงกับลักษณะดำเนินการขนส่งสินค้าผู้ประกอบการขนส่งตัวอย่าง ซึ่งอาจมีความแตกต่างจากผู้ประกอบการขนส่งรายอื่นๆ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษานี้อาจไม่เป็นไปตามลักษณะการดำเนินการของผู้ประกอบการรายอื่น แต่อาจนำไปเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการดำเนินการขนส่งสินค้าในรูปแบบต่างๆได้ ดังนั้น จึงอาจเป็นแนวทางของการศึกษาในอนาคตที่จะทำการศึกษาการดำเนินการขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการรายอื่นๆ เพื่อนำมาพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ให้สามารถครอบคลุมและสามารถประยุกต์ใช้กับผู้ประกอบการขนส่งรายอื่นๆได้

ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันในปัจุบัน อาจมีโครงข่ายในการขนส่งสินค้าที่ใหญ่และมีความซับซ้อนมากกว่าการศึกษานี้ เช่น อาจมีการกำหนดระยะเวลาในการขนส่งสินค้า (Time window) หรือการกำหนดช่วงเวลาที่รถบรรทุกสามารถวิ่งบริเวณในเมืองได้ (Truck ban) หรือการกำหนดให้รถบรรทุกไปรับสินค้าที่ใดต่อเมื่อส่งสินค้าเสร็จ แทนที่จะให้กลับมาประจำที่จุดพักรถเพื่อรอให้บริการในวันถัดไป ซึ่งรายละเอียดเพิ่มเติมต่างๆนี้ อาจเป็นแนวทางของการศึกษาในอนาคตต่อไปได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กวี ศรีเมือง. 2550. การหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าปลีก กรณีศึกษาท็อปส์ซุปเปอร์มาร์เก็ต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

คมกฤษณ์ จิระสวัสดิ์. 2546. แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์การขนส่งอ้อยจากไร่เข้าสู่โรงงานน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คมนาคม, กระทรวง. 2553. ข้อมูลสถิติกรมขนส่งทางบก[ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://vigportal.mot.go.th/portal/site/PortalMOT/stat/total_dlt/

นวลนภา. 2550. การขนส่ง (Transportation)[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.mot.go.th/publish_news/logistic/logistic.pdf [2553, มกราคม 20]

มานพ วราภักดิ์. 2550. การจำลอง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชนะ วชิรวัฒนะธำรง. 2549. ขั้นตอนวิธีสำหรับปัญหาการรับและส่งสินค้าแบบเต็มความจุที่มีจุดรับสินค้าหลายแห่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิสิษฐ์ มานะวิริยภาพ. 2549. ระบบประมวลผลสำหรับการจัดสรรรถบรรทุกแบบพลวัต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Banks, J. 1998. Handbook of simulation. The United State of America: John Wiley&Sons.

Banks, J., and others. 2000. Discrete-Event System Simulation. 3rd Edition. New Jersey : Prentice-Hall.

Diaz, J. A., and Perez, I. G. 2000. Simulation and Optimization of sugar cane transportation in harvest season[Online]. Available from : http://portal.acm.org/citation.cfm?id=510378.510538 [2009, November 10]

Ghiani, G., Leporte G. and Musmanno R. 2004. Introduction to logistics systems planning and control. England: John Wiley & Sons.

Imagine That Inc. 2010. ExtendSim8 User Guide. United States of America.

Law, Averill M and Kelton, W. David. 1991. Simulation Modeling & Analysis. 2nd Edition. McGraw-Hill series in industrial engineering and management science. New York : McGraw-Hall.

Lesyna, W. R. 1999. Sizing industrial rail car fleets using discrete-event simulation[Online]. Available from : http://portal.acm.org/citation.cfm?id=324898.325054 [2009, December 18]

Lohatepanont, M., and Adulyasak, Y. 2006. Truckload continuous move optimization[Online]. Available from : http://transp-or2.epfl.ch/tristan/FullPapers/190Adulyasak.pdf [2009, December 6]

McLean, A. A., and Biles, W. E. 2008. A Simulation approach to the evaluation of operational costs and performance in liner shipping operations[Online]. Available from : http://www.informs-sim.org/wsc08papers/323.pdf [2009, November 15]

Powell, W. B. 1991. Optimization models and algorithms: An emerging technology for the motor carrier industry[Online]. Available from : http://www.castlelab.princeton.edu/Papers/Powell IEEE Optimization models and algorithms 1991.pdf [2010, February 12]

Regan, A. C.; Mahmassani H. S.; and Jaillet, P. 1998. Evaluation of dynamic fleet management systems: A simulation framework[Online]. Available from : http://www.its.uci.edu/its/publications/papers/CLIFS/UCI-ITS-LI-WP-98-1.pdf [2010, January 24]

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

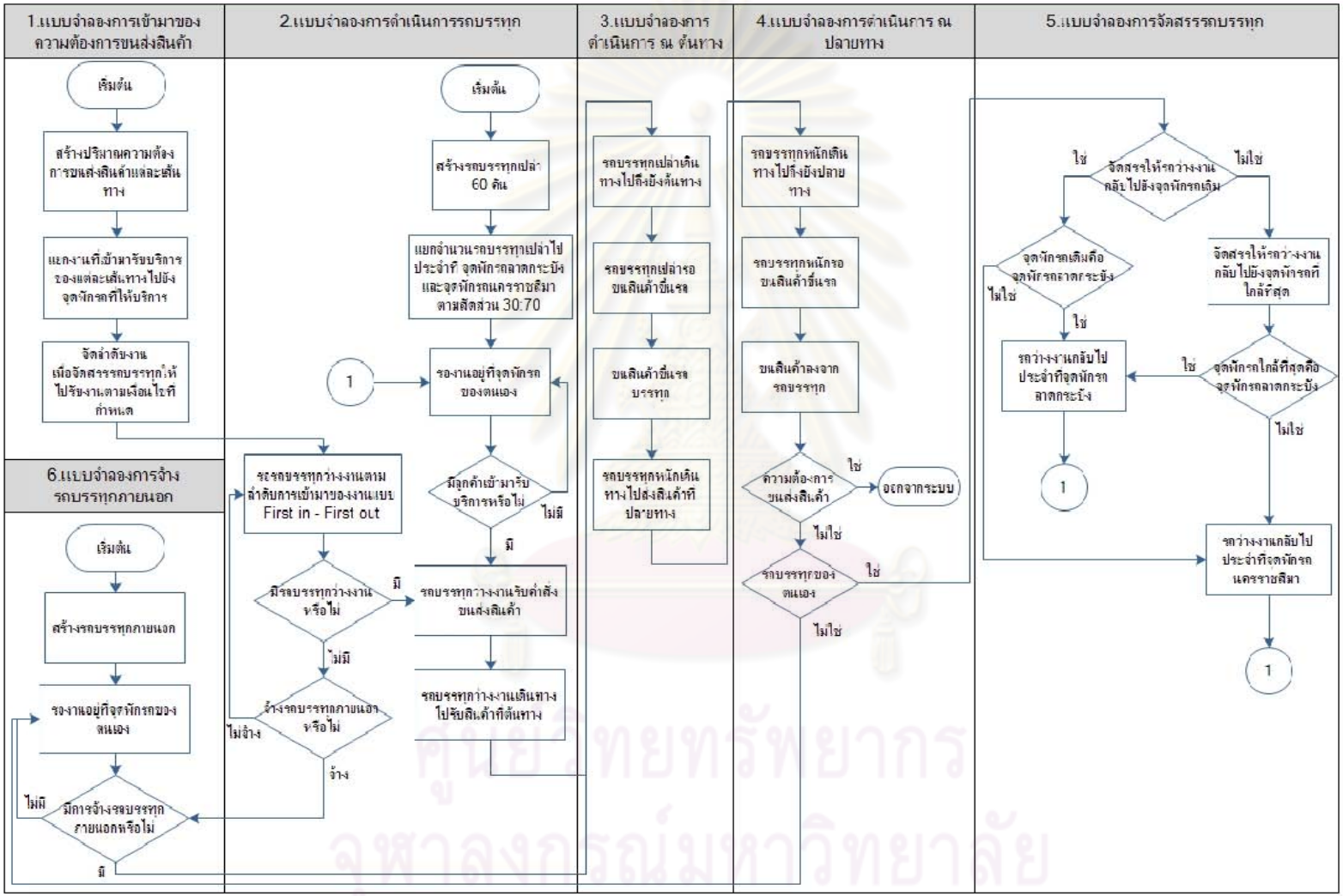
แผนผังแสดงกระบวนการทำงานและรายละเอียดของแบบจำลองสถานการณ์
ในการดำเนินการขนส่งสินค้าแบบเต็มคัน

แบบจำลองสถานการณ์ในการดำเนินการขนส่งสินค้าสามารถแบ่งออกเป็น 6 แบบจำลองย่อย ได้แก่

- แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า
- แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก
- แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง
- แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง
- แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุก
- แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก

ซึ่งทั้ง 6 แบบจำลองย่อยสามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการได้ดังรูปที่ 1 และสามารถอธิบายรายละเอียดของบล็อกที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ExtendSim ได้ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

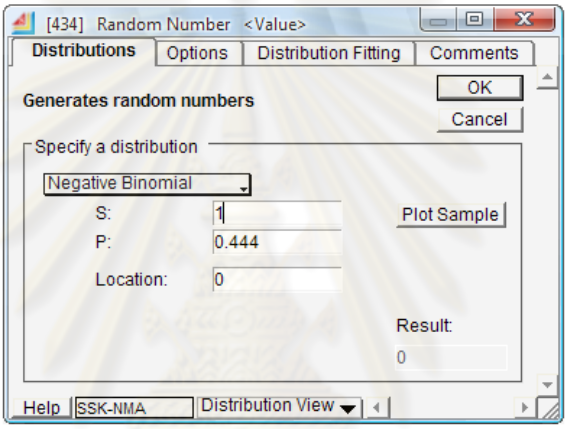
105

จากแผนผังแสดงกระบวนการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ดังรูปที่ 1 สามารถอธิบายรายละเอียดของกระบวนการทำงานของบล็อกที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ExtendSim ได้ดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองการเข้ามาของความต้องการขนส่งสินค้า

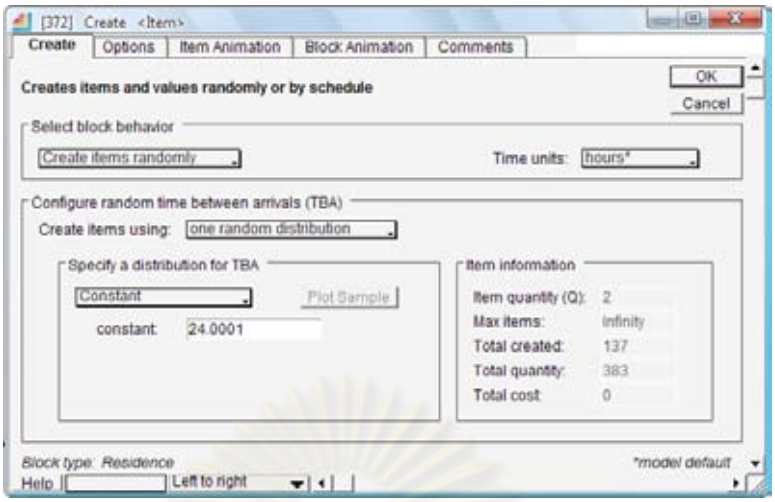
1.1 การสร้างปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าแต่ละเส้นทาง

- การใช้บล็อก Random Number ในการกำหนดจำนวน “สินค้าหนึ่งคันรถ” โดยการกำหนดรูปแบบการกระจายตัวและพารามิเตอร์



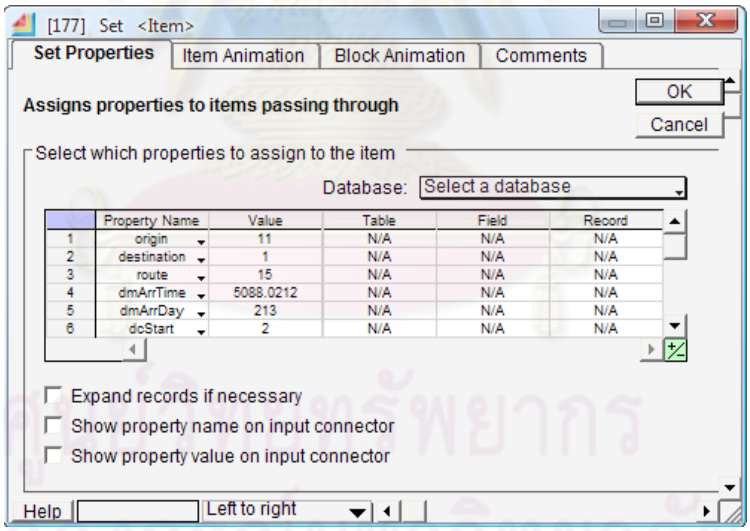
รูปที่ 2 การใช้บล็อก Random Number
ในการกำหนดปริมาณความต้องการขนส่งสินค้าในแต่ละวัน

- การใช้บล็อก Create ในการสร้าง “สินค้าหนึ่งคันรถ” ซึ่งกำหนดให้สร้าง “สินค้าหนึ่งคันรถ” ในระบบในช่วงเช้าของทุกวัน ดังนั้นจึงกำหนดให้ Time between arrivals เป็นค่าคงที่ และเท่ากับ 24.0001 ชั่วโมง



รูปที่ 3 การใช้บล็อก Create ในการสร้าง “สินค้าหนึ่งคันรถ”

- การใช้บล็อก Set ในการกำหนดคุณลักษณะประจำตัวของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” ซึ่งทำการกำหนดคุณลักษณะประจำตัวดังตารางที่ 1



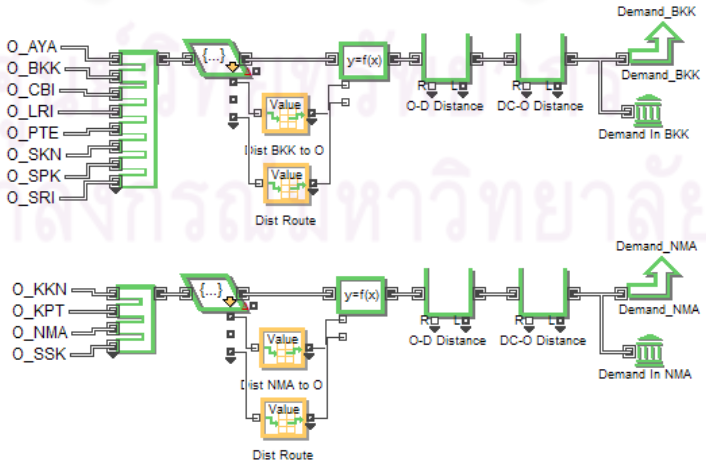
รูปที่ 4 การใช้บล็อก Set ในการกำหนดคุณลักษณะประจำตัว (Attribute) ของ “สินค้าหนึ่งคันรถ”

ตารางที่ 1 การกำหนดคุณลักษณะประจำตัวของ “สินค้าหนึ่งคันรถ”

คุณลักษณะประจำตัว	รายละเอียด
Origin	ต้นทางที่ไปรับสินค้า ซึ่งกำหนดรหัสของต้นทางให้มีค่าเท่ากับ 1 ถึง 12
Destination	ปลายทางที่ไปส่งสินค้า ซึ่งกำหนดรหัสของปลายทางให้มีค่าเท่ากับ 1 ถึง 8
Route	เส้นทางในการขนส่งสินค้า (ต้นทาง-ปลายทาง) ซึ่งกำหนดรหัสของเส้นทางให้มีค่าเท่ากับ 1 ถึง 22
DmArrTime	เวลาที่ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เข้ามาในระบบ
DmArrDay	วันที่ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เข้ามาในระบบ
dcDemand	จุดพักรถที่ให้บริการ (1 = ลาดกระบัง, 2 = นครราชสีมา)
DistDCO	ระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทาง
DistOD	ระยะทางจากต้นทางไปยังปลายทาง
DistDCD	ระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทาง

1.2 การส่งคำสั่งขนส่งสินค้าไปยังจุดพักรถที่ให้บริการ

เป็นการจำแนก “สินค้าหนึ่งคันรถ” ที่เข้ามาในระบบของแต่ละเส้นทางโดยจำแนกงานไปตามจุดพักรถที่ให้บริการ ได้แก่ จุดพักรถลาดกระบัง และจุดพักรถนครราชสีมา

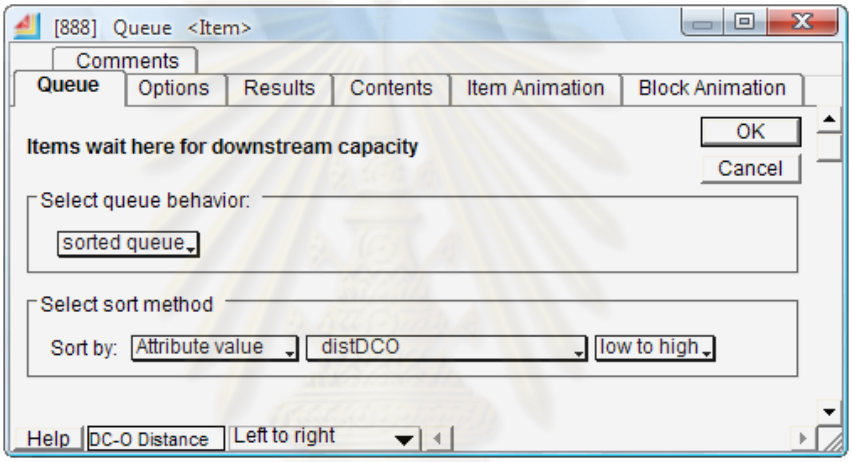


รูปที่ 5 การจำแนก “สินค้าหนึ่งคันรถ” ไปตามจุดพักรถที่ให้บริการ

1.3 การจัดลำดับงานเพื่อจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับงานตามเงื่อนไขที่กำหนด

เป็นการจัดลำดับงานที่เข้ามาในแต่ละจุดพักรถ ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดเงื่อนไขในการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับสินค้า 4 เงื่อนไข โดยใช้บล็อก Queue ในการจัดลำดับงานที่จะทำการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับ ดังนี้

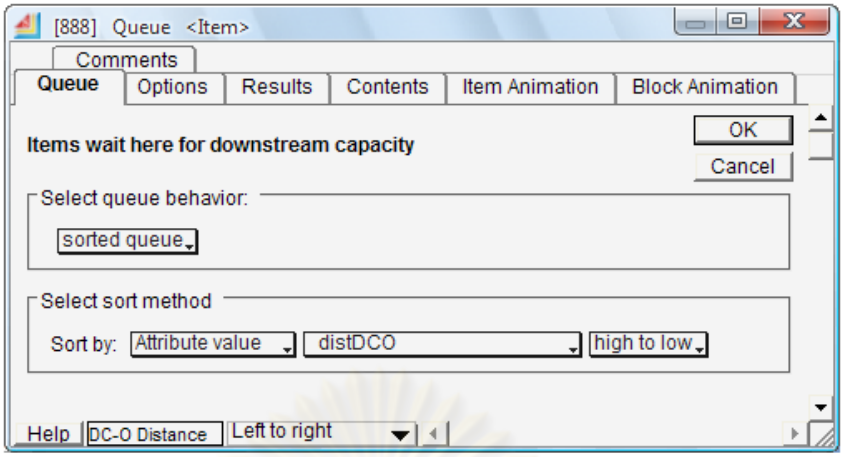
- ระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทางที่ไปรับสินค้า
  - o เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางใกล้ก่อน โดยทำการจัดลำดับของงานโดยใช้คุณลักษณะประจำตัว DistDCO ของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” โดยเรียงลำดับเป็น Low to High



รูปที่ 6 การจัดลำดับงานโดยใช้ระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทาง
โดยให้รถบรรทุกไปรับงานที่มีระยะทางใกล้ก่อน

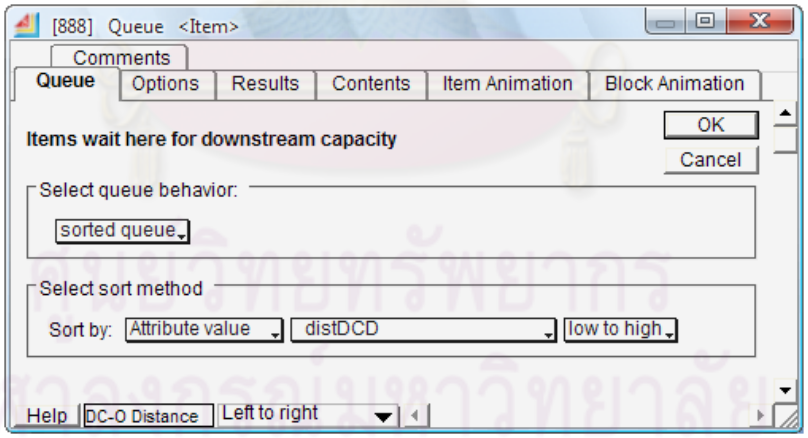
  - o เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางไกลก่อน โดยทำการจัดลำดับของงานโดยใช้คุณลักษณะประจำตัว DistDCO ของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” โดยเรียงลำดับเป็น High to Low

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



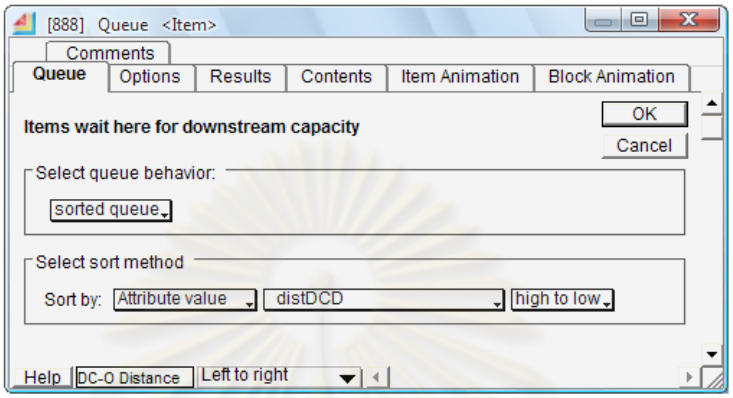
รูปที่ 7 การจัดลำดับงานโดยใช้ระยะทางจากจุดพักรถไปยังต้นทาง
โดยให้รถบรรทุกไปรับงานที่มีระยะทางไกลก่อน

- ระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทางที่ไปส่งสินค้า
  - เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางใกล้ก่อน โดยทำการจัดลำดับของงานโดยใช้คุณลักษณะประจำตัว DistDCD ของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” โดยเรียงลำดับเป็น Low to High



รูปที่ 8 การจัดลำดับงานโดยใช้ระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทาง
โดยให้รถบรรทุกไปรับงานที่มีระยะทางใกล้ก่อน

- เรียงลำดับการไปรับสินค้าที่มีระยะทางไกลก่อน โดยทำการจัดลำดับของงานโดยใช้คุณลักษณะประจำตัว DistDCD ของ “สินค้าหนึ่งคันรถ” โดยเรียงลำดับเป็น High to Low

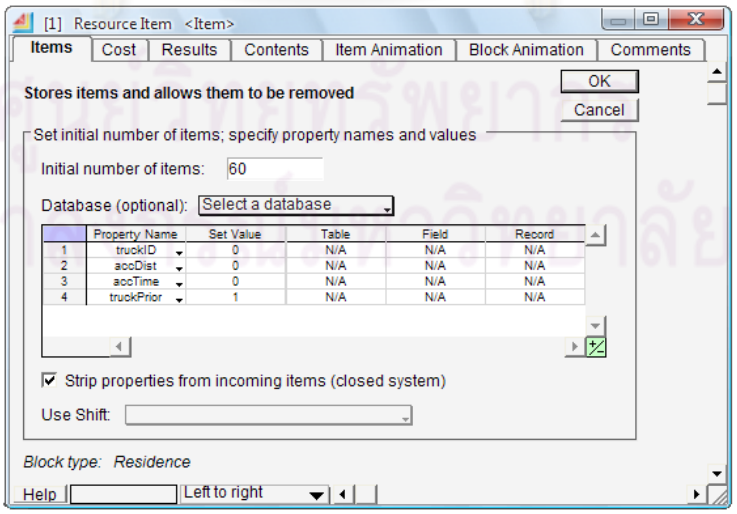


รูปที่ 9 การจัดลำดับงานโดยใช้ระยะทางจากจุดพักรถไปยังปลายทาง โดยให้รถบรรทุกไปรับงานที่มีระยะทางไกลก่อน

2. แบบจำลองการดำเนินการรถบรรทุก

2.1 การสร้างรถบรรทุกเปล่า

- การใช้บล็อก Resource item ในการสร้าง “รถบรรทุก” เข้ามาในระบบ โดยทำการกำหนดจำนวน “รถบรรทุก” หรือ Initial number of items เท่ากับ 60 คัน



รูปที่ 10 การใช้บล็อก Resource item ในการสร้าง “รถบรรทุก”

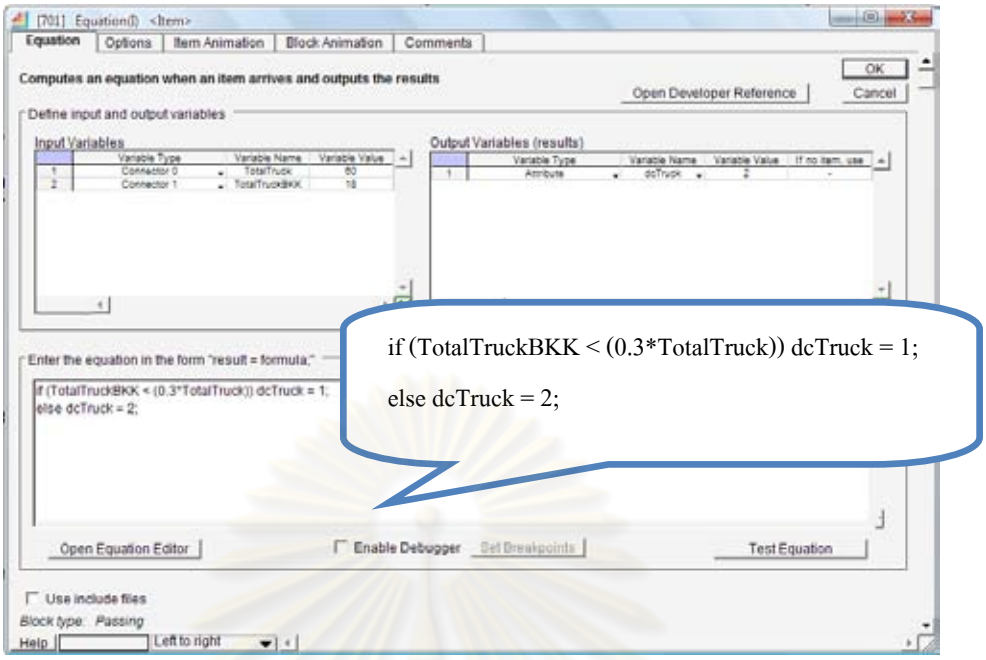
ตารางที่ 2 การกำหนดคุณลักษณะประจำตัวของ “รถบรรทุก”

คุณลักษณะประจำตัว	รายละเอียด
TruckID	ทะเบียนรถบรรทุก
TruckPrior	ประเภทของรถบรรทุก (1 = รถบรรทุกของผู้ประกอบการเอง, 2 = รถบรรทุกภายนอก)
dcTruck	จุดพักรถที่รถบรรทุกประจำอยู่เพื่อรองาน (1 = ลาดกระบัง, 2 = นครราชสีมา)
DistTotal	ระยะทางรวมต่อหนึ่งเที่ยว
DistLaden	ระยะทางวิ่งหนักต่อหนึ่งเที่ยว
DistEmpty	ระยะทางวิ่งเปล่าต่อหนึ่งเที่ยว
TimeTotal	เวลารวมต่อหนึ่งเที่ยว
TimeTravel	เวลาเดินทางในหนึ่งเที่ยว
TimeWait2Load	เวลารอคอยในการขนสินค้าขึ้นรถในหนึ่งเที่ยว
TimeWait2Unload	เวลารอคอยในการขนสินค้าลงจากรถในหนึ่งเที่ยว
TimeLoad	เวลาในการขนสินค้าขึ้นรถในหนึ่งเที่ยว
TimeUnload	เวลาในการขนสินค้าลงจากรถในหนึ่งเที่ยว
TimeRest	เวลาพัก 8 ชั่วโมง ก่อนที่จะเตรียมรับงานรอบถัดไป
dcStart	จุดพักรถที่ประจำอยู่ก่อนออกเดินทาง

2.2 การแยกรถบรรทุกเปล่าไปประจำที่จุดพักรถ

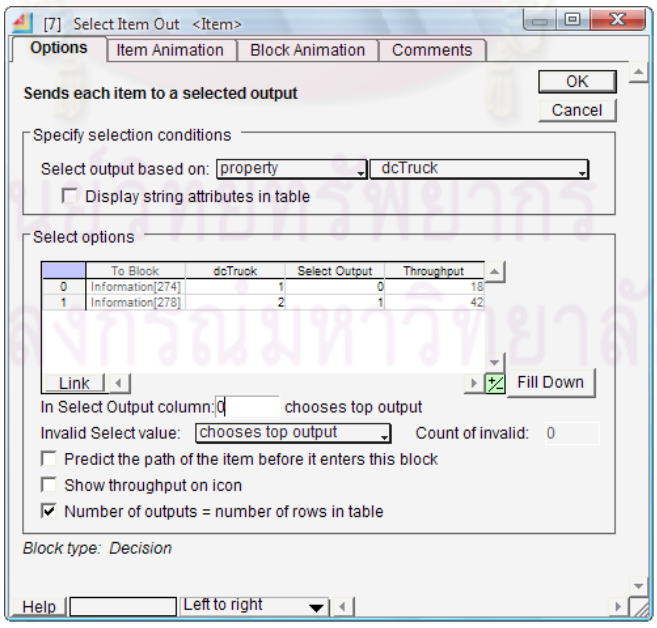
- การใช้บล็อก Equation ในการจัดสรรให้รถบรรทุกเปล่าไปประจำที่จุดพักรถลาดกระบังและนครราชสีมา ตามอัตราส่วนของปริมาณความต้องการขนส่งสินค้า 30:70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 การใช้บล็อก Equation ในการจัดสรรให้รถบรรทุกเปล่าไปประจำที่จุดพักรถลาดกระบังและนครราชสีมา

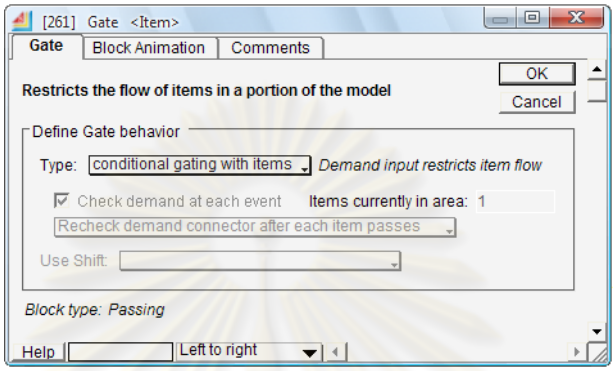
- การใช้บล็อก Select Item Out ในการแยกรถบรรทุกไปประจำที่แต่ละจุดพักรถ โดยใช้คุณลักษณะประจำตัว dcTruck



รูปที่ 12 การใช้บล็อก Select Item Out ในการแยกรถบรรทุกไปประจำที่แต่ละจุดพักรถ

2.3 ตรวจสอบว่ามีงานรอรับบริการอยู่หรือไม่

การใช้บล็อก Gate ในการตรวจสอบว่ามีงานเข้ามารอรับบริการหรือไม่ ถ้ามีงานรอรับบริการอยู่ บล็อก Gate ก็จะปล่อย “รถบรรทุก” ออกจากบล็อก Queue ถ้าไม่มีงานรออยู่ “รถบรรทุก” ก็จะรองานอยู่ในบล็อก Queue

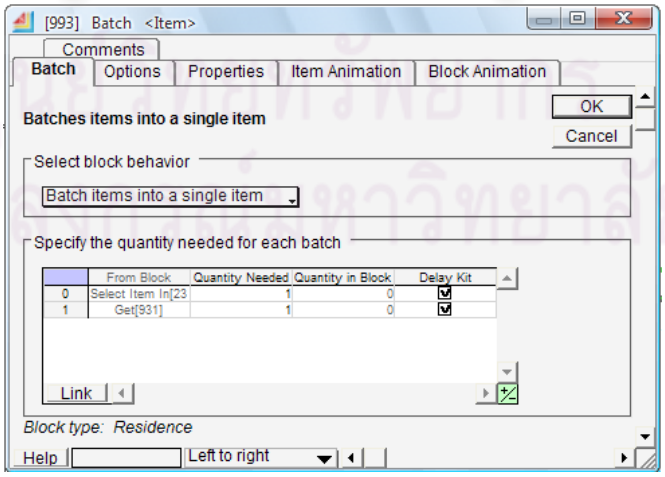


รูปที่ 13 การใช้บล็อก Gate ในการตรวจสอบว่ามีงานเข้ามารอรับบริการหรือไม่

2.4 รถบรรทุกว่างงานเดินทางไปรับสินค้าที่ต้นทาง

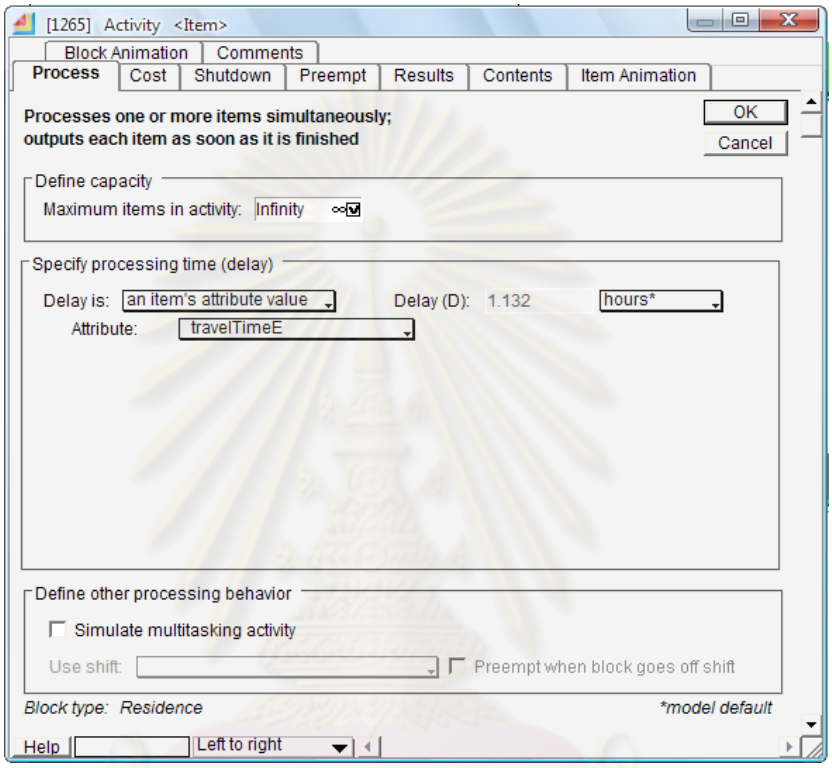
เมื่อมีงานรอรับบริการอยู่ บล็อก Gate ก็จะปล่อย “รถบรรทุก” ออกจากบล็อก Queue แล้วทำการรับคำสั่งขนส่งสินค้า จากนั้นจึงเดินทางไปรับสินค้ายังต้นทาง

- การรับคำสั่งขนส่งสินค้าโดยใช้บล็อก Batch เพื่อทำการรวม “รถบรรทุก” และ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เป็นวัตถุเดียวกันคือ “รถบรรทุกสินค้า”



รูปที่ 14 การใช้บล็อก Batch เพื่อทำการรวม “รถบรรทุก” และ “สินค้าหนึ่งคันรถ” เข้าด้วยกัน

- การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการเดินจากจุดพักรถไปรับสินค้ายังต้นทาง ซึ่งเวลาในการเดินทางจะทำการคำนวณในบล็อก Equation และกำหนดค่าเวลาในการเดินทางเที่ยวเปล่าให้เป็นคุณลักษณะประจำตัว TravelTimeE

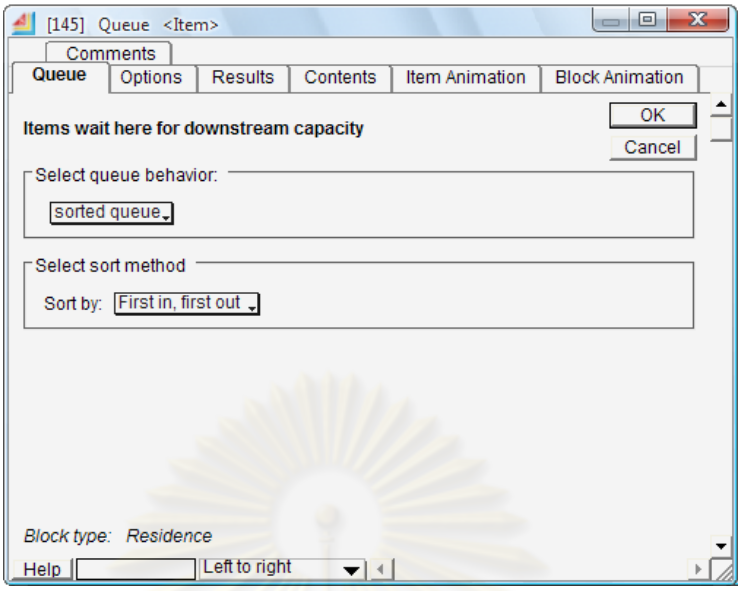


รูปที่ 15 การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการเดินจากจุดพักรถไปรับสินค้ายังต้นทาง

2.5 การตรวจสอบว่ามีรถบรรทุกว่างงานประจำอยู่ที่จุดพักรถหรือไม่

การตรวจสอบจำนวนรถบรรทุกว่างงาน เมื่อทำการตรวจสอบแล้วจะเข้าสู่เงื่อนไขการตัดสินใจที่จะจ้างรถบรรทุกภายนอกหรือไม่จ้างรถบรรทุกภายนอกมาทำการขนส่งสินค้า

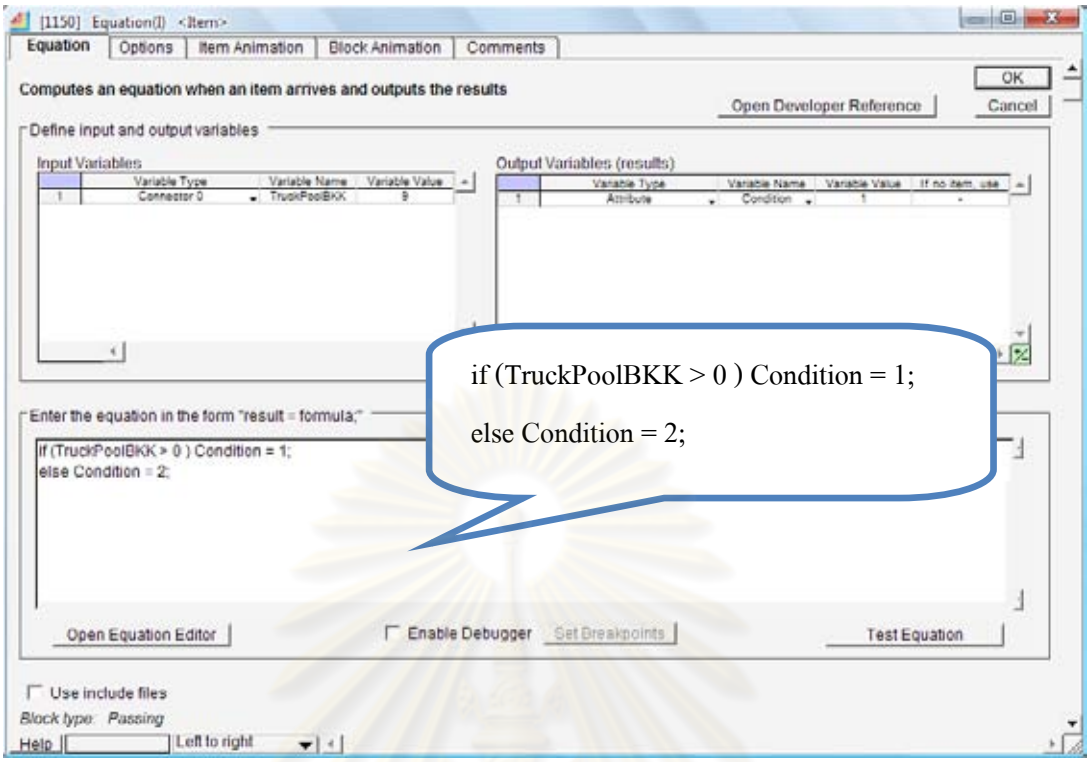
- กรณีที่ไม่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก งานที่เข้ามารับบริการจะเข้ารอรถบรรทุกว่างงานอยู่ใน Queue โดยเรียงลำดับงานที่เข้ามารับบริการแบบ First in – First out จนกว่าจะมีรถบรรทุกว่างงานกลับมาที่จุดพักรถ



รูปที่ 16 การใช้บล็อก Queue ในการเรียงลำดับงานที่เข้ามารับบริการแบบ First in – First out และใช้ในการรอรถบรรทุกว่างงาน

- กรณีที่มีการจ้างรถบรรทุกภายนอก จะมีการตรวจสอบรถบรรทุกว่างงานโดยใช้บล็อก Equation โดยถ้ามีจำนวนรถบรรทุกว่างงานอยู่ที่จุดพักรถ ก็จะกำหนดให้คุณลักษณะประจำตัว Condition เท่ากับ 1 ถ้าไม่มีรถบรรทุกว่างงาน จะกำหนดคุณลักษณะประจำตัว Condition เท่ากับ 2 และจะส่งคำสั่งขนส่งสินค้าเข้าสู่แบบจำลองย่อยที่ 6 เพื่อทำการขนส่งสินค้าโดยใช้รถบรรทุกภายนอกต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



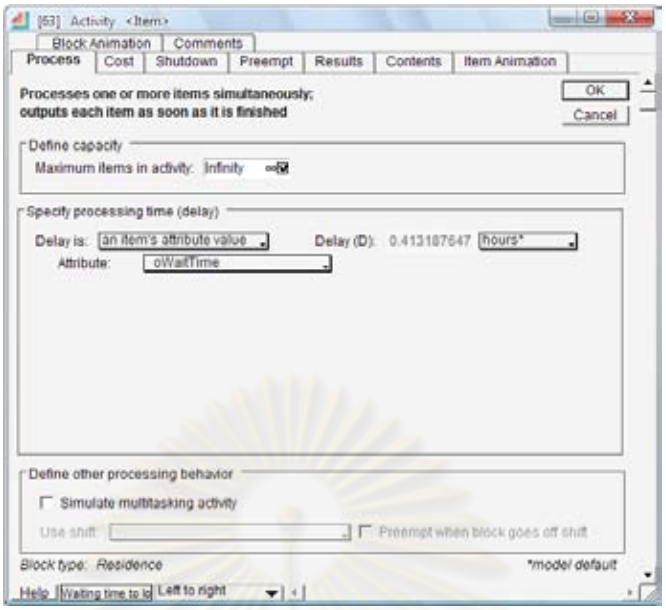
รูปที่ 17 การใช้บล็อก Equation ในการตรวจสอบจำนวนรถบรรทุกว่างงาน
และใช้ในการตัดสินใจจ้างรถบรรทุกภายนอก

3. แบบจำลองการดำเนินการ ณ ต้นทาง

3.1 รถบรรทุกเปล่ารอขนสินค้าขึ้นรถ

การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการรอคอยในการขนสินค้าขึ้นรถ ซึ่งเวลาในการรอคอยจะทำการคำนวณในบล็อก Equation และกำหนดค่าเวลาในการรอคอยในการขนสินค้าขึ้นรถให้เป็นคุณลักษณะประจำตัว OWaitTime

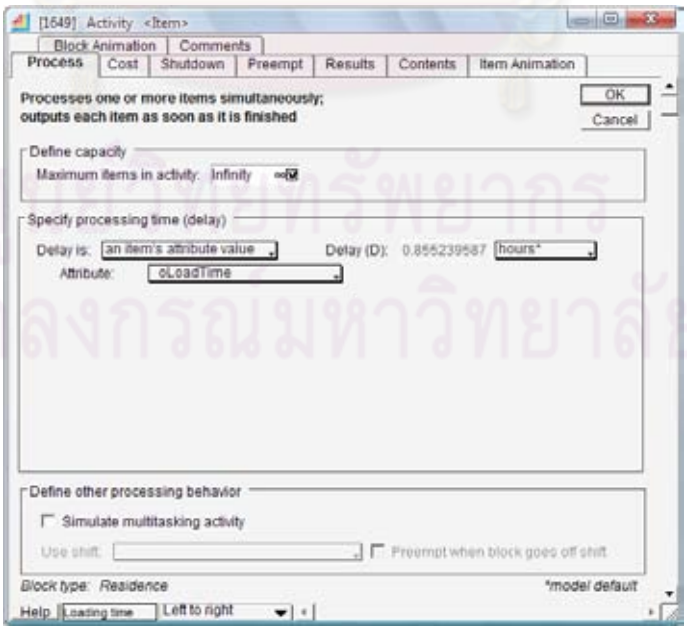
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 18 การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการรอคอยในการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก

3.2 การขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก

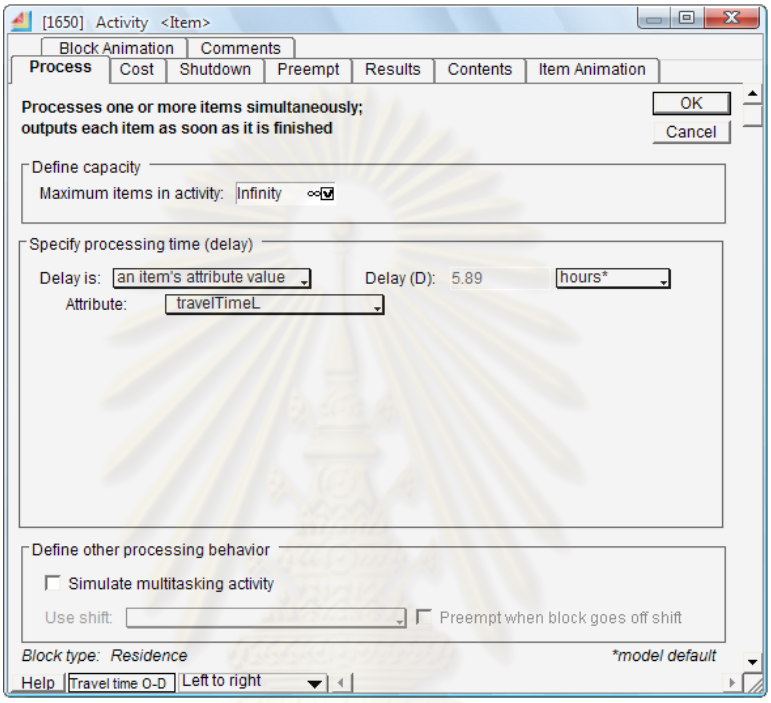
การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก ซึ่งเวลาในการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุกจะทำการคำนวณในบล็อก Equation และกำหนดค่าเวลาในการขนสินค้าขึ้นรถให้เป็นคุณลักษณะประจำตัว OLoadTime



รูปที่ 19 การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก

3.3 รถบรรทุกหนักเดินทางไปส่งสินค้าที่ปลายทาง

การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการเดินทางจากต้นทางไปส่งสินค้าที่ปลายทาง ซึ่งเวลาในการเดินทางเที่ยวหนักจะทำการคำนวณในบล็อก Equation และกำหนดค่าเวลาในการเดินทางเที่ยวหนักให้เป็นคุณลักษณะประจำตัว TravelTimeL

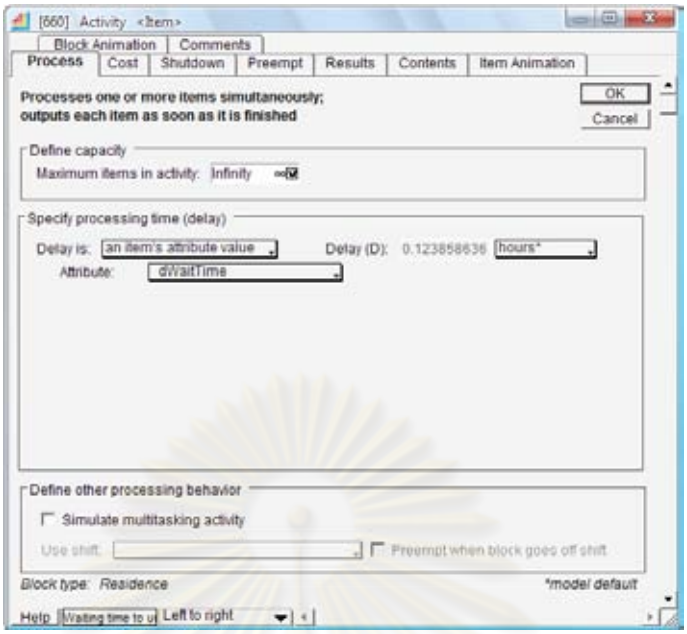


รูปที่ 20 การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการเดินทางจากต้นทางไปส่งสินค้าที่ปลายทาง

4. แบบจำลองการดำเนินการ ณ ปลายทาง

4.1 รถบรรทุกหนักรอขนสินค้าลงจากรถ

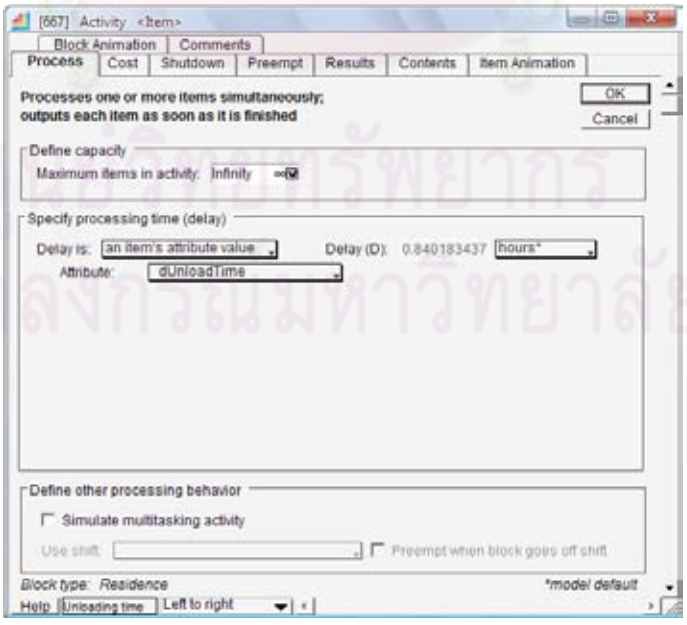
การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการรอคอยในการขนสินค้าลงจากรถ ซึ่งเวลาในการรอคอยจะทำการคำนวณในบล็อก Equation และกำหนดค่าเวลาในการรอคอยในการขนสินค้าลงจากรถให้เป็นคุณลักษณะประจำตัว DWaitTime



รูปที่ 21 การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการรอคอยในการขนสินค้าลงจากรถบรรทุก

4.2 การขนสินค้าลงจากรถบรรทุก

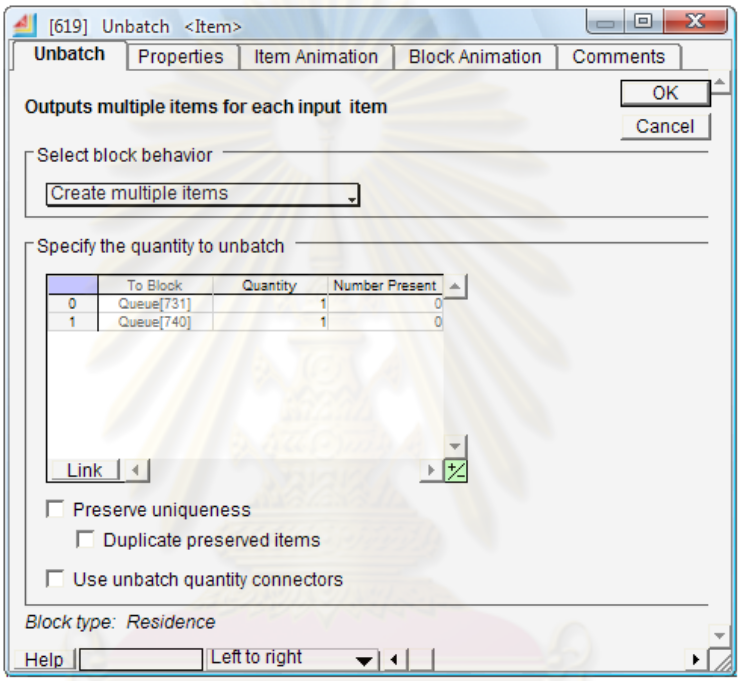
การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการขนสินค้าลงจากรถบรรทุก ซึ่งเวลาในการขนสินค้าลงจากรถบรรทุกจะทำการคำนวณในบล็อก Equation และกำหนดค่าเวลาในการขนสินค้าลงจากรถบรรทุกให้เป็นคุณลักษณะประจำตัว DUnloadTime



รูปที่ 22 การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการขนสินค้าลงจากรถบรรทุก

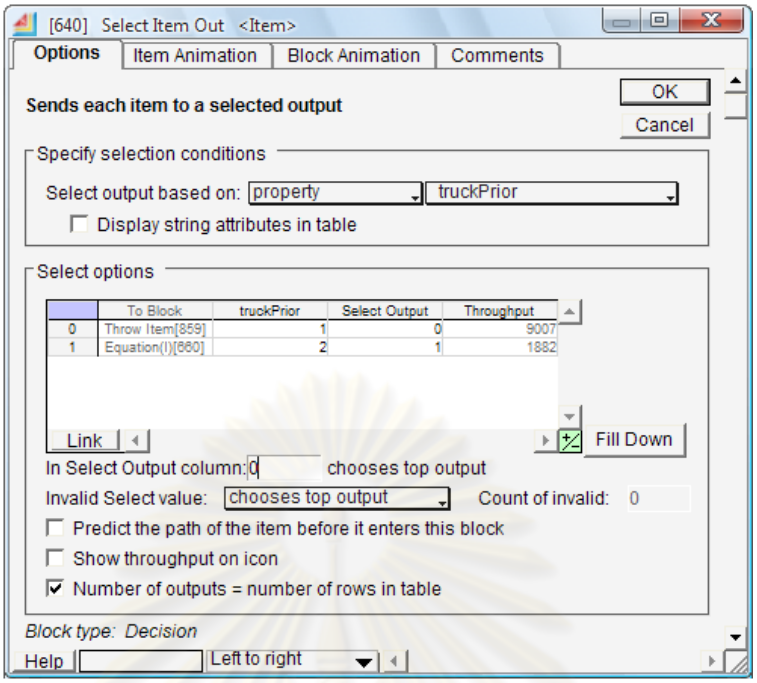
4.3 การแยก “สินค้าหนึ่งคันรถ” และ “รถบรรทุก” ออกจาก “รถบรรทุกสินค้า”

ใช้บล็อก Unbatch ในการแยก “รถบรรทุกสินค้า” ออกเป็น “สินค้าหนึ่งคันรถ” ซึ่งจะให้ออกจากระบบไป และทำการแยกประเภทของรถบรรทุกตามคุณลักษณะ TruckPrior (1 = รถบรรทุกของผู้ประกอบการเอง, 2 = รถบรรทุกภายนอก) ซึ่งถ้าเป็น “รถบรรทุก” ซึ่งเป็นรถบรรทุกของผู้ประกอบการเอง จะต้องเข้าสู่เงื่อนไขในการจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถในแบบจำลองย่อยที่ 5 แต่ถ้าเป็น “รถบรรทุกภายนอก” จะถูกส่งกลับไปยังแบบจำลองย่อยที่ 6



รูปที่ 23 การใช้บล็อก Unbatch ในการแยก “สินค้าหนึ่งคันรถ” และ “รถบรรทุก” ออกจาก “รถบรรทุกสินค้า”

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 24 การใช้บล็อก Select Item Out ในการแยกประเภทของรถบรรทุกออกเป็น “รถบรรทุก” และ “รถบรรทุกภายนอก”

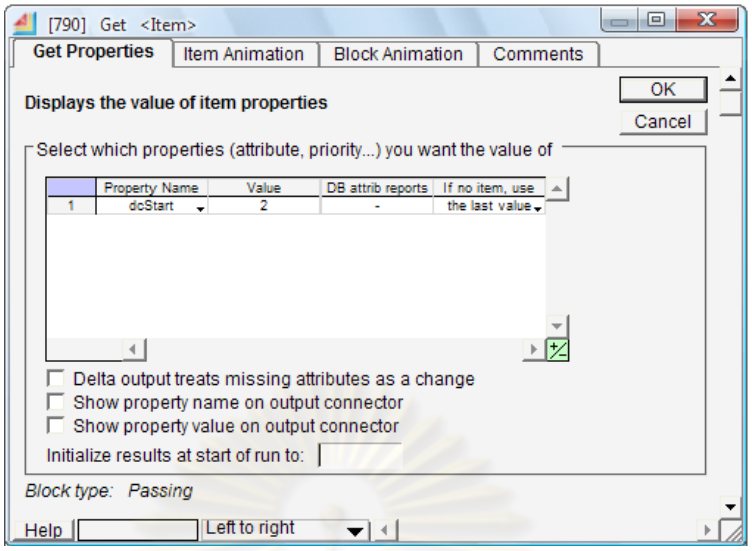
5. แบบจำลองการจัดสรรรถบรรทุก

เงื่อนไขในการตัดสินใจจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถ แบ่งออกเป็น 2 เงื่อนไข ได้แก่

5.1 การจัดสรรให้รถบรรทุกว่างงานเดินทางจากปลายทางกลับไปยังจุดพักรถเดิม

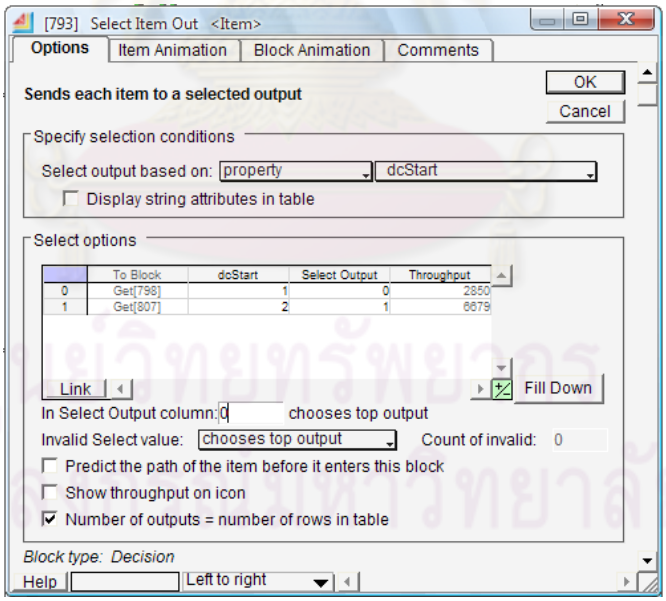
- การใช้บล็อก Get ในการรับค่าคุณลักษณะประจำตัว dcStart เพื่อใช้ในการกำหนดให้รถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 25 การใช้บล็อก Get ในการรับค่ารหัสของจุดพักรถเดิม

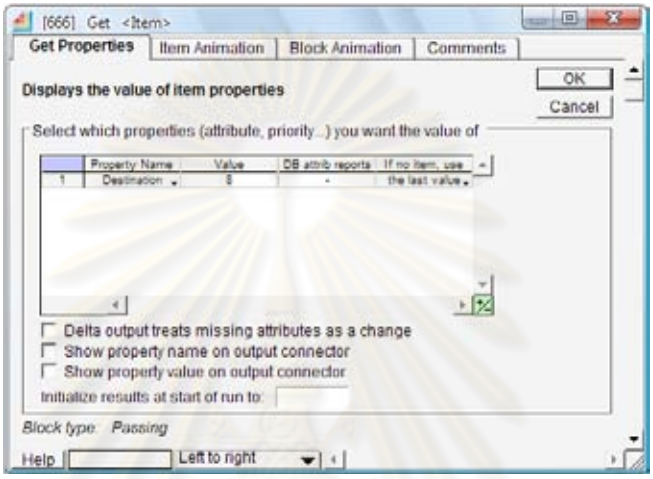
- การใช้บล็อก Select Item Out ในการจัดสรรให้รถบรรทุกว่างงานเดินทางกลับไปยังจุดพักรถเดิมตามคุณลักษณะประจำตัว dcStart



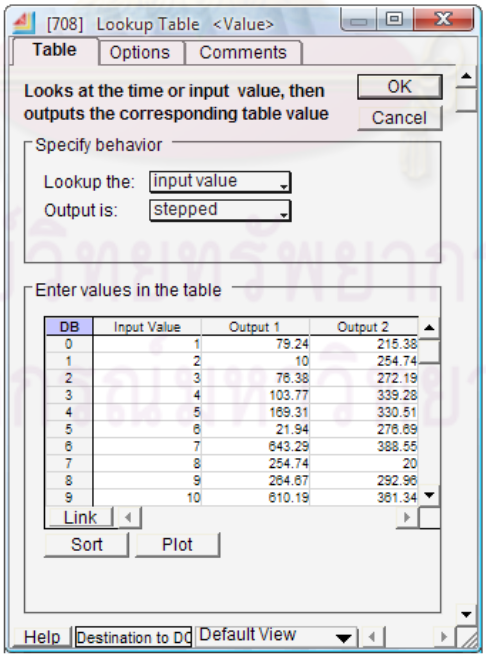
รูปที่ 26 การใช้บล็อก Select Item Out ในการจัดสรรให้รถบรรทุกว่างงานเดินทางกลับไปยังจุดพักรถเดิม

5.2 การจัดสรรให้รถบรรทุกว่างงานเดินทางจากปลายทางกลับไปยังจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

- การใช้บล็อก Get ในการรับค่าคุณลักษณะประจำตัว Destination เพื่อใช้ในการรับค่าระยะทางจากปลายทางไปยังจุดพักรถทั้งสองแห่งจากบล็อก Lookup Table

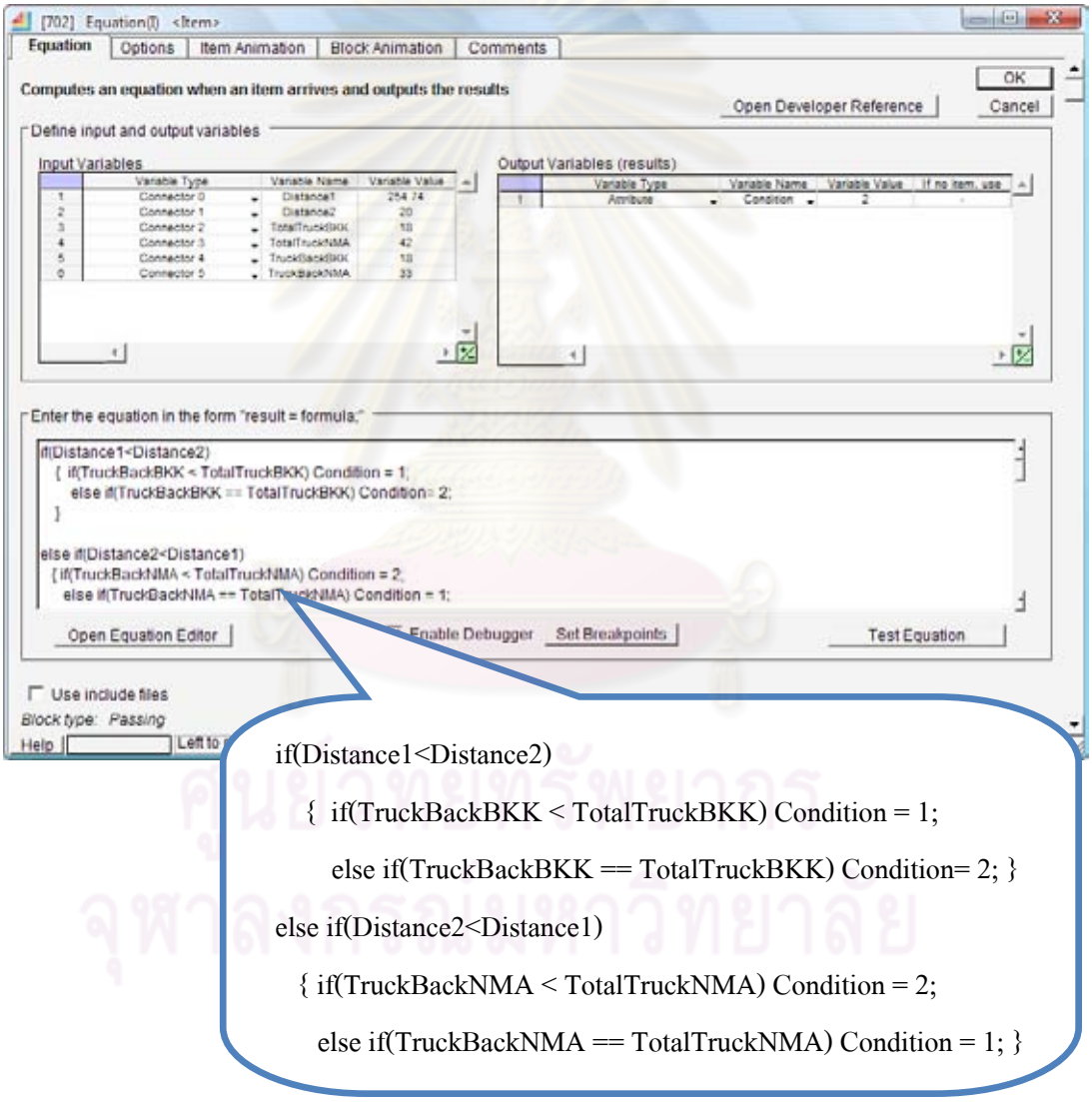


รูปที่ 27 การใช้บล็อก Get ในการรับค่ารหัสของปลายทาง



รูปที่ 28 การใช้บล็อก Lookup Table ในการรับค่าระยะทางจากปลายทางไปยังจุดพักรถทั้งสองแห่ง

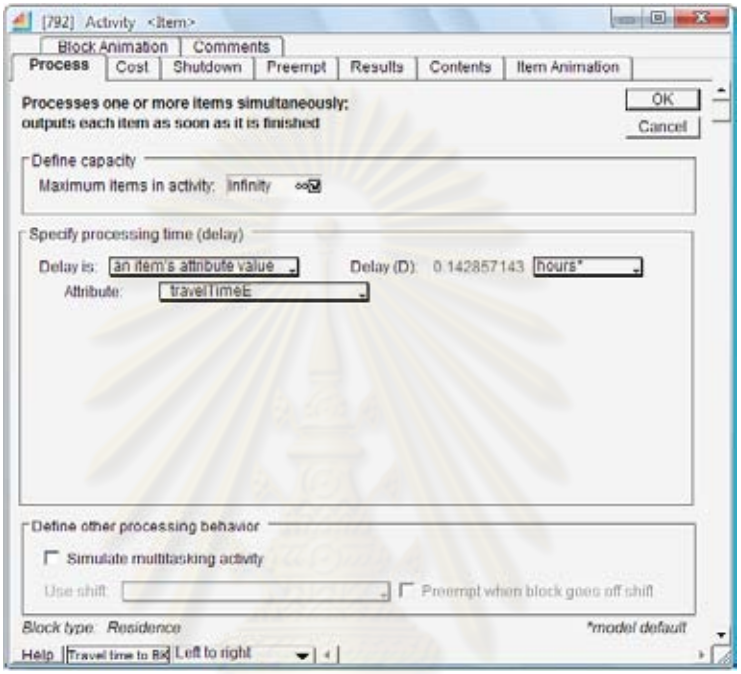
- การใช้บล็อก Equation ในการกำหนดเงื่อนไขการจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด โดยคำนึงถึงจำนวนรถบรรทุกว่างงานที่ประจำอยู่ที่จุดพักรถแต่ละแห่ง โดยที่จุดพักรถลาดกระบังสามารถมีจำนวนรถบรรทุกว่างงานประจำอยู่ในขณะนั้นไม่เกินร้อยละ 30 ของจำนวนรถบรรทุกทั้งหมด หรือไม่เกินจำนวน 18 คัน และจุดพักรถนครราชสีมาสามารถมีจำนวนรถบรรทุกว่างงานประจำอยู่ในขณะนั้นไม่เกินร้อยละ 70 ของจำนวนรถบรรทุกทั้งหมด หรือไม่เกินจำนวน 42 คัน



รูปที่ 29 การใช้บล็อก Equation ในการกำหนดเงื่อนไขการจัดสรรรถบรรทุกกลับไปยังจุดพักรถที่ใกล้ที่สุด

5.3 การเดินทางกลับจากปลายทางไปประจำที่จุดพักรถ

การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการเดินทางจากปลายทางไปประจำที่จุดพักรถ ซึ่งเวลาในการเดินทางเที่ยวเปล่าจะทำการคำนวณในบล็อก Equation และกำหนดค่าเวลาในการเดินทางเที่ยวเปล่าให้เป็นคุณลักษณะประจำตัว TravelTimeE

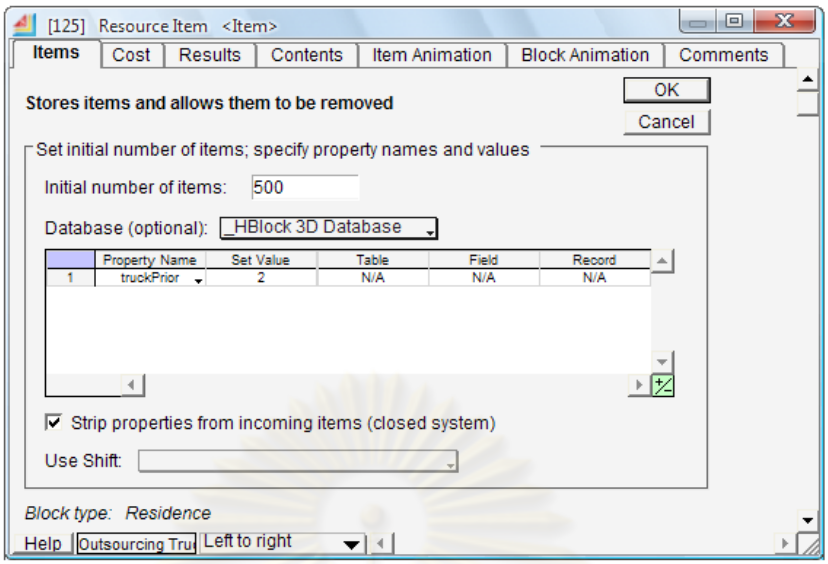


รูปที่ 30 การใช้บล็อก Activity ในการทำกิจกรรมการเดินทางจากปลายทางไปประจำที่จุดพักรถ

6. แบบจำลองการจ้างรถบรรทุกจากภายนอก

6.1 การสร้างรถบรรทุกภายนอก

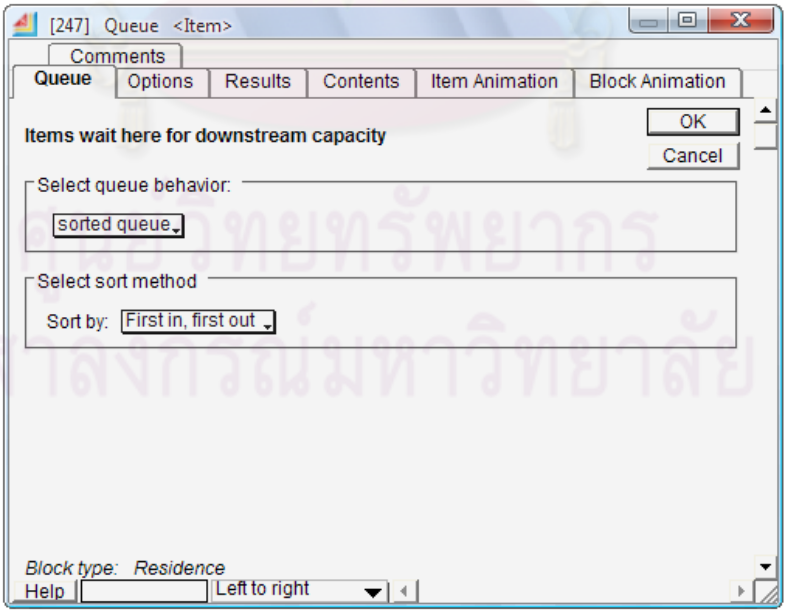
- การใช้บล็อก Resource item ในการสร้าง “รถบรรทุกภายนอก” เข้ามาในระบบ โดยทำการกำหนดจำนวน “รถบรรทุกภายนอก” หรือ Initial number of items เท่ากับ 500 คัน โดยทำการกำหนดคุณลักษณะประจำตัว TruckPrior เท่ากับ 2



รูปที่ 31 การใช้บล็อก Resource item ในการสร้าง “รถบรรทุกภายนอก”

6.2 รถบรรทุกภายนอกเตรียมพร้อมรอรับงาน

การใช้บล็อก Queue เพื่อให้รถบรรทุกภายนอกสามารถเตรียมพร้อมรับงานอยู่ตลอด เมื่อมีงานที่ต้องการจ้างรถบรรทุกภายนอก รถบรรทุกภายนอกจะออกจากบล็อก Queue ไปรวมกับคำสั่งขนส่งสินค้าที่บล็อก Batch และจะถูกส่งไปยังแบบจำลองย่อยที่ 3 ต่อไป



รูปที่ 32 การใช้บล็อก Queue ในการรอรับงานที่ต้องการจ้างรถบรรทุกภายนอก

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวฐิตินันท์ ผลสุข เกิดเมื่อวันที่ 26 มกราคม พ.ศ.2529 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นบุตรคนแรก ในจำนวน 2 คน ของนายจีรศักดิ์ และ นางภัทร์ฑิรา ผลสุข สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 จากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมการขนส่ง) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย