ระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง

นางสาวจีราภา เวทีกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

PLANNING SYSTEM FOR PERIODIC MAINTENANCE OF TRUCKS WITH CONTINUOUS ROUTING

Miss Jeerapa Wateekul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง
โดย	นางสาวจีราภา เวทีกูล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

จีราภา เวทีกูล : ระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง. (PLANNING SYSTEM FOR PERIODIC MAINTENANCE OF TRUCKS WITH CONTINUOUS ROUTING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ, 126 หน้า.

การจัดการการเดินรถขนส่งทางไกลแบบรวมศูนย์โดยรับงานขนส่งแล้วจัดสรรงานและเส้นทางการเดินรถให้กับรถขนส่งอย่างต่อเนื่องเป็นความพยายามที่จะทำให้ระยะทางเดินรถรวมสั้น รถขนส่งไม่จำเป็นต้องกลับมาที่จุดพำนักเมื่อขนส่งสินค้าเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย และอาจโดนปรับเปลี่ยนงานและเส้นทางเดินรถเมื่อศูนย์จัดการเดินรถได้รับงานใหม่ รถจึงถูกใช้งานมากจนอาจไม่มีเวลาว่างเพียงพอสำหรับไปเข้าอู่ซ่อมรถเพื่อการซ่อมบำรุงตามรอบเวลา นอกจากนั้นการเดินรถแบบที่ต้องกลับจุดพำนักทุกครั้งเมื่อเสร็จงานมักจัดให้รถส่งสินค้าจนไม่มีเหลืออยู่บนรถเมื่อกลับถึงจุดพำนัก ทั้งยังมักมีอู่ซ่อมรถที่ใช้งานเป็นประจำที่อยู่ใกล้ จึงสะดวกในการนำรถไปซ่อมบำรุง การวางแผนซ่อมบำรุงฝูงรถขนส่งที่มีการเดินรถทางไกลแบบต่อเนื่องซึ่งไม่มีความสะดวกดังกล่าวจึงต้องใช้แนวคิดที่แตกต่าง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฮิวริสติกส์เพื่อสนับสนุนการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถทางไกลแบบต่อเนื่อง เพื่อกำหนดว่าควรนำรถคันที่ครบกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาไปซ่อมที่สถานที่ใด ณ เวลาใด โดยมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ และมีเงื่อนไขให้รับ-ส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556 .....

5370217021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : TRUCK DISPATCHING / PERIODIC PREVENTIVE MAINTENANCE / CONTINUOUS ROUTING

JEERAPA WATEEKUL : PLANNING SYSTEM FOR PERIODIC MAINTENANCE OF TRUCKS WITH CONTINUOUS ROUTING. ADVISOR : ASST. PROF. MANOP REODECHA, Ph.D., 126 pp.

Centralized management of long-haul trucks with continuous job order receiving, dispatching, and routing is an attempt to minimize total travelling distance. Trucks do not have to return to their home bases after finishing all the delivery jobs assigned to them. Their jobs assignments and routings may be revised when the central dispatcher receives a new pick-up and delivery order. The trucks may be utilized so heavily that they may not have time to go to garages for periodic preventive maintenance. Besides, trucks with close-loop routing are often planned to carry no cargo when they return to home bases. They often have nearby maintenance garages that they use regularly. Therefore, long-haul trucks with continuous routing, which do not have such conveniences, need a different approach to plan for periodic preventive maintenance. The objective of this research is to develop a heuristics for periodic maintenance planning for long-haul trucks with continuous routing to determine where and when trucks should go for periodic maintenances when they are due so that the total incremental cost incurred from the effect of rerouting to accommodate maintenances is low under a condition that all cargos are picked up and delivered on time.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

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

Academic Year : 2013

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ เรี่ยวเดชะที่ได้ให้ความรู้และแนวทางในการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งได้สละเวลาในการให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. ปวีณา เชาวลิตวงศ์ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ดร. นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เหรียญ บุญดีสกุลโชค กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะให้งานวิจัยชิ้นนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การดำเนินการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ด้านงบประมาณจากทุนวิจัยร่วมภาครัฐกับภาคเอกชนงบประมาณแผ่นดิน ระยะที่ 4 ปีที่ 1 (พ.ศ. 2554-2556) โครงการเชื่อมโยงอุตสาหกรรมของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และหน่วยงานต่างๆ ซึ่งได้ให้การสนับสนุน จนเป็นผลทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปขยายผลให้เกิดประโยชน์ในวงกว้างได้

ขอขอบคุณ คุณกฤษดา พัวสกุล คุณสิรวิชญ์ สว่างนพ คุณอนวัช อริยสัจจากร และคุณสำเริง ปัญจคุณาธร ที่สละเวลาให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวคิดในการดำเนินงานวิจัย และให้ความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตลอดจนเพื่อนๆ และพี่น้องทุกคนในหน่วยวิจัยการจัดการทรัพยากรและการดำเนินการ (Resources and Operations Management Research Unit ; ROM) ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัย อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ ตลอดจนบิดามารดา ครอบครัว และเพื่อนๆ ของผู้วิจัยที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 รูปแบบปัญหางานวิจัย 4
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 5
1.5 สมมติฐานของงานวิจัย 6
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 8
1.7 ผลลัพธ์ที่ได้รับ 12
1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ 12
1.9 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ 13
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.1 การจัดกำหนดการทำงาน 15
2.1.1 ความหมายของการจัดกำหนดการทำงาน 15
2.1.2 ข้อจำกัดของการจัดกำหนดการทำงาน 16
2.1.3 ปัญหาการจัดกำหนดการทำงาน 17
2.1.4 วิธีการจัดกำหนดการทำงาน 17
2.2 การซ่อมบำรุงรักษา 19
2.2.1 ความหมายของการซ่อมบำรุงรักษา 19
2.2.2 วัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงรักษา 19
2.2.3 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา 20
2.2.4 วิวัฒนาการของการซ่อมบำรุงรักษา 21

2.2.5 ประโยชน์ของการซ่อมบำรุงรักษา 24
2.2.6 ระบบจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ 24
2.3 ระบบสารสนเทศ 25
2.3.1 นิยาม 25
2.3.2 แหล่งข้อมูล 26
2.3.3 เป้าหมายของระบบสารสนเทศ 26
2.3.4 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ 27
2.3.5 โครงสร้างระบบสารสนเทศ 27
2.3.6 ฐานข้อมูล 28
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
บทที่ 3 รูปแบบปัญหาของงานวิจัย 32
3.1 รูปแบบเส้นทางการเดินรถขนส่ง 32
3.1.1 การเดินรถขนส่งแบบมีจุดพำนักประจำ 32
3.1.2 การเดินรถขนส่งรถแบบต่อเนื่อง 33
3.1.3 การเดินรถขนส่งแบบต่อเนื่องที่งานวิจัยพิจารณา 34
3.2 การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง 36
3.3 ข้อกำหนดของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 36
3.3.1 ข้อมูลระบบขนส่ง 36
3.3.2 ข้อมูลเส้นทางการเดินทางขนส่ง 37
3.3.3 ข้อมูลรถขนส่ง 39
3.3.4 ข้อมูลประเภทของรถขนส่ง 41
3.3.5 ข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า 42
3.3.6 ข้อมูลแผนเส้นทางขนส่ง 44
3.3.7 ข้อมูลอู่ซ่อมรถ 47
3.3.8 ข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง 47
3.3.9 ข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 49
3.3.10 ข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถ 50
บทที่ 4 ฮิวริสติกสำหรับการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 52
4.1 กระบวนงานการจัดการทำกำหนดการของรถขนส่งและการวางแผนซ่อมบำรุง 52
4.2 หลักการและแนวคิดของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 55

4.3 ขั้นตอนการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง 56
4.3.1 การพิจารณาความจำเป็นในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งครั้งใหม่ 56
4.3.2 การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคัน 59
4.3.3 การกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรถพร้อมทั้งปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่ 67
4.3.4 การกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถที่ถูกกำหนดแผนซ่อม 69
บทที่ 5 การทดสอบฮิวริสติกสำหรับการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง 71
5.1 วิธีกำหนดข้อมูลนำเข้า 71
5.2 การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 72
5.3 ผลการทดสอบ 74
บทที่ 6 ระบบสารสนเทศที่ใช้สนับสนุนกระบวนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 77
6.1 ระบบโครงสร้างข้อมูล 77
6.2 หน้าจอการทำงาน 86
6.2.1 การตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้น 88
6.2.1.1 การตั้งค่าข้อมูลสถานที่ 89
6.2.1.2 การตั้งค่าข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ 92
6.2.1.3 การตั้งค่าข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่ 93
6.2.1.4 การตั้งค่าข้อมูลชนิดรถ 95
6.2.1.5 การตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุง 97
6.2.1.6 การตั้งค่าข้อมูลรถขนส่ง 100
6.2.1.7 การตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่ง 103
6.2.2 การวางแผนเส้นทางขนส่ง 106
6.2.3 การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 108
6.2.4 หน้าจอรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 113
6.2.4.1 หน้าจอแสดงรายงานแผนเส้นทางขนส่ง 114
6.2.4.2 หน้าจอแสดงรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 116
บทที่ 7 119
สรุปผลงานวิจัย 119
7.1 สรุปผลงานวิจัย 119

7.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานวิจัย 120
7.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 121
7.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม 121
รายการอ้างอิง 124
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 126

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 สมมติฐานของงานวิจัย....7
ตารางที่ 1.2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย....9
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ในระบบ....38
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ในระบบ....39
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลรถขนส่ง....40
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลประเภทรถขนส่ง....42
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า....43
ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างแผนเส้นทางขนส่ง....46
ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง....48
ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างข้อมูลแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง....50
ตารางที่ 4.1 การคำนวณผลรวมของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้และผลรวมของเวลาซ่อมบำรุงของแต่ละอู่ซ่อมรถของรถแต่ละคัน....62
ตารางที่ 4.2 การหาผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้มากที่สุด....67
ตารางที่ 5.1 ลำดับการวางแผนแทรกงานซ่อมบำรุงของรถขนส่ง....73
ตารางที่ 5.2 ลำดับการวางแผนแทรกงานซ่อมบำรุงของจุดที่ต้องไปขนส่ง....73
ตารางที่ 5.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถและเวลาที่ใช้ประมวลผลที่ได้จากวิธีฮิวริสติกของงานวิจัย กับวิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้....76
ตารางที่ 6.1แฟ้มข้อมูลสถานที่....78
ตารางที่ 6.2 แฟ้มข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่....79
ตารางที่ 6.3แฟ้มข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่....79
ตารางที่ 6.4 แฟ้มข้อมูลประเภทรถขนส่ง....79
ตารางที่ 6.5 แฟ้มข้อมูลรถขนส่ง....80
ตารางที่ 6.6 แฟ้มข้อมูลงานบนเส้นทางขนส่ง....80
ตารางที่ 6.7 แฟ้มข้อมูลเส้นทางขนส่ง....81
ตารางที่ 6.8 แฟ้มข้อมูลงานที่อยู่บนรถขนส่ง....81
ตารางที่ 6.9 แฟ้มข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า....82

ตารางที่ 6.10 แฟ้มข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง 83
ตารางที่ 6.11 แฟ้มข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 83

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 เส้นทางการขนส่งแบบมีจุดพำนักประจำ....2
ภาพที่ 1.2 เส้นทางการขนส่งแบบแบบต่อเนื่อง....3
ภาพที่ 1.3 โครงสร้างวิทยานิพนธ์....14
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการจัดกำหนดการทำงานตามการทำงานบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง....16
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการจัดกำหนดการทำงานตามการทำงานของงานแต่ละงาน....16
ภาพที่ 2.3 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมบำรุง....21
ภาพที่ 2.4 วิวัฒนาการของการซ่อมบำรุง....22
ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศ....25
ภาพที่ 2.6 พีระมิดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารและระบบสารสนเทศ....28
ภาพที่ 2.7 การขนส่งแบบกลับจุดพำนักเปรียบเทียบกับการขนส่งแบบต่อเนื่อง....30
ภาพที่ 3.1 เส้นทางการขนส่งแบบมีจุดพำนักประจำ....33
ภาพที่ 3.2 เส้นทางการขนส่งแบบแบบต่อเนื่อง....34
ภาพที่ 3.3 กรอบเวลาของการวางแผนเส้นทางขนส่ง....35
ภาพที่ 3.4 เส้นทางการเดินทางระหว่างสถานที่....37
ภาพที่ 3.5 เส้นทางการเดินทางขาไปและขากลับระหว่างสถานที่....38
ภาพที่ 4.1 กระบวนงานการจัดการทำกำหนดการของรถขนส่งและการวางแผนซ่อมบำรุง....54
ภาพที่ 4.2 ภาพรวมของขั้นตอนการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่ง....57
ภาพที่ 4.3 ภาพรวมของขั้นตอนการพิจารณาความจำเป็นในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งครั้งใหม่ 58
ภาพที่ 4.4 รถขนส่งที่มีช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงอยู่ใน....59
ภาพที่ 4.5 ภาพรวมของขั้นตอนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคัน....60
ภาพที่ 4.6 สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง....62
ภาพที่ 4.7 รถขนส่งเดินทางไปฝากสินค้าและไปอู่ซ่อมรถ....64
ภาพที่ 4.8 กำหนดเส้นทางการเดินรถก่อนมีการแทรกงานซ่อมบำรุง....65
ภาพที่ 4.9 งานที่ต้องนำไปจัดเส้นทางเดินรถใหม่หลังจากให้รถคันที่ 2 ไปซ่อมบำรุงที่จุด A....66
ภาพที่ 4.10 แสดงภาพรวมของขั้นตอนการกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่งพร้อมทั้งปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่....68

ภาพที่ 4.11 แสดงภาพรวมของขั้นตอนการกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถขนส่งที่ถูกกำหนดแผนซ่อม 69
ภาพที่ 4.12 แสดงช่วงเวลาที่มีครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงหลายรายการอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน 70
ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างแผนเส้นทางขนส่ง 72
ภาพที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแฟ้มข้อมูลของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง 84
ภาพที่ 6.2 แผนภาพกระแสข้อมูลของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง.....85
ภาพที่ 6.3 หน้าจอของระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง.....87
ภาพที่ 6.4 หน้าจอการลงชื่อเพื่อเข้าใช้งานระบบ.....87
ภาพที่ 6.5 แผนผังต้นไม้แสดงรายการหน้าจอของระบบการวางแผน 88
ภาพที่ 6.6 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลสถานที่ 90
ภาพที่ 6.7 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลสถานที่ 91
ภาพที่ 6.8 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลและการตั้งค่าระยะทางระหว่างสถานที่ 93
ภาพที่ 6.9 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลและการตั้งค่าระยะเวลาระหว่างสถานที่ 94
ภาพที่ 6.10 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลชนิดรถ.....95
ภาพที่ 6.11 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลชนิดรถ 96
ภาพที่ 6.12 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลการซ่อมบำรุง 98
ภาพที่ 6.13 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุง 99
ภาพที่ 6.14 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลรถขนส่ง 100
ภาพที่ 6.15 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลรถขนส่ง 101
ภาพที่ 6.16 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลความต้องการขนส่ง 103
ภาพที่ 6.17 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่ง.....105
ภาพที่ 6.18 หน้าจอการทำงานการประมวลผลและแสดงผลการจัดเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง..107
ภาพที่ 6.19 หน้าจอการทำงานการประมวลผลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง 109
ภาพที่ 6.20 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลเส้นทางขนส่งเริ่มแรก.....111
ภาพที่ 6.21 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลเส้นทางขนส่งหลังจากแทรกงานซ่อมบำรุง.....112
ภาพที่ 6.22 แผนผังต้นไม้แสดงรายการหน้าจอของระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง:.....113
ภาพที่ 6.23 หน้าจอการทำงานการประมวลผลการแสดงผลรายงานแผนเส้นทางขนส่ง 114
ภาพที่ 6.24 หน้าจอการทำงานการประมวลผลการแสดงผลรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง.....117

บทที่ 1
บทนำ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง เพื่อช่วยให้รถขนส่งมีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานในการขนส่งสินค้าได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้การออกแบบระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งนี้จะต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ขอบเขต และสมมติฐานของงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ในบทนำนี้สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น 9 ส่วน ดังนี้

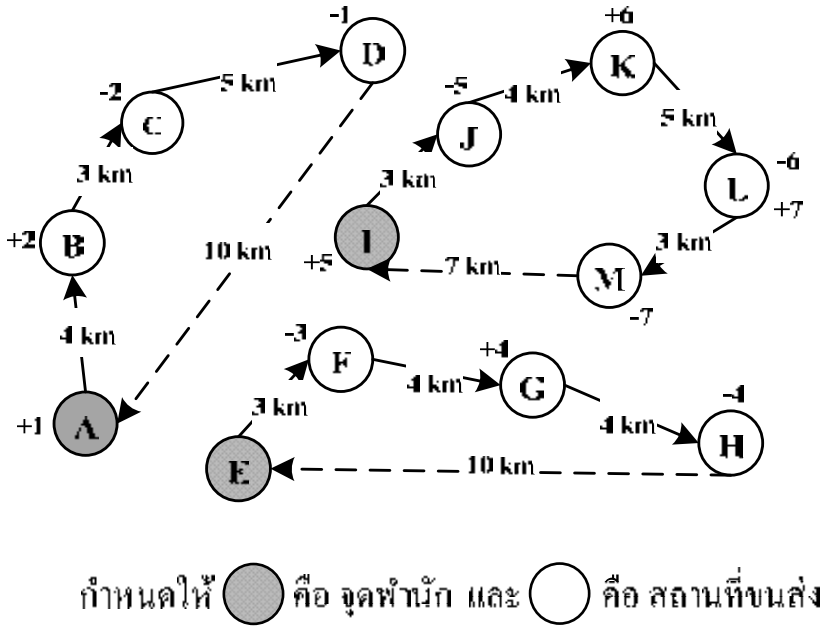
1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา
2. รูปแบบปัญหางานวิจัย
3. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย
4. ขอบเขตของงานวิจัย
5. สมมติฐานของงานวิจัย
6. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
7. ผลลัพธ์ที่ได้รับ
8. ประโยชน์ที่ได้รับ
9. โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การใช้งานรถขนส่งในการเดินทางเพื่อที่จะขนส่งสินค้าส่ง ย่อมทำให้รถเกิดการสึกหรอหรือการเสื่อมสภาพของส่วนประกอบต่างๆของรถตามภาระงานที่ได้รับหรือกาลเวลาที่ผ่านไป ซึ่งอาจส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่างๆของรถลดลงและชำรุดจนอาจทำให้ไม่สามารถใช้การได้ เพื่อให้รถอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอจึงควรต้องป้องกันปัญหาดังกล่าวด้วย “การซ่อมบำรุง” รถขนส่งเหล่านั้น ประเภทของการซ่อมบำรุงที่งานวิจัยนำมาประยุกต์ใช้ คือ “การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (preventive maintenance)” โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะป้องกันการเสียหายของชิ้นส่วนใดๆก่อนที่จะเกิดขึ้น (Wang, 2002) และเพื่อความสะดวกในการติดตามสภาพรถขนส่งจึงมักมีกำหนดการตรวจสภาพเป็นระยะๆ สำหรับส่วนประกอบที่ไม่สามารถติดตามสภาพอย่างต่อเนื่องได้ โดยจะกำหนดให้ระยะห่างของกำหนดการตรวจสภาพส่วนประกอบต่างๆขึ้นอยู่กับการใช้งานของรถและอายุการใช้งานที่เหมาะสมของส่วนประกอบนั้นๆ วิธีปฏิบัติที่เป็นที่นิยมในการซ่อมบำรุงรถขนส่ง คือ การกำหนดการใช้งานรถซึ่งวัดตามระยะทางวิ่งของรถ เช่น ผู้ผลิตรถอาจจะ

ระบุรายการตรวจ ซ่อม เปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ เมื่อรถมีระยะทางวิ่งครบทุก 5,000 10,000 หรือ 20,000 กิโลเมตร จึงจะต้องตรวจสอบแล้วทำการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วน ในกรณีที่มีการใช้งานรถขนส่งอย่างสม่ำเสมออาจปรับเปลี่ยนกำหนดการซ่อมบำรุงรถจากระยะทางวิ่งรถมาเป็นระยะเวลาที่นับจากการซ่อมบำรุงครั้งก่อนหน้าล่าสุด และเพื่อความสะดวกในการทำกำหนดการซ่อมบำรุงรถควบคู่กับกำหนดการใช้งานรถ อีกทั้งระยะทางซ่อมบำรุงที่แนะนำเป็นระยะทางโดยประมาณ จึงทำให้ยอมรับได้ที่จะดำเนินการซ่อมบำรุงจริงก่อนหรือหลังที่แนะนำระดับหนึ่ง

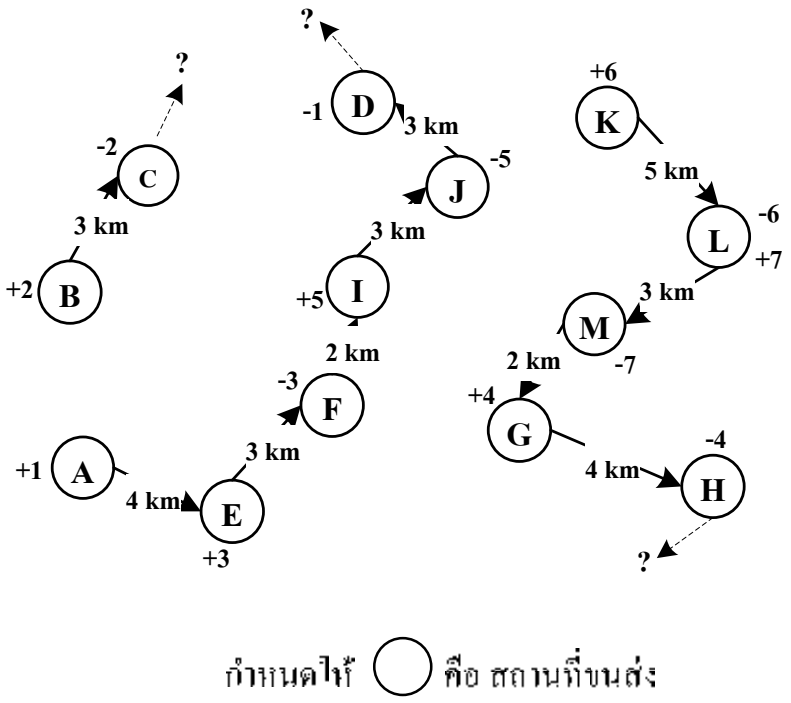
การใช้งานรถขนส่งส่วนใหญ่มักมีจุดพำนักประจำ (home base) ให้กับรถ กล่าวคือ รถจะมีจุดประจำสำหรับเริ่มต้นออกเดินทาง และเมื่อขนส่งสินค้าเสร็จก็จะเดินทางกลับจุดประจำนั้นเสมอ รถจะต้องกลับมาที่จุดพำนักทุกครั้งเมื่อเสร็จงาน ทำให้รถขนส่งมักไม่มีสินค้าเหลืออยู่บนรถเมื่อกลับจุดพำนัก และรถขนส่งมักมีอู่ซ่อมรถที่ใช้งานเป็นประจำอยู่แล้ว จึงทำให้สะดวกในการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามระยะทางหรือระยะเวลาที่กำหนด แสดงในภาพที่ 1.1 ดังนี้



ภาพที่ 1.1 เส้นทางการขนส่งแบบมีจุดพำนักประจำ

ปัจจุบันเพื่อให้การขนส่งสินค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของการใช้รถขนส่งเพื่อการขนส่งสินค้า จึงทำให้เกิดแนวคิดการเดินรถแบบต่อเนื่อง (continuous routing) ซึ่งพยายามให้มีการใช้งานรถขนส่งให้ได้มากที่สุด รถไม่จำเป็นต้องกลับมาที่จุดพำนักเมื่อขนส่งสินค้าเสร็จตามที่ได้รับมอบหมายในแต่ละรอบก่อนที่จะได้รับมอบหมายงานในรอบใหม่ ทำให้การ

วางแผนบำรุงของรถขนส่งที่เดินรถทางไกลอย่างต่อเนื่องยุ่งยากมากกว่าการที่รถเดินทางกลับจุดพำนักประจำเสมอ เนื่องจากการเดินรถแบบต่อเนื่อง มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้งานรถในการขนส่งสินค้าให้ได้มาก ทำให้เมื่อครบกำหนดเวลาการซ่อมบำรุงจึงมักส่งผลให้แผนการใช้รถขนส่งไม่มีเวลาว่างหรือมีเวลาว่างไม่เพียงพอที่สามารถนำรถไปซ่อมบำรุงได้น้อยกว่าการที่รถเดินทางกลับจุดพำนัก และรถอาจจะอยู่ที่สถานที่ใดก็ได้ ทำให้ต้องหาอู่ซ่อมรถที่สอดคล้องกับการเส้นทางการเดินรถ ซึ่งแตกต่างจากการที่รถเดินทางกลับจุดพำนักที่มีอู่ซ่อมรถใช้งานเป็นประจำอยู่แล้ว อีกทั้งในช่วงเวลาที่ครบกำหนดการซ่อมบำรุง ที่อาจอยู่ระหว่างการดำเนินการขนส่งสินค้า ทำให้อาจมีสินค้าเหลืออยู่บนรถ จึงไม่เหมาะสมที่นำรถไปเข้าอู่ซ่อมรถที่เวลานั้น แสดงในภาพที่ 1.2 ดังนี้



ภาพที่ 1.2 เส้นทางการขนส่งแบบแบบต่อเนื่อง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดออกแบบระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งในระบบที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง โดยสามารถจัดส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดการและมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ

1.2 รูปแบบปัญหางานวิจัย

ปัญหาของงานวิจัยนี้เป็นการวางแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามระยะเวลาการใช้งานรถในระบบขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง ซึ่งเป็นระบบขนส่งที่รถขนส่งไม่จำเป็นต้องกลับมาที่จุดเริ่มต้นเมื่อขนส่งสินค้าเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย ระบบมีการจัดการเดินรถแบบรวมศูนย์ที่มีศูนย์กลางในการจัดสรรงานรับ-ส่งสินค้าให้กับรถขนส่ง เมื่อศูนย์การจัดการรับงานแต่ละครั้งจะส่งผลให้ต้องปรับเส้นทางเดินรถในระบบใหม่ เพื่อให้มีระยะทางวิ่งรถรวมของรถทุกคันสั้นสุด แนวคิดการวางแผนเส้นทางขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นวิธีการของอรประไพ (อรประไพ จารุพัฒน์, 2555) ซึ่งเป็นการจัดเส้นทางภายใต้กรอบเวลาการส่งมอบที่ลูกค้ากำหนดและข้อจำกัดความจุในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง เพื่อให้มีระยะทางขนส่งรวมที่สั้นที่สุด รถขนส่งอาจครบรอบกำหนดเวลาการซ่อมบำรุงและจำเป็นต้องซ่อมบำรุงในช่วงเวลาของแผนเส้นทางขนส่งที่ไม่ได้วางแผนงานซ่อมบำรุงรวมไว้ตั้งแต่แรก ซึ่งอาจทำให้ไม่มีเวลาว่างเพียงพอต่อการไปเข้าอู่ซ่อมรถ จึงจำเป็นต้องแทรกงานซ่อมบำรุงไปในช่วงเวลาของแผนเส้นทางขนส่ง แล้วปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่ง เพื่อให้รถได้ซ่อมบำรุงในช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ โดยไม่เกิดผลกระทบกับงานขนส่งสินค้า และมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการใช้รถตามแผนเส้นทางขนส่งที่กำหนดมาก่อนเป็นอย่างดีแล้ว

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อออกแบบฮิวริสติกของการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง โดยกำหนดรถขนส่งที่ครบกำหนดรอบเวลาการซ่อมบำรุงว่าควรไปซ่อมบำรุงที่สถานที่ใด ณ เวลาใด เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ และสามารถรับ-ส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดการ
2. เพื่อออกแบบระบบสารสนเทศของการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง โดยนำไปใช้สำหรับวางแผน ติดตามผล และเก็บประวัติแผนเส้นทางขนส่งที่มีการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของรถขนส่งร่วมอยู่ด้วย

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

การวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่งานวิจัยนี้พิจารณามีขอบเขตของงานวิจัยที่กำหนด ดังนี้

1. ระบบขนส่งมีการบริหารงานขนส่งแบบรวมศูนย์ (centralize) คือ ระบบที่มีศูนย์กลางจัดการระบบการขนส่งและวางแผนเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง ซึ่งใช้รถที่เป็นของผู้ประกอบการเองจำนวนหนึ่งและใช้รถขนส่งที่เป็นของผู้ประกอบการอื่นเมื่อรถของผู้ประกอบการเองไม่พอใช้งาน โดยรถขนส่งที่มีแผนการซ่อมบำรุงจะพิจารณาเฉพาะรถที่เป็นของผู้ประกอบการเองเท่านั้น
2. แผนเส้นทางขนส่งมีเส้นทางการเดินรถแบบต่อเนื่อง (continuous routing) คือ แผนการเดินรถที่รถขนส่งวิ่งรับ-ส่งสินค้าตลอดเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน รถสามารถรับและส่งสินค้าภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถ (capacity constraint) และข้อจำกัดด้านกรอบเวลา (time window constraint) เมื่อรถขนส่งทำงานครบตามแผนเส้นทางขนส่งที่กำหนดไว้แล้วไม่จำเป็นต้องกลับมายังจุดพำนัก รถจะหยุดนิ่งก็ต่อเมื่อรถขนส่งไม่มีกำหนดการใดๆที่ได้รับมอบหมายหรือไม่มีงานเข้ามาในขณะนั้น
3. ข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องประกอบด้วย
    1) ข้อมูลแผนเส้นทางขนส่ง ซึ่งระบุข้อมูลรหัสรถขนส่ง วัน-เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการขนส่งสินค้า สถานที่รับ-ส่งสินค้า รหัสการขนส่ง รายละเอียดงาน ปริมาตรและน้ำหนักของสินค้า ปริมาตรและน้ำหนักที่เหลืออยู่บนรถขนส่ง และระยะทางการเดินทางระหว่างสถานที่
    2) ข้อมูลการซ่อมบำรุงที่มาจากคำแนะนำตามคู่มือการดูแลบำรุงรักษารถ ซึ่งระบุข้อมูลระยะทางเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุง รายการซ่อมบำรุง เวลาซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้
    3) ข้อมูลระยะทางและระยะเวลาการเดินทางของแต่ละสถานที่
4. ระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องที่ออกแบบขึ้นนั้นครอบคลุมถึง
    1) การออกแบบขั้นตอนวิธีการ (algorithm) ในการคิดคำนวณการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่สอดคล้องกับเส้นทางเดินรถ โดยต้องจัดส่งสินค้าตามความ

ต้องการของลูกค้าเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ

2) การออกแบบโครงสร้างแฟ้มข้อมูล (data structure) ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง และความสัมพันธ์ของแผนภาพกระแสข้อมูล (data flow diagram) เพื่อใช้เป็นตัวกลางในการออกแบบและอธิบายระบบได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งการออกแบบหน้าจอการทำงาน (user interface) เพื่อแสดงรายละเอียดการนำเข้าข้อมูล ผลลัพธ์และรายงานการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

5. อู่ซ่อมรถเป็นสถานที่ในระบบที่มีคุณสมบัติซ่อมบำรุงรถขนส่ง ซึ่งอาจอยู่บนหรืออยู่นอกเส้นทางขนส่งสินค้าตามแผนเส้นทางขนส่ง
6. ระบบไม่พิจารณาค่าใช้จ่ายการขนถ่ายสินค้า
7. แผนการซ่อมบำรุงที่พิจารณาในระบบ จะครอบคลุมเฉพาะแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามการใช้งาน (usage-base maintenance) ของรถขนส่งที่แนะนำอยู่ในคู่มือบำรุงรักษารถของผู้ผลิตรถนั้น ซึ่งการใช้งานรถขนส่งจะครบกำหนดตามระยะทางก่อนระยะเวลาเสมอ และจะไม่ครอบคลุมงานซ่อมบำรุงที่พิจารณาจากสภาพรถ (condition-base maintenance) หรือการซ่อมบำรุงในกรณีที่ไม่คาดคิด (break down maintenance) เช่น รถเกิดอุบัติเหตุหรือเสีย เป็นต้น และสมมติให้รถซ่อมบำรุงตามแผนที่ได้กำหนดไว้
8. ผลลัพธ์ของกระบวนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งของงานวิจัยนี้ คือ แผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่รวมกับแผนเส้นทางขนส่ง ซึ่งระบุถึงข้อมูลรหัสรถขนส่ง วัน-เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการซ่อมบำรุง อู่ซ่อมรถ รายการซ่อมบำรุง ระยะทางวิ่งรถเมื่อได้รับการซ่อมบำรุง รวมทั้งวัน-เวลา และสถานที่ฝากสินค้าในกรณีที่มีสินค้าอยู่บนรถขนส่ง โดยมีเป้าหมายเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ
9. วิธีแก้ไขปัญหาจากงานวิจัยนี้ทำให้คำตอบที่ได้อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด แต่เป็นคำตอบจากวิธีการฮิวริสติกที่มีความเหมาะสม

1.5 สมมติฐานของงานวิจัย

การวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาที่งานวิจัยนี้พิจารณา มีสมมติฐานของงานวิจัย แสดงในตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 สมมติฐานของงานวิจัย

หัวข้อ	รายละเอียด
อู่ซ่อมรถ	- อู่ซ่อมรถมีเวลาเปิด-ปิดดำเนินการที่แตกต่างกันทำให้อาจเกิดการสูญเสียโอกาสในการใช้ประโยชน์จากรถคันนั้นในการขนส่งเมื่อรถมาถึงอู่ซ่อมรถก่อนเวลาทำการของอู่นั้น แต่สถานที่ขนส่งสินค้าเปิดดำเนินการตลอด 24 ชั่วโมง - อู่ซ่อมรถสามารถซ่อมรถได้ทันทีเมื่อรถไปถึง โดยไม่มีเวลาเข้าคิว - อู่ซ่อมรถสามารถรับงานได้ไม่จำกัด - อู่ซ่อมรถเป็นสถานที่ในระบบ ซึ่งมีทั้งระยะทางและระยะเวลาเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆในระบบ ซึ่งถูกระบุโดยผู้ใช้งาน - อู่ซ่อมรถมีความสามารถในการซ่อมบำรุงรถขนส่งและมีค่าซ่อมบำรุงเหมือนกันหมด
สถานที่ฝากสินค้า	- สถานที่ฝากสินค้าเป็นสถานที่ขนส่งสินค้าในระบบ ที่มีคุณสมบัติของสถานที่เป็นจุดพักสินค้าหรือจุดถ่ายโอนสินค้า ซึ่งสามารถฝากสินค้าได้ในกรณีที่ต้องไปอู่ซ่อมรถ
รถขนส่ง	- รถขนส่งในระบบประกอบไปด้วย 2 ประเภท คือ ● รถขนส่งของผู้ประกอบการเองมีจำนวนจำกัด ● รถขนส่งของผู้ประกอบการอื่น (outsource) มีจำนวนไม่จำกัด - รถขนส่งมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีรายการซ่อมบำรุงที่แตกต่างกัน
ความต้องการขนส่งสินค้า	- ลูกค้าเป็นผู้ระบุความต้องการขนส่ง โดยกำหนดสถานที่รับ-ส่งสินค้าและช่วงเวลารับ-ส่งสินค้า - ปริมาตรและน้ำหนักของสินค้าต้องไม่เกินขนาดความจุการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง
แผนเส้นทางขนส่ง	- แผนเส้นทางขนส่งไม่รวมถึงการขนย้ายภายในโรงงาน - แนวคิดการวางแผนเส้นทางขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นวิธีการของอรประไพ (2555)

ตารางที่ 1.1 สมมติฐานของงานวิจัย (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
ค่าใช้จ่ายในการเดินรถ	- ค่าใช้จ่ายในการเดินรถ เกิดจากต้นทุนการเดินรถของผู้ประกอบการเองและผู้ประกอบการอื่น ซึ่งเป็นต้นทุนที่ผันแปรตามระยะทางเดินรถเท่านั้น
แผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง	- แผนซ่อมบำรุงพิจารณาเฉพาะรถขนส่งของผู้ประกอบการเองเท่านั้น ไม่รวมถึงรถขนส่งของผู้ประกอบการอื่น - การซ่อมบำรุงรถขนส่งไม่ทำให้การรับ-ส่งสินค้าไม่ทันตามกำหนดการ - การซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละประเภทมีรายการซ่อมบำรุงที่แตกต่างกันตามข้อมูลที่แนะนำในคู่มือซ่อมบำรุงรถของผู้ผลิตรถนั้น - รถขนส่งที่ถูกกำหนดแผนซ่อมบำรุง จะมีอู่ซ่อมรถและเวลาที่ซ่อมบำรุงเสร็จเป็นจุดเริ่มต้นในการวางแผนเส้นทางขนส่งรอบต่อไป - รถขนส่งที่จะเข้ารับการซ่อมบำรุงต้องไม่มีสินค้าอยู่บนรถ ถ้ารถจำเป็นจะต้องซ่อมบำรุงในขณะที่มีสินค้าอยู่บนรถ จะต้องฝากสินค้าไว้ในสถานที่รับฝากได้เท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการฝากสินค้า
ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถ	- โครงสร้างค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากกการออกนอกเส้นทางการขนส่งเพื่อไปอู่ซ่อมรถ 2) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการปรับแผนการเดินรถ เพื่อจัดส่งสินค้าแทนคันที่ไปซ่อมบำรุงให้ได้ทันตามกำหนดการซึ่งได้แก่ ● ค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากการปรับเส้นทางเดินรถใหม่ ● ค่าใช้จ่ายในกรณีที่เกิดการจ้างใช้รถขนส่งจากภายนอกเมื่อจำเป็นเพื่อทำให้การวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่งนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อลูกค้าให้ไม่ทันตามที่ตกลงกัน

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในแต่ละขั้นตอนประกอบไปด้วยวิธีการดำเนินงาน และผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 1.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอน	วิธีการดำเนินงาน	ผลลัพธ์
- ศึกษาสภาพลักษณะทั่วไปและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขนส่งของโรงงานตัวอย่าง - สภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง - ลักษณะการขนส่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง - รูปแบบเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้า - รูปแบบการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง	- เข้าศึกษาและสัมภาษณ์ฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องของโรงงานตัวอย่าง - ศึกษาข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต - สรุปผลการเก็บข้อมูลโรงงานตัวอย่าง	- ภาพรวมของโรงงานตัวอย่าง - ลักษณะการขนส่งที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน - แนวทางการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง
- ศึกษาทฤษฎี บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง และการจัดการงานซ่อมบำรุง เพื่อเป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับงานวิจัย	- ดำเนินการควบคู่ไปกับการศึกษาและเก็บข้อมูลจากโรงงานตัวอย่าง - สืบค้นและสรุปผลจากการรวบรวมผลงานวิจัย บทความและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	- แนวทางในการพัฒนาการวางแผนการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง

ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการดำเนินงาน	ผลลัพธ์
- ระบุปัญหา วัตถุประสงค์ และขอบเขตของงานวิจัยที่จะทำการศึกษาจากการพิจารณาข้อมูลที่ได้ศึกษาในเบื้องต้น	- นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากโรงงานตัวอย่างมาประมวลผลในการระบุปัญหา - วิเคราะห์ปัญหาและกำหนดขอบเขตที่แน่นอน	- ทราบถึงโครงสร้างของปัญหา ขอบเขต และปัจจัยที่ส่งผลต่อการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง
- ออกแบบระบบโดยรวม (conceptual design) ซึ่งเป็นการออกแบบแนวคิดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบโดยระบุถึงรายละเอียดต่างๆของระบบ เพื่อใช้ในการประมวลผลหาคำตอบ	- นำข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดมาวางแผนหาแนวทางการซ่อมบำรุงรถขนส่ง - นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเป็นระบบ	- ภาพรวมของรูปแบบวิธีการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง - ระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง
- ทดสอบการใช้งานระบบ	- ทดสอบความถูกต้องของฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นมากับข้อมูลตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์	- ผลการทดสอบระบบที่ได้รับการออกแบบ
- ตรวจสอบและแก้ไขระบบ	- ทดสอบความถูกต้องของระบบ	- ระบบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว

ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการดำเนินงาน	ผลลัพธ์
- ออกแบบระบบสารสนเทศของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง	- สร้างฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลระบบ - สร้างแผนภาพกระแสข้อมูล - ออกแบบหน้าจอการทำงานของโปรแกรมที่เหมาะสมกับการทำงานของผู้ใช้ระบบ	- ฐานข้อมูล - แผนภาพกระแสข้อมูล - รูปแบบหน้าจอการทำงานของโปรแกรมที่เหมาะสมกับการทำงานของผู้ใช้ระบบ
- ประมวลผลการทดสอบและสรุปผลงานวิจัย	- ดำเนินการควบคู่กับการทดสอบและแก้ไขระบบ - ประมวลผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย - สรุปผลการดำเนินงาน	- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลงานวิจัย - บทสรุปการดำเนินงานวิจัย
- จัดทำรูปเล่มรายงาน และนำเสนองานวิจัย	- ดำเนินการควบคู่ตั้งแต่เริ่มต้นศึกษาไปจนสรุปผลงานวิจัย	- วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.7 ผลลัพธ์ที่ได้รับ

ระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องสามารถแบ่งผลลัพธ์ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ฮิวริสติกของการวางกำหนดการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันรถขนส่ง โดยมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ และสามารถรับ-ส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดการ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในรูปแบบของวิธีการคำนวณเพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้นซึ่งก็คือการรับข้อมูลแผนเส้นทางขนส่งไปจนถึงการนำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผล จนก่อให้เกิดแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง อันประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ดังต่อไปนี้
    1) การพิจารณาความจำเป็นในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งครั้งใหม่
    2) การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคัน
    3) การกำหนดแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งพร้อมทั้งปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่
    4) การพิจารณากำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถขนส่งที่ถูกกำหนดแผนซ่อมบำรุง
2. ระบบสารสนเทศของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งมีรายละเอียด คือ
    1) โครงสร้างแฟ้มข้อมูล และหน้าจอการทำงานที่ระบบใช้ติดต่อกับผู้ใช้งาน ประกอบด้วย การรับข้อมูลนำเข้า การส่งคำสั่งให้โปรแกรมดำเนินงาน และการแสดงผลลัพธ์ข้อมูล เพื่อดูผลสรุปในรูปแบบตามที่ต้องการ
    2) เอกสารและรายงาน โดยมีรายละเอียดรูปแบบของการแสดงผลตามลักษณะการใช้งานของรายงาน

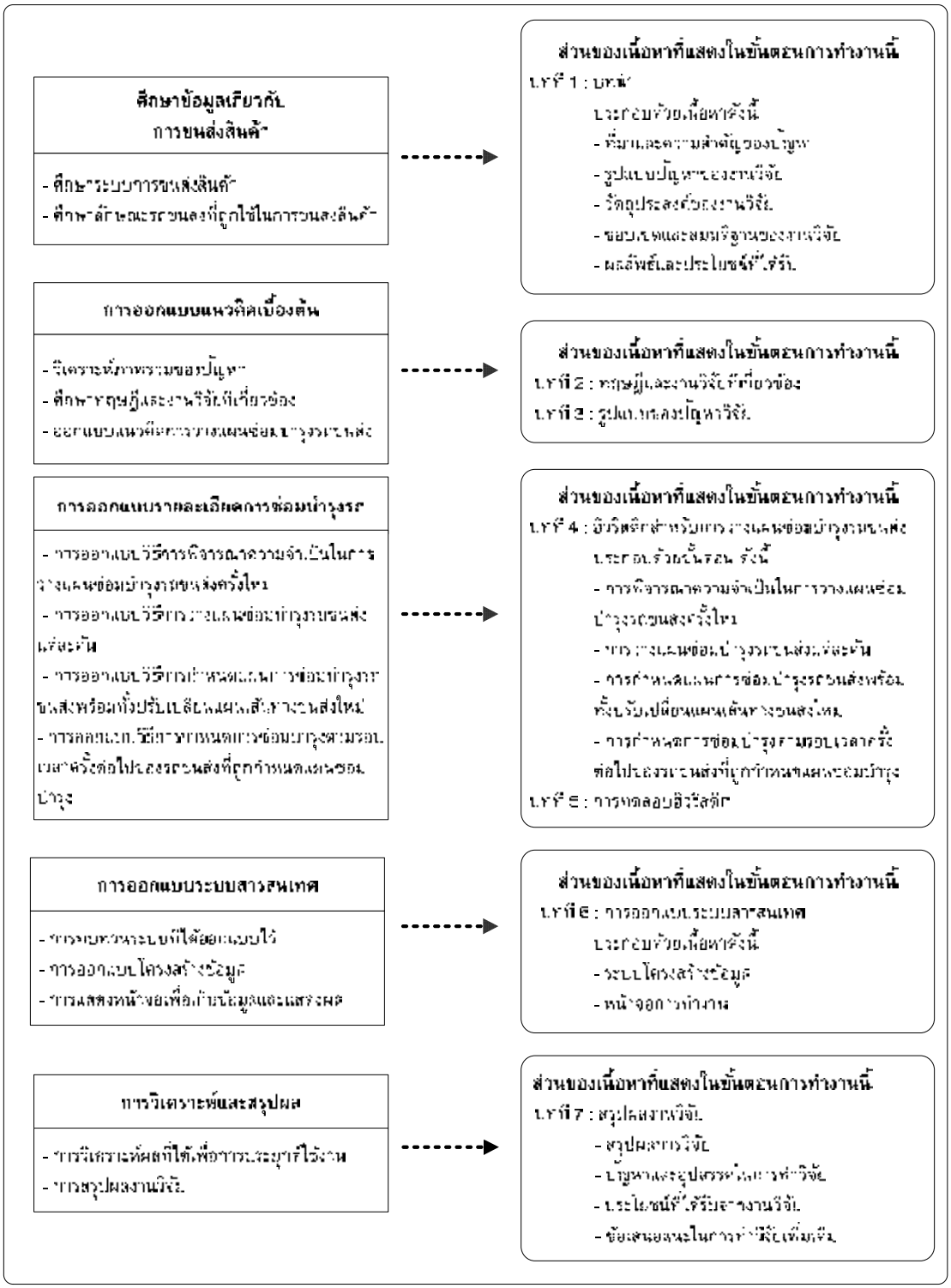
1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. มีข้อมูลที่ช่วยในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งอย่างเป็นระบบ
2. สามารถนำแนวทางการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีความสอดคล้องกับแผนเส้นทางขนส่งไปประยุกต์ใช้กับการขนส่งที่มีการเดินรถแบบอื่นได้
3. ก่อให้เกิดการติดตามผลการซ่อมบำรุง และการเก็บประวัติงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง

4. เพื่อทำให้การใช้งานรถขนส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพระหว่างดำเนินการขนส่งสินค้า
5. สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรถขนส่ง และลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายที่ต้องจัดหารถขนส่งคันใหม่มาทดแทนรถคันเก่าภายในระยะเวลาที่ยังไม่เหมาะสม
6. มีโครงสร้างแฟ้มข้อมูล และหน้าจอการทำงาน เพื่อช่วยวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง ในการตัดสินใจและลดความยุ่งยากในการทำงาน

1.9 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

ภาพที่ 1.3 แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาในแต่ละบท ขั้นตอนการทำงาน เพื่อแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดที่ประกอบอยู่ในเนื้อหาแต่ละบท ซึ่งจะบรรยายและเชื่อมโยงภาพรวมรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 1.3 โครงสร้างวิทยานิพนธ์

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาถึงรูปแบบของปัญหาและและวิธีการหาคำตอบของงานวิจัยที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ได้ ในบททฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้สามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. การจัดกำหนดการทำงาน
2. การซ่อมบำรุงรักษา
3. ระบบสารสนเทศ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดกำหนดการทำงาน

2.1.1 ความหมายของการจัดกำหนดการทำงาน

มีผู้วิจัยหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของการจัดกำหนดการทำงาน กล่าวคือ

Baker (1974) กล่าวว่า การจัดกำหนดการทำงาน เป็นการจัดสรรทรัพยากรในเวลาที่มีอยู่เพื่อมาดำเนินการ

Prabhu และ Baker (1986) กล่าวว่า การจัดกำหนดการทำงานเป็นกระบวนการกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดการทำงานแต่ละงานสำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

ปารมาศ ชุติมา (2546) กล่าวว่า การจัดกำหนดการทำงาน เป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับภารกิจจำนวนหนึ่งภายในระยะเวลาที่กำหนดให้ เพื่อที่จะบรรลุเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์สูงสุดที่องค์กรกำหนดไว้ที่เวลานั้นได้ ซึ่งคำว่า

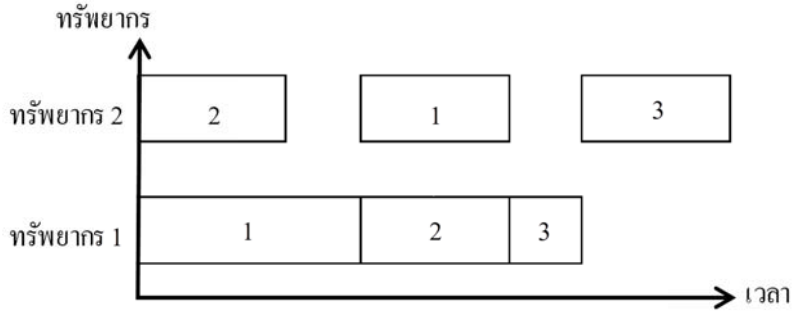
- “ทรัพยากร” หมายถึง คนหรือสิ่งของที่มีอยู่อย่างจำกัด สามารถนำไปใช้ทำให้เกิดผลผลิตที่ต้องการได้ ดังนั้นทรัพยากรจึงต้องถูกจัดสรรให้กับกิจกรรมต่างๆที่ต้องการใช้ทรัพยากรดังกล่าวที่เวลาเดียวกัน
- งาน (job) ประกอบด้วยการดำเนินงาน (operation) ที่มีความสัมพันธ์ในด้านลำดับก่อน-หลังเป็นจำนวนมาก

การจัดกำหนดการทำงาน เป็นกระบวนการตัดสินใจอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อทั้งอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมการบริการ โดยมีผลลัพธ์ คือ กำหนดการของกิจกรรมต่างๆ องค์กรจำนวนมากได้นำเอาทฤษฎีการจัดกำหนดการทำงานมาประยุกต์ เช่น การผลิต การจัดซื้อ

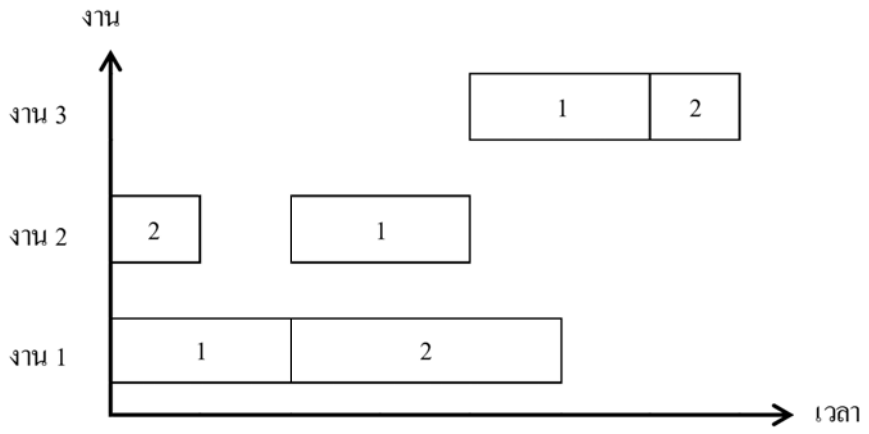
การกระจายสินค้า การประมวลข่าวสาร และการสื่อสาร เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น

ทฤษฎีการจัดกำหนดการทำงานจะเกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และหาเทคนิคที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาการจัดกำหนดการทำงาน เพื่อให้ได้กำหนดการทำงานที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ดีที่สุด และใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยที่สุด

การจัดกำหนดการทำงานสามารถแสดงผลในรูปของแกนชาร์ต (gantt chart) ได้ 2 รูปแบบ คือ การจัดกำหนดการทำงานตามการทำงานบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และการจัดกำหนดการทำงานตามการทำงานของงานแต่ละงาน แสดงดังภาพที่ 2.1 และภาพที่ 2.2 ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการจัดกำหนดการทำงานตามการทำงานบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการจัดกำหนดการทำงานตามการทำงานของงานแต่ละงาน

2.1.2 ข้อจำกัดของการจัดกำหนดการทำงาน

ข้อจำกัดของการจัดกำหนดการทำงาน คือ เงื่อนไขที่ต้องพิจารณาในการจัดกำหนดการทำงาน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ข้อจำกัดด้านทรัพยากร (resource constraint) คือ ความสามารถในการทำงานของทรัพยากรอย่างจำกัดที่ขณะใดขณะหนึ่ง
2. ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี (technological constraint) คือ ความจำกัดด้านลำดับก่อน-หลังของการทำงาน (precedence constraint)

2.1.3 ปัญหาการจัดกำหนดการทำงาน

ปัญหาของการจัดกำหนดการทำงาน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากร (allocation) เป็นการจัดสรรงานให้กับทรัพยากร
2. การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดลำดับงาน (sequencing) เป็นการจัดลำดับก่อน-หลัง

2.1.4 วิธีการจัดกำหนดการทำงาน

วิธีการจัดกำหนดการทำงาน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด

ปารมาศ ชุติมา (2546) กล่าวว่า วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด คือ วิธีการสร้างตัวแปรทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดและคำตอบที่ได้มักมีคุณภาพดีกว่าวิธีฮิวริสติก ยกตัวอย่างเช่น

1) วิธีกำหนดการเชิงเส้น (linear programming)

วิธีกำหนดการเชิงเส้น คือ วิธีหาคำตอบที่มีความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นเชิงเส้นตรงทั้งหมด

2) วิธีไดนามิกโปรแกรมมิง (dynamic programming)

วิธีไดนามิกโปรแกรมมิง คือ วิธีการจัดกำหนดการทำงานที่มีการแบ่งงานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จัดกำหนดการทำงานไปแล้วและกลุ่มที่ยังไม่ได้จัดกำหนดการทำงาน

3) วิธีการแตกกิ่ง (branch and bound)

วิธีการแตกกิ่ง คือ วิธีที่ใช้หลักการตัดทอนแจกนับ ซึ่งเป็นการตัดส่วนที่ไม่มีโอกาสที่จะเป็นคำตอบออกจากการพิจารณา ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

- การแตกกิ่ง (branching) : เป็นกระบวนการแบ่งส่วนของปัญหาขนาดใหญ่ออกเป็นปัญหาขนาดย่อยมากกว่า 2 ปัญหาขึ้นไป
- การจำกัดเขต (bounding) : เป็นกระบวนการคำนวณค่าขอบเขตล่าง (lower bound) ที่ดีที่สุดของของปัญหาย่อย ประสิทธิผลจะขึ้นอยู่กับค่าขอบเขตล่างที่ดีจะทำให้ผลที่ได้ดีที่สุด

2. วิธีการทางฮิวริสติก (heuristic method)

Rardin (1998) กล่าวว่า วิธีการทางฮิวริสติก เป็นการนำกฎต่างๆมาใช้หาผลลัพธ์ที่น่าพอใจของปัญหา ซึ่งไม่สามารถรับรองได้ว่าจะเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด สามารถหาผลลัพธ์ของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้โดยไม่ต้องคำนวณมาก การแก้ปัญหาด้วยวิธีการหาคำตอบแบบฮิวริสติก ซึ่งมีความหลากหลายและมีความเหมาะสมกับปัญหาต่างๆกัน ยกตัวอย่างเช่น

1) Decomposition heuristic

Decomposition heuristic เป็นวิธีการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆ แล้วแก้ปัญหาแต่ละส่วนแยกออกจากกันซึ่งมีวิธีการแก้ปัญหาหลายแบบ

2) Improving search

Improving searc เป็นวิธีการหาคำตอบโดยเริ่มที่คำตอบเบื้องต้นที่มีจำนวนตัวแปรครบทุกตัว แล้วปรับปรุงคำตอบโดยการปรับค่าตัวแปรตามแนวทางการปรับค่าของตัวแปร (move set or neighborhood) ทำให้คำตอบของปัญหาขึ้นอยู่กับการเลือกคำตอบเบื้องต้น ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ปัญหาที่มีขนาดใหญ่จะทำให้การปรับปรุงค่าแต่ละครั้งไม่มีประสิทธิภาพ แต่หากปัญหาที่มีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้อาจไม่ครอบคลุมคำตอบที่ดีได้

3) Tabu search

Tabu search เป็นวิธีการหาคำตอบที่ขยายแนวคิดจากวิธีแบบ Local search ซึ่งยอมให้ย้ายค่าไปในตำแหน่งที่ไม่ปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้นได้ แต่อาจจะทำให้เกิดการย้ายอย่างไม่สิ้นสุด การปรับปรุงค่าครั้งต่อไปทำให้คำตอบย้ายกลับไปจุดเดิม ดังนั้น Tabu search จึงมีกลไกป้องกันโดยการปรับปรุงค่าที่จะทำให้คำตอบย้ายเข้าตำแหน่งก่อนหน้า และห้ามการปรับปรุงค่าบางแนวทาง เพื่อป้องกันการเกิดการวนรอบ โดยใช้ tabu list บันทึกการย้ายตำแหน่งและเก็บคำตอบไว้เสมอ

4) Relaxation heuristic

Relaxation heuristic เป็นวิธีการหาคำตอบอย่างง่ายของปัญหาแบบ Exact optimization อาศัยการลดความยุ่งยากของการแก้ปัญหาบางส่วน เช่น การ relax ค่า optimum โดยการปัดตัวเลขเพื่อให้หาคำตอบได้ง่ายและเร็วขึ้น วิธี Relaxation heuristic ไม่เหมาะกับปัญหาที่มีความซับซ้อนในการสร้างโมเดลหรือปัญหาที่เป็น Integer-infeasible

5) Constructive search

Constructive search เป็นวิธีการหาคำตอบโดยอาศัย null solution แล้วแก้ปัญหาแบบครั้งต่อครั้งโดยอาศัยข้อมูลจากการแก้ปัญหาครั้งก่อน และจะคำนึงถึงประโยชน์เฉพาะหน้า การตัดสินใจแต่ละครั้งจะทำตาม Greedy way ซึ่งจะเลือกคำตอบที่ดีที่สุดจากคำตอบปัจจุบันที่มีอยู่ ซึ่ง

คำตอบที่ได้ขึ้นกับลำดับการแก้ปัญหา ดังนั้นการแก้ปัญหาก่อนหน้าที่ไม่ดีจะส่งผลต่อคำตอบในครั้งถัดไป

6) Local search หรือ Hill climbling

Local search เป็นวิธีการหาคำตอบที่ประยุกต์มาจาก Improving search โดยเริ่มต้นจาก Initial feasible solution แล้วปรับปรุงค่าตาม neighborhood หากคำตอบที่ได้ดีขึ้นก็จะทำ Iteration ซ้ำๆต่อไป แต่หากคำตอบไม่ดีขึ้นจะหยุดทำซ้ำโดยได้คำตอบแบบ Local optimum ซึ่งวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาคำตอบที่วนอยู่ใน Local optimum คือ วิธี Multistart ซึ่งจะเลือกจุดที่ใช้เป็น Initial feasible solution หลายๆจุด ซึ่งแต่ละจุดจะทำให้ได้ค่า Local optimum ที่แตกต่างกันโดยจะให้ค่า Local optimum ที่ดีที่สุด

7) Simulated annealing (SA)

Simulated annealing เป็นวิธีการยอมรับการเคลื่อนที่ที่ไม่ปรับปรุงค่าคำตอบให้ดีขึ้นด้วยการทดสอบความน่าจะเป็นจากการสุ่ม เพื่อหลีกเลี่ยงการวนรอบ

8) Insertion Heuristic

Insertion Heuristic เป็นวิธีการแทรกงานที่เข้ามาในระบบใหม่ โดยต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดของการจัดกำหนดการทำงาน ถ้าหากงานที่เข้ามาใหม่ไม่สามารถเพิ่มไปบนกำหนดการทำงานเดิมได้อีก ก็จะจัดกำหนดการทำงานขึ้นมาใหม่และจะทำซ้ำจนกว่างานทั้งหมดจะถูกจัดกำหนดการทำงานได้

2.2 การซ่อมบำรุงรักษา

2.2.1 ความหมายของการซ่อมบำรุงรักษา

จิตรา รู้กิจการพานิช (2544) กล่าวว่า งานบำรุงรักษา คือ “กิจกรรมทุกอย่างที่จำเป็นต่อการทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ทำงานหรือใช้งานได้ตามต้องการ”

2.2.2 วัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงรักษา

จิตรา รู้กิจการพานิช (2544) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของงานซ่อมบำรุงรักษา คือ การทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ทำงานได้ด้วยสมรรถนะที่สูงที่สุด สามารถใช้งานได้ใกล้เคียงกับสภาพเดิมมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ ประสิทธิผล ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามเป้าหมายทั้งทางด้านคุณภาพและราคา

2.2.3 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา

ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมบำรุงเปรียบได้กับภูเขาน้ำแข็ง แสดงในภาพที่ 2.3 โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน (ไกรวิทย์ เศรษฐวนิช, 2546 ; จิตรา รู้กิจการพานิช, 2544) ดังนี้

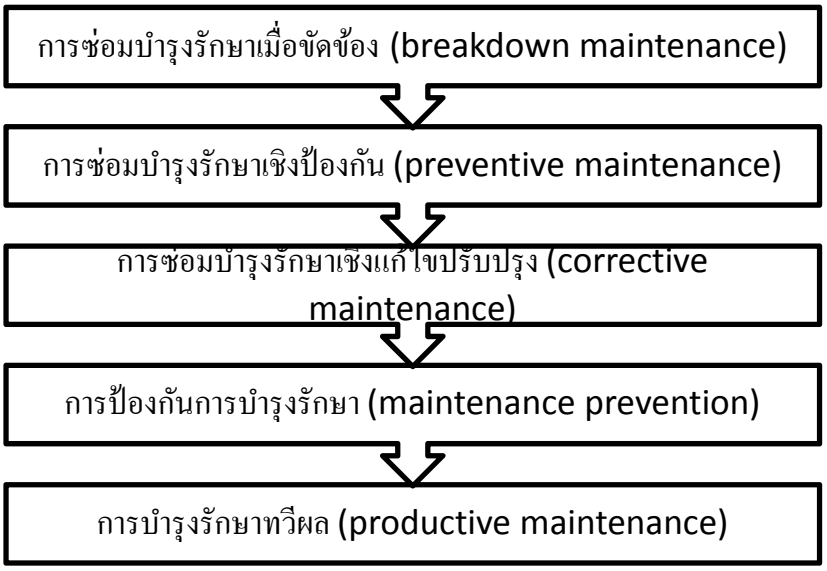
1. ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางตรง (direct maintenance cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เห็นชัดเจนและหาได้จากระบบบัญชีของบริษัท มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสมรรถนะของงานซ่อมบำรุง เช่น เงินเดือนและค่าจ้าง ค่าอะไหล่และวัสดุในการซ่อมบำรุง ค่าดำเนินงานธุรการ ค่าใช้จ่ายสำหรับฝึกอบรม ค่าแรงงานสำหรับผู้รับเหมา และค่าปรับแต่งแก้ไขงาน
2. ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงทางอ้อม (indirect maintenance cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการสูญเสียรายได้หรือการสูญเสียอื่นๆที่มีผลจากการหยุดการผลิตเนื่องจากการซ่อมบำรุง ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุง สามารถพิจารณาการสูญเสียได้ ดังนี้
    1) การสูญเสียคุณภาพ (quality losses) การปรับลดค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงรักษาส่งผลให้คุณภาพของสินค้าลดลงเมื่อเครื่องจักรขาดการซ่อมบำรุงรักษาที่ดี
    2) การสูญเสียพลังงาน (energy losses) การซ่อมบำรุงที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้ใช้พลังงานสิ้นเปลืองมากขึ้น ซึ่งถ้ามีการซ่อมบำรุงที่ดีจะทำให้ใช้พลังงานลดลง
    3) ค่าใช้จ่ายการลงทุน (capital cost) การซ่อมบำรุงที่ไม่ดี ส่งผลให้เครื่องจักรเกิดการเสียหายทำให้ค่าใช้จ่ายการลงทุนสูงขึ้น
    4) การสูญเสียจากการผลิต (production losses) การซ่อมบำรุงที่ดี ส่งผลให้การสูญเสียจากกระบวนการผลิตลดลง
    5) การสูญเสียกำลังการผลิต (capacity losses) การซ่อมบำรุงที่ไม่มีประสิทธิภาพในระยะยาว ส่งผลให้กำลังผลิตของเครื่องจักรลดลง เนื่องจากการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร รวมทั้งผลผลิตที่ลดลงด้วย
    6) สภาวะแวดล้อมการทำงาน (work environment) สภาวะแวดล้อมการทำงานที่ดีมีส่วนสร้างบรรยากาศที่ดีต่อการทำงานและทำให้เกิดความปลอดภัย
    7) การสูญเสียทางการตลาด (lost market) การซ่อมบำรุงที่ไม่มีประสิทธิภาพและขาดแผนการที่ดี ส่งผลต่อการส่งมอบสินค้าแก่ลูกค้า
    8) การลงทุนเพิ่มขึ้น (increased investment) การซ่อมบำรุงที่ไม่มีประสิทธิภาพส่งผลให้ต้องหาซื้อเครื่องจักรใหม่มาทดแทนเร็วกว่าที่กำหนด

ที่มา : จิตรา รู้กิจการพานิช (2544)

ภาพที่ 2.3 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมบำรุง

2.2.4 วิวัฒนาการของการซ่อมบำรุงรักษา

ธานี อ่อมอ้อ (2547) กล่าวว่า วิวัฒนาการของการซ่อมบำรุง ประกอบไปด้วย 5 ประเภท แสดงดังภาพที่ 2.4 ดังนี้



ภาพที่ 2.4 วิวัฒนาการของการซ่อมบำรุง

1. การซ่อมบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (breakdown maintenance)

การซ่อมบำรุงจะดำเนินการก็ต่อเมื่อเครื่องจักรเกิดการเสียหายแบบฉับพลัน และจำเป็นต้องหยุดการผลิตทันที เป็นการซ่อมที่ไม่สามารถทราบได้ว่าจะเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่วนใดและเวลาใดเป็นวิธีการที่ไม่ดี

2. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (preventive maintenance)

การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เป็นการซ่อมบำรุงที่ดำเนินการก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการขัดข้อง โดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรตามระยะเวลาของแผนที่ระบุไว้ ซึ่งยังรวมถึงวิธีการซ่อมบำรุงประเภท การพยากรณ์ความเสียหายของเครื่องจักร (predictive maintenance) ซึ่งก็คือ การวางแผนการตรวจสอบ เครื่องจักรเป็นคาบเวลา เช่น การตรวจสอบรายสัปดาห์ รายเดือน หรือราย 3 เดือน เป็น หากค่าที่ตรวจสอบได้มีแนวโน้มที่สูงขึ้น หรือผิดปกติ ก็นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อวางแผนการหยุดเครื่องจักรในการซ่อมแซมต่อไป การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมีผลดีต่อการผลิต เนื่องจากเป็นการดำเนินงานที่มีแบบในการกำหนดเวลาหยุดเครื่องจักร เพื่อการซ่อมบำรุง การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมีนโยบายพื้นฐานของการซ่อมบำรุง (จิตรา, 2544) คือ

1) นโยบายยึดการเสียเป็นหลัก (failure-based policy) เป็นการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเสีย
2) นโยบายยึดการใช้งานเป็นหลัก (use-based policy) เป็นการซ่อมบำรุงเมื่อมีการใช้งานครบตามกำหนดจำนวนหรือเวลา

3) นโยบายยึดเงื่อนไขเป็นหลัก (condition-based policy) เป็นการซ่อมบำรุงเมื่อพารามิเตอร์ของระบบมีค่าตามเงื่อนไข เป็นการตรวจสอบเพื่อให้ทราบถึงเวลาที่ต้องซ่อมบำรุง
4) นโยบายยึดโอกาสเป็นหลัก (opportunity-based policy) เป็นการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเสีย และมีการหยุดการผลิตทั้งสายการผลิต
5) นโยบายยึดการออกแบบเพื่อไม่ต้องบำรุงรักษา (design-out maintenance policy) เป็นการซ่อมบำรุงที่เน้นปรับปรุงเครื่องจักรให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา

3. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (corrective maintenance)

การซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง เป็นการซ่อมบำรุงเพื่อทำให้เครื่องจักรดูแลง่ายขึ้น ใช้งานง่าย และซ่อมแซมง่ายขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1) กำจัดจุดยากลำบาก เช่น จุดในการปรับแต่ง จุดในการตรวจเช็ค จุดในการทำความสะอาด
2) กำจัดแหล่งเกิดปัญหา เช่น แหล่งสกปรก แหล่งอันตราย แหล่งกำเนิดอุณหภูมิและเสียงที่ผิดปกติ
3) การควบคุมการมองเห็นและป้องกันความผิดพลาด

4. การป้องกันการบำรุงรักษา (maintenance prevention)

การป้องกันการบำรุงรักษา เป็นการทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ไม่ต้องมีการซ่อมบำรุงให้มากที่สุด หรือถ้าหากมีก็ให้น้อยที่สุด เลือกเครื่องจักรที่มีความทนทาน ซ่อมง่าย และมีราคาเหมาะสม มีกิจกรรมเพื่อป้องกันการบำรุง ดังนี้

1) พิจารณาความต้องการบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อทำให้เครื่องจักรใช้ประโยชน์ได้สูงสุด
2) การบำรุงรักษา ควรทำเพื่อเพิ่มอัตราการใช้งานเครื่องจักรระยะยาว เครื่องจักรผลิตงานมีคุณภาพ เป็นต้น

5. การบำรุงรักษาทวีผล (productive maintenance)

การบำรุงรักษาทวีผล เป็นการบำรุงรักษาเพื่อเตรียมความพร้อมเมื่อเครื่องจักรเสียหาย โดยนำรูปแบบการบำรุงรักาต่างๆมารวมเข้าด้วยกัน ได้แก่

1) การซ่อมบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง เพื่อความพร้อมเมื่อเครื่องจักรเสียหาย
2) การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อไม่ให้เครื่องจักรเสียระหว่างการผลิต
3) การซ่อมบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้เครื่องจักรใช้งานง่าย
4) การป้องกันการบำรุงรักษา เพื่อลดเวลาการบำรุงรักษาลง

2.2.5 ประโยชน์ของการซ่อมบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาที่มีประสิทธิผลจะก่อให้เกิดผล ดังต่อไปนี้

1. เกิดความปลอดภัยทั้งสิ่งแวดล้อมและการทำงาน
2. เครื่องจักรที่ใช้สามารถผลิตได้อย่างน่าเชื่อถือ และผลิตได้ตามปริมาณที่ต้องการ
3. สามารถกำหนดค่าแรงงานในการซ่อมบำรุงได้
4. สามารถตั้งงบประมาณสำหรับการซ่อมบำรุงล่วงหน้าได้ เนื่องจากทราบค่าอะไหล่ที่ต้องใช้ และค่าแรงที่ต้องดำเนินการ

2.2.6 ระบบจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

วัฒนา เชียงกูล (2546) กล่าวว่า ระบบจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computerized Maintenance Management System : CMMS) คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่จัดการซ่อมบำรุงรักษาตามความเหมาะสมและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ สามารถช่วยบริหารงานประจำวัน และสร้างการติดต่อระหว่างหน่วยผลิตและหน่วยซ่อมบำรุง ระบบจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีระบบฐานข้อมูลให้ผู้ใช้งานได้ใส่ข้อมูล แล้วโปรแกรมจะสร้างคำสั่งงานและรายงานงาน ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาด้วยคอมพิวเตอร์พื้นฐานโดยทั่วไปประกอบด้วยระบบย่อยต่างๆ ได้แก่

1. ระบบอุปกรณ์ (equipment system) คือ ระบบที่ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของเครื่องจักร เช่น ชนิด ผู้ผลิต หมายเลขอุปกรณ์ วันที่ติดตั้ง ระยะเวลาการใช้งาน ราคา สถานที่ตั้ง กำหนดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน อะไหล่ ประวัติการซ่อมบำรุง และข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์นั้น เป็นต้น
2. ระบบสั่งงานซ่อมบำรุง (work order system) คือ ระบบที่สั่งงานซ่อมจากหน่วยที่ใช้เครื่องจักร และสั่งงานซ่อมจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
3. ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (preventive maintenance system) คือ ระบบที่ตรวจสอบชิ้นส่วนของเครื่องจักรตามคาบเวลา (periodic inspection) เพื่อป้องกันการหยุดงานของอุปกรณ์แบบฉุกเฉิน ระบบนี้จะเก็บรักษาข้อมูลวิธีการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ตามหมายเลขเครื่อง ความถี่การซ่อมบำรุงรักษา วันที่เริ่มทำงานซ่อมบำรุง และหมายเลขงาน เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะแสดงข้อมูลเป็นรายสัปดาห์ โดยกำหนดจากวันที่เริ่มทำงาน และความถี่ของการซ่อมบำรุง เมื่อครบกำหนดเวลา ระบบจะสั่งงานซ่อมบำรุง

4. ระบบควบคุมชิ้นส่วนอะไหล่และคงคลัง (spare parts inventory control system) คือ ระบบที่ทำหน้าที่จัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลของชิ้นส่วนและเครื่องมือซ่อมบำรุงต่างๆ เมื่อมีการเบิกใช้ชิ้นส่วน ระบบจะปรับจำนวนที่มีอยู่ในมืออัติโนมัติ

ประโยชน์ของระบบจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

1) เป็นระบบที่จัดเก็บ ประมวลผลประวัติ และสมรรถนะของเครื่องจักรในเรื่องของ ความพร้อม อัตราการผลิต และคุณภาพ
2) สามารถนำประวัติการซ่อมบำรุงมาช่วยวิเคราะห์หาสาเหตุการเสีย เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงได้
3) ลดเวลาการประเมินผลของประวัติการซ่อมบำรุงอุปกรณ์
4) สามารถนำประวัติการเสียของอุปกรณ์ไปพัฒนาความน่าเชื่อถือได้
5) ช่วยจัดการระบบอะไหล่ให้ง่ายต่อการบริหาร
6) สนับสนุนการควบคุมวัดผล โดยนำดัชนีชี้วัดตามมาตรฐานสากล
7) ช่วยลดความยุ่งยากทางด้านเทคนิคออกจากทางด้านบริหาร

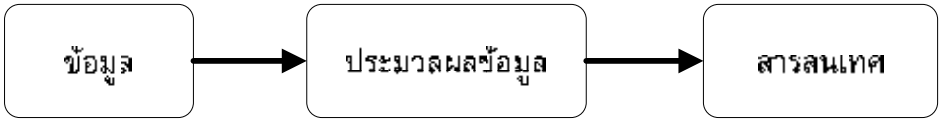
2.3 ระบบสารสนเทศ

2.3.1 นิยาม

ณัฏฐพันธ์ และไพบูลย์ (2542) ให้คำนิยามที่เกี่ยวกับ “ระบบสารสนเทศ” ดังนี้

ข้อมูล (data) หมายถึง ข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นบุคคล สัตว์ ผลิตภัณฑ์ สถานการณ์ เหตุการณ์ หรืออื่นๆ โดยอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ หรือตัวเลขซึ่งใช้แทนข้อเท็จจริงนั้น โดยยังไม่ผ่านการประมวลผล

สารสนเทศ (information) หมายถึง ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผล ให้เกิดเป็นความรู้ตามที่ต้องการใช้ประโยชน์ อาจเป็นตัวอักษร ตัวเลข ภาพ และเสียง เป็นต้น ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและสารสนเทศ แสดงได้ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศ

ระบบสารสนเทศ (information system) หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยคน เครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำงานประสานกัน เพื่อจัดทำสารสนเทศสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงาน การจัดการ และการตัดสินใจในหน่วยงาน หรือ องค์กร

สารสนเทศที่ดีควรมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ความถูกต้อง ความทันต่อการใช้งาน ความสมบูรณ์ ความกะทัดรัดของสารสนเทศ และ การตรงกับความต้องการ

2.3.2 แหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ประมวลผลเพื่อให้เกิดเป็นสารสนเทศมาจาก 2 แหล่ง คือ แหล่งข้อมูลภายนอกองค์กร และแหล่งข้อมูลภายในองค์กร

1. แหล่งข้อมูลภายนอกองค์กร

แหล่งข้อมูลภายนอกองค์กรเป็นแหล่งข้อมูลซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดข้อมูลเอง หรือแหล่งกระจายข้อมูลที่มีในสังคม แหล่งข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ ตัวลูกค้า บริษัทขายสินค้า บริษัทคู่แข่ง หนังสือ วารสารทางธุรกิจ สมาคมต่างๆ หรือหน่วยงานของรัฐ เป็นต้น

2. แหล่งข้อมูลภายในองค์กร

แหล่งข้อมูลภายในองค์กรประกอบด้วยแหล่งข้อมูลจากพนักงานภายในองค์กร และจากหน่วยงานต่างๆ ขององค์กร แหล่งข้อมูลนี้จะให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่างๆขององค์กร ซึ่งการได้มาของข้อมูลภายในนี้อาจจะได้จากวิธีการที่ไม่เป็นทางการ เช่น การพบปะพูดคุยกันเป็นต้น

2.3.3 เป้าหมายของระบบสารสนเทศ

เป้าหมายของระบบสารสนเทศสำหรับองค์กรต่างๆ มักมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้ (ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และคณะ, 2541)

1. การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน (operational efficiency)

เป็นการช่วยให้งานที่ทำอยู่นั้นสามารถทำได้เร็วขึ้น มีความถูกต้องมากขึ้น ทำให้พนักงานมีเวลาในการเรียนรู้งานใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลักษณะที่เห็นได้ คือ เป็นการทำสิ่งที่มีอยู่ให้ดีขึ้น (Do things better)

2. การเพิ่มประสิทธิภาพของหน้าที่งาน (functional effectiveness)

เป็นการช่วยให้ผู้บริหารมีมุมมองที่มากและกว้างขึ้น ได้รับทราบถึงข้อมูลที่หลากหลาย ช่วยในการตัดสินใจ รวมทั้งสามารถบริหารควบคุมหน่วยงานได้ดีขึ้น ลักษณะที่เห็นได้ คือ เป็นการทำในสิ่งที่ดีกว่า (Do better things)

3. การเพิ่มคุณประโยชน์ในเชิงการแข่งขัน (competitive advantage)

เป็นการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันเมื่อเทียบกับคู่แข่ง ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการตอบสนองความต้องการของลูกค้า การผลิตสินค้าใหม่ๆเข้าสู่ตลาด การสร้างโอกาสทางธุรกิจ เป็นต้น ประโยชน์ในข้อนี้ ถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับองค์กรต่างๆในปัจจุบัน ลักษณะที่เห็นได้ คือ เป็นการทำในสิ่งที่ดีและสิ่งที่ใหม่ (Do better and new things)

2.3.4 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศ (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2554) ประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่

1. บุคลากร (people) คือ บุคคลที่มีส่วนร่วม ส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับงานด้านระบบสารสนเทศ
2. ฮาร์ดแวร์ (hardware) เป็นอุปกรณ์ในระดับกายภาพของระบบสารสนเทศ ซึ่งจะมองเห็นและสัมผัสได้
3. ซอฟต์แวร์ (software) หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ควบคู่กับฮาร์ดแวร์ แบ่งเป็นซอฟต์แวร์ระบบ และซอฟต์แวร์ประยุกต์
4. กระบวนการทำงาน หรือขั้นตอนการปฏิบัติงาน (procedure) เป็นกระบวนการทำงานที่นำไปสู่การสร้างกรอบการทำงานของระบบสารสนเทศ เป็นงานและหน้าที่ทางธุรกิจที่พนักงานต้องปฏิบัติ
5. ข้อมูล (data) หมายถึง ข้อมูลดิบ เป็นข้อมูลที่รอการประมวลผล

2.3.5 โครงสร้างระบบสารสนเทศ

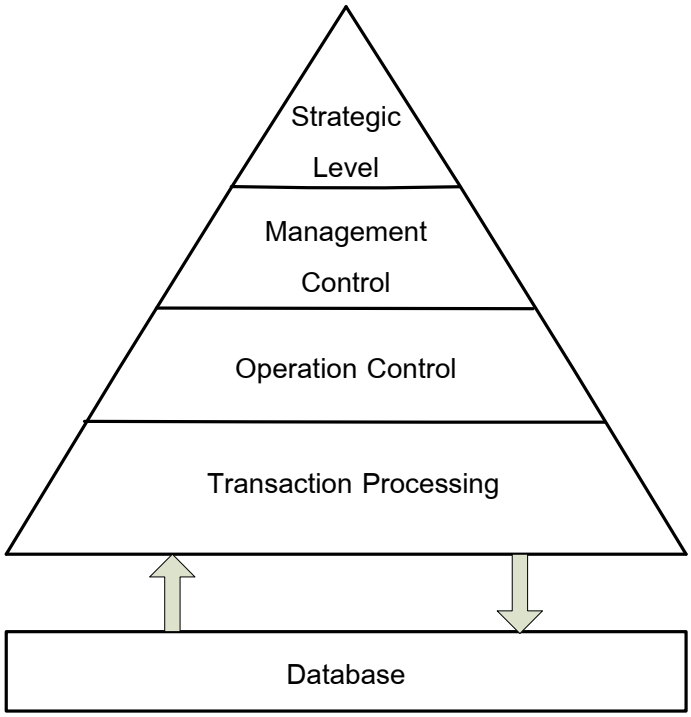
โครงสร้างระบบสารสนเทศสามารถพิจารณาได้จาก 2 แนวทาง คือ โครงสร้างระบบสารสนเทศที่แบ่งตามระดับการบริหาร และโครงสร้างระบบสารสนเทศที่แบ่งตามแหล่งที่มาของข้อมูล

โครงสร้างระบบสารสนเทศที่แบ่งตามระดับการบริหาร โดยปกติการบริหารจัดการในหน่วยงานต่างๆ มักจะแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

1. การบริหารระดับสูง เรียกว่า ระดับกลยุทธ์ (strategic level) เป็นการวางแผนระยะยาว กำหนดเป้าหมายไปข้างหน้า 3-5 ปี หรือมากกว่านั้น
2. การบริหารระดับกลาง เรียกว่า ระดับกลวิธี (tactical level) เป็นการจัดการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ โดยทำแผนดำเนินการสั้นประมาณ 1 ปี

3. การบริหารระดับล่าง เรียกว่า ระดับปฏิบัติการ (operational level) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนระยะสั้นที่ได้กำหนดไว้

โครงสร้างระบบสารสนเทศที่แบ่งตามระดับการบริหารทั้ง 3 ระดับดังกล่าว เมื่อนำมาสัมพันธ์กับระบบสารสนเทศจะมีโครงสร้างระบบสารสนเทศ ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 พีระมิดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารและระบบสารสนเทศ

2.3.6 ฐานข้อมูล

ไพบูลย์ เกียรติโกมล และณัฏฐพันธ์ เขจรนันทร์ (25551) กล่าวว่า ฐานข้อมูล (database) คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมีแบบแผน เพื่อสามารถนำข้อมูลมาประมวลผล และประยุกต์ใช้งานตามที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลมักจะประกอบด้วยข้อมูลย่อยหลายๆส่วน (field) โดยที่แต่ละส่วนจะไม่มีความหมาย แต่ถ้านำข้อมูลหลายส่วนมารวมกันจะเกิดเป็นรายการ (record) แต่ถ้านำข้อมูลหลายรายการมารวมกันจะเกิดเป็นแฟ้มข้อมูล (file) แต่ถ้านำข้อมูลหลายแฟ้มข้อมูลมารวมกันจะเกิดเป็นฐานข้อมูล (database)

<u>คุณสมบัติของฐานข้อมูลที่มีคุณภาพ</u>

1. ข้อมูลมีความปลอดภัยจากการโจรกรรม หรือความผิดพลาดโดยไม่ได้ตั้งใจ
2. มีความสมดุลระหว่างอุปกรณ์ ชุดคำสั่ง และผู้ใช้

3. สามารถจัดการและปรับปรุงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และตรงตามความต้องการ
4. สามารถตอบสนองต่อความต้องการได้อย่างสะดวก และรวดเร็วต่อการใช้งาน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกำหนดการทำงาน

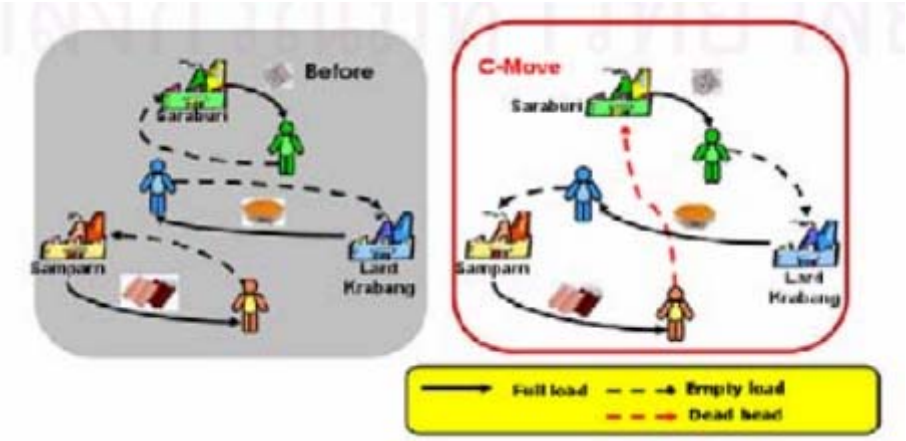
Berbeglia และคณะ (2010) ได้ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบพลวัตที่เกี่ยวกับการรับและส่งสินค้า พบว่าการจัดเส้นทางเดินรถที่ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ มักที่จะใช้วิธี insertion เช่น Mitrovic´-Minic´ et al. (2004) ได้ใช้วิธีการแทรกงานที่เข้ามาใหม่ไปในเส้นทางเดิมในตำแหน่งที่ต้องการหรือตำแหน่งที่ไม่มีงาน แล้ววางแผนปรับเปลี่ยนเส้นทางใหม่ ซึ่งวิธี insertion heuristic เป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนและสามารถแทรกงานลงบนเส้นทางขนส่งเดิมได้อย่างรวดเร็ว

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขนส่งแบบต่อเนื่อง

- อรประไพ จารุพัฒน์ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอฮิวริสติกสำหรับการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิด ที่มีการรับ-ส่งสินค้าตลอดเส้นทาง ภายใต้กรอบเวลาการส่งมอบ และข้อจำกัดความจุในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง เพื่อให้ได้ระยะทางรวมสั้นที่สุด แนวคิดการจัดเส้นทางเดินรถของงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่
  - ขั้นตอนแรกเป็นการเลือกความต้องการขนส่ง ซึ่งพิจารณาจากงานที่มีความเร่งด่วนมาก เพื่อให้ขนส่งสินค้าได้ตามเวลาที่กำหนด โดยเลือกจากงานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วที่สุด แต่ถ้ากำหนดส่งมอบเท่ากันให้พิจารณาจากงานที่มีเวลาเหลือก่อนจะถึงกำหนดส่งมอบน้อยสุด
  - ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสร้างเส้นทางเดินรถ โดยเลือกงานค้างส่งมาจัดเส้นทางให้กับรถขนส่งที่ถูกระบุการรับสินค้านั้นอยู่แล้วเป็นลำดับแรก เพื่อสร้างเส้นทางเริ่มต้น โดยนำวิธีการแทรกงานมาใช้

  ผลที่ได้จากการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งที่ได้จากฮิวริสติกของงานวิจัยกับวิธีการจัดเส้นทางแบบ Nearest Neighbor พบว่าการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิดด้วยวิธี Insertion heuristic ให้คำตอบที่ดีกว่าประมาณ 6.51%
- ธัชนันท์ โล่ห์สถาพรพิพิธ (2550) ได้ศึกษาการขนส่งที่แตกต่างกันระหว่างการขนส่งแบบปกติ และการขนส่งแบบต่อเนื่อง แสดงดังภาพที่ 2.7 โดยมี

วัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงข้อดี และข้อที่ควรแก้ไข เพื่อมาพัฒนารูปแบบการขนส่งแบบต่อเนื่องให้ดียิ่งขึ้น โดยใช้ข้อมูลจริงจากผู้ขนส่งรายหนึ่งมาเปรียบเทียบด้านการเงิน ด้านลูกค้า และด้านกระบวนการภายใน พบว่าด้านการเงินการขนส่งแบบต่อเนื่องทำให้ผู้ว่าจ้างได้รับผลประโยชน์



ภาพที่ 2.7 การขนส่งแบบกลับจุดพำนักเปรียบเทียบกับการขนส่งแบบต่อเนื่อง

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการการซ่อมบำรุง

การใช้งานรถขนส่งทั่วไปมักเกิดการเสื่อมสภาพของรถขนส่ง เพื่อให้รถขนส่งอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ จึงควรมีแผนการจัดการด้านการซ่อมบำรุงรถขนส่ง ซึ่งการบำรุงรักษาก่อให้เกิดประโยชน์ คือ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้ เพราะไม่เกิดค่าใช้จ่ายที่ต้องมีการสำรองอะไหล่และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มั่นใจในความเสถียรของระบบการทำงาน (Tinga, 2010)

จากการอ่านบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุง พบว่านโยบายการบำรุงรักษาแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ การซ่อมบำรุงเพื่อการแก้ไข การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ โดยระบุข้อดีและข้อเสียของแต่ละประเภทไว้อย่างสั้นๆ ดังนี้ การซ่อมบำรุงเพื่อการแก้ไข เป็นการซ่อมหรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อชิ้นส่วนเหล่านั้นเกิดการเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากการเสียของชิ้นส่วนไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ จึงได้เสนอการบำรุงรักษาอีกแบบขึ้น คือ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ซึ่งมีจุดประสงค์ที่จะป้องกันการเสียของชิ้นส่วนใดๆ โดยการเปลี่ยนหรือซ่อมก่อนที่จะเกิดการเสียของชิ้นส่วนนั้นๆ ประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันขึ้นอยู่กับความสามารถในการพยากรณ์ช่วงเวลาในการซ่อมหรือการเปลี่ยนอะไหล่ เพราะสิ่งสำคัญของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน คือการหาช่วงเวลาที่เหมาะสม เช่น ระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ในการซ่อมหรือการเปลี่ยนชิ้นส่วน เพราะถ้าช่วงเวลายาวนานเกินไปก็อาจจะทำให้เกิดการเสียก่อนถึงกำหนดการบำรุงรักษา แต่ถ้าช่วงเวลาสั้นเกินไป ก็จะทำให้เกิดการบำรุงรักษาที่มากเกินความจำเป็น ทำให้อายุการใช้งานของบางชิ้นส่วนถูกใช้งานอย่างไม่คุ้มค่า (Tinga , 2010) ประเภทสุดท้าย คือ การซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ เป็นวิธีการติดตามสถานะของชิ้นส่วนตามสภาพการใช้งานจริง แบบระบุช่วงเวลาที่ควรบำรุงรักษา (Wang, 2002)

จากรูปแบบของนโยบายทั้ง 3 ประเภท ผู้วิจัยเห็นว่าการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันนั้นมีความเหมาะสมกับการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องมากที่สุด เนื่องจากการซ่อมบำรุงเพื่อการแก้ไขไม่สามารถคาดการณ์การเสียหายล่วงหน้าได้ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อการขนส่งสินค้า ส่วนการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์นั้นจำเป็นต้องมีการติดตามสภาพของชิ้นส่วนต่างๆ อย่างใกล้ชิด ซึ่งต้องอาศัยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ หรือได้เครื่องมืออุปกรณ์ที่มีราคาค่อนข้างสูง

บทที่ 3
รูปแบบปัญหาของงานวิจัย

ปัญหาการการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งของงานวิจัยนี้ มีลักษณะข้อมูลเป็นแบบพลวัต (dynamic) คือ ข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถไม่มีความแน่นอน อาจเปลี่ยนแปลงได้ ข้อมูลจะทยอยเข้ามาระหว่างการจัดเส้นทางเดินรถ เช่น ความต้องการขนส่งของลูกค้า เนื้อหาในบทนี้สามารถแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

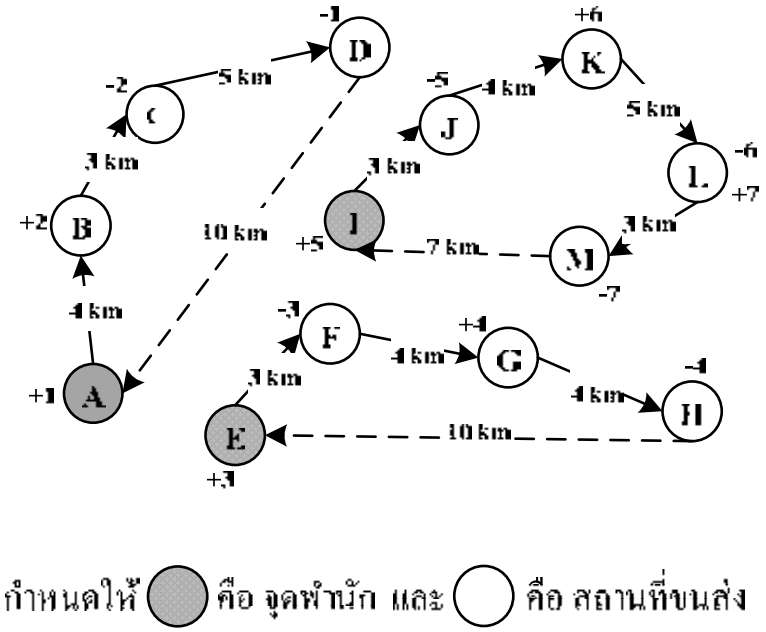
1. รูปแบบเส้นทางการเดินรถขนส่ง
2. การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง
3. ข้อกำหนดของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

3.1 รูปแบบเส้นทางการเดินรถขนส่ง

3.1.1 การเดินรถขนส่งแบบมีจุดพำนักประจำ

การเดินรถขนส่งแบบมีจุดพำนักประจำ คือ ระบบขนส่งที่มีจุดรับและจุดส่งหลายจุดกระจายตัวกันอยู่ และมีจุดพำนักประจำหลายจุดการใช้งานรถขนส่งส่วนใหญ่มักมีจุดพำนักประจำ (home base) ให้กับรถ กล่าวคือ เริ่มต้นรถขนส่งจะเดินทางออกจากจุดพำนักประจำ เพื่อรับ-ส่งสินค้าโดยที่ไม่แวะอู่ซ่อมรถระหว่างการทำงาน เมื่อเสร็จงานมักมีกำหนดการจัดส่งจนไม่มีสินค้าเหลืออยู่บนรถ และรถขนส่งจะต้องเดินทางกลับมายังจุดพำนักประจำทุกครั้ง ซึ่งเป็นจุดเดียวกับจุดเริ่มต้นในการออกเดินทาง เมื่อรถขนส่งครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงก็จะซ่อมบำรุงที่ที่อู่ซ่อมรถเป็นประจำ ซึ่งอยู่ใกล้กับจุดพำนักนั้น แสดงในภาพที่ 3.1 ดังนี้

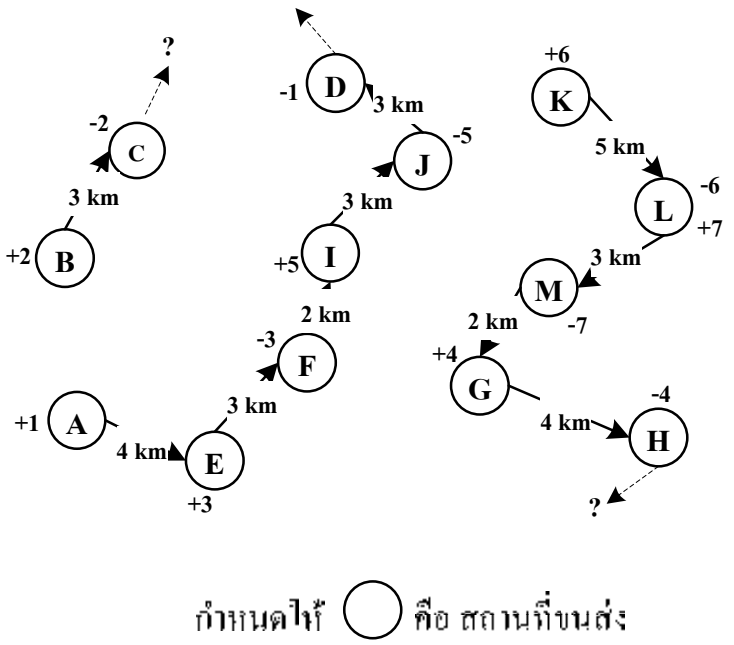
การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามระยะทางหรือระยะเวลาที่กำหนดที่มีการเดินรถขนส่งแบบมีจุดพำนักประจำสามารถทำได้สะดวก เนื่องจากมีการวางแผนขนส่งให้ไม่มีสินค้าเหลืออยู่บนรถเมื่อรถขนส่งเดินทางกลับมาที่จุดพำนักเมื่อเสร็จงาน และรถขนส่งมักมีอู่ซ่อมรถที่ใช้งานเป็นประจำ ดังนั้นการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งจึงเป็นการวางแผนบนข้อมูลที่รถไม่มีสินค้าเหลืออยู่บนรถ และมีอู่ซ่อมรถที่ใช้งานประจำที่อยู่ใกล้กับจุดพำนักนั้น



ภาพที่ 3.1 เส้นทางการขนส่งแบบมีจุดพำนักประจำ

3.1.2 การเดินรถขนส่งรถแบบต่อเนื่อง

การเดินรถขนส่งรถแบบต่อเนื่อง คือ ระบบการขนส่งที่มีจุดรับและจุดส่งหลายจุดกระจายตัวกันอยู่ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้มีระยะทางเดินรถรวมน้อยที่สุด ซึ่งเป็นระบบที่มีการจัดการเดินรถแบบรวมศูนย์ให้กับฝูงรถขนส่งในสังกัด โดยมีศูนย์กลางในการจัดสรรงานรับ-ส่งสินค้าให้กับรถขนส่ง ภายใต้กรอบเวลาการรับ-ส่งสินค้าที่กำหนด เมื่อศูนย์การจัดการรับงานแต่ละครั้งจะพิจารณารถคันที่เหมาะสมเพื่อจะวางแผนจ่ายงาน ส่งผลให้ต้องปรับเส้นทางเดินรถคันนั้นใหม่ และอาจส่งผลกระทบกับการปรับเส้นทางเดินรถคันอื่นด้วย ทำให้ใช้งานรถขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีระยะทางวิ่งของรถทุกคันรวมสั้นที่สุด โดยมีรูปแบบเส้นทางการเดินรถ คือ รถขนส่งมีสถานที่เริ่มต้นและสถานที่ปลายทางหลายแห่งในการรับ–ส่งสินค้าที่มีความต้องการขนส่งสินค้าระหว่างกัน รถสามารถรับและส่งงานได้หลายงานในสถานที่ต่างๆกัน โดยไม่จำเป็นต้องกลับมายังจุดพำนักประจำเมื่อครบรอบเวลาการทำงานแล้วออกไปใหม่ ทำให้รถคนส่งแต่ละคันมีปริมาณการใช้งานรถขนส่งที่มาก เมื่อรถขนส่งครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงระหว่างการขนส่งสินค้า ก็จะเข้าอู่ซ่อมรถระหว่างแผนการเดินรถนั้น



ภาพที่ 3.2 เส้นทางการขนส่งแบบแบบต่อเนื่อง

3.1.3 การเดินรถขนส่งแบบต่อเนื่องที่งานวิจัยพิจารณา

การวางแผนขนส่งที่มีการเดินรถทางไกลแบบต่อเนื่องที่งานวิจัยนี้พิจารณาใช้วิธีการของ อรประไพ (อรประไพ จารุพัฒน์, 2556) ในการสร้างแผนการเดินรถซึ่งเป็นการจัดเส้นทางการรับและส่งสินค้าให้กับรถขนส่งหลายคันซึ่งอาจมีความแตกต่างกัน ภายใต้กรอบเวลากำหนดการส่งมอบและข้อจำกัดความจุในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่งเพื่อให้ได้ระยะทางขนส่งรวมที่สั้นที่สุด รถขนส่งที่มีสินค้าอยู่บนรถสามารถรับสินค้าเพิ่มก่อนส่งสินค้าที่มีอยู่แล้วได้ โดยการแทรกงานขนส่งที่เข้ามาใหม่ลงบนเส้นทางเดิมที่เคยกำหนดไว้ ซึ่งไม่มีการปฏิเสธงานที่เข้ามาใหม่ แผนเส้นทางการเดินรถจะระบุข้อมูลของรถแต่ละคันว่างานที่ต้องทำเป็นการรับ หรือ ส่งสินค้าที่สถานที่ใด และในเวลาใด การจัดเส้นทางเดินรถมีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่ายการขนส่งรวม และจะต้องรับ-ส่งสินค้าในช่วงเวลาที่ลูกค้ากำหนดแบบมีความยืดหยุ่น ซึ่งจะกำหนดเวลาเร็วสุดที่เริ่มรับสินค้าได้ และเวลาช้าสุดที่ส่งสินค้าได้ การวางแผนเส้นทางการเดินรถมีกรอบเวลาของการวางแผนที่สำคัญอยู่ 3 ช่วงเวลา แสดงในภาพที่ 3.3 ดังนี้

กรอบเวลาของการวางแผนเส้นทางขนส่ง

การวางแผนเส้นทางการเดินรถมีกรอบเวลาของการวางแผนเส้นทางขนส่งที่สำคัญ ซึ่งเป็นช่วงเวลาในอนาคตที่การวางแผนเส้นทางขนส่งสามารถวางแผนไปถึง เพื่อที่สามารถดูผลกระทบ

และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันเวลา กรอบเวลาของการวางแผนเส้นทางขนส่งประกอบไปด้วย 3 ช่วงเวลา แสดงในภาพที่ 3.3 ดังนี้

ภาพที่ 3.3 กรอบเวลาของการวางแผนเส้นทางขนส่ง

1. ช่วงเวลาของการวางแผน (planning horizon)

เป็นช่วงเวลาที่แผนเส้นทางขนส่งมีการรับงานรับสินค้าและส่งสินค้า ซึ่งระบุสถานที่รับสินค้าและสถานที่นำสินค้านั้นไปส่ง พร้อมกับรายละเอียดของสินค้า เช่น ขนาด น้ำหนัก ช่วงเวลาที่ให้รับสินค้าและต้องส่งสินค้าถึงที่หมาย การมีข้อมูลดังกล่าวทำให้สามารถวางแผนเส้นทางเดินรถเพื่อการรับ-ส่งสินค้าได้โดยเบื้องต้น แต่แผนการเดินรถอาจจะต้องเปลี่ยนแปลงถ้ามีงานงานรับ-ส่งสินค้าเข้ามาเพิ่มเติม

2. ช่วงเวลาที่ไม่มีงานรับ-ส่งสินค้าเพิ่มเข้ามาในแผน (frozen-order period)

เป็นกรอบเวลาของการรับงานขนส่งสินค้าที่ผู้ประกอบการขนส่งกำหนดขึ้นมา เพื่อใช้ในการวางแผนเส้นทางขนส่งและรถขนส่งสามารถเดินทางไปรับหรือส่งสินค้าได้ทันตามเวลาที่ตกลง สามารถรับคำสั่งขนส่งสินค้าจากลูกค้าได้อยู่ แต่ช่วงเวลาจากปัจจุบันถึงเวลาที่กำหนดตามกรอบเวลาดังกล่าวจะไม่มีงานรับหรือส่งสินค้าเพิ่มเติมจากที่เคยได้รับไว้แล้ว ซึ่งจำนวนงานในช่วงเวลานี้จะไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวจึงมีแผนเส้นทางขนส่งที่ค่อนข้างแน่นอน และมักไม่มีการเปลี่ยนแปลง เว้นแต่เหตุการณ์สุดวิสัย

3. ช่วงเวลาที่ปรับแผนไม่ได้ (frozen-plan period)

ช่วงเวลาของแผนเส้นทางขนส่งที่มีการดำเนินงานตามแผนและส่งผลให้มีงานบางส่วนเริ่มดำเนินการไปแล้วแต่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ต้องดำเนินการต่อไป เช่น มีสินค้าอยู่บนรถขนส่งขณะกำลังเดินทางไปจัดส่ง หรือในด้านของพนักงานขับรถ ซึ่งจะต้องมีรอบเวลาของการทำงาน และการเคลื่อนย้ายพนักงานขับรถไปยังสถานที่ต่างๆ ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวนี้จึงไม่สามารถปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งได้ รวมถึงไม่สามารถซ่อมบำรุงรถขนส่งในช่วงเวลานี้ได้

3.2 การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง

การจัดเส้นทางเดินรถในงานวิจัยนี้ได้นำวิธีของอรประไพมาใช้ ซึ่งเป็นการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อการรับ-ส่งสินค้าเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง ดังนั้นการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่ง เป็นการซ่อมบำรุงรถขนส่งเมื่อครบตามรอบเวลาที่กำหนด จากแผนเส้นทางขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องรถขนส่งอาจครบกำหนดเวลาการซ่อมบำรุงในช่วงเวลาของแผนเส้นทางขนส่งพอดี รถขนส่งจึงมีความจำเป็นต้องวางแผนซ่อมบำรุงในช่วงเวลาของแผนเส้นทางขนส่งนั้น ซึ่งอาจส่งผลทำให้แผนเส้นทางขนส่งไม่มีเวลาว่างเพียงพอต่อการไปเข้าอู่ซ่อมรถ อาจมีสินค้าเหลืออยู่บนรถในช่วงเวลาที่ครบกำหนดการซ่อมบำรุง และต้องหาอู่ซ่อมรถที่สอดคล้องกับแผนการเดินรถ จะเห็นได้ว่ารูปแบบปัญหาของงานวิจัยมีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ ดังนั้นแนวทางการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง จึงต้องอาศัยการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกในการหาคำตอบ ด้วยการเพิ่มเงื่อนไข และข้อจำกัดต่างๆที่สอดคล้องกับสถานการณ์ของการจัดเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง เพื่อให้มีความเป็นจริงในทางปฏิบัติงานมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงใช้แนวคิดของวิธีการแทรก (insertion heuristic) งานซ่อมบำรุงไปในแผนเส้นทางเดินรถที่ไม่ได้วางแผนงานซ่อมบำรุงรวมไว้ตั้งแต่แรก และเมื่อมีการแทรกงานซ่อมบำรุงเกิดขึ้นก็จะต้องปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งหลังจากการแทรกงานซ่อมบำรุงและงานขนส่งของรถคันอื่น เพื่อกำหนดว่าควรนำรถขนส่งคันที่ครบกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาไปซ่อมบำรุงที่อู่ซ่อมรถใด ณ เวลาใด โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับงานขนส่งสินค้า และมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการใช้งานรถขนส่งตามแผนเส้นทางการเดินรถที่กำหนดมาก่อนเป็นอย่างดีแล้วต่ำที่สุด การวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่งานวิจัยนี้พิจารณามีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

3.3 ข้อกำหนดของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

3.3.1 ข้อมูลระบบขนส่ง

ระบบขนส่งที่สร้างขึ้นมีการบริหารงานขนส่งแบบรวมศูนย์ (centralize) คือ ระบบที่มีศูนย์กลางจัดการระบบการขนส่งและเป็นผู้วางแผนเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง ซึ่งใช้รถที่เป็นของผู้ประกอบการเองจำนวนหนึ่งและใช้รถขนส่งที่เป็นของผู้ประกอบการอื่นเมื่อรถของผู้ประกอบการเองไม่พอใช้งาน โดยรถขนส่งที่มีแผนการซ่อมบำรุงจะพิจารณาเฉพาะรถที่เป็นของผู้ประกอบการเองเท่านั้น

3.3.2 ข้อมูลเส้นทางการเดินทางขนส่ง

ข้อมูลเส้นทางการเดินทางขนส่ง เป็นข้อมูลที่ได้รับมาจากการติดตามรถขนส่ง โดยข้อมูลเส้นทางการเดินทางขนส่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- **ระยะทางระหว่างสถานที่**

ข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ (หน่วย : กิโลมตร) ตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ในระบบ แสดงในตารางที่ 3.1 ดังนี้

<u>ที่มาของข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่</u>

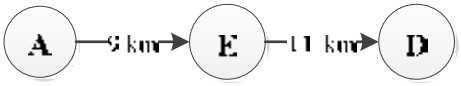
1) ผู้ใช้งานระบบเป็นผู้ระบุค่าของระยะทางระหว่าง 2 สถานที่ในระบบ
2) ระบบบันทึกข้อมูลระยะทางระหว่าง 2 สถานที่จากระบบติดตามรถขนส่ง

<u>สมมติฐานของข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ในระบบ</u>

1) ระยะทางระหว่างสถานที่ 2 สถานที่ ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน เช่น ระยะทางจากสถานที่ A ไปยังสถานที่ D สามารถผ่านเส้นทางใดก็ได้ จึงทำให้มีระยะทางไม่เท่ากัน แสดงดังภาพที่ 3.4 ดังนี้

เส้นทางการเดินทางระหว่างสถานที่แบบที่ 1

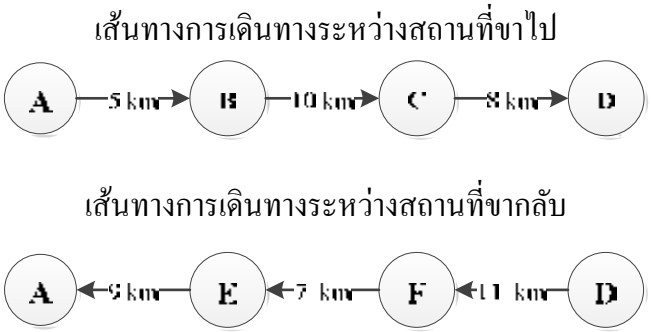
เส้นทางการเดินทางระหว่างสถานที่แบบที่ 2



ภาพที่ 3.4 เส้นทางการเดินทางระหว่างสถานที่

จากภาพที่ 3.4 เส้นทางการเดินทางจาก A ไปยังสถานที่ D สามารถผ่านเส้นทางใดก็ได้ โดยที่เส้นทางการเดินทางระหว่างสถานที่แบบที่ 1มีเส้นทางการเดินทางจากสถานที่ A ไปยังสถานที่ D ซึ่งผ่านสถานที่ B และสถานที่ C ตามลำดับ ทำให้เกิดระยะทางรวม 23 กิโลเมตร ในขณะที่เส้นทางการเดินทางระหว่างสถานที่แบบที่ 2 มีเส้นทางการเดินทางจากสถานที่ A ไปยังสถานที่ D ซึ่งผ่านสถานที่ E ทำให้เกิดระยะทางรวม 20 กิโลเมตร จึงทำให้ระยะทางการเดินทางระหว่างสถานที่ 2 สถานที่ไม่เท่ากัน

2) ระยะทางการเดินทางไปและกลับระหว่างสถานที่ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน เช่น ระยะทางจากสถานที่ A ไปสถานที่ D ไม่จำเป็นต้องเท่ากับระยะทางจากสถานที่ D ไปสถานที่ A แสดงดังภาพที่ 3.5 ดังนี้



ภาพที่ 3.5 เส้นทางการเดินทางขาไปและขากลับระหว่างสถานที่

จากภาพที่ 3.5 เส้นทางการเดินทางไปและกลับระหว่างจุด A ไปยังจุด D สามารถผ่านเส้นทางใดก็ได้ โดยที่เส้นทางการเดินทางระหว่างสถานที่ขาไป มีเส้นทางการเดินทางจากจุด A ไปยังจุด D ซึ่งผ่านจุด B และจุด C ตามลำดับ ทำให้เกิดระยะทางรวม 23 กิโลเมตร ในขณะที่เส้นทางการเดินทางระหว่างสถานที่ขากลับ มีเส้นทางการเดินทางจากจุด D ไปยังจุด A ซึ่งผ่านจุด F และจุด E ตามลำดับ ทำให้เกิดระยะทางรวม 27 กิโลเมตร จึงทำให้มีระยะทางการเดินทางไปและกลับระหว่างสถานที่ไม่เท่ากัน

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ในระบบ

สถานที่ไป / สถานที่จาก	1	2	3	4	5
1	0	495	396	289	626
2	495	0	846	470	913
3	396	846	0	660	840
4	289	470	660	0	448
5	626	913	840	448	0

- **ระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่**

ข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ (หน่วย : ชั่วโมง) จะแปรผันตามระยะทาง ตัวอย่างข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ในระบบ แสดงดังตารางที่ 3.2 ดังนี้

ที่มาของข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่

1) ผู้ใช้งานระบบเป็นผู้บันทึกข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่าง 2 สถานที่ในระบบ
2) ระบบคำนวณระยะเวลาเดินทางจากอัตราเร็วเฉลี่ยของการวิ่งรถ

(หน่วย : กิโลเมตร/ชั่วโมง)

$$\text{ระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่} = \frac{\text{ระยะทางระหว่างสถานที่}}{\text{อัตราเร็วเฉลี่ยของการวิ่งรถ}} \quad (3.1)$$

สมมติฐานของข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ในระบบ

ระยะเวลาการเดินทางระหว่างสถานที่ 2 สถานที่ ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน เช่น ระยะเวลาเดินทางจากจุด A ไปจุด D ไม่จำเป็นต้องเท่ากับระยะเวลาเดินทางจากจุด D ไปจุด A

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ในระบบ

สถานที่ไป / สถานที่จาก	1	2	3	4	5
1	0	7	6	4	9
2	7	0	12	7	13
3	6	12	0	9	12
4	4	7	9	0	6
5	9	13	12	6	0

3.3.3 ข้อมูลรถขนส่ง

ผู้ใช้งานจะระบุข้อมูลรถขนส่งเริ่มต้นเพียงครั้งเดียว และเมื่อมีการใช้งานรถทุกครั้งระบบจะปรับเปลี่ยนข้อมูลสถานที่เริ่มต้นใช้งานรถ วัน-เวลาเริ่มต้นใช้งานรถ และระยะทางวิ่งรถสะสมเริ่มต้นใหม่ทุกครั้งเสมอ ตัวอย่างข้อมูลรถขนส่งในระบบ แสดงดังตารางที่ 3.3 ดังนี้

สมมติฐานของข้อมูลรถขนส่ง

1) รถขนส่งของผู้ประกอบการเองมีจำนวนจำกัด
2) รถขนส่งของผู้ประกอบการอื่นมีจำนวนไม่จำกัด

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลรถขนส่ง

รหัสรถขนส่ง	สถานะรถขนส่ง	ปริมาตรรถ (ลูกบาศก์เมตร)	น้ำหนักรถ (กิโลกรัม)	สถานที่เริ่มต้นใช้งานรถ	วัน/เวลาเริ่มต้นใช้งานรถ	ระยะทางวิ่งรถสะสมเริ่มต้น (กิโลเมตร)	ประเภทรถขนส่ง	อัตราการใช้น้ำมัน (กิโลเมตร/ลิตร)
1	รถใช้งานได้อยู่	20	5,000	A	4/3/2013 9:00	0	รถ 6 ล้อ 20 คิว	8
2	รถใช้งานได้อยู่	20	5,000	B	1/3/2013 13:00	1,000	รถ 6 ล้อ 20 คิว	8
3	รถใช้งานได้อยู่	20	5,000	C	3/3/2013 15:00	3,000	รถ 6 ล้อ 20 คิว	8
4	รถใช้งานได้อยู่	30	20,000	D	2/3/2013 02:00	12,000	รถ 10 ล้อ 30 คิว	12
5	รถใช้งานได้อยู่	30	20,000	B	4/3/2013 12:00	30,000	รถ 10 ล้อ 30 คิว	12

ข้อมูลรถขนส่ง ประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) รหัสรถขนส่ง
2) สถานะรถขนส่ง : แสดงการใช้งานรถขนส่ง ได้แก่ รถใช้งานได้อยู่ และรถไม่ใช้งานแล้ว
3) ปริมาตรรถ (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) : แสดงความจุด้านปริมาตรสูงสุดที่รถขนส่งบรรทุกได้
4) น้ำหนักรถ (หน่วย : กิโลกรัม) : แสดงความจุด้านน้ำหนักสูงสุดที่รถขนส่งบรรทุกได้
5) สถานที่เริ่มต้นใช้งานรถ : ผู้ใช้งานจะระบุสถานที่เริ่มต้นใช้งานรถเพียงครั้งเดียว เมื่อรับข้อมูลของรถขนส่งคันนั้นเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้นทุกครั้งเมื่อมีการใช้งานรถ ระบบจะปรับเปลี่ยนสถานที่เริ่มต้นใช้งานรถใหม่ทุกครั้งเสมอ
6) วัน/เวลาเริ่มต้นใช้งานรถ : ผู้ใช้งานจะระบุวัน/เวลาเริ่มต้นใช้งานรถเพียงครั้งเดียว เมื่อรับข้อมูลของรถขนส่งคันนั้นเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้นทุกครั้งเมื่อมีการใช้งานรถ ระบบจะปรับเปลี่ยนวัน/เวลาเริ่มต้นใช้งานรถใหม่ทุกครั้งเสมอ
7) ระยะทางวิ่งรถสะสมเริ่มต้น (หน่วย : กิโลเมตร) : ผู้ใช้งานจะระบุระยะทางวิ่งรถเริ่มต้นเพียงครั้งเดียว เมื่อรับข้อมูลของรถขนส่งคันนั้นเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้นทุกครั้งเมื่อมีการใช้งานรถ ระบบจะปรับเปลี่ยนระยะทางวิ่งรถสะสมเริ่มต้นใหม่ทุกครั้งเสมอ
8) ประเภทรถขนส่ง
9) อัตราการใช้เชื้อเพลิง (หน่วย : กิโลเมตร/ลิตร) : แสดงถึงอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถแต่ละคัน

3.3.4 ข้อมูลประเภทของรถขนส่ง

ผู้ใช้งานระบบเป็นผู้ระบุข้อมูลประเภทรถขนส่ง ตัวอย่างข้อมูลประเภทรถขนส่งในระบบแสดงดังตารางที่ 3.4 ดังนี้

<u>สมมติฐานของข้อมูลประเภทรถขนส่ง</u>

ระบบรถขนส่งมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีรายการซ่อมบำรุงที่แตกต่าง

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลประเภทรถขนส่ง

รหัสประเภทรถขนส่ง	ชื่อประเภทรถขนส่ง	อัตราการวิ่งรถเฉลี่ย (กิโลเมตร/วัน)
1	รถ 6 ล้อ 20 คิว	1,000
2	รถ 10 ล้อ 30 คิว	800

ข้อมูลประเภทรถขนส่ง ประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) รหัสประเภทรถขนส่ง
2) ชื่อประเภทรถขนส่ง
3) อัตราการวิ่งรถเฉลี่ย (หน่วย : กิโลเมตร /วัน) : คือ ระยะทางเฉลี่ยที่รถขนส่งแต่ละประเภทวิ่งได้ต่อหนึ่งวัน

3.3.5 ข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า

ข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้าเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการรับความต้องการขนส่งสินค้า ตัวอย่างข้อมูลความต้องการขนส่งค้า แสดงดังตารางที่ 3.5 ดังนี้

<u>สมมติฐานของข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า</u>

1) ลูกค้าเป็นผู้ระบุความต้องการขนส่งสินค้า โดยกำหนดสถานที่รับ-ส่งสินค้า และช่วงเวลาการรับ-ส่งสินค้า
2) ปริมาตรและน้ำหนักของสินค้าจะต้องไม่เกินขนาดความจุการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า

รหัสการขนส่ง	สถานที่เริ่มต้น	สถานที่สิ้นสุด	ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	วันที่/เวลาเริ่มต้นที่เริ่มรับสินค้าได้	วันที่/เวลาสิ้นสุดที่ส่งสินค้าเสร็จ	สถานะของงาน	วันที่รับข้อมูลเข้าระบบ
1	5	2	13	650	31/1/2013	2/2/2013	2	29/1/2013
2	4	3	15	750	31/1/2013	2/2/2013	2	29/1/2013
3	4	2	18	900	2/2/2013	5/2/2013	2	29/1/2013
4	2	1	11	550	2/2/2013	5/2/2013	2	29/1/2013
5	5	3	18	900	3/2/2013	5/2/2013	2	29/1/2013

ข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า ประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) รหัสการขนส่ง : แสดงรหัสการขนส่งแต่ละงาน
2) สถานที่เริ่มต้น : แสดงสถานที่รับสินค้า
3) สถานที่สิ้นสุด: แสดงสถานที่ส่งสินค้า
4) ปริมาตร (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) : แสดงปริมาตรสินค้าแต่ละรหัสการขนส่ง
5) น้ำหนัก (หน่วย : กิโลกรัม) : แสดงน้ำหนักสินค้าแต่ละรหัสการขนส่ง
6) วันที่/เวลาเริ่มต้นที่เริ่มรับสินค้าได้
7) วันที่/เวลาสิ้นสุดที่ส่งสินค้าเสร็จ
8) สถานะของงาน : มีทั้งหมด 4 สถานะ ได้แก่
    - 2 คือ ยังไม่ได้วางแผนขนส่ง
    - 1 คือ รับสินค้าแล้วแต่ยังไม่ได้ส่งสินค้า
    - 0 คือ รับและส่งสินค้าเรียบร้อยแล้ว
    - -1 คือ ส่งให้กับผู้ประกอบการอื่น
9) วันที่รับข้อมูลเข้าระบบ

3.3.6 ข้อมูลแผนเส้นทางขนส่ง

ข้อมูลแผนเส้นทางขนส่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการวางแผนจัดเส้นทางขนส่ง ซึ่งมีข้อมูลนำเข้า คือ ระยะทางและระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ รถขนส่ง และความต้องการขนส่งสินค้า เพื่อให้จัดส่งสินค้าได้ภายในช่วงเวลาของความต้องการขนส่งสินค้าที่ลูกค้ากำหนด และมีค่าขนส่งรวมทั้งระบบต่ำที่สุด ระบบวางแผนซ่อมบำรุงรถจะดึงข้อมูลแผนเส้นทางขนส่งครั้งแรกของทุกวัน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งในระบบ ตัวอย่างข้อมูลแผนเส้นทางขนส่ง แสดงดังตารางที่ 3.6 ดังนี้

<u>สมมติฐานของข้อมูลแผนเส้นทางขนส่ง</u>

1) แผนเส้นทางขนส่งไม่รวมถึงการขนย้ายภายในโรงงาน
2) แผนเส้นทางขนส่งมีเส้นทางการเดินรถแบบต่อเนื่อง คือ แผนการเดินรถที่รถขนส่งวิ่งรับ-ส่งสินค้าตลอดเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน รถสามารถรับและส่งสินค้าภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถ และข้อจำกัดด้านกรอบเวลา รถขนส่งเมื่อ

ทำงานครบตามแผนเส้นทางขนส่งที่กำหนดไว้แล้วไม่จำเป็นต้องกลับมายังจุดพำนัก รถจะหยุดนิ่งก็ต่อเมื่อรถขนส่งไม่มีกำหนดการใดๆที่ได้รับมอบหมายหรือไม่มีงานเข้ามาในขณะนั้น ซึ่งแนวคิดการวางแผนเส้นทางขนส่งที่ใช้ในงานวิจัยเป็นวิธีการของอรประไพ (2555)

3) ค่าใช้จ่ายในการเดินรถ
   - ค่าใช้จ่ายการเดินรถ เกิดจากต้นทุนการเดินรถของผู้ประกอบการเอง และผู้ประกอบการอื่น ซึ่งเป็นต้นทุนที่ผันแปรตามระยะทางที่เดินรถเท่านั้น
   - ระบบไม่พิจารณาค่าใช้จ่ายการขนถ่ายสินค้า

ข้อมูลแผนเส้นทางขนส่ง ประกอบด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) รหัสรถขนส่ง
2) วันที่/เวลาที่เริ่มต้น : แสดงวันที่และเวลาเริ่มต้นการทำงาน
3) สถานที่เริ่มต้น : แสดงสถานที่เริ่มต้นการทำงาน
4) รายละเอียดงาน : แสดงรายละเอียดของงานที่รถขนส่งจะต้องไปทำ แบ่งการทำงานออกเป็น 5 แบบ คือ
   - การรับสินค้า (Pick up)
   - การส่งสินค้า (Drop)
   - การเดินทางระหว่างสถานที่ (Travel)
   - การหยุดคอยเพื่อรับสินค้า (Waiting)
   - การซ่อมบำรุงรถ (Maintenance)
5) วันที่/เวลาที่สิ้นสุด : แสดงวันที่และเวลาสิ้นสุดการทำงาน
6) สถานที่สิ้นสุด : แสดงสถานที่สิ้นสุดการทำงาน
7) รหัสการขนส่ง : แสดงรหัสของข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้าแต่ละรายการ
8) ปริมาตร (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) : แสดงความจุด้านปริมาตรของแต่ละรหัส
9) น้ำหนัก (หน่วย : กิโลกรัม) : แสดงความจุด้านน้ำหนักของแต่ละรหัส
10) ปริมาตรที่ว่าง (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) : แสดงความจุด้านปริมาตรที่เหลือว่างบนรถขนส่ง
11) น้ำหนักที่ว่าง (หน่วย : กิโลกรัม) : แสดงความจุด้านน้ำหนักที่เหลือว่างบนรถ
12) ระยะทาง (หน่วย : กิโลเมตร) : แสดงระยะทางระหว่างสถานที่ในระบบ
13) ระยะทางรวม (หน่วย : กิโลเมตร) : แสดงระยะทางสะสมของสถานที่ในระบบ

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างแผนเส้นทางขนส่ง

รหัส	วันที่/เวลาที่	สถานที่	รายละเอียด	วันที่/เวลาที่	สถานที่สิ้นสุด	รหัสการ	ปริมาตร	น้ำหนัก	ปริมาตรที่ว่าง	น้ำหนักที่	ระยะทาง	ระยะทางรวม (กม.)
1	24/6/2012 10:00	8	Travel	24/6/2012 16:00	7	0	0	0	25	6000	409	409
1	24/6/2012 16:00	7	Pick	24/6/2012 16:00	7	28	21	2768	4	3232	0	409
1	24/6/2012 16:00	7	Travel	25/6/2012 2:00	5	0	0	0	4	3232	683	1092
1	25/6/2012 2:00	5	Drop	25/6/2012 2:00	5	28	21	2768	25	6000	0	1092
2	22/6/2012	2	Travel	22/6/2012 7:00	7	0	0	0	25	6000	475	475
2	22/6/2012 7:00	7	Pick	22/6/2012 7:00	7	3	8	1397	17	4603	0	475
2	22/6/2012 7:00	7	Travel	22/6/2012 12:00	6	0	0	0	17	4603	307	782
2	22/6/2012 12:00	6	Drop	22/6/2012 12:00	6	3	8	1397	25	6000	0	782
2	22/6/2012 12:00	6	Travel	22/6/2012 20:00	5	0	0	0	25	6000	521	1303
2	22/6/2012 20:00	5	Wating	23/6/2012	5	0	4	1442	25	6000	0	1303
2	23/6/2012	5	Pick	23/6/2012	5	12	4	1442	21	4558	0	1303
2	23/6/2012	5	Drop	23/6/2012	5	25	14	1047	35	5605	0	1303
2	23/6/2012	5	Travel	23/6/2012 8:00	6	0	0	0	35	5605	521	1824
2	23/6/2012 8:00	6	Drop	23/6/2012 8:00	6	12	4	1442	39	7047	0	1824
2	23/6/2012 8:00	6	Travel	23/6/2012 17:00	2	0	0	0	39	7047	610	2434
2	23/6/2012 17:00	2	Pick	23/6/2012 17:00	2	13	11	746	28	6301	0	2434
2	23/6/2012 17:00	2	Travel	24/6/2012	7	0	0	0	28	6301	475	2909
2	24/6/2012	7	Pick	24/6/2012	7	5	4	1935	24	4366	0	2909
2	24/6/2012	7	Pick	24/6/2012	7	6	10	2594	14	1772	0	2909

3.3.7 ข้อมูลอู่ซ่อมรถ

สมมติฐานของข้อมูลอู่ซ่อมรถ

1) อู่ซ่อมรถสามารถซ่อมรถได้ทันทีเมื่อรถไปถึง โดยไม่มีเวลาเข้าคิว
2) อู่ซ่อมรถสามารถรับงานได้ไม่จำกัด
3) อู่ซ่อมรถเป็นสถานที่ในระบบ ซึ่งมีทั้งระยะทางและระยะเวลาเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆในระบบ
4) อู่ซ่อมรถมีความสามารถในการซ่อมบำรุงรถขนส่งและมีค่าซ่อมบำรุงเท่ากันหมด
5) อู่ซ่อมรถเป็นสถานที่ในระบบที่มีคุณสมบัติซ่อมบำรุงรถขนส่ง ซึ่งอาจอยู่บนหรืออยู่นอกเส้นทางขนส่งสินค้าตามแผนเส้นทางขนส่ง

3.3.8 ข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

ผู้ใช้งานระบบเป็นผู้ระบุข้อมูลการซ่อมบำรุงตามคู่มือซ่อมบำรุงรถของผู้ผลิตรถนั้นและตามนโยบายของบริษัท ตัวอย่างข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง แสดงดังตารางที่ 3.7 ดังนี้

สมมติฐานของข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

1) แผนการซ่อมบำรุงที่พิจารณาในระบบ จะครอบคลุมเฉพาะแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามการใช้งานของรถขนส่งที่แนะนำอยู่ในคู่มือบำรุงรักษารถ ซึ่งการใช้งานรถขนส่งจะครบกำหนดตามระยะทางก่อนระยะเวลาเสมอ และจะไม่ครอบคลุมงานซ่อมบำรุงที่พิจารณาจากสภาพรถหรือการซ่อมบำรุงในกรณีที่ไม่คาดคิด เช่น รถเกิดอุบัติเหตุหรือเสีย เป็นต้น
2) รถขนส่งสามารถซ่อมบำรุงตามแผนที่ได้กำหนดไว้

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

รหัสการซ่อมบำรุง	ระยะทางหลักที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	ระยะทางเริ่มต้นที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	ระยะทางสิ้นสุดที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	เวลาการซ่อมบำรุง (ชั่วโมง)	ค่าซ่อมบำรุงรถ (บาท)	ประเภทรถขนส่ง	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้ (บาท)
1	10,000	9,000	11,000	2	3,000	รถ 6 ล้อ 20 คิว	2,000
2	20,000	18,000	22,000	3	3,500	รถ 6 ล้อ 20 คิว	3,000
3	30,000	27,000	33,000	5	4,000	รถ 6 ล้อ 20 คิว	3,500
4	20,000	18,000	22,000	5	4,000	รถ 10 ล้อ 30 คิว	3,000
5	30,000	27,000	33,000	6	5,500	รถ 10 ล้อ 30 คิว	3,500
6	40,000	36,000	44,000	7	7,000	รถ 10 ล้อ 30 คิว	4,500

ข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง ประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) รหัสการซ่อมบำรุง : แสดงรหัสการซ่อมบำรุงแต่ละรายการ
2) ระยะทางหลักที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (หน่วย : กิโลเมตร): แสดงระยะทางหลักที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงเมื่อซ่อมบำรุงรถขนส่ง
3) ระยะทางเริ่มต้นที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (หน่วย : กิโลเมตร) : แสดงระยะทางเริ่มต้นที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงเมื่อซ่อมบำรุงรถขนส่ง
4) ระยะทางสิ้นสุดที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (หน่วย : กิโลเมตร) : แสดงระยะทางสิ้นสุดที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงเมื่อซ่อมบำรุงรถขนส่ง
5) เวลาการซ่อมบำรุง (หน่วย : ชั่วโมง): แสดงเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงแต่ละรายการซ่อมบำรุง
6) ค่าซ่อมบำรุงรถขนส่ง (หน่วย : บาท) : แสดงข้อมูลค่าซ่อมบำรุงรถขนส่ง
7) ประเภทรถขนส่ง
8) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้ (หน่วย : บาท) คือ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถ

3.3.9 ข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

ข้อมูลแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง เป็นข้อมูลที่ได้มจากการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง ตัวอย่างข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง แสดงดังตารางที่ 3.8 ดังนี้

<u>สมมติฐานของข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง</u>

1) แผนซ่อมบำรุงพิจารณาเฉพาะรถขนส่งของผู้ประกอบการเองเท่านั้น
2) การซ่อมบำรุงรถขนส่งไม่ทำให้การรับ-ส่งสินค้าไม่ทันตามกำหนดการ
3) การซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละประเภทมีรายการซ่อมบำรุงที่แตกต่างกันตามข้อมูลที่แนะนำในคู่มือซ่อมบำรุงรถของผู้ผลิตรถนั้น
4) รถขนส่งที่ถูกกำหนดแผนซ่อมบำรุง จะมีอู่ซ่อมรถและเวลาที่ซ่อมบำรุงเสร็จเป็นจุดเริ่มต้นในการวางแผนเส้นทางขนส่งรอบต่อไป
5) รถขนส่งที่จะเข้ารับการซ่อมบำรุงต้องไม่มีสินค้าอยู่บนรถ ถ้ารถจำเป็นจะต้องซ่อมบำรุงในขณะมีสินค้าอยู่บนรถ ก็จะต้องฝากสินค้าไว้ในสถานที่ที่กำหนดให้เป็นสถานที่รับฝากได้เท่านั้น

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างข้อมูลแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

รหัสแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง	รหัสรถขนส่ง	อู่ซ่อมรถ	วันที่/เวลาเริ่มต้นซ่อมบำรุงรถขนส่ง	วันที่/เวลาซ่อมบำรุงรถขนส่งเสร็จ	ระยะทางที่ซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	รหัสการซ่อมบำรุง
1	1	A	31/7/2012 23:00:00	1/8/2012 10:00:00	33500	1
2	2	B	31/7/2012 10:00:00	1/8/2012 15:00:00	45000	2
3	3	C	1/7/2012 15:00:00	2/8/2012 13:00:00	87500	1 และ 2

ข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง ประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) รหัสแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง
2) รหัสรถขนส่ง
3) อู่ซ่อมรถ
4) วันที่/เวลาเริ่มต้นซ่อมบำรุงรถขนส่ง
5) วันที่/เวลาซ่อมบำรุงรถขนส่งเสร็จ
6) ระยะทางที่ซ่อมบำรุง (หน่วย : กิโลเมตร)
7) รหัสการซ่อมบำรุง

3.3.10 ข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถ

<u>สมมติฐานของข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถ</u>

โครงสร้างค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากกการออกนอกเส้นทางการขนส่งเพื่อไปอู่ซ่อมรถ
2) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการปรับแผนการเดินรถ เพื่อจัดส่งสินค้าแทนคันที่ไปซ่อมบำรุงให้ได้ทันตามกำหนดการ ประกอบด้วย
3) ค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถใหม่

4) ค่าใช้จ่ายในกรณีที่เกิดการจ้างใช้รถขนส่งจากภายนอกเมื่อจำเป็น เพื่อทำให้การวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่งนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อลูกค้าให้ไม่ทันตามที่ตกลงกัน

บทที่ 4
ฮิวริสติกสำหรับการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

จากรูปแบบปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 การขนส่งที่พิจารณามีเส้นทางการเดินรถเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งมีจุดรับ-ส่งสินค้าหลายแห่งกระจายตัวกันอยู่ รถถูกใช้วิ่งขนส่งสินค้าตลอดเวลา เพื่อให้รถมีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ จึงต้องมีการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งอย่างเหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดออกแบบระบบการวางแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของรถขนส่งเมื่อครบรอบตามเวลาที่กำหนด ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ คือ แผนเส้นทางขนส่งที่มีกำหนดการซ่อมบำรุงรถขนส่งร่วมอยู่ด้วย สิ่งที่ต้องพิจารณาตัดสินใจ คือ สินค้าที่มีแผนการขนส่งด้วยรถคันนั้นจะต้องถูกจัดส่งภายในระยะเวลาที่กำหนดตามความต้องการขนส่งสินค้า และรถขนส่งสามารถซ่อมบำรุงในช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุง โดยวัตถุประสงค์ของของงานวิจัยเพื่อที่จะสามารถซ่อมบำรุงรถขนส่งได้ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับกำหนดการขนส่งสินค้าและมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ ในบทฮิวริสติกสำหรับการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. กระบวนงานการจัดการทำกำหนดการของรถขนส่งและการวางแผนซ่อมบำรุง
2. หลักการและแนวคิดของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง
3. ขั้นตอนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

4.1 กระบวนงานการจัดการทำกำหนดการของรถขนส่งและการวางแผนซ่อมบำรุง

การจัดทำกำหนดการของรถขนส่งที่มีแผนงานซ่อมบำรุงในกิจการด้วย มีกระบวนงานดังกล่าว แสดงในภาพที่ 4.1 ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมหลักๆ ดังนี้

1) การรับความต้องการขนส่งสินค้า

การรับความต้องการขนส่งสินค้า คือ การรับข้อมูลความต้องการรับและส่งสินค้าจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อมาตรวจสอบและสร้างข้อมูลความต้องการรับและส่งสินค้า

2) การติดตามรถขนส่ง

การติดตามรถขนส่ง คือ การติดตามระยะทางและระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ รวมทั้งติดตามสถานะการขนส่งสินค้า เพื่อให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันของรถขนส่งและพนักงานขับรถว่าอยู่สถานที่ไหนและเวลาใด การทราบถึงสถานะของรถและพนักงานขับรถ ซึ่งเป็นข้อมูล

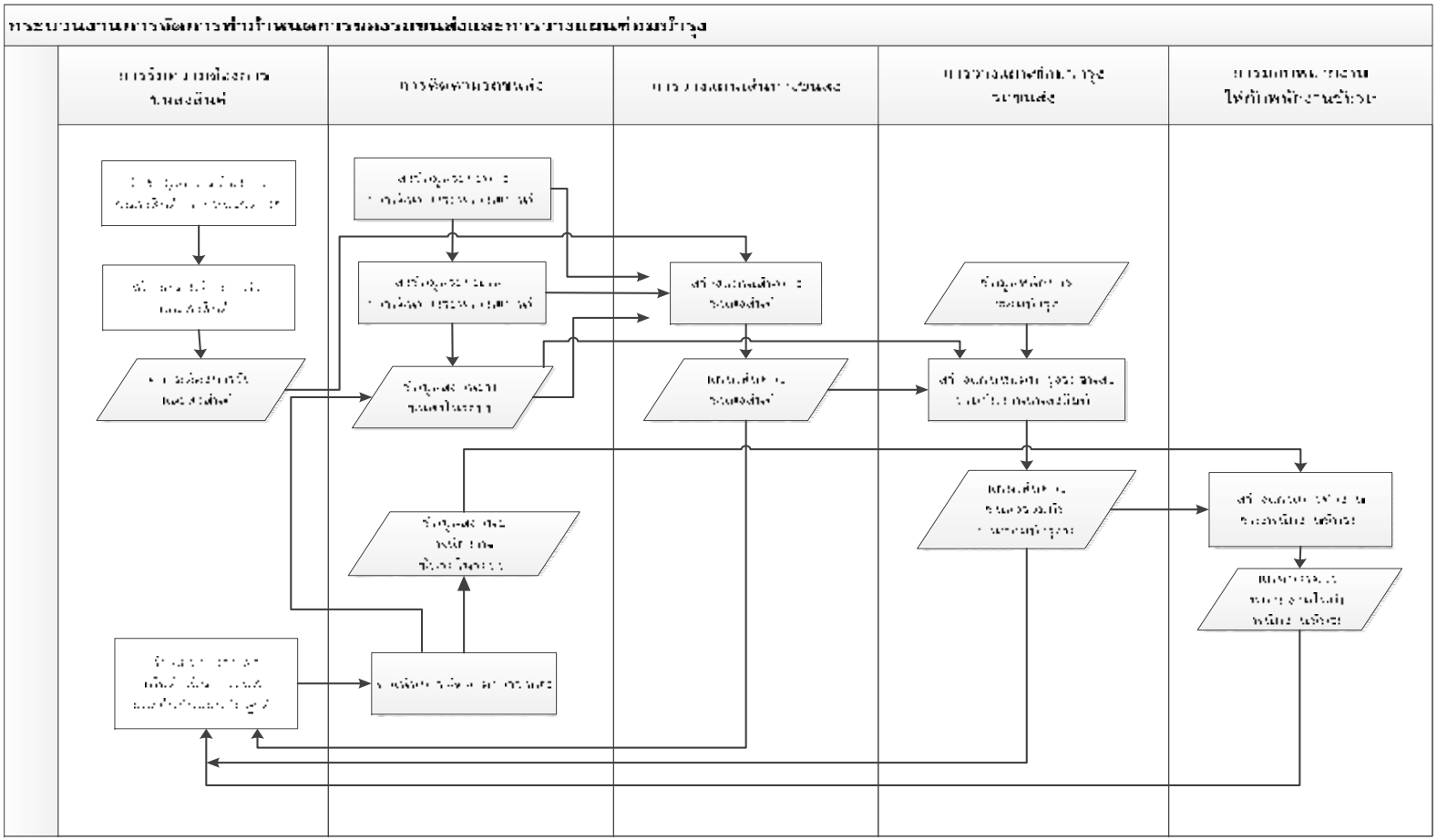
นำเข้าในส่วนของข้อมูลเวลาและสถานที่สิ้นสุดในการทำงาน โดยนำมาช่วยวางแผนเส้นทางขนส่ง แผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง และแผนการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถในรอบถัดไป

3) การวางแผนเส้นทางขนส่งสินค้า

การวางแผนเส้นทางขนส่งสินค้า คือ การวางแผนเส้นทางขนส่งที่มีการจัดเส้นทางการเดินรถแบบต่อเนื่อง สินค้าจะต้องถูกจัดส่งภายในเวลาตามความต้องการขนส่งสินค้าที่ลูกค้าเป็นผู้กำหนดขึ้นและมีต้นทุนการขนส่งรวมที่ต่ำ โดยข้อมูลนำเข้าของการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า คือ ข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ ระยะเวลาการเดินรถระหว่างสถานที่ และข้อมูลสถานะรถขนส่งในระบบ ที่มาจากการติดตามรถขนส่ง ข้อมูลความต้องการรับและส่งสินค้า ที่มาจากการรับความต้องการขนส่งสินค้า ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า “แผนเส้นทางขนส่ง” เพื่อระบุข้อมูลรหัสรถขนส่ง วัน-เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการขนส่งสินค้า สถานที่รับ-ส่งสินค้า รหัสการขนส่ง รายละเอียดงาน ปริมาตรและน้ำหนักของสินค้า ปริมาตรและน้ำหนักที่เหลืออยู่บนรถขนส่ง และระยะทางในการเดินทาง ซึ่งจะนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งต่อไป

4) การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง คือ การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่เป็นรถของผู้ประกอบการเอง รถขนส่งจะต้องซ่อมบำรุงภายในช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงและเป็นช่วงเวลาที่แผนเส้นทางขนส่งรอบหน้าไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยข้อมูลนำเข้าของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง คือ แผนเส้นทางขนส่ง ที่มาจากการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า ข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ ระยะเวลาการเดินรถระหว่างสถานที่ และข้อมูลสถานะรถขนส่งในระบบ ที่มาจากการติดตามรถขนส่ง และข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า ที่มาจากการรับความต้องการขนส่งสินค้า ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า “แผนเส้นทางขนส่งร่วมกับงานซ่อมบำรุงรถ” เพื่อ ระบุถึงข้อมูลรหัสรถขนส่ง วัน-เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการซ่อมบำรุง อู่ซ่อมรถ รายการซ่อมบำรุง ระยะทางการวิ่งรถเมื่อได้รับการซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถ รวมทั้งวัน-เวลา และสถานที่ฝากสินค้าในกรณีที่มีสินค้าอยู่บนรถขนส่ง ซึ่งแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งจะต้องมีความสอดคล้องกับแผนเส้นทางขนส่ง และจะต้องจัดส่งสินค้าภายในเวลาตามความต้องการรับและส่งสินค้า ซึ่งจะนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถต่อไป



ภาพที่ 4.1 กระบวนงานการจัดการทำกำหนดการของรถขนส่งและการวางแผนซ่อมบำรุง

5) การมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ

การมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ คือ การวางแผนและมอบหมายการทำงานให้กับพนักงานขับรถ โดยข้อมูลนำเข้าของการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ คือ แผนเส้นทางขนส่งร่วมกับแผนซ่อมบำรุงรถ ที่มาจากการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง ข้อมูลสถานะของพนักงานขับรถ ที่มาจากการติดตามรถขนส่ง ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า "แผนการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ" เพื่อระบุถึงการทำงานของพนักงานแต่ละคนว่าจะต้องทำงานที่สถานที่ไหนและช่วงเวลาใด

4.2 หลักการและแนวคิดของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งจะทำเมื่อมีข้อมูลเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงครบถ้วนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และจะตัดสินใจวางแผนซ่อมบำรุงรถเมื่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถยอมรับได้ หรือเป็นเวลาสุดท้ายที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงแล้ว โดยจะพิจารณารถแต่ละคันที่มีช่วงเวลาครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงอยู่ในช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงบนแผนเส้นทางขนส่งได้ แล้วแทรกงานซ่อมบำรุงบนเส้นทางขนส่งที่ได้กำหนดมาแล้วเป็นอย่างดีว่าควรจะนำรถคันนั้นไปซ่อมบำรุงที่ใด เมื่อใด เมื่อพิจารณาเช่นนี้กับรถแต่ละคันทีละคันแล้วจึงเปรียบเทียบว่าการซ่อมบำรุงรถคันใดจะทำให้มีต้นทุนที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถทั้งระบบต่ำที่สุด ก็ให้ยืนยันแผนการซ่อมบำรุงและกำหนดให้แผนการเดินรถคันนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง แล้วใช้วิธีเดียวกันนี้ซ้ำจนกว่าจะกำหนดแผนซ่อมบำรุงให้กับรถที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงครบทุกคัน ซึ่งการวางแผนซ่อมบำรุงรถตามรอบเวลาครั้งต่อไปจะพิจารณาเมื่อครั้งแรกของทุกวันที่ได้รับกำหนดการเดินรถว่ามีรถคันไหนที่มีเวลาเริ่มต้นที่ครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงอยู่ในช่วงเวลาที่แผนเส้นทางขนส่งรอบหน้าไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้จึงจะมาคำนวณอีกครั้งหนึ่ง

ผลลัพธ์ของการวางแผนจากงานวิจัยนี้ คือ กำหนดการขนส่งสินค้าซึ่งมีกำหนดการซ่อมบำรุงรถขนส่งร่วมอยู่ด้วย โดยที่แผนการซ่อมบำรุงจะแสดงถึงข้อมูลของวัน-เวลา อู่ซ่อมรถ และรายการซ่อมบำรุงของรถขนส่งในระบบ

4.3 ขั้นตอนการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

การวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง จะดำเนินการวางแผนทุกวัน โดยเริ่มจากการรับข้อมูลแผนเส้นทางขนส่งแผนแรกของแต่ละวัน ข้อมูลการซ่อมบำรุง ข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ ข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ หลังจากนั้นระบบจะนำข้อมูลนำเข้าเหล่านี้มาเข้าสู่กระบวนวางแผนซ่อมบำรุง ภาพรวมของการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน แสดงในภาพที่ 4.2 ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1) การกำหนดรถขนส่งที่จำเป็นต้องวางแผนซ่อมบำรุง
2) การกำหนดงานซ่อมบำรุงให้กับรถแต่ละคัน
3) การกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่งคันแรกของระบบ พร้อมทั้งปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่
4) การกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถที่ถูกกำหนดแผนซ่อม

4.3.1 การพิจารณาความจำเป็นในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งครั้งใหม่

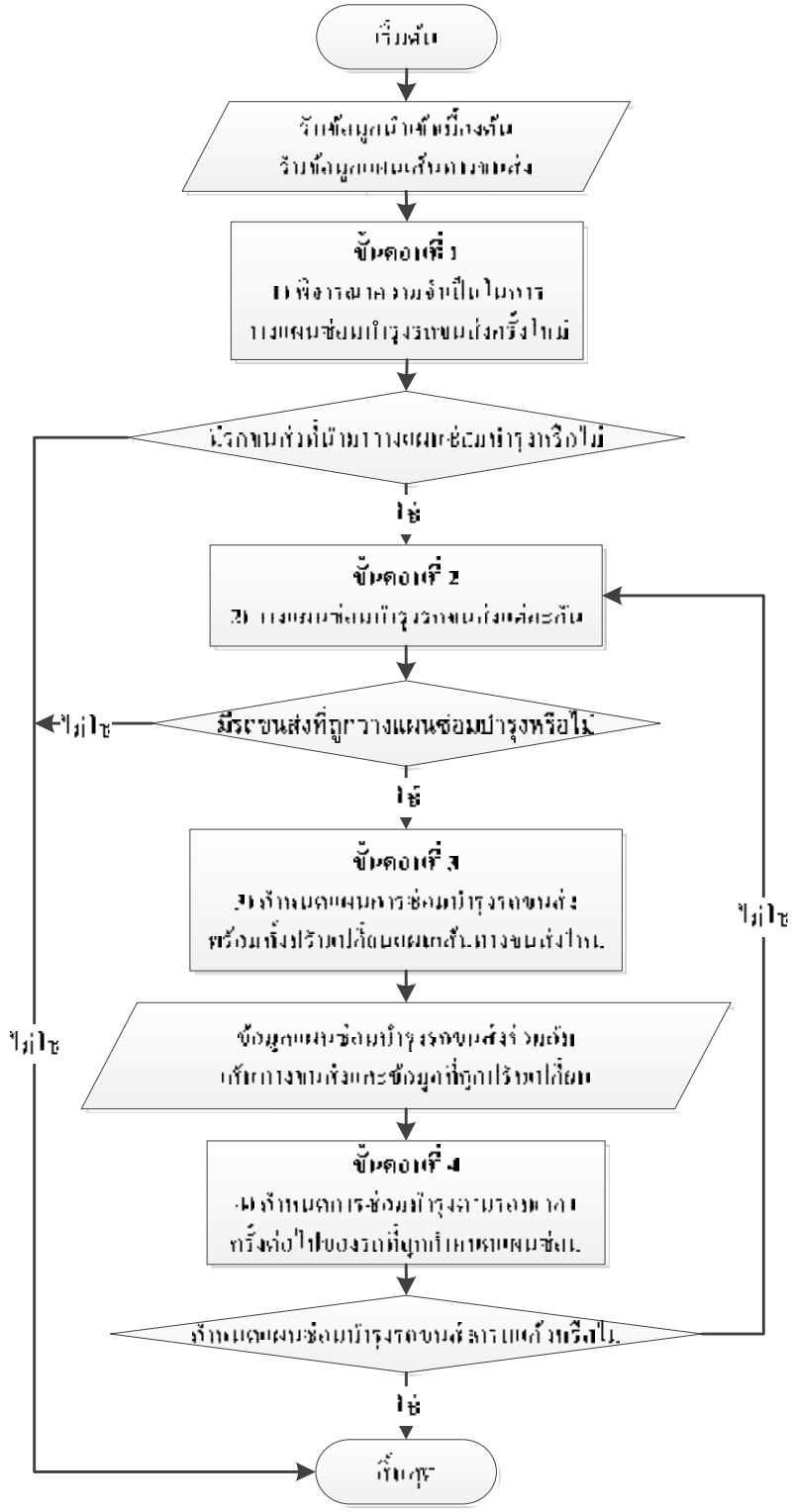
ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพิจารณารถขนส่งที่มีความจำเป็นต้องนำไปวางแผนซ่อมบำรุง โดยมีข้อมูลนำเข้าเริ่มต้น คือ กรอบเวลาการวางแผนเส้นทางขนส่ง ช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละรอบการของรถแต่ละคัน ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ รถขนส่งคันที่มีความจำเป็นต้องนำไปวางแผนซ่อมบำรุง ภาพรวมของขั้นตอนการพิจารณาความจำเป็นในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งครั้งใหม่ แสดงในภาพที่ 4.3 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. คำนวณช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงบนแผนเส้นทางขนส่งได้

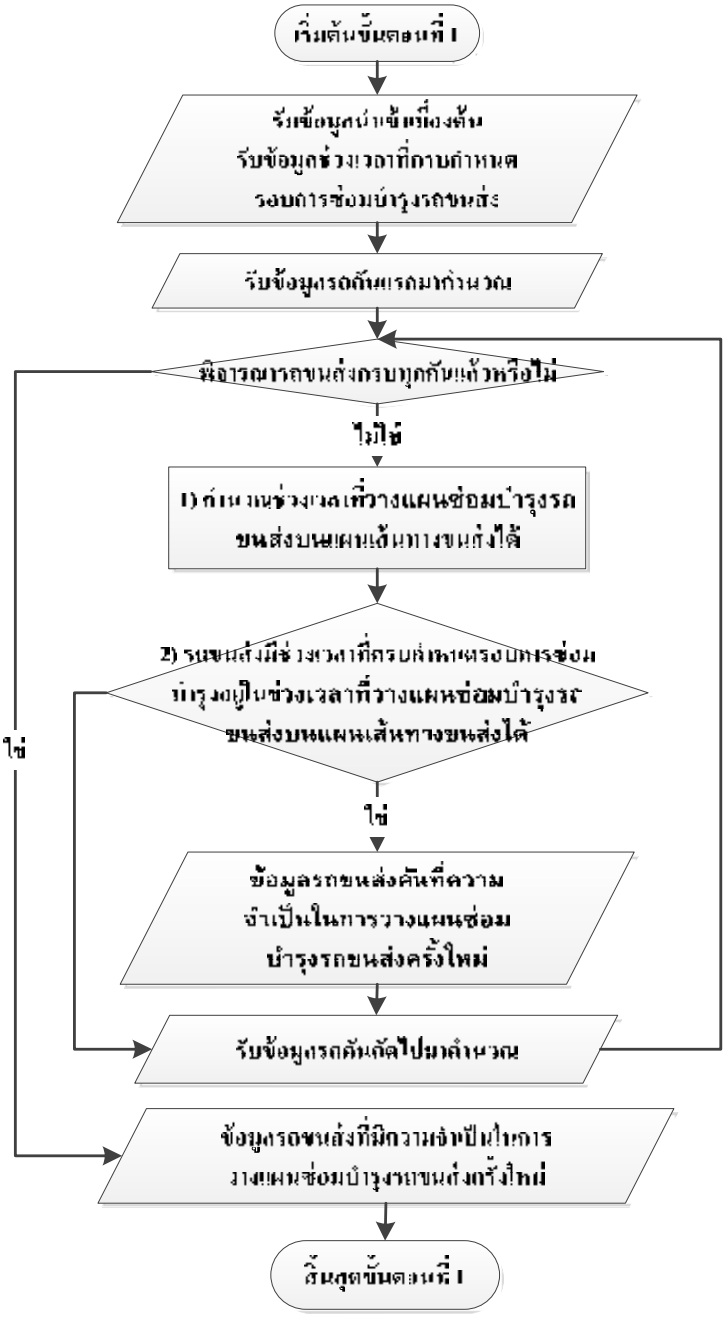
ช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงบนแผนเส้นทางขนส่งได้ คือ วันแรกที่ต่อจากช่วงเวลาที่ปรับแผนเส้นทางขนส่งไม่ได้

2. เลือกรถขนส่งมีช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงอยู่ในช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งบนแผนเส้นทางขนส่งได้

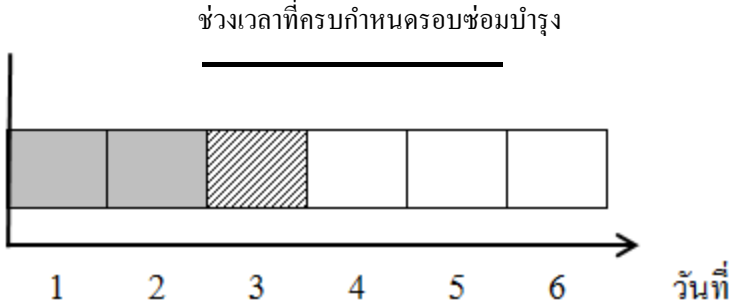
ดังนั้นเมื่อรถที่มีช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงอยู่ช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงบนแผนเส้นทางขนส่งได้ จึงจะเริ่มพิจารณาวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง แต่ถ้าไม่มีรถขนส่งตามเงื่อนไขดังกล่าวก็จะสิ้นสุดการวางแผนการซ่อมบำรุง



ภาพที่ 4.2 ภาพรวมของขั้นตอนการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่ง



ภาพที่ 4.3 ภาพรวมของขั้นตอนการพิจารณาความจำเป็นในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งครั้งใหม่



กำหนดให้ คือ ช่วงเวลาที่ปรับแผนเส้นทางขนส่งไม่ได้

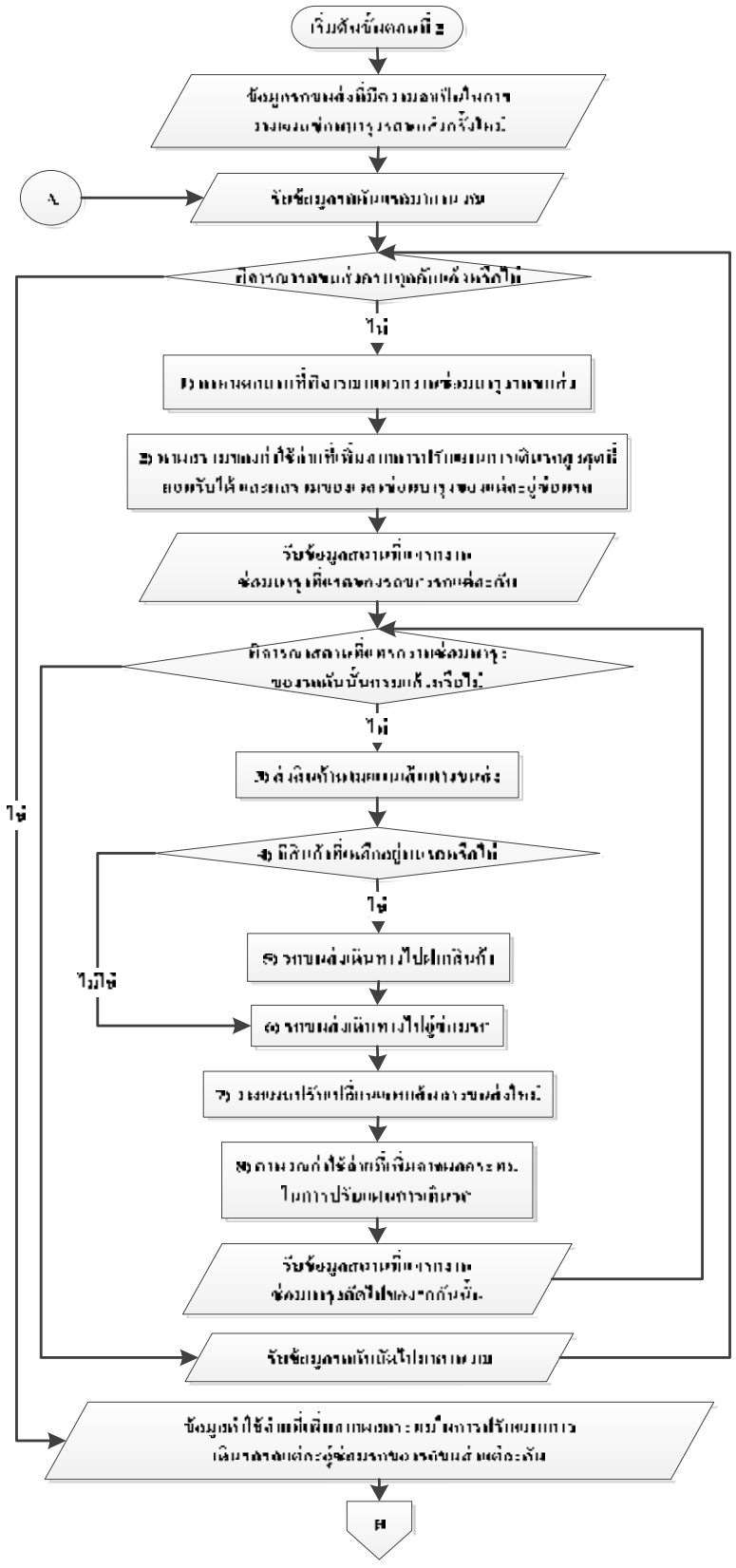
คือ ช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงบนแผนเส้นทางขนส่งได้

ภาพที่ 4.4 รถขนส่งที่มีช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงอยู่ใน ช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงบนแผนเส้นทางขนส่งได้

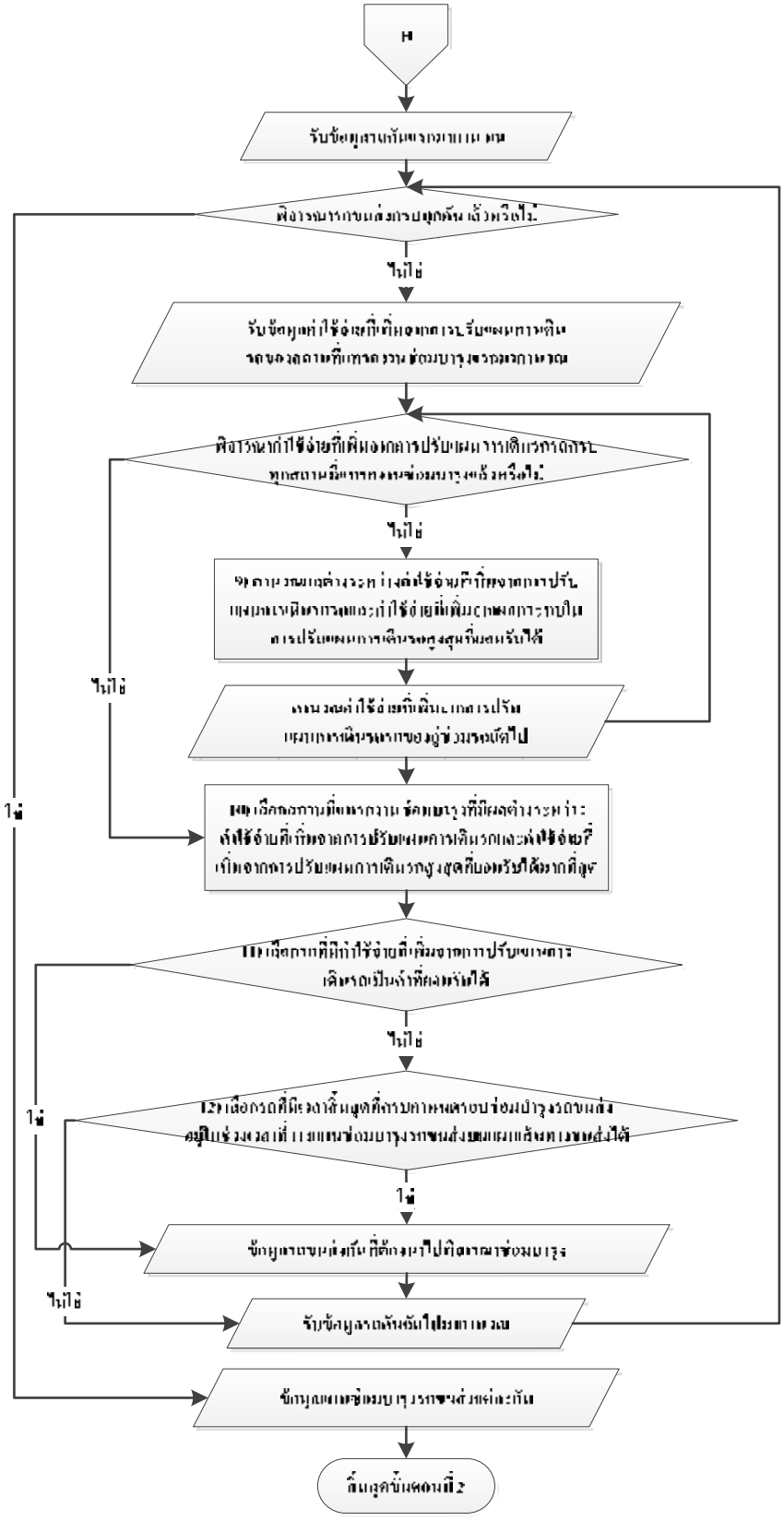
จากภาพที่ 4.4 กำหนดให้ช่วงเวลาที่ปรับแผนเส้นทางขนส่งไม่ได้มีเวลา 2 วัน ถ้าปัจจุบันคือวันที่ 1 ซึ่งจะมีช่วงเวลาที่ปรับแผนเส้นทางขนส่งไม่ได้ คือ วันที่ 1-2 จึงมีช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงบนแผนเส้นทางขนส่งได้ คือ วันที่ 3 และถ้าช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงเข้ามาในวันที่ 3 ก็จะเริ่มพิจารณาวางแผนซ่อมบำรุงในวันที่ 3 ให้กับรถคันนั้น

4.3.2 การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคัน

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคันที่มีความจำเป็นต้องวางแผนซ่อมบำรุง โดยมีข้อมูลนำเข้าเริ่มต้น คือ รถขนส่งคันที่มีความจำเป็นต้องนำไปวางแผนซ่อมบำรุงในรอบใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ แผนซ่อมบำรุงของรถขนส่งแต่ละคันพร้อมทั้งค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินเพื่อแทรกงานซ่อมบำรุง ภาพรวมของขั้นตอนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคัน แสดงในภาพที่ 4.5 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 4.5 ภาพรวมของขั้นตอนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคัน

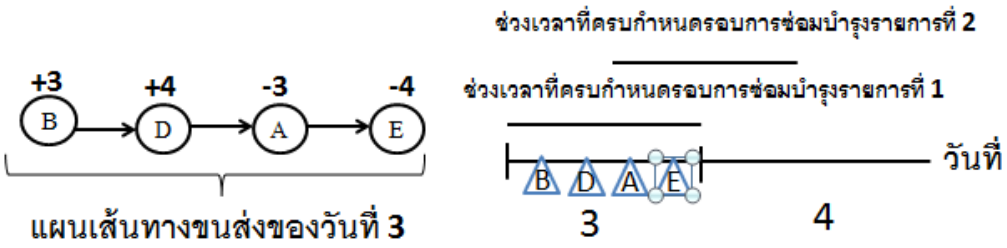


ภาพที่ 4.5 ภาพรวมของขั้นตอนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคัน (ต่อ)

1. กำหนดสถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง

สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง คือ สถานที่รับ-ส่งสินค้าที่มีช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงอยู่ช่วงเวลาที่วางแผนซ่อมบำรุงบนแผนเส้นทางขนส่งได้ การซ่อมบำรุงในเวลาที่แตกต่างกันทำมีรายการซ่อมบำรุงไม่เหมือนกัน บางอู่อาจซ่อมบำรุงได้มากกว่า 1 รายการ ทำให้ต้องหาผลรวมของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้และผลรวมของเวลาซ่อมบำรุงแต่ละสถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงของรถแต่ละคัน ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4.6 ดังนี้

2. หาผลรวมของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้และผลรวมของเวลาซ่อมบำรุงของแต่ละอู่ซ่อมรถของรถแต่ละคัน แสดงดังตารางที่ 4.1 ดังนี้



ภาพที่ 4.6 สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง

ตารางที่ 4.1 การคำนวณผลรวมของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้และผลรวมของเวลาซ่อมบำรุงของแต่ละอู่ซ่อมรถของรถแต่ละคัน

สถานที่	B	D	A	E
ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้ (บาท)	2,000	2,000	2000+3,000 = 5,000	2000+3,000 = 5,000
เวลาที่ใช้ซ่อมบำรุง (ชั่วโมง)	2	2	2+3 = 5	2+3 = 5

3. ส่งสินค้าตามแผนเส้นทางขนส่งที่สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง

เมื่อรถขนส่งเดินทางไปถึงสถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุง จะยังไม่รับสินค้าขึ้นมาบนรถ แม้แผนเส้นทางขนส่งจะระบุให้มีการรับสินค้าก็ตาม เพื่อที่จะไม่มีสินค้าเหลืออยู่ก่อนที่จะนำรถขนส่งไปอู่ซ่อมรถ การขนส่งสินค้าตามแผนเส้นทางขนส่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

1) สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่งเป็นสถานที่ส่งสินค้าตามแผนเส้นทางขนส่ง จะกำหนดให้รถขนส่งดำเนินการส่งสินค้าตามแผนที่ได้รับมา
2) สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่งเป็นสถานที่รับสินค้าตามแผนเส้นทางขนส่ง จะกำหนดให้รถขนส่งยังไม่รับสินค้าตามแผนที่ได้รับมา ส่งผลให้งานนั้นจะต้องถูกนำมาวางแผนเส้นทางขนส่งใหม่
3) สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่งเป็นทั้งสถานที่รับและส่งสินค้าตามแผนเส้นทางขนส่ง จะกำหนดให้รถขนส่งดำเนินการส่งสินค้าแต่จะยังไม่รับสินค้าตามแผนที่ได้รับมา ส่งผลให้งานที่ยังไม่รับขึ้นมานั้นจะต้องถูกนำมาวางแผนเส้นทางขนส่งใหม่

4. มีสินค้าที่เหลืออยู่บนรถหรือไม่ (ตรวจสอบปริมาณสินค้าบนรถขนส่ง)

ตามธรรมชาติการซ่อมบำรุงรถขนส่งจะทำได้ก็ต่อเมื่อไม่มีสินค้าเหลืออยู่บน เมื่อรถขนส่งดำเนินการส่งสินค้าตามแผนเส้นทางขนส่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบปริมาณสินค้าที่เหลืออยู่บนรถขนส่งหลังจาก สามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1) รถขนส่งมีสินค้าเหลืออยู่บนรถ จะต้องเดินทางไปฝากสินค้าก่อนเข้าอู่ซ่อมรถ
2) รถขนส่งไม่มีสินค้าเหลืออยู่บนรถ ให้นำรถไปเข้าอู่ซ่อมรถได้เลย

5. รถขนส่งเดินทางไปฝากสินค้า

รถขนส่งเดินทางไปฝากสินค้า แสดงดังภาพที่ 4.7 ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) หาสถานที่มีคุณสมบัติฝากสินค้า
2) หาระยะทางจากสถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงไปยังสถานที่ฝากสินค้าที่อยู่ใกล้สุด
3) รถขนส่งเดินทางไปสถานที่ฝากสินค้าได้ที่อยู่ใกล้สุด เพื่อฝากสินค้าทั้งหมดที่เหลืออยู่บนรถก่อนที่จะไปเข้าอู่ซ่อมรถ

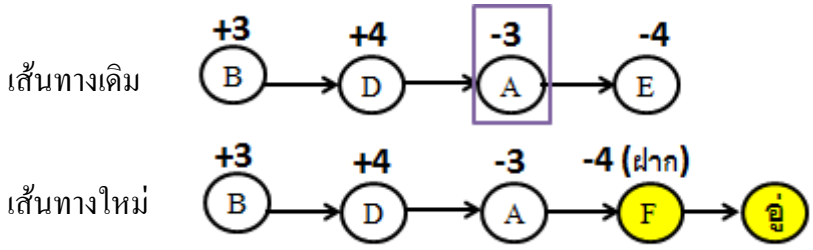
6. รถขนส่งเดินทางไปอู่ซ่อมรถ

รถขนส่งเดินทางไปอู่ซ่อมรถ แสดงดังภาพที่ 4.7 ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) หาอู่ซ่อมรถ สถานที่ขนส่งสินค้าแต่ละที่จะกำหนดอู่ซ่อมรถประจำ

2) หาระยะทางจากสถานที่ล่าสุด (สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงหรือสถานที่ฝากสินค้าได้) ที่รถขนส่งอยู่ไปยังอู่ซ่อมรถที่ใกล้ที่สุด

3) รถขนส่งเดินทางไปอู่ซ่อมรถที่กำหนดไว้ เพื่อซ่อมบำรุงรถขนส่ง



ภาพที่ 4.7 รถขนส่งเดินทางไปฝากสินค้าและไปอู่ซ่อมรถ

จากภาพที่ 4.7 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อกำหนดให้จุด A เป็นจุดแทรกงานซ่อมบำรุง พบว่าหลังจากส่งงาน 3 เสร็จเรียบร้อยแล้วยังมีงาน 4 เหลืออยู่บนรถ จึงต้องนำงานนั้นไปฝากยังสถานที่ฝากสินค้าที่อยู่ใกล้สุดก่อน จึงจะนำรถไปเข้าอู่ซ่อมรถได้

7. วางแผนปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่

เมื่อมีการแทรกงานซ่อมบำรุงรถจะส่งผลให้แผนเส้นทางขนส่งของรถคันที่มีกำหนดการซ่อมบำรุงตั้งแต่เริ่มต้นแผนไปจนกระทั่งรถเข้าอู่ซ่อมรถจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว เนื่องจากเป็นงานที่กำหนดการซ่อมบำรุงรถขนส่ง และนำแนวคิดการจัดเส้นทางเดิมมาวางแผนปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่ โดยมีข้อมูลที่นำมาใช้วางแผนเส้นทางขนส่ง 2 ส่วน แสดงดังภาพที่ 4.8 ดังนี้

<u>งานที่ต้องนำมาวางแผนเส้นทางขนส่งใหม่</u> ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1) งานที่ไม่ถูกรับตามแผนเส้นทางขนส่งที่ได้กำหนดไว้ที่สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุง

เมื่อรถขนส่งไปถึงสถานที่แทรกงานซ่อมบำรุง จะยังไม่รับงานใหม่ขึ้นมาบนรถ เพื่อรถขนส่งจะได้ไม่มีสินค้าอยู่บนรถก่อนที่จะไปเข้าอู่ซ่อมรถ ซึ่งงานที่ยังไม่ได้รับขึ้นมาบนรถ จะเป็นข้อมูลนำเข้าใหม่ที่ถูกนำไปวางแผนปรับเปลี่ยนวางแผนเส้นทางขนส่งใหม่ โดยมีเวลาเร็วสุดที่เริ่มรับสินค้าได้ และเวลาช้าสุดที่ส่งสินค้าได้คงเดิมตามแผนความต้องการของลูกค้า

2) งานที่นำไปฝากก่อนเข้าอู่ซ่อมรถ

เมื่อพบว่ามีสินค้าเหลืออยู่บนรถ ก็จะต้องฝากสินค้านั้น ณ จุดที่สามารถฝากได้ก่อนนำรถเข้าอู่ซ่อมรถ ส่วนงานที่ถูกฝากจะเป็นข้อมูลนำเข้าใหม่ ที่ถูกนำไปปรับเปลี่ยนวางแผนเส้นทางขนส่งใหม่ โดยมีเวลาเร็วสุดที่เริ่มรับสินค้าได้เป็นเวลาที่ส่งสินค้าถึงสถานที่ฝากแล้ว และเวลาช้าสุดที่ส่งสินค้าได้เป็นเวลาคงเดิมตามแผนความต้องการของลูกค้า

3) งานค้างส่ง

งานค้างส่ง คือ งานที่อยู่หลังจากการไปเข้าอู่ซ่อมรถของรถคันที่ต้องไปซ่อมบำรุง และงานของรถคันอื่นในระบบ จะเป็นข้อมูลนำเข้าใหม่ ที่ถูกนำไปปรับเปลี่ยนวางแผนเส้นทางขนส่งใหม่ โดยมีเวลาเร็วสุดที่เริ่มรับสินค้าได้ และเวลาช้าสุดที่ส่งสินค้าได้ คงเดิมตามแผนความต้องการของลูกค้า

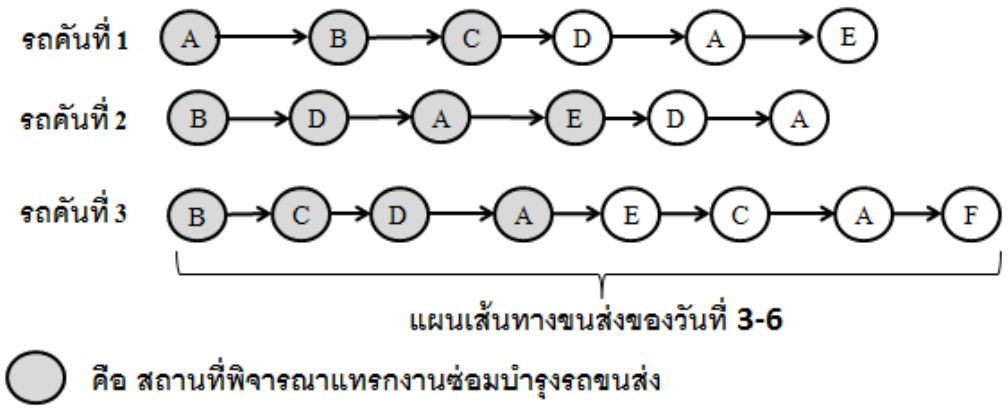
<u>รถขนส่งที่นำมาวางแผนเส้นทางขนส่งใหม่</u> ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1) รถขนส่งคันที่มีกำหนดการซ่อมบำรุง

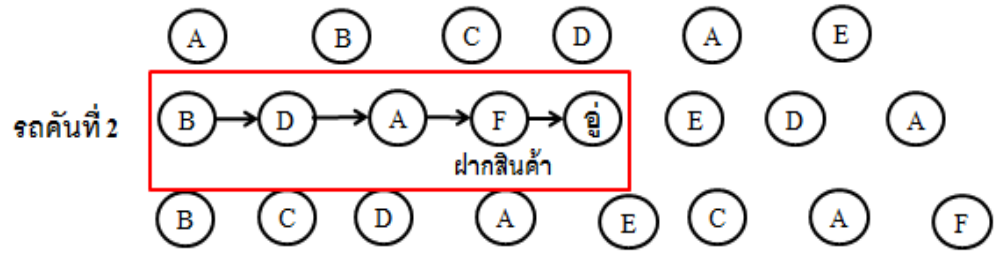
มีสถานะรถเริ่มต้นพร้อมใช้งานสำหรับการนำไปวางแผนเส้นทางขนส่งในรอบถัดไป เป็นตำแหน่งของอู่ซ่อมรถ วันและเวลาเริ่มต้นเมื่อซ่อมบำรุงรถเสร็จ

2) รถขนส่งคันอื่นในระบบ

มีสถานะที่รถเริ่มพร้อมใช้งานได้ เป็นสถานที่ และวัน-เวลาเหมือนเดิมตามข้อมูลการใช้งานรถขนส่งล่าสุด



ภาพที่ 4.8 กำหนดเส้นทางการเดินรถก่อนมีการแทรกงานซ่อมบำรุง



ภาพที่ 4.9 งานที่ต้องนำไปจัดเส้นทางเดินรถใหม่หลังจากให้รถคันที่ 2 ไปซ่อมบำรุงที่จุด A

จากภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อแทรกงานซ่อมบำรุงให้กับรถคันที่ 2 หลังจากเสร็จงานที่จุด A ส่งผลให้ต้องจัดกำหนดการเดินรถใหม่ให้กับรถทุกคัน โดยงานที่นำมาจัดใหม่ ได้แก่ งานที่นำไปฝากที่สถานที่ฝากสินค้า งานที่ยังไม่ถูกรับตามแผนขนส่ง และงานที่เหลือจากการกำหนดให้รถคันที่ 2 ไปวางแผนซ่อมบำรุงหลังจุด A รวมทั้งงานของรถคันอื่นในระบบ

8. คำนวณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถที่เกิดจากการไปซ่อมที่อู่นั้น

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถของแต่ละอู่ซ่อมรถของรถแต่ละคัน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1) ค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากกการออกนอกเส้นทางการขนส่งเพื่อไปอู่ซ่อมรถ

ค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากกการออกนอกเส้นทางการขนส่งเพื่อไปอู่ซ่อมรถ คือ ค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เริ่มตั้งแต่สถานที่พิจารณาแทรกงานซ่อมบำรุงของแผนเส้นทางขนส่งไปจนถึงอู่ซ่อมรถ ซึ่งอาจรวมการเดินทางไปสถานที่ฝากสินค้า

2) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการปรับแผนการเดินรถ เพื่อจัดส่งสินค้าแทนคันที่ไปซ่อมบำรุงให้ได้ทันตามกำหนดการ ซึ่งได้แก่

- ค่าใช้จ่ายการเดินทางที่เพิ่มขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถใหม่
- ค่าใช้จ่ายในกรณีที่เกิดการจ้างใช้รถขนส่งจากภายนอกเมื่อจำเป็น เพื่อทำให้สามารถวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่งได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการจัดส่งสินค้า

9. คำนวณผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถรถและค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้

10. เลือกสถานที่แทรกงานซ่อมบำรุงที่มีผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้มากที่สุด แสดงดังตารางที่ 4.2
11. เลือกรถที่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเป็นค่าที่ยอมรับได้
12. เลือกรถที่มีเวลาสิ้นสุดที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงรถขนส่งอยู่ในช่วงเวลาที่แผนเส้นทางขนส่งที่กำลังจะเข้ามาในรอบหน้าเปลี่ยนแปลงไม่ได้

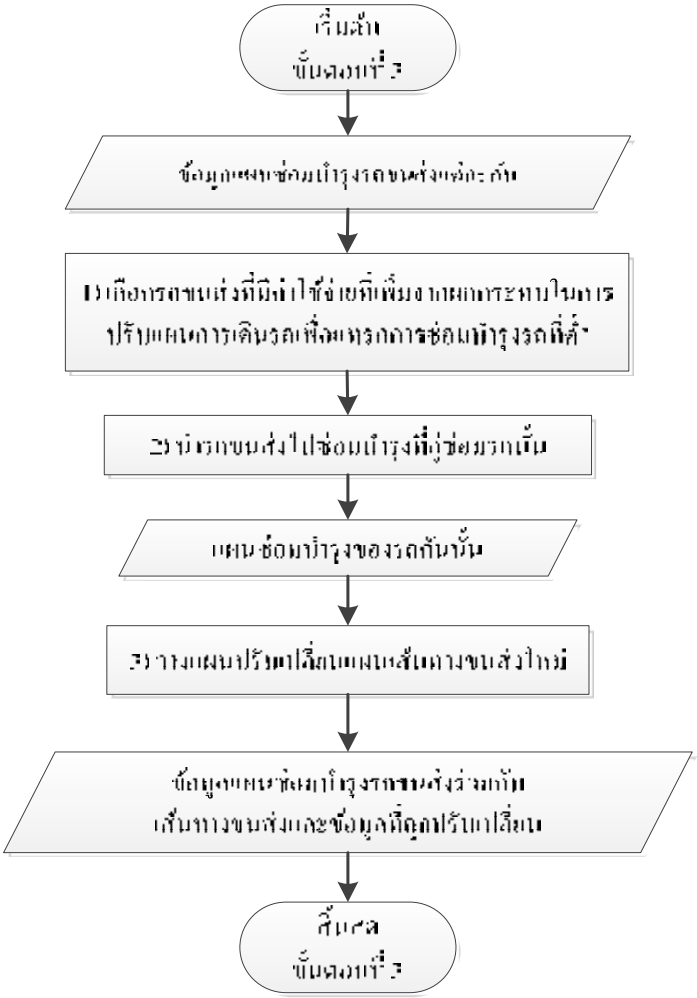
ในกรณีที่รถที่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถมากกว่าค่าที่ยอมรับได้ แต่เป็นเวลาสิ้นสุดที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุง ก็จะสามารถกำหนดแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งได้เช่นกัน

ตารางที่ 4.2 การหาผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้มากที่สุด

สถานที่	B	D	A	E
ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้ (บาท)	2,000	2,000	2000+3,000 = 5,000	2000+3,000 = 5,000
ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถ (บาท)	1,500	1,200	3,500	2,700
ผลต่าง (บาท)	500	800	1,500	2,300

4.3.3 การกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรถพร้อมทั้งปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่

ขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรถให้กับรถที่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำสุด เพื่อมามอบหมายงานซ่อมบำรุงรถก่อน ซึ่งแผนการซ่อมบำรุงที่ได้นี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเส้นทางเดินรถแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ กำหนดการซ่อมบำรุงรถขนส่งที่สอดคล้องกับแผนเส้นทางขนส่ง รวมทั้งข้อมูลที่ถูกปรับเปลี่ยน ภาพรวมของขั้นตอนการกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรถพร้อมทั้งปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่ แสดงดังภาพที่ 4.10 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้



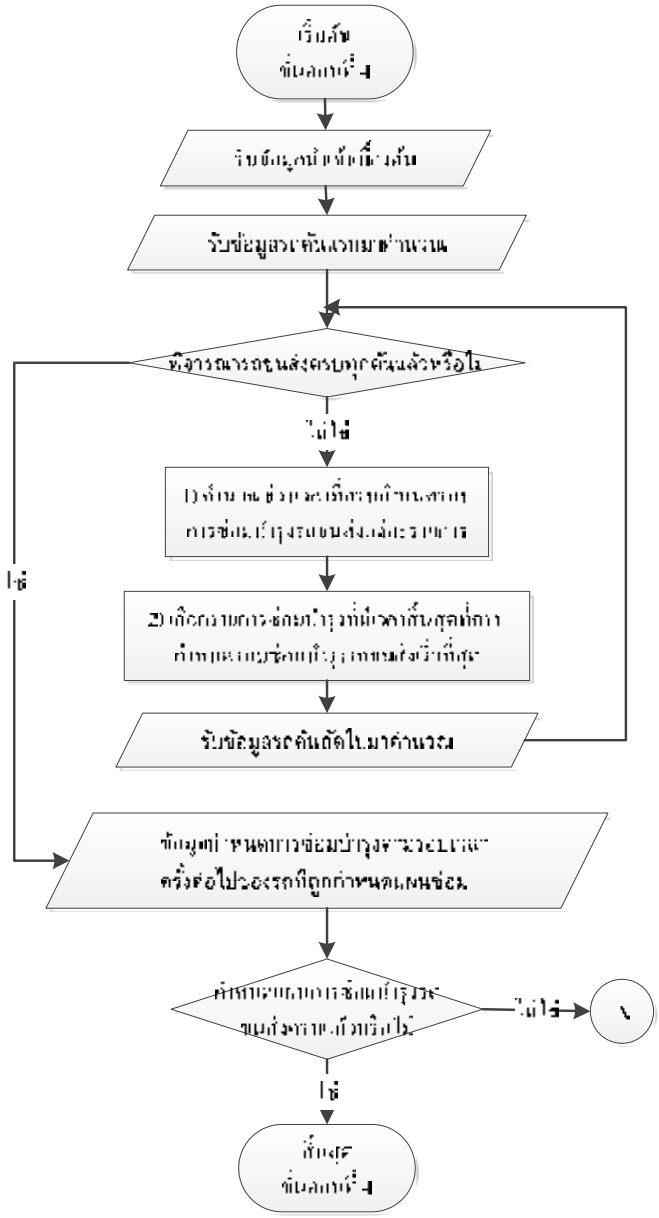
ภาพที่ 4.10 แสดงภาพรวมของขั้นตอนการกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่งพร้อมทั้งปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่

1. นำรถขนส่งที่เหลือมาพิจารณาหารถขนส่งที่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ
2. นำรถขนส่งไปซ่อมบำรุงที่อู่ซ่อมรถนั้น
3. วางแผนปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่

เมื่อมีการกำหนดรถขนส่งเพื่อไปซ่อมบำรุง ระบบจะนำงานขนส่งที่เหลือของรถคันที่ไปซ่อมบำรุงรถและงานของรถคันอื่นในระบบไปปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่โดยใช้แนวคิดมาวางแผนจัดเส้นทางขนส่งใหม่

4.3.4 การกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถที่ถูกกำหนดแผนซ่อม

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถขนส่งที่ถูกกำหนดแผนซ่อม ภาพรวมการพิจารณากำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถที่ถูกกำหนดแผน แสดงในภาพที่ 4.11 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้



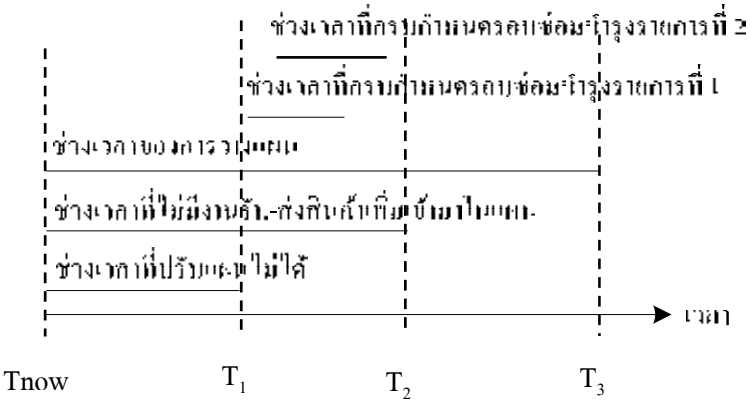
ภาพที่ 4.11 แสดงภาพรวมของขั้นตอนการกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถขนส่งที่ถูกกำหนดแผนซ่อม

1. คำนวณช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละรายการ

การคำนวณเวลาที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงรถของรถแต่ละคันและแต่ละรายการซ่อมบำรุง ทำโดยหาผลต่างระหว่างระยะทางวิ่งสะสมเมื่อรถพร้อมใช้งานกับระยะทางวิ่งที่ครบกำหนดการซ่อมบำรุงแต่ละรายการซ่อมบำรุงของรถแต่ละคัน แล้วใช้อัตราการวิ่งรถเฉลี่ยแปลงมาเป็นเวลาที่ครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงรถขนส่ง เพื่อความสะดวกในการกำหนดแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

2. เลือกรายการซ่อมบำรุงที่มีเวลาสิ้นสุดที่ครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงรถขนส่งเร็วที่สุด

กรณีที่มีช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงรถขนส่งหลายรายการอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน ให้เลือกรายการซ่อมบำรุงที่มีเวลาสิ้นสุดที่ครบกำหนดซ่อมบำรุงเร็วสุด 1 รายการขึ้นมาเป็นเกณฑ์พิจารณาก่อน เนื่องจากเป็นตัววัดความเร่งรีบที่จะมอบหมายรายการซ่อมบำรุงนั้นก่อน (earliest due date, EDD) (ปารเมศ ชุติมา, 2546) จากภาพที่ 4.12 จะกำหนดให้รายการที่ 1 เป็นเกณฑ์ของช่วงเวลาที่ครบกำหนดรอบซ่อมบำรุง



ภาพที่ 4.12 แสดงช่วงเวลาที่มีครบกำหนดรอบซ่อมบำรุงหลายรายการอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน

ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนสุดท้ายนี้ คือ แผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่รวมกับแผนเส้นทางขนส่ง โดยมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ เมื่อดำเนินการจนเสร็จขั้นตอนนี้จะได้แผนซ่อมบำรุงของรถ 1 คัน หลังจากนั้นให้นำข้อมูลที่ถูกปรับเปลี่ยนไปวางแผนใหม่โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 จนกว่าไม่มีรถขนส่งที่ต้องนำมาวางแผนซ่อมบำรุงอีก

บทที่ 5
การทดสอบฮิวริสติกสำหรับการวางแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

การทดสอบระบบมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นมา การประเมินผลการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งเกิดจากการทดสอบกับแผนเส้นทางขนส่งแบบต่อเนื่องที่ได้รับมา เนื้อหาในบทนี้สามารถแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. วิธีกำหนดข้อมูลนำเข้า
2. การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง
3. ผลการทดสอบ

5.1 วิธีกำหนดข้อมูลนำเข้า

1. สุ่มจำนวนสถานที่ขนส่งสินค้าและจำนวนอู่ซ่อมรถในระบบ จำนวน 10 จุด (สถานที่ขนส่ง 7 แห่ง และอู่ซ่อมรถ 3 แห่ง)
2. ระยะทางระหว่างสถานที่ เกิดจากลักษณะการขนส่งสินค้า โดยเลือกตัวแทนของสถานที่ที่มีโรงงานอยู่จำนวนพอสมควร หรือเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญของภูมิภาคนั้น แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ
    1) การเดินรถขนส่งระหว่างจังหวัด : ซึ่งระยะห่างระหว่างสถานที่เป็นแบบกระจายตัว
    2) การเดินรถขนส่งระหว่างจังหวัดปริมณฑล : ซึ่งระยะห่างระหว่างสถานที่เป็นแบบเกาะกลุ่ม
3. ระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ จะแปรผันตรงกับระยะทางระหว่างสถานที่

$$\text{ระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่} = \frac{\text{ระยะทางระหว่างสถานที่}}{\text{อัตราการวิ่งรถเฉลี่ย}} \qquad (5.1)$$

4. สุ่มจำนวนรถขนส่ง : จำนวน 3 คัน
5. สุ่มจำนวนความต้องการขนส่งสินค้า โดยที่แต่ละงาน
    1) สุ่มปริมาตรและน้ำหนักของงาน แต่จะต้องไม่เกินความจุสูงสุดในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง
    2) สุ่มสถานที่รับและสถานที่ส่งสินค้า

3) กำหนดให้งานทุกงานสามารถเริ่มรับสินค้าได้ที่เวลา 0:00

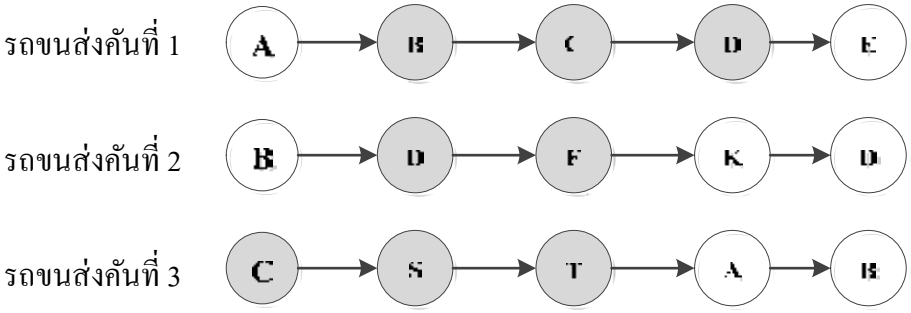
6. นำข้อมูลสถานที่ ระยะทาง ระยะเวลา จำนวนรถขนส่ง และความต้องการขนส่งสินค้า สร้างเป็นแผนเส้นทางขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง ภายใต้ข้อจำกัดของความจุในการบรรทุกสินค้าและกำหนดการส่งมอบสินค้า
7. รายการซ่อมบำรุงรถขนส่ง กำหนดให้มีระยะทางเริ่มต้นและระยะทางสิ้นสุดที่เบี่ยงเบนไปจากระยะทางหลักที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุง

5.2 การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งสามารถเปรียบเทียบจาก 2 วิธี คือ

1. วิธีฮิวริสติกของงานวิจัย
2. วิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้ (enumeration selection)

วิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้ เป็นการพิจารณาทุกทางเลือกของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง เพื่อหาค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถ วิธีนี้สามารถทราบถึงคำตอบจากทุกทางเลือกของการวางแผนซ่อมบำรุง ดังนั้นการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งด้วยวิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้จะทำให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งทำให้ได้ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำสุด



ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างแผนเส้นทางขนส่ง

จากภาพที่ 5.1 สามารถวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง ด้วยวิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยมีลำดับการวางแผนแทรกงานซ่อมบำรุงทั้งในเรื่องของรถขนส่ง และจุดที่ต้องแทรก แสดงตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ลำดับการวางแผนแทรกงานซ่อมบำรุงของรถขนส่ง

แบบที่	รถคันที่	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
1	รถคันที่	1	2	3
2	รถคันที่	1	3	2
3	รถคันที่	2	1	3
4	รถคันที่	2	3	1
5	รถคันที่	3	1	2
6	รถคันที่	3	2	1

ตารางที่ 5.2 ลำดับการวางแผนแทรกงานซ่อมบำรุงของจุดที่ต้องไปขนส่ง

การวางแผนซ่อมบำรุงครั้งที่	สถานที่แทรกงานซ่อมบำรุงของรถคันที่		
	ลำดับที่ 1 รถคันที่ 1	ลำดับที่ 2 รถคันที่ 2	ลำดับที่ 3 รถคันที่ 3
1	B	D	C
2	B	D	S
3	B	D	T
4	B	F	C
5	B	F	S
6	B	F	T
7	C	D	C
8	C	D	S

ตารางที่ 5.2 ลำดับการวางแผนแทรกงานซ่อมบำรุงของจุดที่ต้องไปขนส่ง

การวางแผนซ่อมบำรุง ครั้งที่	สถานที่แทรกงานซ่อมบำรุงของรถคันที่		
	ลำดับที่ 1 รถคันที่ 1	ลำดับที่ 2 รถคันที่ 2	ลำดับที่ 3 รถคันที่ 3
9	C	D	T
10	C	F	C
11	C	F	S
12	C	F	T
13	D	D	C
14	D	D	S
15	D	D	T
16	D	F	C
17	D	F	S
18	D	F	T

5.3 ผลการทดสอบ

ในการวัดประสิทธิภาพของฮิวริสติกได้ใช้สถานการณ์จำลอง 20 ตัวอย่าง แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากฮิวริสติกของงานวิจัยไปเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในแต่ละตัวอย่างที่ได้มาจากการพิจารณาความเป็นไปได้ทุกวิธีของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งพร้อมกับการจัดเส้นทางการเดินรถ ผลการทดสอบดังกล่าวพบว่าฮิวริสติกของงานวิจัยที่นำเสนอทำให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำที่มากกว่าวิธีที่ดีที่สุดโดยเฉลี่ยประมาณ 15% และใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่าประมาณ 90% แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถและเวลาที่ใช้ประมวลผลที่ได้จากวิธีฮิวริสติกของงานวิจัย กับวิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 5.3 และมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

- ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถที่ได้จากวิธีฮิวริสติกของงานวิจัยกับวิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้ มาจาก

$$\frac{\text{ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถจากคำตอบของงานวิจัย} - \text{ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถจากคำตอบที่ดีที่สุด}}{\text{ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถจากคำตอบที่ดีที่สุด}} x\ 100$$

- ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของเวลาที่ใช้ประมวลผลที่ได้จากวิธีฮิวริสติกของงานวิจัยกับวิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้ มาจาก

$$\frac{\text{เวลาที่ใช้ประมวลผลจากคำตอบที่ดีที่สุด} - \text{เวลาที่ใช้ประมวลผลจากคำตอบของงานวิจัย}}{\text{เวลาที่ใช้ประมวลผลจากคำตอบของงานวิจัย}} \; x \; 100$$

รายละเอียดของโจทย์ที่นำมาทดลอง

- <u>โจทย์ที่ 1-10 :</u>
  - จำลองการเดินรถขนส่งระหว่างจังหวัด ซึ่งระยะห่างระหว่างสถานที่เป็นแบบกระจายตัว
  - มีจำนวนงาน 30 งาน
- <u>โจทย์ที่ 11-20 :</u>
  - จำลองการเดินรถขนส่งระหว่างจังหวัดปริมณฑล ซึ่งระยะห่างระหว่างสถานที่เป็นแบบเกาะกลุ่ม
  - มีจำนวนงาน 50 งาน

ตารางที่ 5.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถและเวลาที่ใช้ประมวลผลที่ได้จากวิธีฮิวริสติกของงานวิจัย กับวิธีพิจารณาทุกทางเลือกที่เป็นไปได้

ตัวอย่างที่	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถเพิ่มขึ้นจากการต่ำสุดประมาณ	เวลาที่ใช้ประมวลผลของงานวิจัยลดลงประมาณ
1	14%	89.80%
2	18%	92.50%
3	12%	91.40%
4	25.10%	94.40%
5	19.80%	91.70%
6	23.70%	92.10%
7	22.50%	95.00%
8	0%	91.30%
9	3.50%	94.60%
10	0%	98%
11	12.7%	96%
12	21.00%	88.90%
13	0%	87%
14	18%	84%
15	0%	94.40%
16	19.20%	88.90%
17	26.00%	91.50%
18	18.80%	91.60%
19	27%	89%
20	20.30%	95.70%

บทที่ 6
ระบบสารสนเทศที่ใช้สนับสนุนกระบวนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

แนวคิดของการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่ได้ออกแบบไว้ ถูกนำมาพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานทำงานได้สะดวกและง่ายยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดของระบบสารสนเทศ 2 ส่วน ดังนี้

1. ระบบโครงสร้างข้อมูล
2. หน้าจอการทำงาน

6.1 ระบบโครงสร้างข้อมูล

โครงสร้างของข้อมูล (data structure) ในระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งได้มาจากการวิเคราะห์ความต้องการใช้งานข้อมูลในแต่ละกระบวนการ สำหรับวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลไปใช้วางแผนงานที่แตกต่างกัน แฟ้มข้อมูลในระบบมีทั้งหมด 11 แฟ้ม ซึ่งแต่ละแฟ้มประกอบไปด้วยองค์ประกอบ ความหมาย และตัวอย่างข้อมูล ตามตารางที่ 6.1 – 6.11 ดังนี้

1) แฟ้มข้อมูลสถานที่
2) แฟ้มข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่
3) แฟ้มข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่
4) แฟ้มข้อมูลประเภทรถขนส่ง
5) แฟ้มข้อมูลรถขนส่ง
6) แฟ้มข้อมูลงานบนเส้นทางขนส่ง
7) แฟ้มข้อมูลเส้นทางขนส่ง
8) แฟ้มข้อมูลงานที่อยู่บนรถขนส่ง
9) แฟ้มข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า
10) แฟ้มข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง
11) แฟ้มข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างแฟ้มข้อมูลดังกล่าวทั้งหลายข้างต้น และแผนภาพกระแสข้อมูล (data flow diagram) เพื่อสรุปภาพรวม ความสัมพันธ์ และการไหลของข้อมูลในการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่ง แสดงในภาพที่ 6.1 และภาพที่ 6.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.1แฟ้มข้อมูลสถานที่

Table Name	t_log_node	
Table Description	รายละเอียดสถานที่	
Field Name	**Description**	**Example Value**
nodeID	รหัสสถานที่	1
openHrTime	ชั่วโมงที่เปิดทำการของสถานที่	8
closeHrTime	ชั่วโมงที่ปิดทำการของสถานที่	17
openMinTime	นาทีที่เปิดทำการของสถานที่	0
closeMinTime	นาทีที่ปิดทำการของสถานที่	0
nodeName	ชื่อสถานที่	เอ บี การ์เม้น จำกัด
nodeAddress	ที่อยู่ของสถานที่	11 ถ.ศิริพงษ์ แขวงสำราญราฎร์ เขตพระนคร กทม 10200
locationX	ตำแหน่งละติจูด	10
locationY	ตำแหน่งลองติจูด	20
nodeType	ประเภทสถานที่	เช่น โรงงาน ผู้รับจ้างผลิต อู่ซ่อมรถ ลูกค้า
isTransship	พักสินค้าได้	1 = ใช่ 0 = ไม่ใช่
isStopover	ถ่ายโอนสินค้าได้	1 = ใช่ 0 = ไม่ใช่
isMaintenance	อู่ซ่อมรถ	1 = ใช่ 0 = ไม่ใช่
nodeCode	รหัสเรียกแทนชื่อสถานที่	P1

ตารางที่ 6.2 แฟ้มข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่

Table Name	t_log_dist	
Table Description	รายละเอียดระยะทางระหว่างสถานที่	
Field Name	**Description**	**Example Value**
distID	รหัสระยะทางระหว่างสถานที่	1111
fromNode	รหัสสถานที่ต้นทาง	1
toNode	รหัสสถานที่ปลายทาง	2
Distance	ระยะทางระหว่างสถานที่ (กิโลเมตร)	424

ตารางที่ 6.3แฟ้มข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่

Table Name	t_log_time	
Table Description	รายละเอียดระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่	
Field Name	**Description**	**Example Value**
timeID	รหัสระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่	1
fromNode	รหัสสถานที่ต้นทาง	1
toNode	รหัสสถานที่ปลายทาง	2
time	ระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ (ชั่วโมง)	7

ตารางที่ 6.4 แฟ้มข้อมูลประเภทรถขนส่ง

Table Name	t_log_truckType	
Table Description	รายละเอียดประเภทรถขนส่ง	
Field Name	**Description**	**Example Value**
truckTypeID	รหัสประเภทรถขนส่ง	1
truckTypeName	ชื่อประเภทรถขนส่ง	รถ 6 ล้อ 20 คิว
truckAvgSpeed	อัตราการวิ่งรถเฉลี่ยรถ (กิโลเมตร/วัน)	1400

ตารางที่ 6.5 แฟ้มข้อมูลรถขนส่ง

Table Name	t_log_truck	
Table Description	รายละเอียดรถขนส่ง	
Field Name	**Description**	**Example Value**
truckId	รหัสรถขนส่ง	1
truckSerial	เลขทะเบียนรถ	กข 400
truckStatus	สถานะรถ	1= รถใช้งานได้อยู่ 2 = รถไม่ได้ใช้งานแล้ว
capVol	ความจุด้านปริมาตรรถ (ลูกบาศก์เมตร)	20
capWeight	ความจุด้านน้ำหนักรถ (กิโลกรัม)	5,000
iniNode	รหัสสถานที่เริ่มต้นใช้งานรถ	1
iniTime	วัน/เวลาเริ่มต้นใช้งานรถ	21/06/2012 10:00
totalDist	ระยะทางวิ่งรถสะสมเริ่มต้น (กิโลเมตร)	0
truckTypeId	รหัสประเภทรถขนส่ง	รถ 6 ล้อ 20 คิว
oilConsume	อัตราการใช้น้ำมัน (กิโลเมตร/ลิตร)	10

ตารางที่ 6.6 แฟ้มข้อมูลงานบนเส้นทางขนส่ง

Table Name	t_log_pathOrder	
Table Description	รายละเอียดงานบนเส้นทางขนส่ง	
Field Name	**Description**	**Example Value**
pathOrderId	รหัสงานบนเส้นทางขนส่ง	1111
pathId	รหัสเส้นทางขนส่ง	1
jobId	รหัสงานขนส่ง	2
pickDrop	รับหรือส่งสินค้า	1= รับสินค้า 0 = ส่งสินค้า

ตารางที่ 6.7 แฟ้มข้อมูลเส้นทางขนส่ง

Table Name	t_log_path	
Table Description	รายละเอียดเส้นทางขนส่ง	
Field Name	**Description**	**Example Value**
pathId	รหัสเส้นทางขนส่ง	1
pathStatus	สถานะของเส้นทาง	2 = เส้นทางงานขนส่ง 1 = เส้นทางงานซ่อมบำรุง 0 = ดำเนินงานเสร็จแล้ว
fromNode	รหัสสถานที่ต้นทาง	1
toNode	รหัสสถานที่ปลายทาง	4
startDate	วันที่/เวลาเริ่มต้นของเส้นทางขนส่ง	22/06/2012 10:00
endDate	วันที่/เวลาสิ้นสุดของเส้นทางขนส่ง	23/06/2012 12:00
truckId	รหัสรถขนส่ง	1

ตารางที่ 6.8 แฟ้มข้อมูลงานที่อยู่บนรถขนส่ง

Table Name	t_log_truckOrder	
Table Description	รายละเอียดงานที่อยู่บนรถขนส่ง	
Field Name	**Description**	**Example Value**
truckOrderId	รหัสงานที่อยู่บนรถขนส่ง	111
jobId	รหัสงานขนส่ง	1
truckId	รหัสรถขนส่ง	2

ตารางที่ 6.9 แฟ้มข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้า

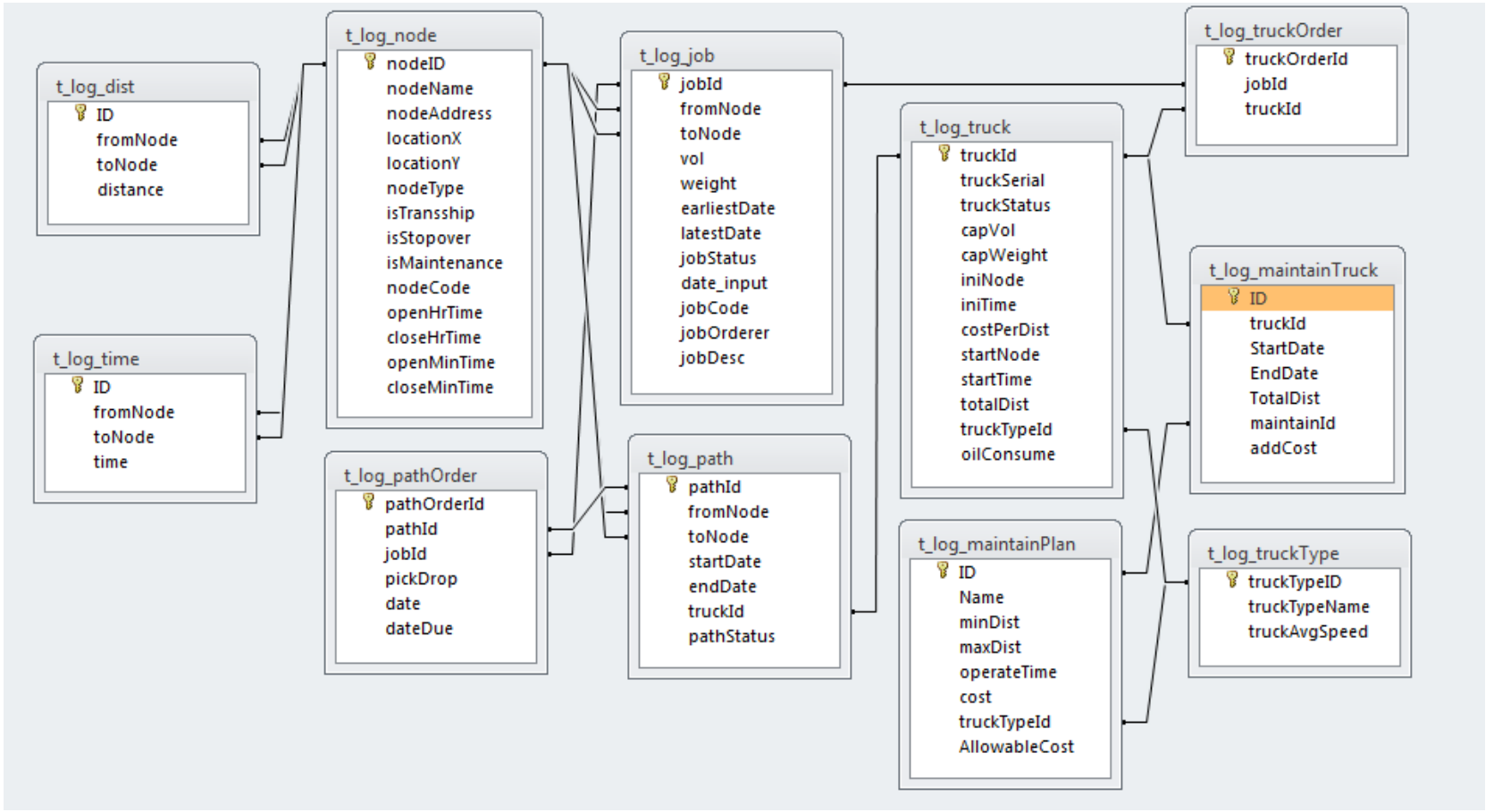
Table Name	t_log_job	
Table Description	รายละเอียดความต้องการขนส่งสินค้า	
Field Name	**Description**	**Example Value**
jobId	รหัสงานขนส่ง	1
fromNode	รหัสสถานที่ต้นทาง	5
toNode	รหัสสถานที่ปลายทาง	2
vol	ปริมาตรสินค้า (ลูกบาศก์เมตร)	15
weight	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	750
earliestDate	วันที่/เวลาเริ่มต้นที่เริ่มรับสินค้าได้	22/06/2012 0:00
latestDate	วันที่/เวลาสิ้นสุดที่ส่งสินค้าเสร็จ	24/06/2012 17:00
jobStatus	สถานะของงาน	2 = ยังไม่ได้วางแผนเส้นทางขนส่ง 1 = รับสินค้าแล้วแต่ยังไม่ได้ส่ง 0 = รับและส่งสินค้าเรียบร้อยแล้ว -1 = ส่งให้กับผู้ประกอบการอื่น
date_input	วันที่รับข้อมูลเข้าระบบ	21/06/2012 8:00

ตารางที่ 6.10 แฟ้มข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

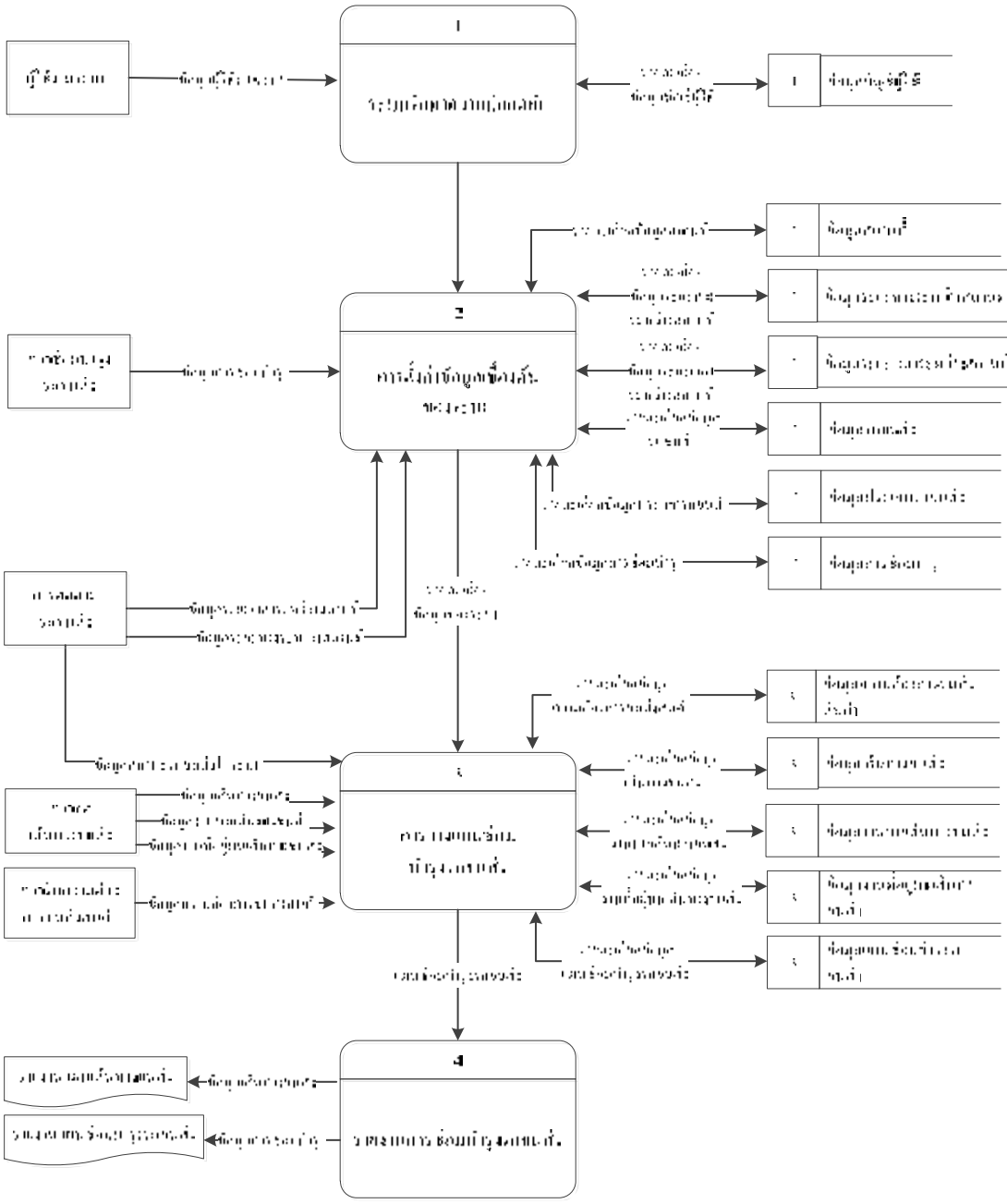
Table Name	t_log_maintainPlan	
Table Description	รายละเอียดการซ่อมบำรุง	
Field Name	**Description**	**Example Value**
maintainplanID	รหัสการซ่อมบำรุง	1
name	ระยะทางหลักที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	10,000
minDist	ระยะทางเริ่มต้นที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	9,000
maxDist	ระยะทางสิ้นสุดที่ครบรอบการซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	11,000
operateTime	เวลาการซ่อมบำรุง (ชั่วโมง)	2
cost	ค่าซ่อมบำรุงรถขนส่ง (บาท)	3,000
truckTypeId	รหัสประเภทรถขนส่ง	1
allowableCost	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถสูงสุดที่ยอมรับได้ (บาท)	4,000

ตารางที่ 6.11 แฟ้มข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

Table Name	t_log_maintainTruck	
Table Description	รายละเอียดแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง	
Field Name	**Description**	**Example Value**
maintaintruckID	รหัสแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง	1
truckId	รหัสรถขนส่ง	1
startDate	วันที่/เวลาเริ่มต้นซ่อมบำรุงรถขนส่ง	25/06/2012 9:00
endDate	วันที่/เวลาซ่อมบำรุงรถขนส่งเสร็จ	25/06/2012 11:00
totalDist	ระยะทางที่ซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	10,500
maintainId	รหัสการซ่อมบำรุง	1



ภาพที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแฟ้มข้อมูลของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง



ภาพที่ 6.2 แผนภาพกระแสข้อมูลของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

6.2 หน้าจอการทำงาน

หน้าจอการทำงาน (user interface) เป็นส่วนที่ระบบติดต่อกับผู้ใช้งาน เพื่อดำเนินการต่างๆ โดยหน้าที่หลักของหน้าจอการทำงานคือ การแสดงข้อมูล การรับข้อมูลเข้าระบบจากผู้ใช้งานและการส่งคำสั่งให้โปรแกรมดำเนินการทำงานได้ หน้าจอการทำงานตามกลุ่มฟังก์ชันการทำงานในระบบแบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก ดังแสดงในภาพที่ 6.3 ดังนี้

1. หน้าจอส่วนการตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้น

หน้าจอส่วนการตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้น เป็นหน้าจอการตั้งค่าของระบบเบื้องต้น สำหรับบันทึกข้อมูลเริ่มต้นทั่วไปที่ใช้ในระบบ เนื่องจากข้อมูลที่บันทึกในส่วนนี้จะเป็นพวกข้อมูลเบื้องต้นที่บันทึกลงระบบแค่ครั้งเดียวและสามารถเรียกใช้ได้แม้อยู่ในฟังชันก์การทำงานอื่น ดังแสดงในภาพที่ 6.3

2. หน้าจอส่วนการวางแผนเส้นทางขนส่ง

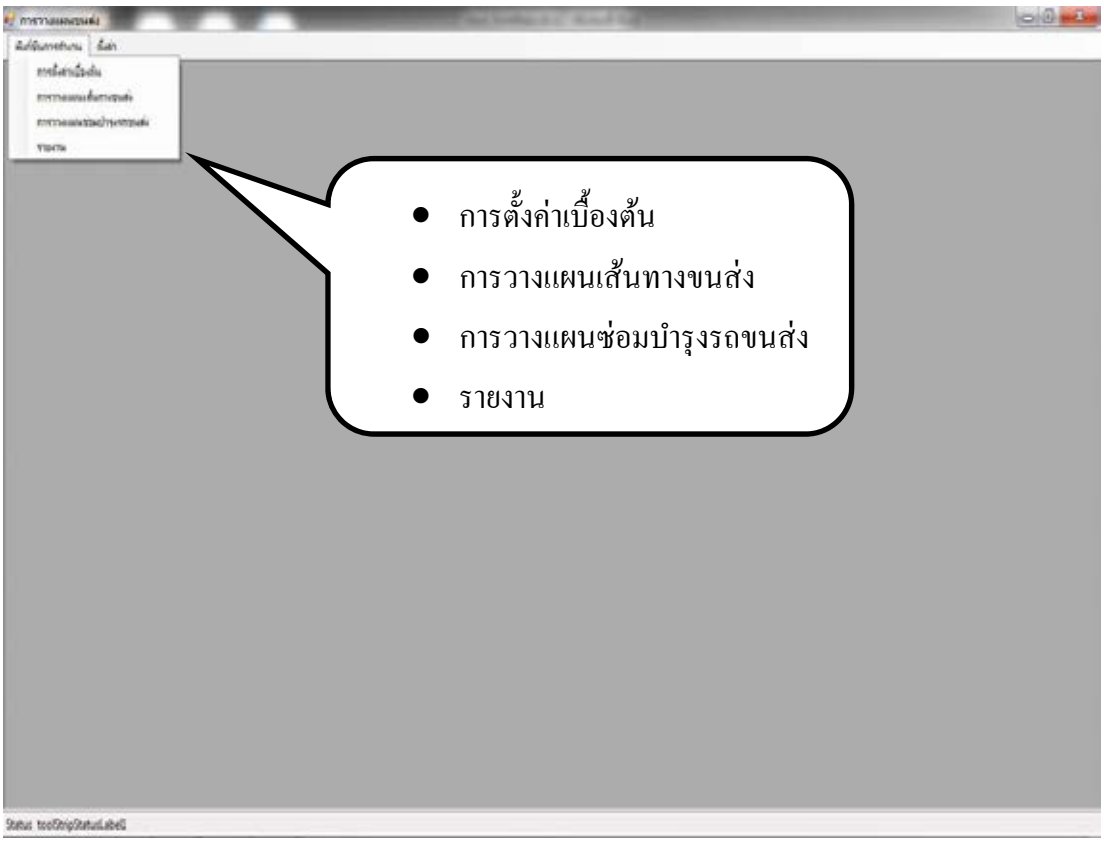
หน้าจอส่วนการวางแผนเส้นทางขนส่ง เป็นหน้าจอที่ออกแบบไว้สำหรับดึงข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ข้อมูลเบื้องต้น และข้อมูลอื่นๆ เพื่อมาประมวลแผนเส้นทางขนส่ง โดยมีผลลัพธ์เป็น “แผนเส้นทางขนส่ง” ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของงานขนส่ง ได้แก่ ข้อมูลรหัสรถขนส่ง วัน-เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการขนส่งสินค้า สถานที่รับ-ส่งสินค้า รหัสการขนส่ง รายละเอียดงาน ปริมาตรและน้ำหนักของสินค้า ปริมาตรและน้ำหนักที่เหลืออยู่บนรถขนส่ง ระยะทางและและในการเดินทาง ดังแสดงในภาพที่ 6.3

3. หน้าจอส่วนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

หน้าจอส่วนการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง เป็นหน้าจอที่ออกแบบไว้สำหรับดึงข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ข้อมูลเบื้องต้น และข้อมูลแผนเส้นทางขนส่ง เพื่อมาประมวลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งตามแนวคิดของงานวิจัยที่ได้วางไว้ โดยมีผลลัพธ์เป็น “แผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง” ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง ได้แก่ ข้อมูลรหัสรถขนส่ง วัน-เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการซ่อมบำรุง อู่ซ่อมรถ สถานที่ฝากสินค้า รายการซ่อมบำรุง เวลาการซ่อมบำรุง ระยะทางที่ได้รับการซ่อมบำรุง และและผลรวมค่าซ่อมบำรุงรถขนส่ง ดังแสดงในภาพที่ 6.3

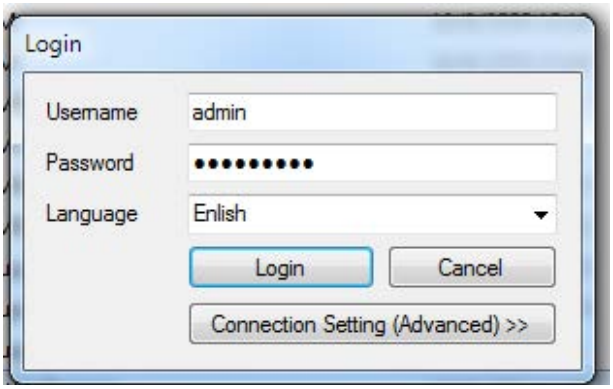
4. หน้าจอส่วนรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

หน้าจอส่วนการรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง เป็นหน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลและการออกรายงาน ซึ่งเกิดจากการประมวลผลลัพธ์ที่ได้ในระบบมานำเสนอ ดังแสดงในภาพที่ 6.3



ภาพที่ 6.3 หน้าจอของระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

เมื่อเริ่มต้นเข้าสู่การทำงานทุกครั้ง ผู้ใช้งานจะต้องลงชื่อเพื่อเข้าใช้งานระบบ แสดงดังภาพที่ 6.4 ดังนี้



ภาพที่ 6.4 หน้าจอการลงชื่อเพื่อเข้าใช้งานระบบ

<u>วัตถุประสงค์การใช้งาน</u>

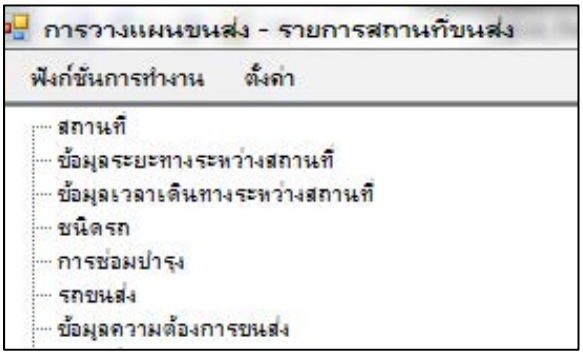
เพื่อจำกัดและตรวจสอบผู้ใช้งานของระบบ และไม่ให้บุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตจากทางหน่วยงานหรือบริษัทเข้าใช้และเปลี่ยนแปลงข้อมูลของระบบ

รายละเอียดการทำงาน

บุคคลที่ได้รับอนุญาตจากทางหน่วยงาน หรือบริษัท หรือเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงการทำงานของหน้าจอนี้ได้ โดยต้องมีการกรอกชื่อผู้ใช้งานเพื่อการยืนยันตัวตน และต้องกรอกรหัสให้ถูกต้องเพื่อสามารถเข้าสู่หน้าจอถัดไปของระบบ

6.2.1 การตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้น

การตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้น (set up) เป็นหน้าจอการตั้งค่าเบื้องต้นของระบบ โดยผู้ใช้ที่ได้รับมอบหมายจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลเริ่มต้นทั่วไปที่ใช้ในระบบ ข้อมูลที่บันทึกในส่วนนี้เป็นข้อมูลมาตรฐานที่บันทึกลงระบบแค่ครั้งแรกครั้งเดียวเมื่อเริ่มปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องการได้ภายหลังจากที่ใช้โปรแกรมแล้ว และสามารถเรียกใช้ได้แม้อยู่ในฟังชันก์การทำงานอื่น โดยในส่วนนี้จะมีรายการตั้งค่าทั้งหมด 7 รายการ แสดงดังภาพที่ 6.5 และสามารถเข้าถึงแต่ละหน้าจอการทำงานได้โดยตรงจากแผนผังต้นไม้



ภาพที่ 6.5 แผนผังต้นไม้แสดงรายการหน้าจอของระบบการวางแผน
ซ่อมบำรุงรถขนส่ง : การตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้น

วัตถุประสงค์การใช้งาน

เพื่อตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้นของระบบ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของกระบวนการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่ง

รายละเอียดการทำงาน

เจ้าหน้าที่วางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงการทำงานของหน้าจอนี้ได้ ซึ่งประกอบด้วย

1) ข้อมูลสถานที่
2) ข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่
3) ข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่
4) ข้อมูลชนิดรถ
5) ข้อมูลการซ่อมบำรุง
6) ข้อมูลรถขนส่ง
7) ข้อมูลความต้องการการขนส่ง

โดยส่วนของหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้น ในแต่ละรายการจะออกแบบหน้าจอการใช้งานออกเป็น 2 หน้าจอคือ

1. หน้าจอการทำงานสำหรับการแสดงข้อมูล ซึ่งเป็นหน้าจอที่มีเพื่อแสดงผลและค้นหาข้อมูล
2. หน้าจอการทำงานสำหรับการตั้งค่าข้อมูล ซึ่งเป็นหน้าจอที่มีเพื่อเพิ่มเติม แก้ไข หรือลบข้อมูล

หน้าจอในส่วนการตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้นมีวัตถุประสงค์และรายละเอียดการใช้งานของแต่ละหน้าจอดังนี้

6.2.1.1 การตั้งค่าข้อมูลสถานที่

กดปุ่ม สถานที่ จะปรากฏข้อมูลของสถานที่ที่มีในระบบ โดยมีหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลสถานที่ แสดงดังภาพที่ 6.6 ดังนี้

<u>วัตถุประสงค์การใช้งาน</u>

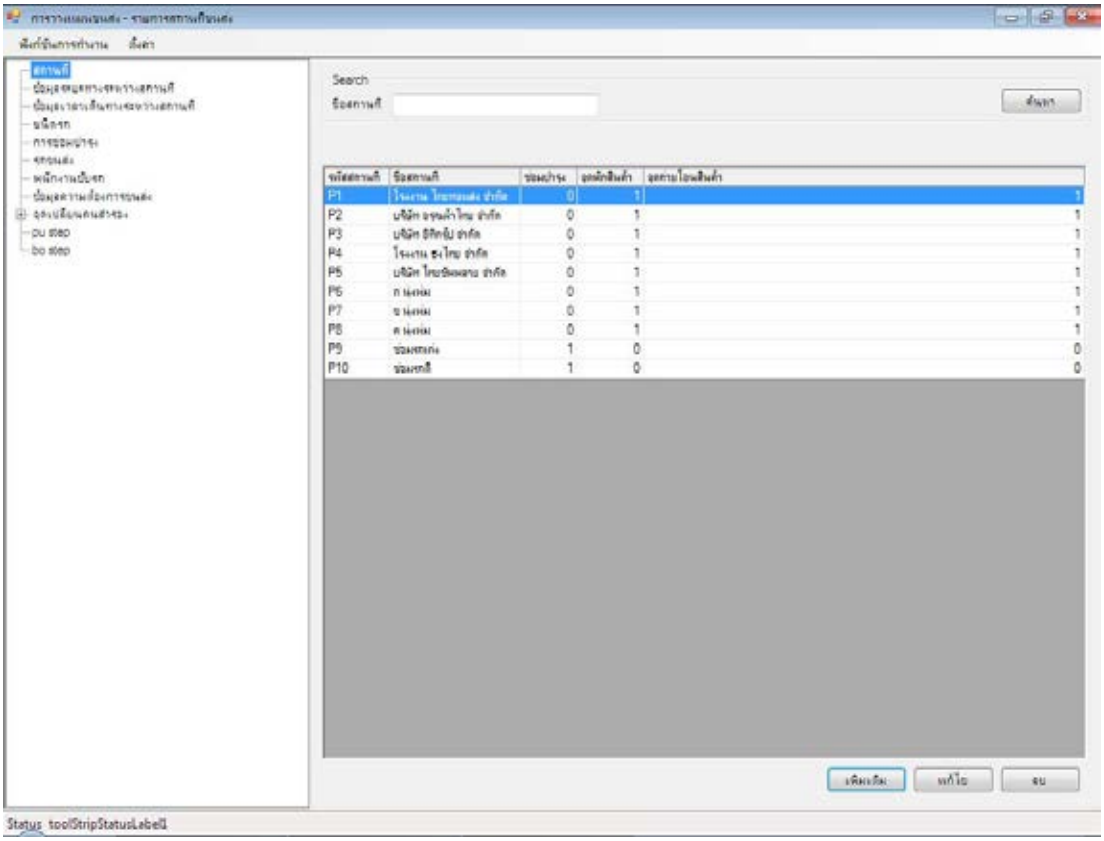
เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการแสดงผลและค้นหาผลของการตั้งค่าข้อมูลสถานที่ที่มีอยู่ในระบบ

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

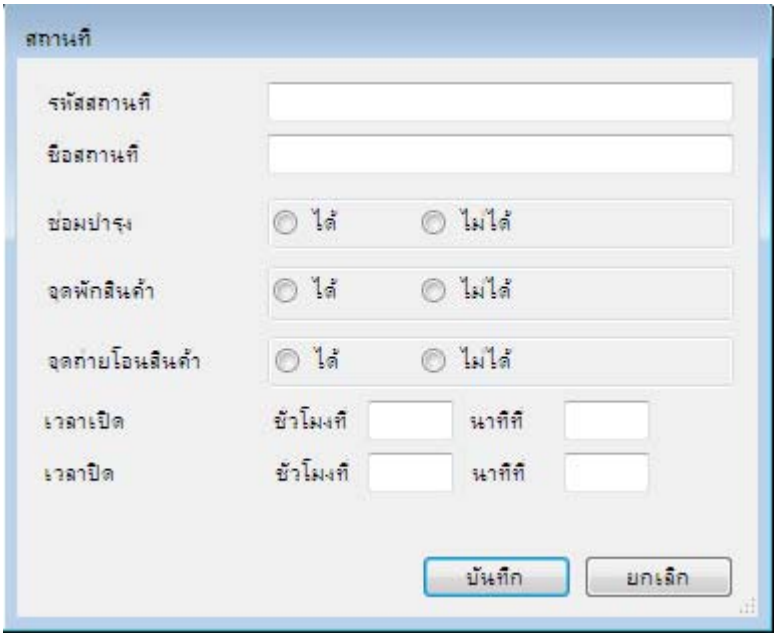
ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ การตั้งค่าเบื้องต้น : สถานที่ โดยมีรายละเอียดการทำงานในหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลสถานที่ แสดงดังภาพที่ 6.7 ดังนี้

- สามารถค้นหาข้อมูลสถานที่ โดยการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องในช่องว่างตามคำสำคัญที่ต้องการใช้ค้นหา (key word) แล้วกดปุ่ม *ค้นหา* ข้อมูลที่ต้องการจะถูกนำมาเสนอในตารางข้อมูลสถานที่ด้านล่าง

- หน้าจอข้อมูลสถานที่สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล ได้แก่ รหัสสถานที่ ชื่อสถานที่ คุณสมบัติของสถานที่ เช่น อู่ซ่อมรถ จุดพักสินค้า จุดถ่ายโอนสินค้า และเวลาปิด-เปิดสถานที่
- สามารถเพิ่มข้อมูลสถานที่ได้ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลสถานที่
- สามารถแก้ไขข้อมูลสถานที่ได้ โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลสถานที่
- สามารถลบข้อมูลสถานที่ได้ โดยการกดปุ่ม *ลบ* ซึ่งระบบจะลบหน้าจอข้อมูลสถานที่นั้นออกจากระบบ



ภาพที่ 6.6 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลสถานที่



ภาพที่ 6.7 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลสถานที่

<u>วัตถุประสงค์การใช้งาน</u>

เพื่อใช้แสดงรายละเอียดข้อมูลสถานที่ แก้ไขข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลสถานที่ใหม่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นเพื่อมาประมวลผลการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอการทำงานนี้ได้ 2 กรณี ได้แก่

1) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อแสดงหรือแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลสถานที่ ซึ่งสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลสถานที่
2) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อบันทึกรายละเอียดข้อมูลสถานที่ใหม่ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลสถานที่

<u>รายละเอียดการกรอกข้อมูล</u>

ผู้ใช้งานระบบจะต้องระบุรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) รหัสสถานที่ คือ ชื่อภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษที่สั้นกระชับตามความต้องการ ซึ่งใช้แทนชื่อสถานที่ เพื่อความเข้าใจและสะดวกในการแสดงผล
2) ชื่อสถานที่ คือ ชื่อภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษตามต้องการ
3) คุณสมบัติของสถานที่ จะมี 3 แบบ คือ
    - อู่ซ่อมรถ คือ สถานที่ซึ่งให้บริการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

- จุดพักสินค้า คือ สถานที่ซึ่งรถสามารถนำสินค้ามาพักไว้ได้
- จุดถ่ายโอนสินค้า คือ สถานที่ซึ่งรถสามารถนำสินค้ามาพักไว้ได้

4) เวลาเปิด-ปิดของสถานที่ คือ เวลาการทำงานของสถานที่ในระบบ

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการยืนยันการทำงานการตั้งค่าข้อมูลสถานที่ให้กดปุ่ม *บันทึก* ระบบจะบันทึกข้อมูลที่กรอกไว้เข้าสู่ระบบ หรือหากต้องการยกเลิกข้อมูลที่กรอกเข้าไปให้กดปุ่ม *ยกเลิก* ข้อมูลดังกล่าวจะถูกลบออกจากระบบ

6.2.1.2 การตั้งค่าข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่

กดปุ่ม ระยะทางระหว่างสถานที่ จะปรากฏข้อมูลของระยะทางระหว่างสถานที่ที่มีในระบบ โดยมีหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลและการตั้งค่าระยะทางระหว่างสถานที่ แสดงดังภาพที่ 6.8 ดังนี้

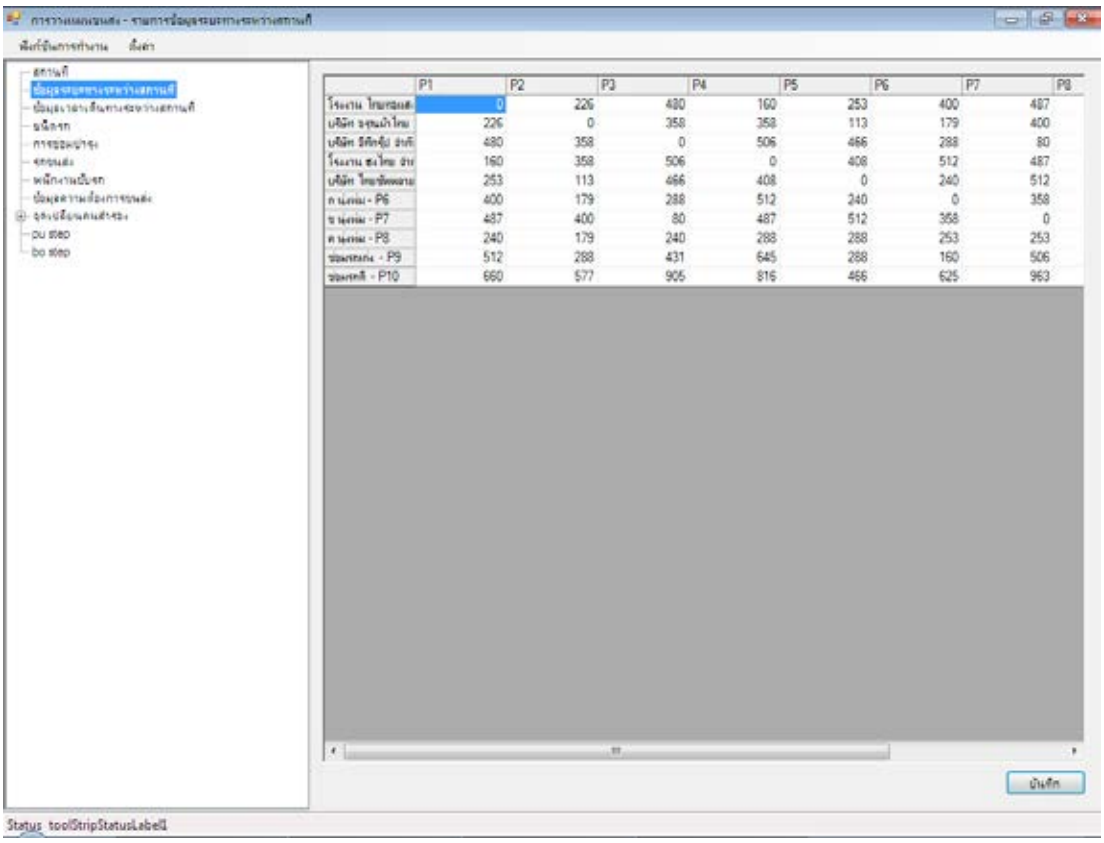
<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

1) เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ที่มีในระบบ
2) เพื่อเพิ่มเติม หรือแก้ไขข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ในระบบสำหรับใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นเพื่อมาประมวลผลการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ การตั้งค่าเบื้องต้น : ระยะทางระหว่างสถานที่ โดยมีรายละเอียดการทำงานในหน้าจอ ดังนี้

- หน้าจอข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล คือ ระยะทางจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง
- สามารถเพิ่มเติม หรือแก้ไขข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ได้ โดยการกรอกข้อมูลระยะทางไปในตำแหน่งที่ต้องการ



ภาพที่ 6.8 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลและการตั้งค่าระยะทางระหว่างสถานที่

<u>รายละเอียดการกรอกข้อมูล</u>

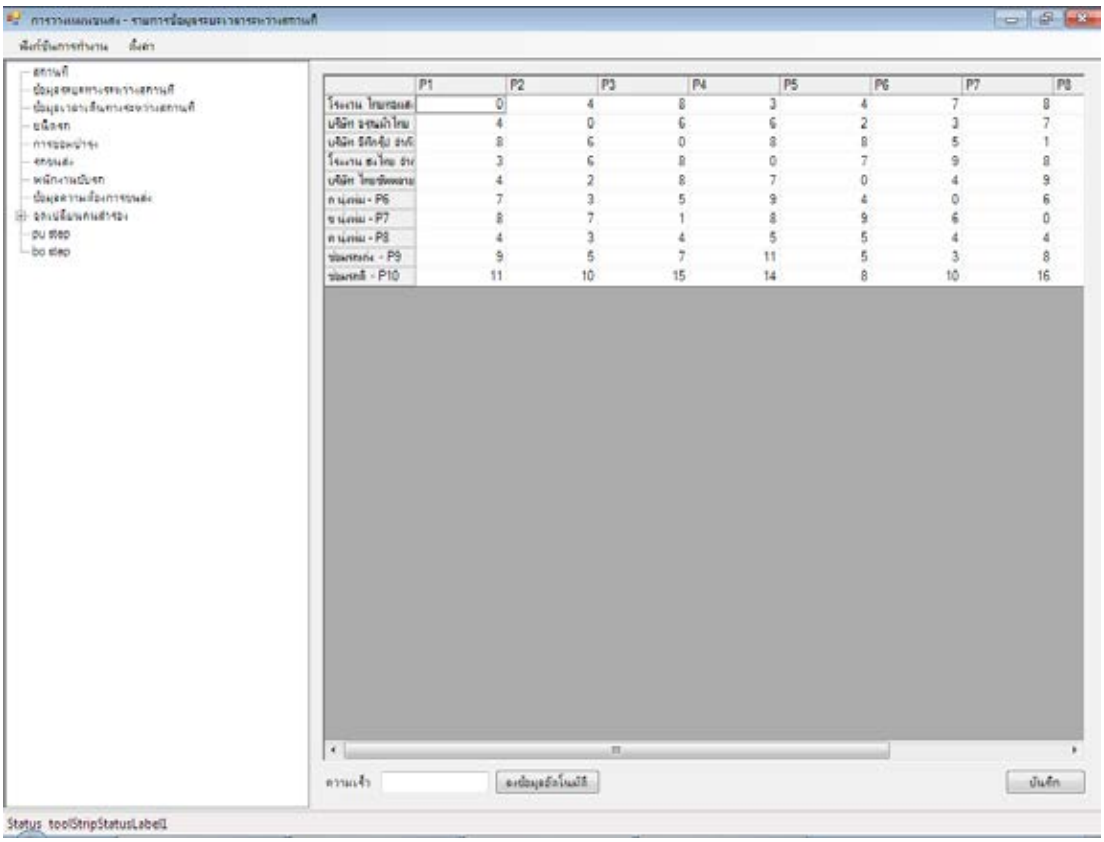
ผู้ใช้งานระบบจะต้องระบุรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ระยะทางระหว่างสถานที่ (หน่วย : กิโลเมตร) คือ การแสดงความสัมพันธ์ของระยะทางระหว่างสถานที่หนึ่ง (ทางซ้าย) ไปยังอีกสถานที่หนึ่ง (ข้างบน) หรือถ้าไม่ทราบระยะทาง หรือต้องการใช้ระยะทางแบบแกนแนวระนาบ ให้กรอกข้อมูลละติจูดและลองจิจูดในการตั้งค่าข้อมูลสถานที่

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการยืนยันการทำงานการตั้งค่าข้อมูลระยะทางระหว่างสถานที่ให้กดปุ่ม *บันทึก* ระบบจะบันทึกข้อมูลที่กรอกไว้เข้าสู่ระบบ

6.2.1.3 การตั้งค่าข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่

กดปุ่ม ระยะเวลาระหว่างสถานที่ จะปรากฏข้อมูลของระยะเวลาระหว่างสถานที่ที่มีในระบบ โดยมีหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลและการตั้งค่าระยะเวลาระหว่างสถานที่ แสดงดังภาพที่ 6.9 ดังนี้



ภาพที่ 6.9 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลและการตั้งค่าระยะเวลาระหว่างสถานที่

<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

1) เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่ในระบบ
2) เพื่อเพิ่มเติม หรือแก้ไขข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่ในระบบ สำหรับใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นเพื่อมาประมวลผลการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ การตั้งค่าเบื้องต้น : ระยะเวลาระหว่างสถานที่ โดยมีรายละเอียดการทำงานในหน้าจอ ดังนี้

- หน้าจอข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล คือ ระยะเวลาจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง
- สามารถเพิ่มเติม หรือแก้ไขข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่ได้ โดยการกรอกข้อมูลไปในตำแหน่งที่ต้องการ

<u>รายละเอียดการกรอกข้อมูล</u>

ผู้ใช้งานระบบจะต้องระบุรายละเอียด ดังต่อไปนี้

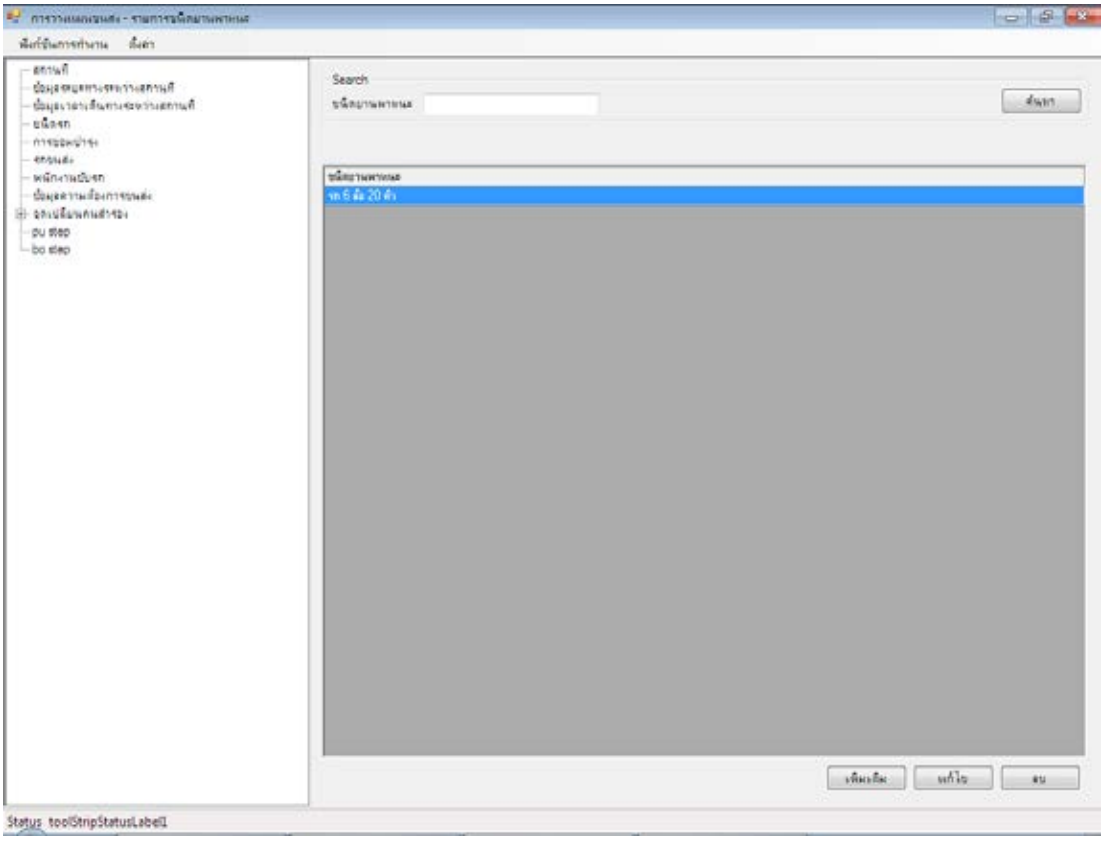
ระยะเวลาระหว่างสถานที่ (หน่วย : ชั่วโมง) คือ การแสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาระหว่างสถานที่หนึ่ง (ทางซ้าย) ไปยังอีกสถานที่หนึ่ง (ข้างบน) หรือในกรณีต้องการข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่แบบอัตโนมัติ ให้ผู้ใช้กรอกความเร็ว (หน่วย : กิโลเมตร/ชั่วโมง) ทางช่วงล่างของหน้าจอ แล้วกดปุ่ม *ลงข้อมูลอัตโนมัติ* จากนั้นกดปุ่ม *บันทึก* ระบบจะแปลงข้อมูลโดยสมการ

$$\text{ระยะเวลาระหว่างสถานที่} = \frac{\text{ระยะทางระหว่างสถานที่}}{\text{ความเร็ว}} \qquad (6.1)$$

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการยืนยันการทำงานการตั้งค่าข้อมูลระยะเวลาระหว่างสถานที่ให้กดปุ่ม *บันทึก* ระบบจะบันทึกข้อมูลที่กรอกไว้เข้าสู่ระบบ

6.2.1.4 การตั้งค่าข้อมูลชนิดรถ

กดปุ่ม ชนิดรถ จะปรากฏข้อมูลของชนิดรถที่มีในระบบ โดยมีหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลชนิดรถ แสดงดังภาพที่ 6.10 ดังนี้



ภาพที่ 6.10 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลชนิดรถ

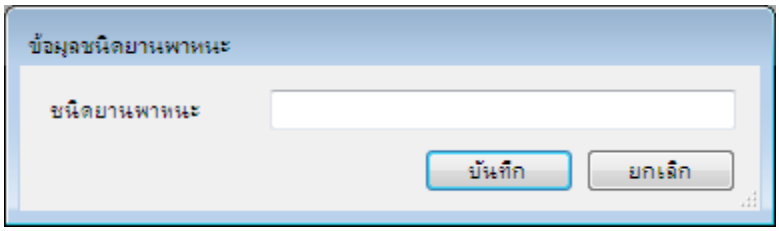
วัตถุประสงค์ในการใช้งาน

เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการแสดงผลและค้นหาผลของการตั้งค่าข้อมูลชนิดรถที่มีอยู่ในระบบ

รายละเอียดการทำงาน

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ การตั้งค่าเบื้องต้น : ชนิดรถ โดยมีรายละเอียดการทำงานในหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลชนิดรถ แสดงดังภาพที่ 6.11 ดังนี้

- สามารถค้นหาข้อมูลชนิดรถ โดยการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องในช่องว่างตามคำสำคัญที่ต้องการใช้ค้นหา (key word) แล้วกดปุ่ม *ค้นหา* ข้อมูลที่ต้องการจะถูกนำมาเสนอในตารางข้อมูลชนิดรถด้านล่าง
- หน้าจอข้อมูลชนิดรถสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล คือ ชนิดของรถ
- สามารถเพิ่มข้อมูลชนิดรถได้ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลชนิดรถ
- สามารถแก้ไขข้อมูลชนิดรถได้ โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลชนิดรถ
- สามารถลบข้อมูลชนิดรถได้ โดยการกดปุ่ม *ลบ* ซึ่งระบบจะลบข้อมูลชนิดรถนั้นออกจากระบบ



ภาพที่ 6.11 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลชนิดรถ

วัตถุประสงค์ในการใช้งาน

เพื่อใช้แสดงรายละเอียดข้อมูลชนิดรถ แก้ไขข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลชนิดรถใหม่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นเพื่อมาประมวลผลการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

รายละเอียดการทำงาน

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอการทำงานนี้ได้ 2 กรณี ได้แก่

1) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อแสดงหรือแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลชนิดรถ ซึ่งสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลชนิดรถ
2) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อบันทึกรายละเอียดข้อมูลชนิดรถใหม่ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลชนิดรถ

<u>รายละเอียดการกรอกข้อมูล</u>

ผู้ใช้งานระบบจะต้องระบุรายละเอียดชนิดรถ คือ ข้อมูลจำนวนล้อรถ และปริมาตรความจุของรถ (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร)

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการยืนยันการทำงานการตั้งค่าข้อมูลชนิดรถให้กดปุ่ม *บันทึก* ระบบจะบันทึกข้อมูลที่กรอกไว้เข้าสู่ระบบ หรือหากต้องการยกเลิกข้อมูลที่กรอกเข้าไปให้กดปุ่ม *ยกเลิก* ข้อมูลดังกล่าวจะถูกลบออกจากระบบ

6.2.1.5 การตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุง

กดปุ่ม การซ่อมบำรุง จะปรากฏข้อมูลการซ่อมบำรุงที่มีในระบบ โดยมีหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลการซ่อมบำรุง แสดงดังภาพที่ 6.12 ดังนี้

<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

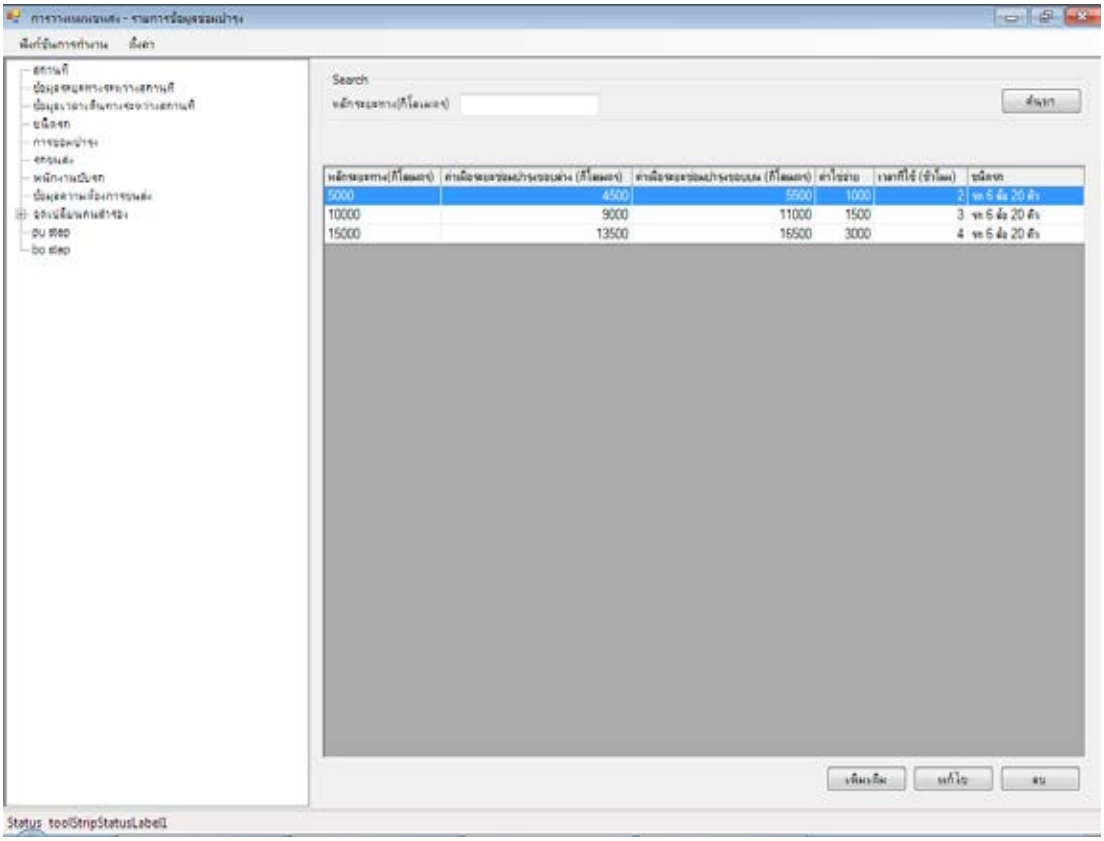
เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการแสดงผลและค้นหาผลของการตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุงที่มีอยู่ในระบบ

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

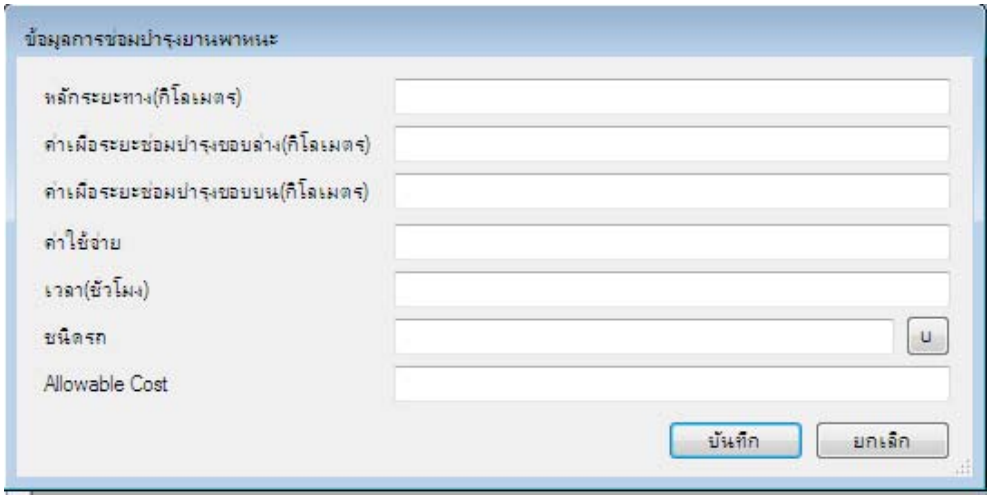
ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ การตั้งค่าเบื้องต้น : การซ่อมบำรุง โดยมีรายละเอียดการทำงานในหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุง แสดงดังภาพที่ 6.13 ดังนี้

- สามารถค้นหาข้อมูลการซ่อมบำรุง โดยการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องในช่องว่างตามคำสำคัญที่ต้องการใช้ค้นหา (key word) แล้วกดปุ่ม *ค้นหา* ข้อมูลที่ต้องการจะถูกนำมาเสนอในตารางข้อมูลการซ่อมบำรุงด้านล่าง
- หน้าจอข้อมูลการซ่อมบำรุงสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล ได้แก่ หลักระยะทาง ค่าเผื่อระยะทางซ่อมบำรุงขอบล่าง ค่าเผื่อระยะทางซ่อมบำรุงขอบบน ค่าใช้จ่าย เวลาที่ใช้ซ่อมบำรุง ชนิดรถ และค่าซ่อมบำรุงสูงสุดที่ยอมรับได้

- สามารถเพิ่มข้อมูลการซ่อมบำรุงได้ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุง
- สามารถแก้ไขข้อมูลการซ่อมบำรุงได้ โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุง
- สามารถลบข้อมูลการซ่อมบำรุงได้ โดยการกดปุ่ม *ลบ* ซึ่งระบบจะลบข้อมูลการซ่อมบำรุงนั้นออกจากระบบ



ภาพที่ 6.12 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลการซ่อมบำรุง



ภาพที่ 6.13 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุง

<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

เพื่อใช้แสดงรายละเอียดข้อมูลการซ่อมบำรุง แก้ไขข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลการซ่อมบำรุงใหม่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นเพื่อมาประมวลผลการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอการทำงานนี้ได้ 2 กรณี ได้แก่

1) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อแสดงหรือแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลการซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลการซ่อมบำรุง
2) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อบันทึกรายละเอียดข้อมูลการซ่อมบำรุงใหม่ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลการซ่อมบำรุง

<u>รายละเอียดการกรอกข้อมูล</u>

ผู้ใช้งานระบบจะต้องระบุรายละเอียด ดังต่อไปนี้

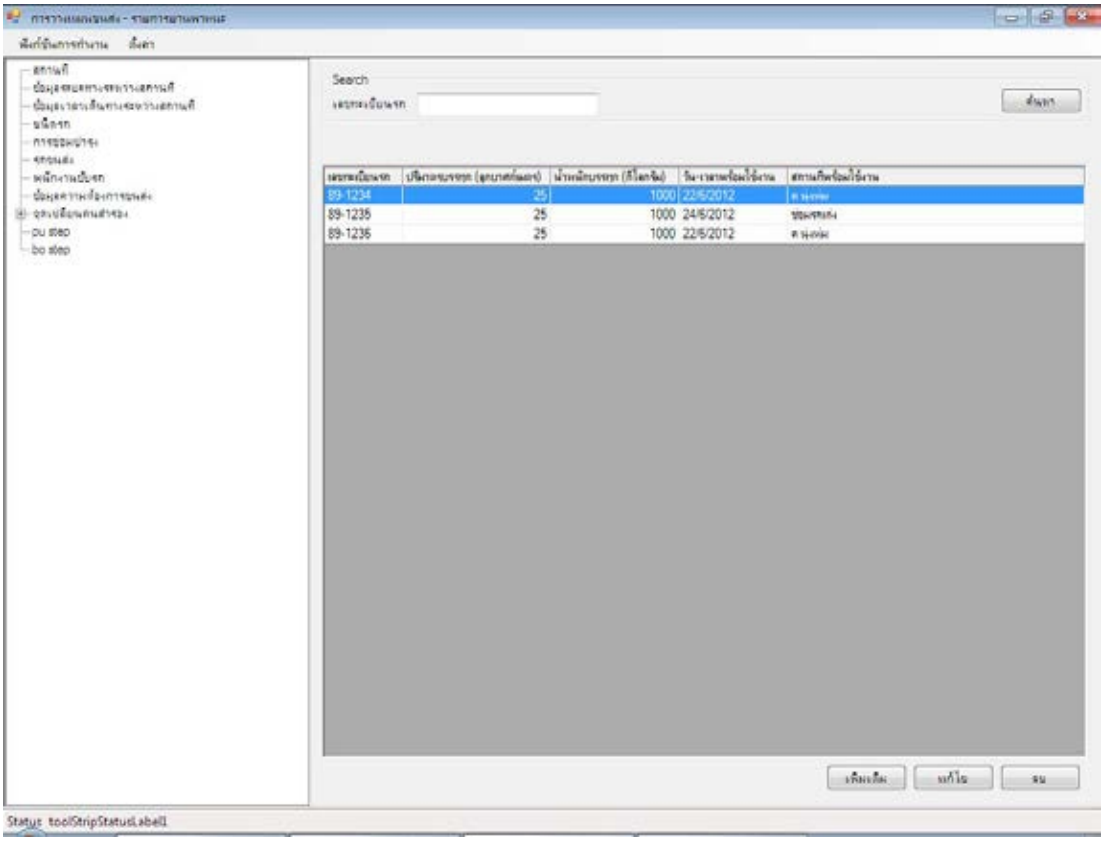
1) หลักระยะทาง (หน่วย : กิโลเมตร) คือ ระยะทางหลักที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุง
2) ค่าเผื่อระยะทางซ่อมบำรุงขอบล่าง (หน่วย : กิโลเมตร) คือ ระยะทางเริ่มต้นที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงของระยะทางหลัก
3) ค่าเผื่อระยะทางซ่อมบำรุงขอบบน (หน่วย : กิโลเมตร) คือ ระยะทางสิ้นสุดที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงของระยะทางหลัก
4) ค่าใช้จ่าย (หน่วย : บาท) คือ ค่าซ่อมบำรุงรถขนส่ง

5) เวลาที่ใช้ซ่อมบำรุง (หน่วย : ชั่วโมง) คือ จำนวนชั่วโมงที่ใช้ซ่อมบำรุงรถขนส่งของแต่ละรายการ
6) ชนิดรถ สามารถเลือกได้โดยการกด “u” : ซึ่งจะแสดงชนิดรถขนส่งในระบบมาให้เลือก
7) ค่าซ่อมบำรุงสูงสุดที่ยอมรับได้ (หน่วย : บาท) คือ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถสูงสุดที่ยอมรับได้

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการยืนยันการทำงานการตั้งค่าข้อมูลการซ่อมบำรุงให้กดปุ่ม *บันทึก* ระบบจะบันทึกข้อมูลที่กรอกไว้เข้าสู่ระบบ หรือหากต้องการยกเลิกข้อมูลที่กรอกเข้าไปให้กดปุ่ม *ยกเลิก* ข้อมูลดังกล่าวจะถูกลบออกจากระบบ

6.2.1.6 การตั้งค่าข้อมูลรถขนส่ง

กดปุ่ม รถขนส่ง จะปรากฏข้อมูลรถขนส่งที่มีในระบบ โดยมีหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลรถขนส่ง แสดงดังภาพที่ 6.14 ดังนี้



ภาพที่ 6.14 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลรถขนส่ง

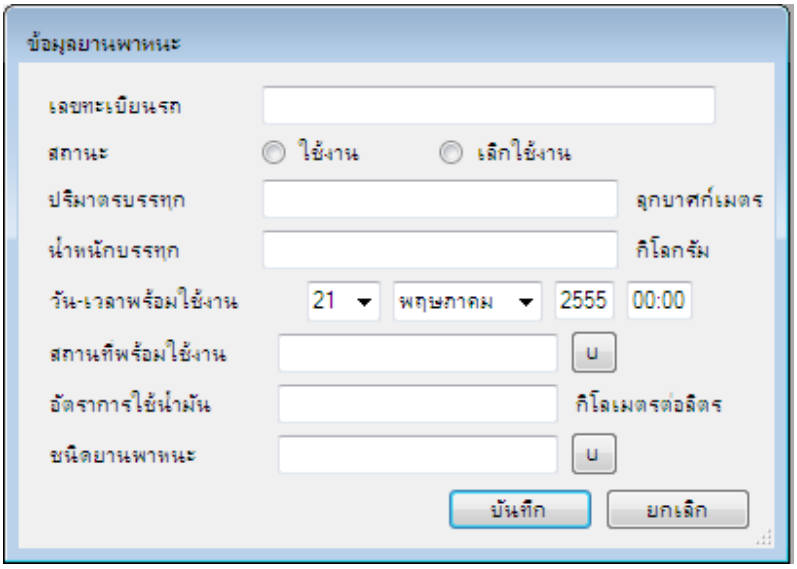
<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการแสดงผลและค้นหาผลของการตั้งค่าข้อมูลรถขนส่งที่มีอยู่ในระบบ

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ การตั้งค่าเบื้องต้น : รถขนส่ง โดยมีรายละเอียดการทำงานในหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลรถขนส่ง แสดงดังภาพที่ 6.15 ดังนี้

- สามารถค้นหาข้อมูลรถขนส่ง โดยการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องในช่องว่างตามคำสำคัญที่ต้องการใช้ค้นหา (key word) แล้วกดปุ่ม *ค้นหา* ข้อมูลที่ต้องการจะถูกนำมาเสนอในตารางข้อมูลรถขนส่งด้านล่าง
- หน้าจอข้อมูลรถขนส่ง สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล ได้แก่ เลขทะเบียนรถ สถานะการใช้งานรถ ปริมาตรบรรทุก น้ำหนักบรรทุก วัน-เวลาที่พร้อมใช้งาน สถานที่พร้อมใช้งาน อัตราการใช้น้ำมัน และชนิดรถ
- สามารถเพิ่มข้อมูลรถขนส่งได้ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลรถขนส่ง
- สามารถแก้ไขข้อมูลรถขนส่งได้ โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลรถขนส่ง
- สามารถลบข้อมูลรถขนส่งได้ โดยการกดปุ่ม *ลบ* ซึ่งระบบจะลบหน้าจอข้อมูลรถขนส่งนั้นออกจากระบบ



ภาพที่ 6.15 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลรถขนส่ง

<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

เพื่อใช้แสดงรายละเอียดข้อมูลรถขนส่ง แก้ไขข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลรถขนส่งใหม่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นเพื่อมาประมวลผลการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอการทำงานนี้ได้ 2 กรณี ได้แก่

1) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อแสดงหรือแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลรถขนส่ง ซึ่งสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลรถขนส่ง
2) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อบันทึกรายละเอียดข้อมูลรถขนส่งใหม่ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลรถขนส่ง

<u>รายละเอียดการกรอกข้อมูล</u>

ผู้ใช้งานระบบจะต้องระบุรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) เลขทะเบียนรถ
2) สถานะการใช้งานรถ แบ่งเป็น 2สถานะ คือ
    - รถใช้งานได้ คือ รถที่พร้อมใช้งาน
    - รถเลิกใช้งานแล้ว คือ รถที่ไม่พร้อมใช้งาน
3) ปริมาตรบรรทุก (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) คือ ความจุด้านปริมาตรสูงสุดของรถที่บรรทุกได้
4) น้ำหนักบรรทุก (หน่วย : กิโลกรัม) คือ ความจุด้านน้ำหนักสูงสุดของรถที่บรรทุกได้
5) วัน-เวลาที่พร้อมใช้งาน คือ วันที่และเวลาเริ่มต้นของรถขนส่งที่สามารถนำไปวางแผนเส้นทางขนส่งในรอบถัดไป โดยที่ผู้ใช้งานระบบจะระบุข้อมูลวัน-เวลาที่พร้อมใช้งานรถขนส่งเพียงครั้งเดียว และเมื่อมีการใช้งานรถทุกครั้งระบบจะปรับเปลี่ยนข้อมูลวัน-เวลาที่พร้อมใช้งานรถเป็นวันที่และเวลาที่จุดสุดท้ายของแผนเส้นทางขนส่งล่าสุด
6) สถานที่พร้อมใช้งาน คือ สถานที่เริ่มต้นของรถขนส่งที่สามารถนำไปวางแผนเส้นทางขนส่งในรอบถัดไป โดยที่ผู้ใช้งานระบบจะระบุข้อมูลสถานที่พร้อมใช้งานรถขนส่ง

เพียงครั้งเดียว และเมื่อมีการใช้งานรถทุกครั้งระบบจะปรับเปลี่ยนข้อมูลสถานที่พร้อมใช้งานเป็นจุดสุดท้ายของแผนเส้นทางขนส่งล่าสุด

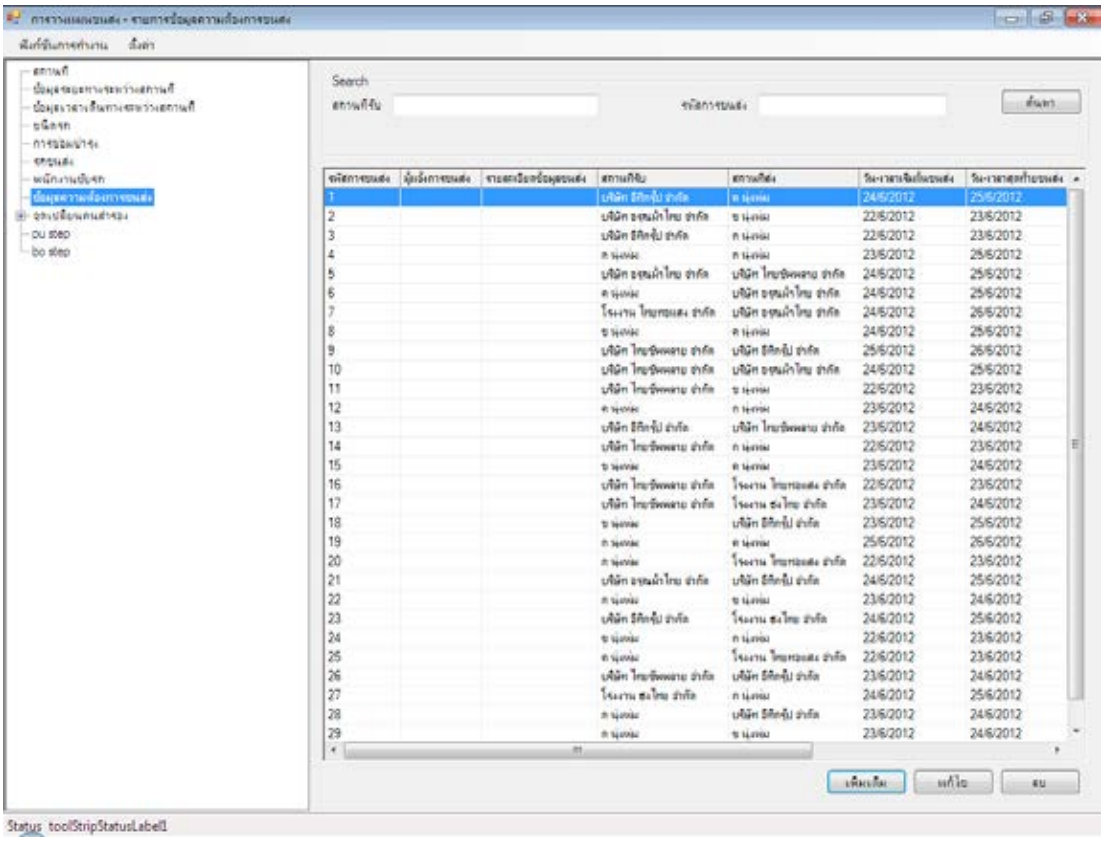
7) อัตราการใช้น้ำมัน (หน่วย : กิโลเมตร/ลิตร)

8) ชนิดรถขนส่ง สามารถเลือกได้โดยการกด “u” : ซึ่งจะแสดงชนิดรถขนส่งในระบบมาให้เลือก

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการยืนยันการทำงานการตั้งค่าข้อมูลรถขนส่งให้กดปุ่ม *บันทึก* ระบบจะบันทึกข้อมูลที่กรอกไว้เข้าสู่ระบบ หรือหากต้องการยกเลิกข้อมูลที่กรอกเข้าไปให้กดปุ่ม *ยกเลิก* ข้อมูลดังกล่าวจะถูกลบออกจากระบบ

6.2.1.7 การตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่ง

กดปุ่ม ความต้องการขนส่ง จะปรากฏข้อมูลความต้องการขนส่งที่มีในระบบ โดยมีหน้าจอการทำงานการค้นหาข้อมูลความต้องการขนส่ง แสดงดังภาพที่ 6.16 ดังนี้



ภาพที่ 6.16 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลความต้องการขนส่ง

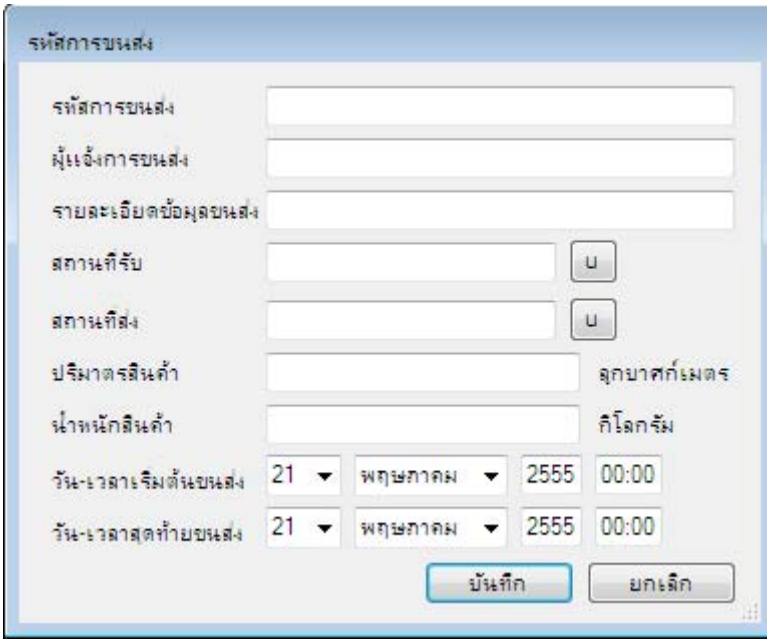
<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการแสดงผลและค้นหาผลของการตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่งที่มีอยู่ในระบบ

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ การตั้งค่าเบื้องต้น : ความต้องการขนส่ง โดยมีรายละเอียดการทำงานในหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่ง แสดงดังภาพที่ 6.17 ดังนี้

- สามารถค้นหาข้อมูลความต้องการขนส่ง โดยการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องในช่องว่างตามคำสำคัญที่ต้องการใช้ค้นหา (key word) แล้วกดปุ่ม *ค้นหา* ข้อมูลที่ต้องการจะถูกนำมาเสนอในตารางข้อมูลความต้องการขนส่งด้านล่าง
- หน้าจอข้อมูลความต้องการขนส่ง สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล ได้แก่ รหัสการขนส่ง ผู้แจ้งการขนส่ง รายละเอียดข้อมูลขนส่ง สถานที่รับ สถานที่ส่ง ปริมาตรสินค้า น้ำหนักสินค้า วัน-เวลาที่เริ่มต้นการขนส่ง และวัน-เวลาสุดท้ายของขนส่ง
- สามารถเพิ่มข้อมูลความต้องการขนส่งได้ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่ง
- สามารถแก้ไขข้อมูลความต้องการขนส่งได้ โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ซึ่งระบบจะเรียกหน้าจอการตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่ง
- สามารถลบข้อมูลความต้องการขนส่งได้ โดยการกดปุ่ม *ลบ* ซึ่งระบบจะลบข้อมูลความต้องการขนส่งนั้นออกจากระบบ



ภาพที่ 6.17 หน้าจอการทำงานการตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่ง

<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

เพื่อใช้แสดงรายละเอียดข้อมูลความต้องการขนส่ง แก้ไขข้อมูลหรือบันทึกข้อมูลความต้องการขนส่งใหม่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเบื้องต้นเพื่อมาประมวลผลการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้หน้าจอการทำงานนี้ได้ 2 กรณี ได้แก่

1) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมา เพื่อแสดงหรือเพื่อแก้ไขรายละเอียดของข้อมูลความต้องการขนส่ง ซึ่งสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม *แก้ไข* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลความต้องการขนส่ง
2) การเรียกหน้าจอการทำงานขึ้นมาเพื่อบันทึกรายละเอียดข้อมูลความต้องการขนส่งใหม่ โดยการกดปุ่ม *เพิ่มเติม* ในหน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลความต้องการขนส่ง

<u>รายละเอียดการกรอกข้อมูล</u>

ผู้ใช้งานระบบจะต้องระบุรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) รหัสการขนส่ง คือ รหัสของงานที่ต้องไปขนส่งตามที่ลูกค้ากำหนด
2) ผู้แจ้งการขนส่ง
3) รายละเอียดข้อมูลขนส่ง

4) สถานที่รับ สามารถเลือกได้โดยการกด “u” : ซึ่งจะแสดงสถานที่ในระบบมาให้เลือก

5) สถานที่ส่ง สามารถเลือกได้โดยการกด “u” : ซึ่งจะแสดงสถานที่ในระบบมาให้เลือก

6) ปริมาตรสินค้า (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) คือ ความจุด้านปริมาตรของสินค้า

7) น้ำหนักสินค้า (หน่วย : กิโลกรัม) คือ ความจุด้านน้ำหนักของสินค้า

8) วัน-เวลาที่เริ่มต้นขนส่ง คือ วันที่และเวลาเริ่มต้นที่สามารถขนส่งสินค้าได้

9) วัน-เวลาสุดท้ายขนส่ง คือ วันที่และเวลาสิ้นสุดที่สามารถขนส่งสินค้าได้

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการยืนยันการทำงานการตั้งค่าข้อมูลความต้องการขนส่งให้กดปุ่ม *บันทึก* ระบบจะบันทึกข้อมูลที่กรอกไว้เข้าสู่ระบบ หรือหากต้องการยกเลิกข้อมูลที่กรอกเข้าไปให้กดปุ่ม *ยกเลิก* ข้อมูลดังกล่าวจะถูกลบออกจากระบบ

6.2.2 การวางแผนเส้นทางขนส่ง

กดปุ่ม การจัดเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง จะปรากฏข้อมูลแผนเส้นทางขนส่งแบบต่อเนื่อง โดยมีหน้าจอการทำงานการประมวลผลและแสดงผลการจัดเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง แสดงดังภาพที่ 6.18 ดังนี้

<u>วัตถุประสงค์การใช้งาน</u>

เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการประมวลผลและแสดงผลของข้อมูลแผนเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง โดยดึงข้อมูลนำเข้า คือ ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อนำมาประมวลแผนเส้นทางขนส่ง ซึ่งมีผลลัพธ์เป็น “แผนเส้นทางขนส่ง” สำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งในแต่รอบการทำงาน

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

เจ้าหน้าที่วางแผนเส้นทางขนส่งเท่านั้นที่สามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ ฟังก์ชันการทำงาน -> การวางแผนเส้นทางขนส่ง -> การจัดเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง

ผู้ใช้งานระบบสามารถประมวลผลการจัดเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่องได้ โดยการกดปุ่ม *คำนวณเส้นทาง* หน้าจอการทำงานการประมวลผลและแสดงผลการจัดเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง สามารถแบ่งผลลัพธ์ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ภาพที่ 6.18 หน้าจอการทำงานการประมวลผลและแสดงผลการจัดเส้นทางเดินรถแบบต่อเนื่อง

ส่วนที่ 1 : แผนเส้นทางขนส่ง

แผนเส้นทางขนส่ง ที่ใช้รถของผู้ประกอบการมาดำเนินงาน ประกอบด้วยข้อมูล

1) เลขทะเบียนรถ
2) วัน-เวลาที่เริ่มต้นทำงาน คือ วันที่และเวลาเริ่มต้นดำเนินการรับหรือส่งสินค้า
3) สถานที่ คือ สถานที่ที่ใช้ในการรับหรือส่งสินค้า
4) รายละเอียดงาน ได้แก่
   - Pick คือ การรับสินค้า
   - Drop คือ การส่งสินค้า
5) รหัสการขนส่ง คือ รหัสของงานที่ต้องไปขนส่งสินค้าตามที่ลูกค้ากำหนด

ส่วนที่ 2: ข้อมูลที่ต้องดำเนินการโดยผู้จ้างขนส่ง

การวางแผนเส้นทางขนส่ง ในบางครั้งรถขนส่งของผู้ประกอบการเองไม่เพียงพอที่จะใช้งาน ทำให้มีงานบางส่วนที่ถูกจัดส่งโดยรถของผู้ประกอบการอื่น ข้อมูลที่ต้องดำเนินการโดยผู้จ้างขนส่ง ประกอบด้วยข้อมูล

1) รหัสการขนส่ง คือ รหัสของงานที่ต้องไปขนส่งสินค้าตามที่ลูกค้ากำหนด
2) สถานที่รับ
3) สถานที่ส่ง
4) วัน-เวลาที่เริ่มต้นทำงาน คือ วันที่และเวลาที่เริ่มต้นดำเนินการขนส่งสินค้าได้
5) วัน-เวลาที่สิ้นสุดทำงาน คือ วันที่และเวลาที่สิ้นสุดดำเนินการขนส่งสินค้าได้
6) ปริมาตรสินค้า (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) คือ ความจุด้านปริมาตรของสินค้า
7) น้ำหนักสินค้า (หน่วย : กิโลกรัม) คือ ความจุด้านน้ำหนักของสินค้า

ส่วนที่ 3: ผลสรุปของแผนเส้นทางขนส่ง

ผลสรุปของแผนเส้นทางขนส่งที่ใช้รถของผู้ประกอบการมาดำเนินงาน ประกอบด้วยข้อมูล

1) ระยะทาง (หน่วย : กิโลเมตร) คือ ผลรวมของระยะทางทั้งหมดที่เกิดจากการวางแผนเส้นทางขนส่งของรถในระบบ โดยไม่รวมถึงรายการขนส่งของผู้รับจ้างขนส่ง
2) ต้นทุน (หน่วย : บาท) คือ ค่าใช้จ่ายขนส่งทั้งหมดที่เกิดจากการวางแผนเส้นทางขนส่งของรถในระบบ โดยไม่รวมถึงรายการขนส่งของผู้รับจ้างขนส่ง

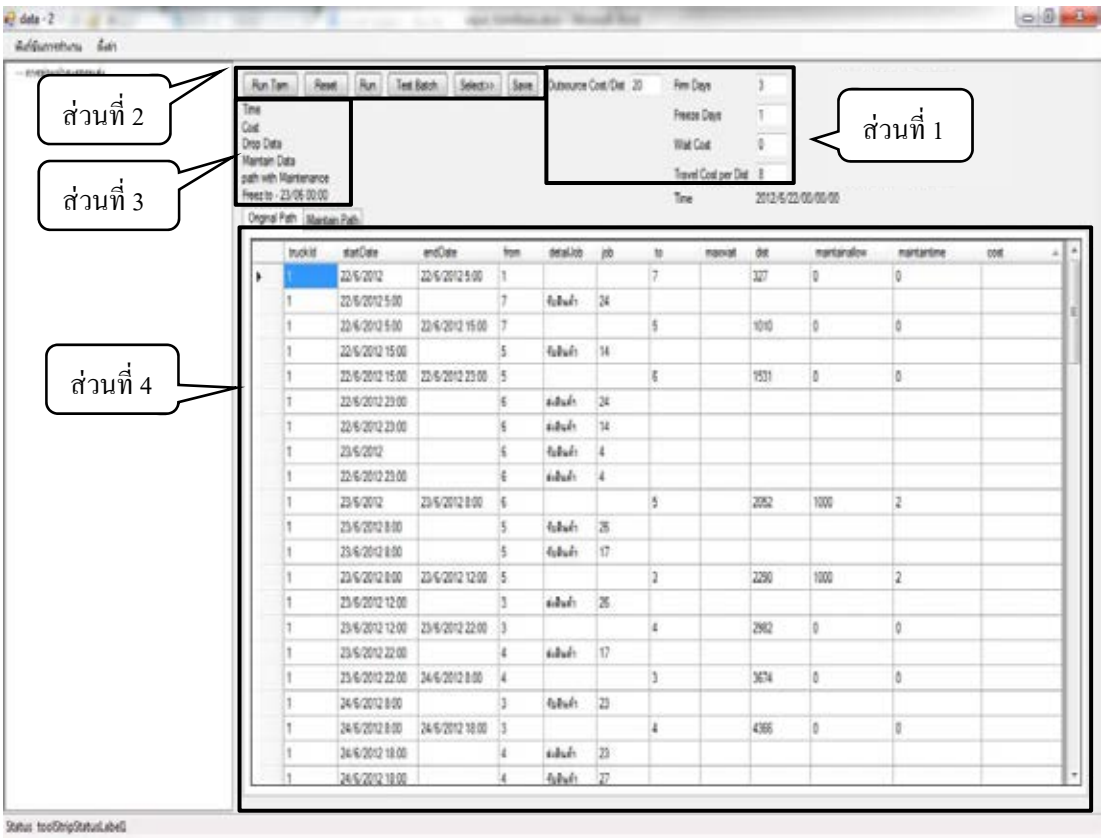
ผู้ใช้งานสามารถค้นหาแผนเส้นทางขนส่งเฉพาะรถขนส่งคันที่ต้องการ โดยการระบุข้อมูลรถขนส่งที่ต้องการค้นหา แล้วกดปุ่ม *Select truck* ข้อมูลแผนเส้นทางขนส่งเฉพาะรถขนส่งคันที่ต้องการที่ต้องการจะถูกนำมาเสนอในตารางแผนเส้นทางขนส่งด้านล่าง

6.2.3 การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

กดปุ่ม การซ่อมบำรุงรถขนส่ง จะปรากฏข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง โดยมีหน้าจอการทำงานการประมวลผลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง แสดงในภาพที่ 6.19 ดังนี้

<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการประมวลผลและแสดงผลของข้อมูลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง โดยดึงข้อมูลนำเข้า คือ ข้อมูลเบื้องต้นและแผนเส้นทางขนส่ง เพื่อนำมาประมวลแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง ซึ่งมีผลลัพธ์เป็น “แผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง”



ภาพที่ 6.19 หน้าจอการทำงานการประมวลผลการซ่อมบำรุงรถขนส่ง

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

เจ้าหน้าที่วางซ่อมบำรุงเท่านั้นที่สามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ ฟังก์ชันการทำงาน -> การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

หน้าจอการทำงานการประมวลผลการซ่อมบำรุงรถขนส่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

- **ส่วนที่ 1: การกำหนดค่าข้อมูล**

  ส่วนของการกำหนดค่าข้อมูล ประกอบไปด้วย

  1) ค่าใช้จ่ายของผู้จ้างขนส่ง (outsource cost/dist) (หน่วย : บาท/กิโลเมตร) คือ ค่าใช้จ่ายการเดินทางขนส่งสินค้าที่เป็นของผู้จ้างขนส่ง
  2) ช่วงเวลาที่ไม่มีงานรับ-ส่งสินค้าเพิ่มเข้ามาในแผน (frozen-order period หรือ firm day) คือ ช่วงเวลาการรับงานที่ผู้ประกอบการขนส่งกำหนดเพื่อให้เดินรถไปรับหรือส่งสินค้าได้ทันตามเวลาที่ตกลง

3) ช่วงเวลาที่ปรับแผนไม่ได้ (frozen-plan period หรือ freeze day) คือ ช่วงเวลาที่มีการดำเนินตามแผนและส่งผลให้มีงานบางส่วนเริ่มดำเนินการแล้ว แต่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ต้องดำเนินการต่อไป
4) ค่าใช้จ่ายรอคอยรับบริการ (wait cost) (หน่วย : บาท/กิโลกรัม) คือ ค่าใช้จ่ายการรอคอยดำเนินการ
5) ค่าดำเนินการขนส่งสินค้า (travel cost per dist) (หน่วย : บาท/กิโลเมตร.) คือ ค่าใช้จ่ายการเดินทางขนส่งสินค้าที่เป็นของผู้ประกอบการเอง

- **ส่วนที่ 2: ปุ่มกด**

ส่วนของปุ่มกด ประกอบไปด้วย

1) ปุ่ม *Run* เพื่อแสดงผลของแผนเส้นทางขนส่งที่ได้วางแผนมา พร้อมทั้งตำแหน่งของสถานที่สามารถแทรกงานซ่อมบำรุงได้
2) ปุ่ม *Select* เพื่อเลือกตำแหน่งของสถานที่ที่ต้องการแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง
3) ปุ่ม *Save* เพื่อเลือกบันทึกผลของแผนเส้นทางขนส่งที่ปรับเปลี่ยนหลังจากมีการแทรกงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง

- **ส่วนที่ 3: การแสดงผลการแทรกงานซ่อมบำรุง**

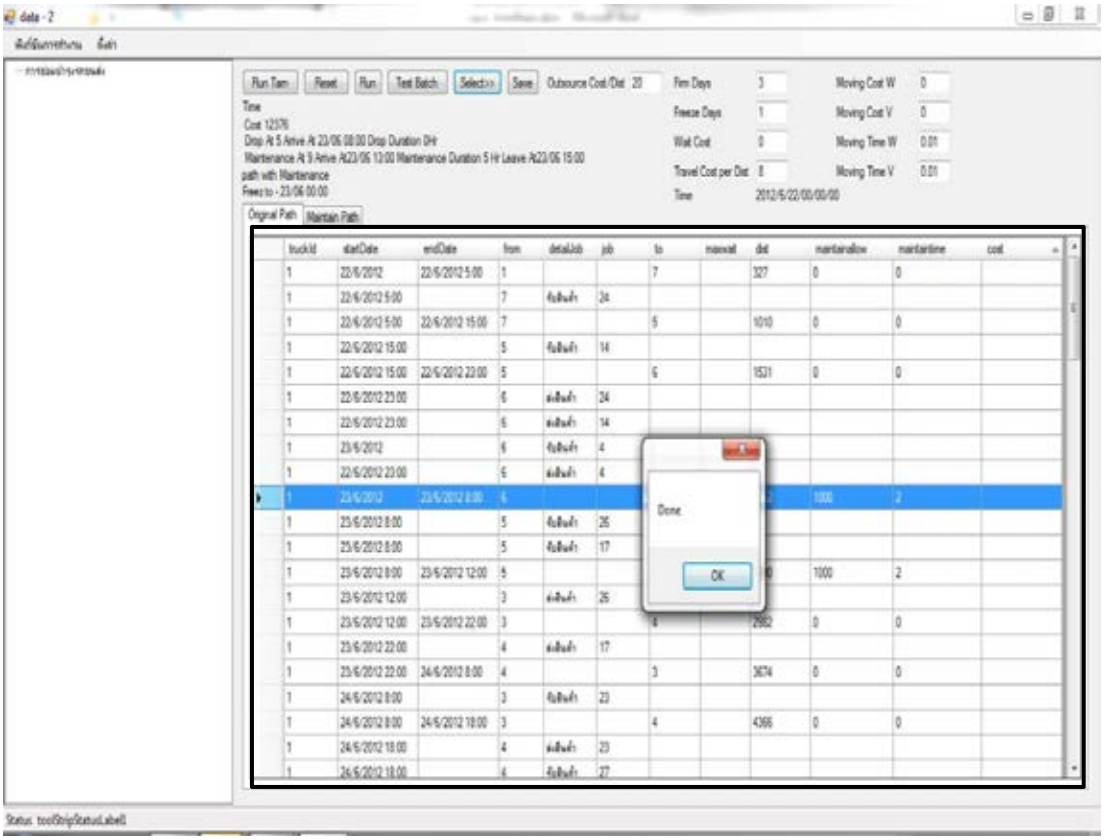
ส่วนของการแสดงผลการแทรกงานซ่อมบำรุง ประกอบไปด้วยข้อมูล

1) ค่าใช้จ่าย (cost) (หน่วย : บาท) คือ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถ
2) ข้อมูลการฝากสินค้า (drop data) คือ ข้อมูลที่ประกอบไปด้วย สถานที่ฝากสินค้าและวัน-เวลาที่ฝากสินค้า
3) ข้อมูลการซ่อมบำรุง (maintain data) คือ ข้อมูลที่ประกอบไปด้วย อู่ซ่อมรถ และวัน-เวลาที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการซ่อมบำรุง
4) ช่วงเวลาที่ปรับแผนไม่ได้ (freeze to) คือ ช่วงเวลาที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งได้ รวมถึงไม่สามารถวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งในช่วงเวลานี้ได้

- **ส่วนที่ 4: หน้าจอแสดงการประมวลผลแผนเส้นทางขนส่ง**

ส่วนของหน้าจอแสดงการประมวลผลแผนเส้นทางขนส่ง ประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ

- หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลเส้นทางขนส่งเริ่มแรก (original path) ดังแสดงในภาพที่ 6.20 ดังนี้



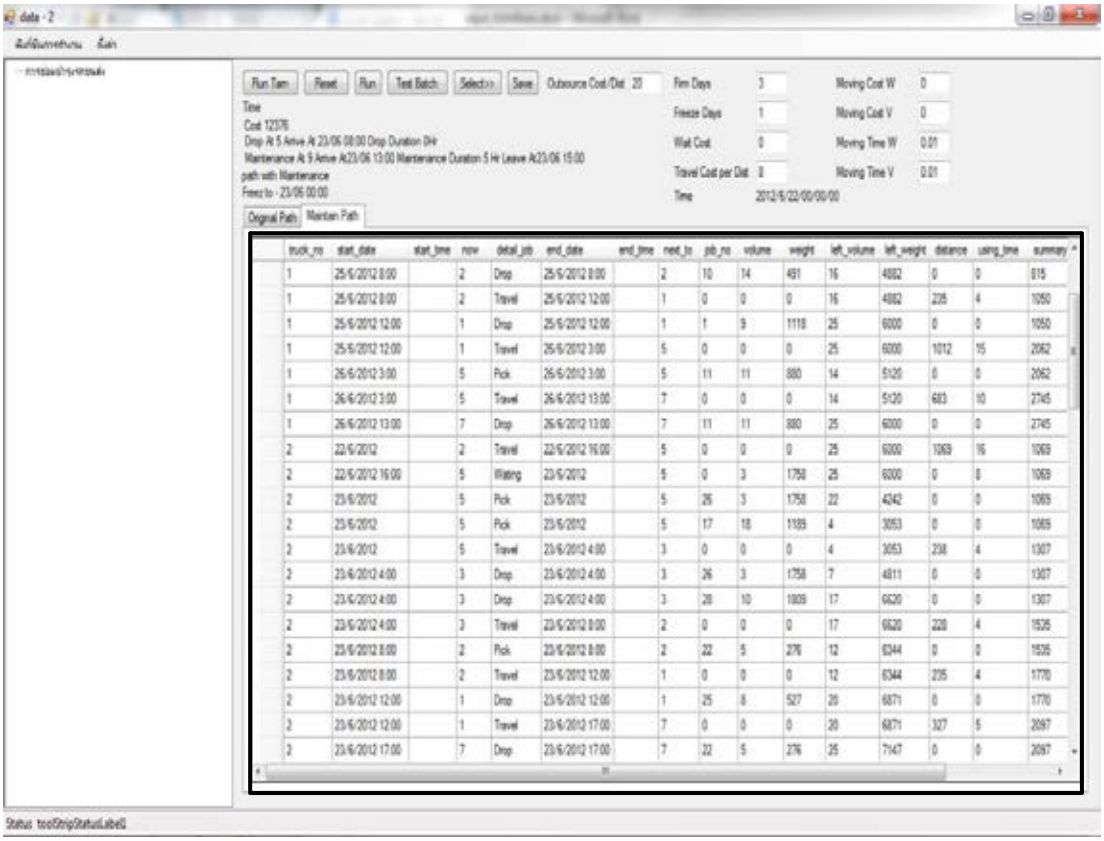
ภาพที่ 6.20 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลเส้นทางขนส่งเริ่มแรก

หน้าจอเส้นทางขนส่งเริ่มแรก ประกอบไปด้วยข้อมูล ดังนี้

1) รหัสรถขนส่ง
2) วัน-เวลาที่เริ่มต้นทำงาน คือ วันที่และเวลาที่เริ่มต้นดำเนินการขนส่งสินค้าได้
3) วัน-เวลาที่สิ้นสุดทำงาน คือ วันที่และเวลาที่สิ้นสุดดำเนินการขนส่งสินค้าได้
4) สถานที่รับสินค้า
5) รายละเอียดการทำงาน ประกอบด้วย
   - รับสินค้า
   - ส่งสินค้า
6) รหัสงานขนส่ง
7) สถานที่ส่งสินค้า
8) ระยะทางวิ่งรถสะสม (หน่วย : กิโลเมตร)
9) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถรวมสูงสุดที่ยอมรับได้ (หน่วย: บาท)
10) เวลาซ่อมบำรุงรถรวม (หน่วย : ชั่วโมง)

เมื่อระบบประมวลผลเสร็จเรียบร้อย จะขึ้น Done ให้กดปุ่ม *OK*

- หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลเส้นทางขนส่งหลังจากแทรกงานซ่อมบำรุง (maintain plan) แสดงในภาพที่ 6.21 ดังนี้



ภาพที่ 6.21 หน้าจอการทำงานการแสดงข้อมูลเส้นทางขนส่งหลังจากแทรกงานซ่อมบำรุง

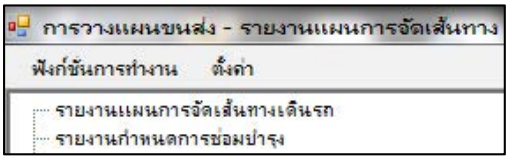
หน้าจอเส้นทางขนส่งหลังจากแทรกงานซ่อมบำรุง ประกอบไปด้วยข้อมูล ดังนี้

1) รหัสรถขนส่ง
2) วัน-เวลาที่เริ่มต้นทำงาน คือ วันที่และเวลาที่เริ่มต้นดำเนินการขนส่งสินค้าได้
3) สถานที่รับ
4) รายละเอียดการทำงาน ประกอบด้วย
    - รับสินค้า
    - ส่งสินค้า
5) วัน-เวลาที่สิ้นสุดทำงาน คือ วันที่และเวลาที่สิ้นสุดดำเนินการขนส่งสินค้าได้
6) สถานที่ส่งสินค้า
7) รหัสงานขนส่ง

8) ปริมาตรสินค้า (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) คือ ความจุด้านปริมาตรแต่ละรหัสงานขนส่ง
9) น้ำหนักสินค้า (หน่วย :กิโลกรัม) คือ ความจุด้านน้ำหนักแต่ละรหัสงานขนส่ง
10) ปริมาตรสินค้าที่ว่าง (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) คือ ความจุด้านปริมาตรที่เหลือว่างบนรถขนส่ง
11) น้ำหนักสินค้าที่ว่าง (หน่วย :กิโลกรัม) คือ ความจุด้านน้ำหนักที่เหลือว่างบนรถขนส่ง
12) ระยะทางวิ่งรถ (หน่วย : กิโลเมตร) คือ ระยะทางระหว่างสถานที่ในระบบ
13) เวลาการเดินทาง (หน่วย : ชั่วโมง) คือ ระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ในระบบ
14) ระยะทางวิ่งรถสะสม (หน่วย : กิโลเมตร) คือ ระยะทางวิ่งรถสะสมในระบบ

6.2.4 หน้าจอรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

รายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง เป็นฟังก์ชันงานสำหรับการแสดงข้อมูลและการออกรายงาน โดยในส่วนนี้จะมีรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งทั้งหมด 2 รายงาน แสดงดังภาพที่ 6.22 และสามารถเข้าถึงแต่ละหน้าจอการทำงานได้โดยตรงจากแผนผังต้นไม้



ภาพที่ 6.22 แผนผังต้นไม้แสดงรายการหน้าจอของระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง: รายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

<u>วัตถุประสงค์ในการใช้งาน</u>

เพื่อใช้เป็นหน้าจอการทำงานการแสดงผลของรายละเอียดข้อมูลรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง โดยดึงข้อมูลนำเข้า คือ แผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง เพื่อนำมาประมวลผลของรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง ซึ่งมีผลลัพธ์เป็น “รายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง”

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

เจ้าหน้าที่วางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่สามารถเรียกใช้หน้าจอนี้ได้โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของ ฟังก์ชันการทำงาน -> รายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

หน้าจอการทำงานการรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

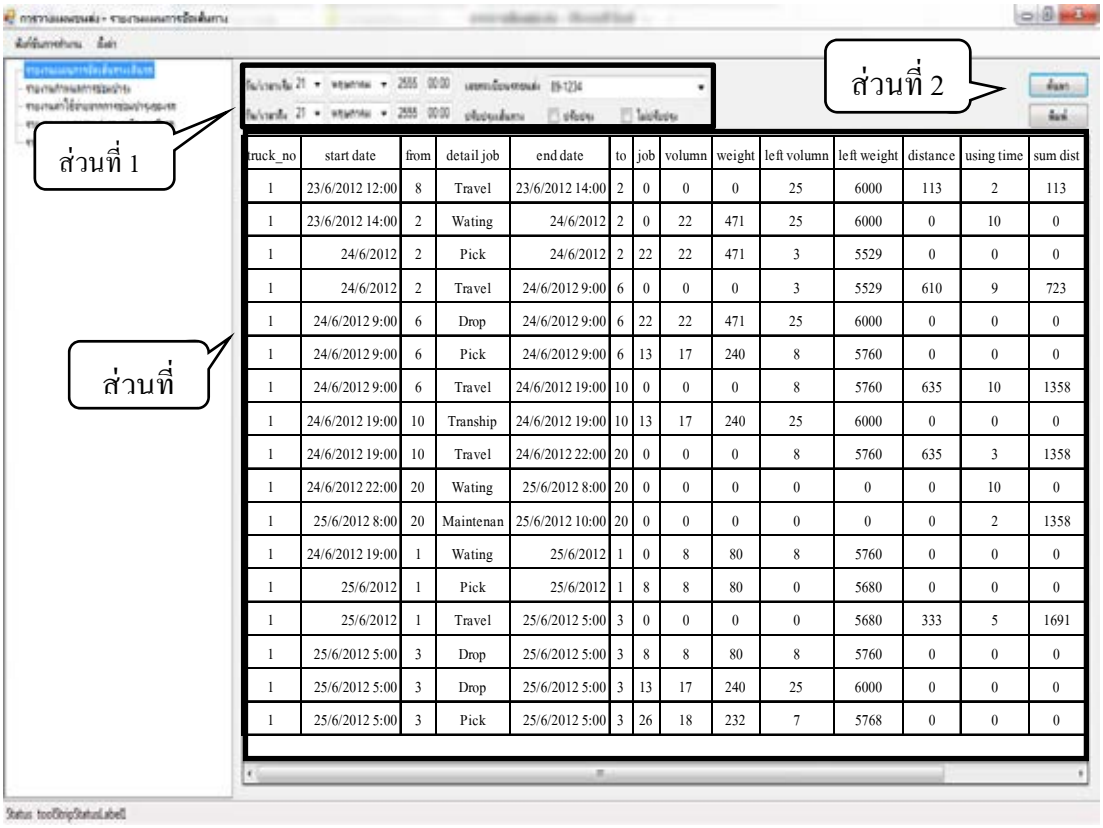
1) รายงานแผนเส้นทางขนส่ง

2) รายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

หน้าจอในส่วนของรายงานการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งมีวัตถุประสงค์และรายละเอียดการใช้งานของแต่ละหน้าจอดังนี้

6.2.4.1 หน้าจอแสดงรายงานแผนเส้นทางขนส่ง

กดปุ่ม รายงานแผนเส้นทางขนส่ง จะปรากฏรายงานแผนเส้นทางขนส่งที่มีในระบบโดยมีหน้าจอการแสดงข้อมูลรายงานแผนเส้นทางขนส่ง แสดงในภาพที่ 6.23 ดังนี้



truck_no	start date	from	detail job	end date	to	job	volumn	weight	left volumn	left weight	distance	using time	sum dist
1	23/6/2012 12:00	8	Travel	23/6/2012 14:00	2	0	0	0	25	6000	113	2	113
1	23/6/2012 14:00	2	Wating	24/6/2012	2	0	22	471	25	6000	0	10	0
1	24/6/2012	2	Pick	24/6/2012	2	22	22	471	3	5529	0	0	0
1	24/6/2012	2	Travel	24/6/2012 9:00	6	0	0	0	3	5529	610	9	723
1	24/6/2012 9:00	6	Drop	24/6/2012 9:00	6	22	22	471	25	6000	0	0	0
1	24/6/2012 9:00	6	Pick	24/6/2012 9:00	6	13	17	240	8	5760	0	0	0
1	24/6/2012 9:00	6	Travel	24/6/2012 19:00	10	0	0	0	8	5760	635	10	1358
1	24/6/2012 19:00	10	Tranship	24/6/2012 19:00	10	13	17	240	25	6000	0	0	0
1	24/6/2012 19:00	10	Travel	24/6/2012 22:00	20	0	0	0	8	5760	635	3	1358
1	24/6/2012 22:00	20	Wating	25/6/2012 8:00	20	0	0	0	0	0	0	10	0
1	25/6/2012 8:00	20	Maintenan	25/6/2012 10:00	20	0	0	0	0	0	0	2	1358
1	24/6/2012 19:00	1	Wating	25/6/2012	1	0	8	80	8	5760	0	0	0
1	25/6/2012	1	Pick	25/6/2012	1	8	8	80	0	5680	0	0	0
1	25/6/2012	1	Travel	25/6/2012 5:00	3	0	0	0	0	5680	333	5	1691
1	25/6/2012 5:00	3	Drop	25/6/2012 5:00	3	8	8	80	8	5760	0	0	0
1	25/6/2012 5:00	3	Drop	25/6/2012 5:00	3	13	17	240	25	6000	0	0	0
1	25/6/2012 5:00	3	Pick	25/6/2012 5:00	3	26	18	232	7	5768	0	0	0

ภาพที่ 6.23 หน้าจอการทำงานการประมวลผลการแสดงผลรายงานแผนเส้นทางขนส่ง

<u>วัตถุประสงค์การใช้งาน</u>

เพื่อแสดงผลการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าร่วมกับกำหนดการซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง ตามวันที่และรถขนส่งที่กำหนด

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงการทำงานของหน้าจอนี้ได้ โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของรายงาน > รายงานแผนเส้นทางขนส่ง

หน้าจอการทำงานการประมวลผลการแสดงผลรายงานแผนเส้นทางขนส่ง สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- **ส่วนที่ 1 : การกำหนดค่าข้อมูล**

ส่วนของการกำหนดค่าข้อมูล ประกอบไปด้วย

1) วัน/เวลาเริ่ม คือ วันและเวลาเริ่มต้นที่ต้องการเรียกดูข้อมูล
2) วัน/เวลาถึง คือ วันและเวลาสิ้นสุดที่ต้องการเรียกดูข้อมูล
3) เลขทะเบียนขนส่ง คือ เลขทะเบียนขนส่งของรถขนส่งคันที่ต้องการเรียกดูข้อมูล

- **ส่วนที่ 2 : ปุ่มกด**

ส่วนของปุ่มกด ประกอบไปด้วย

1) ปุ่ม *ค้นหา* เพื่อค้นหาข้อมูลในรายงานแผนเส้นทางขนส่ง หลังจากที่ได้กรอกข้อมูลในส่วนของการกำหนดค่าข้อมูลแล้ว
2) ปุ่ม *พิมพ์* เมื่อต้องการพิมพ์รายงานแผนเส้นทางขนส่ง

- **ส่วนที่ 3 : การแสดงรายงานแผนเส้นทางขนส่งที่ร่วมกับงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง**

ส่วนของการแสดงรายงานแผนเส้นทางขนส่งที่ร่วมกับงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง ประกอบไปด้วยข้อมูล

1) รหัสรถขนส่ง
2) วัน-เวลาที่เริ่มต้นทำงาน คือ วันที่และเวลาที่เริ่มต้นการดำเนินการขนส่งสินค้าได้
3) สถานที่รับสินค้า
4) รายละเอียดการทำงาน

รายละเอียดการทำงาน ประกอบด้วย

- Pick คือ การรับสินค้า
- Drop คือ การส่งสินค้า
- Travel คือ การเดินทาง

- Wait คือ การรอดำเนินงาน
- Maintenance คือ การซ่อมบำรุงรถขนส่ง
- Tranship คือ การฝากสินค้าก่อนไปเข้าอู่ซ่อมรถ

5) วัน-เวลาที่สิ้นสุดทำงาน คือ วันที่และเวลาที่สิ้นสุดการดำเนินการขนส่งสินค้าได้
6) สถานที่ส่งสินค้า
7) รหัสงานขนส่ง
8) ปริมาตรสินค้า (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) คือ ความจุด้านปริมาตรแต่ละรหัสงานขนส่ง
9) น้ำหนักสินค้า (หน่วย :กิโลกรัม) คือ ความจุด้านน้ำหนักแต่ละรหัสงานขนส่ง
10) ปริมาตรสินค้าที่ว่าง (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) คือ ความจุด้านปริมาตรที่เหลือว่างบนรถขนส่ง
11) น้ำหนักสินค้าที่ว่าง (หน่วย :กิโลกรัม) คือ ความจุด้านน้ำหนักที่เหลือว่างบนรถขนส่ง
12) ระยะทางวิ่งรถ (หน่วย : กิโลเมตร) คือ ระยะทางระหว่างสถานที่ในระบบ
13) เวลาการเดินทาง (หน่วย : ชั่วโมง) คือ ระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานที่ในระบบ
14) ระยะทางวิ่งรถสะสม (หน่วย : กิโลเมตร) คือ ระยะทางวิ่งรถสะสมในระบบ

6.2.4.2 หน้าจอแสดงรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

กดปุ่ม รายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง จะปรากฏรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีในระบบ โดยมีหน้าจอการแสดงข้อมูลรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง แสดงดังภาพที่ 6.24 ดังนี้

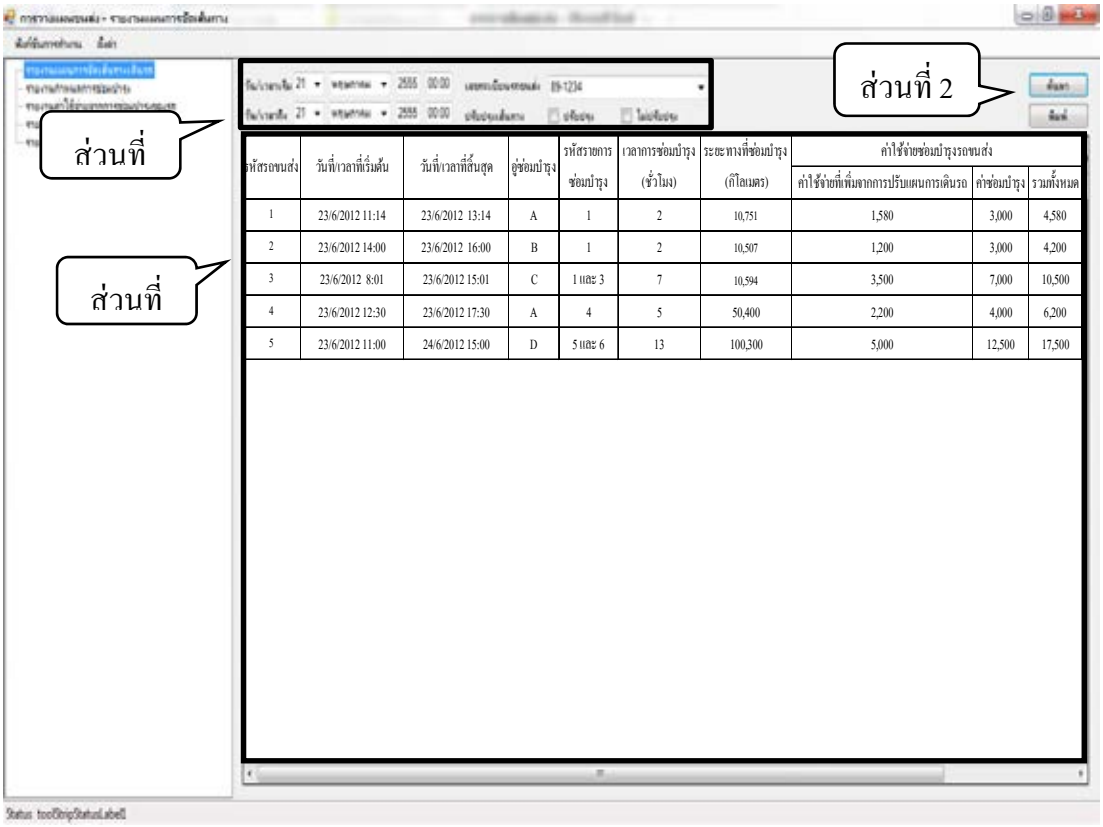
<u>วัตถุประสงค์การใช้งาน</u>

เพื่อแสดงผลการกำหนดการซ่อมบำรุงรถขนส่ง ตามวันที่และรถขนส่งที่กำหนด

<u>รายละเอียดการทำงาน</u>

ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงการทำงานของหน้าจอนี้ได้ โดยเลือกจากแผนผังต้นไม้ส่วนของรายงาน > รายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

หน้าจอการทำงานการประมวลผลการแสดงผลรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่



รหัสรถขนส่ง	วัน/เวลาที่เริ่มต้น	วัน/เวลาที่สิ้นสุด	อู่ซ่อมบำรุง	รหัสรายการซ่อมบำรุง	เวลาการซ่อมบำรุง (ชั่วโมง)	ระยะทางที่ซ่อมบำรุง (กิโลเมตร)	ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงรถขนส่ง		
							ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถ	ค่าซ่อมบำรุง	รวมทั้งหมด
1	23/6/2012 11:14	23/6/2012 13:14	A	1	2	10,751	1,580	3,000	4,580
2	23/6/2012 14:00	23/6/2012 16:00	B	1	2	10,507	1,200	3,000	4,200
3	23/6/2012 8:01	23/6/2012 15:01	C	1 และ 3	7	10,594	3,500	7,000	10,500
4	23/6/2012 12:30	23/6/2012 17:30	A	4	5	50,400	2,200	4,000	6,200
5	23/6/2012 11:00	24/6/2012 15:00	D	5 และ 6	13	100,300	5,000	12,500	17,500

ภาพที่ 6.24 หน้าจอการทำงานการประมวลผลการแสดงผลรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

- **ส่วนที่ 1 : การกำหนดค่าข้อมูล**

ส่วนของการกำหนดค่าข้อมูล ประกอบไปด้วย

1) วัน/เวลาเริ่ม คือ วันและเวลาเริ่มต้นที่ต้องการเรียกดูข้อมูล
2) วัน/เวลาถึง คือ วันและเวลาสิ้นสุดที่ต้องการเรียกดูข้อมูล
3) เลขทะเบียนขนส่ง คือ เลขทะเบียนขนส่งของรถขนส่งคันที่ต้องการเรียกดูข้อมูล

- **ส่วนที่ 2 : ปุ่มกด**

ส่วนของปุ่มกด ประกอบไปด้วย

1) ปุ่ม *ค้นหา* เพื่อค้นหาข้อมูลในรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง หลังจากที่ได้กรอกข้อมูลในส่วนของการกำหนดค่าข้อมูลแล้ว
2) ปุ่ม *พิมพ์* เมื่อต้องการพิมพ์รายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

- **ส่วนที่ 3 : การแสดงรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง**

ส่วนของการแสดงรายงานแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง ประกอบไปด้วยข้อมูล

1) รหัสรถขนส่ง
2) วันที่/เวลาที่เริ่มต้น คือ วันที่และเวลาที่เริ่มต้นเมื่อรถขนส่งเดินทางไปถึงอู่ซ่อมรถเพื่อรับการซ่อมบำรุงรถขนส่ง
3) วันที่/เวลาที่สิ้นสุด คือ วันที่และเวลาที่สิ้นสุดของการซ่อมบำรุงรถขนส่งที่อู่ซ่อมรถ
4) อู่ซ่อมรถ
5) รหัสรายการซ่อมบำรุง
6) เวลาการซ่อมบำรุง (หน่วย : ชั่วโมง) คือ ผลรวมของเวลาการซ่อมบำรุงเมื่อเข้ารับบริการที่อู่ซ่อมรถ
7) ระยะทางที่ซ่อมบำรุง (หน่วย : กิโลเมตร) ระยะทางเมื่อรถขนส่งได้รับการซ่อมบำรุง
8) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถ (หน่วย : บาท)
9) ค่าซ่อมบำรุงรถขนส่ง (หน่วย : บาท)
10) ผลรวมค่าซ่อมบำรุงรถขนส่ง (หน่วย : บาท) คือ ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากการปรับแผนการเดินรถและค่าซ่อมบำรุงรถขนส่ง

บทที่ 7

สรุปผลงานวิจัย

จากรูปแบบปัญหาของการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเก็บข้อมูลทั้งจากโรงงานตัวอย่าง และเอกสาร บทความทางวิชาการต่างๆ จนทำให้ผู้วิจัยเข้าใจถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จนเกิดเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหา สำหรับบทสรุปผลงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. สรุปผลงานวิจัย
2. ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานวิจัย
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย
4. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม

7.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาฮิวริสติกและการออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง ซึ่งรถขนส่งสามารถซ่อมบำรุงระหว่างแผนเส้นทางขนส่งสินค้าเมื่อครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุง โดยมีข้อมูลนำเข้าเริ่มต้น คือ แผนเส้นทางขนส่งที่ถูกกำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอลำดับขั้นตอนและแนวคิด เพื่อกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีความสอดคล้องกับแผนเส้นทางขนส่ง โดยการแทรกงานซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่ง ลงบนเส้นทางเดินรถทางแบบต่อเนื่อง วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อกำหนดรถขนส่งที่ครบกำหนดรอบการซ่อมบำรุงตามรอบเวลา ว่าควรจะนำไปซ่อมที่อู่ไหน และเวลาใด โดยมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ และสามารถจัดส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดการ

จากการออกแบบและพัฒนาระบบผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง จนเกิดเป็นระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องขึ้น โดยขั้นตอนของฮิวริสติกแบ่งออกปีน 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนแรกเป็นการพิจารณาความจำเป็นในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งครั้งใหม่ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งแต่ละคัน ขั้นตอนที่ 3 เป็นการกำหนดแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งพร้อมทั้งปรับเปลี่ยนแผนเส้นทางขนส่งใหม่ และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการกำหนดการซ่อมบำรุงตามรอบเวลาครั้งต่อไปของรถขนส่งที่ถูกกำหนดแผนซ่อม ซึ่งพิจารณาจากกำหนดการซ่อมบำรุงล่าสุดแต่ละรายการของรถขนส่งแต่ละคัน

ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ แนวคิดและขั้นตอนการทำงานของระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง ซึ่งอยู่ในรูปของแผนเส้นทางขนส่งที่มีกำหนดการซ่อมบำรุงรถขนส่งร่วมอยู่ด้วย รวมทั้งออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อช่วยในการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่ง โดยที่งานวิจัยนี้ดำเนินภายใต้ขอบเขตและสมมติฐานที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น และผลการทดสอบด้านประสิทธิภาพของคำตอบจากฮิวริสติก สามารถสรุปได้ว่าคำตอบที่มาจากฮิวริสติกของงานวิจัยที่นำเสนอทำให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำที่มากกว่าวิธีที่ดีที่สุดโดยเฉลี่ยประมาณ 15%

7.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานวิจัย

การศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การเก็บข้อมูลไปจนกระทั่งการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้พบปัญหาและอุปสรรคต่างๆในการทำงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาในขั้นตอนการศึกษาและเก็บข้อมูล

   ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากหลายๆส่วนงาน ได้แก่ หน่วยงานดำเนินงานด้านการขนส่งและหน่วยงานดำเนินงานด้านการซ่อมบำรุงรถ ตั้งแต่ระดับผู้ปฏิบัติงานไปจนถึงระดับผู้บริหาร เพื่อนำไปใช้ประกอบเป็นแนวคิดของการออกแบบระบบการวางแผนซ่อมบำรุงตามรอบเวลาของรถขนส่ง โดยสามารถจำแนกได้ 2 ประเด็น คือ

   1) ปัญหาด้านเวลา ในการติดต่อเพื่อขออนุญาตเข้าไปสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลจากโรงงานเป็นไปอย่างล่าช้า และติดขัดกว่ากำหนดการที่ได้วางแผนไว้ เนื่องจากกระบวนการติดต่องาน และช่วงเวลาการทำงานของบุคลากรที่ให้ข้อมูล
   2) ปัญหาด้านข้อมูล ตัวอย่างเช่น
      - ข้อมูลไม่ได้ถูกจัดเก็บไว้ : ข้อมูลการซ่อมบำรุงรถขนส่งบางโรงงานไม่ได้มีการจัดเก็บไว้ เนื่องจากไม่มีการจัดการด้านการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง หรืออาศัยรถขนส่งของผู้ประกอบการอื่น ผู้วิจัยจึงต้องใช้การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และขอความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีความเชี่ยวชาญแทน
      - ข้อมูลไม่ตรงกับความต้องการของงานวิจัย : งานวิจัยนี้เป็นงานที่ยังไม่มีโรงงานตัวอย่างใดมีแนวทางการดำเนินงานแบบงานวิจัย คือ ไม่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน ทำให้การเก็บข้อมูลเป็นไปได้ยาก เนื่องจากไม่ตรงกับความต้องการของระบบที่ได้ออกแบบไว้

2. ปัญหาในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ระหว่างที่มีการพัฒนาแนวคิดของการออกแบบระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง เมื่อได้เข้าโรงงานใหม่ หรือได้รับข้อมูลเพิ่มเติม รวมทั้งรูปแบบผลลัพธ์ที่ได้ของงานวิจัยที่เปลี่ยนไป ทำให้ต้องปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ไขปัญหางานวิจัยอยู่ตลอดเวลา

3. ปัญหาในขั้นตอนการทดสอบระบบ

เนื่องจากระบบการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่ออกแบบมานั้น ยังไม่มีโรงงานตัวอย่างใดที่มีแนวทางการดำเนินงานแบบงานวิจัยนี้ ทำให้การทดสอบระบบไม่สามารถทดสอบได้ด้วยการใช้งานจริง แต่ทำได้โดยการสมมติโจทย์และสถานการณ์ต่างๆขึ้นมาทดสอบแนวคิด

7.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่อง คือ แผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่สอดคล้องกับแผนเส้นทางขนส่ง สามารถจัดส่งสินค้าได้ทันภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถที่ต่ำ และลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายที่ต้องจัดหารถขนส่งคันใหม่มาทดแทนรถคันเก่าภายในระยะเวลาที่ยังไม่เหมาะสม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการขนส่งสินค้า มีแนวทางในการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่สอดคล้องกับแผนเส้นทางขนส่ง โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางให้กับการขนส่งที่มีการเดินรถแบบอื่นได้ มีการติดตามผลการซ่อมบำรุง การเก็บประวัติงานซ่อมบำรุงรถขนส่ง รวมทั้งออกแบบโครงสร้างแฟ้มข้อมูล และหน้าจอการทำงาน เพื่อทำให้เกิดความคล่องตัว และมีศักยภาพในการวางแผนงานซ่อมบำรุง รวมทั้งทำให้การใช้งานรถขนส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพระหว่างดำเนินการขนส่งสินค้า

7.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม

การศึกษาการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องที่ผู้วิจัยได้ทำไว้ข้างต้น มีข้อจำกัดจากการใช้สมมติฐานที่อาจไม่สมจริงในบางสถานการณ์ ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงโอกาสที่จะพัฒนางานวิจัยนี้ต่อเนื่องไปได้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มเงื่อนไขต่างๆ ที่เป็นขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย หรือปรับปรุงข้อมูลที่สำคัญให้เข้ากับปัจจุบันอยู่เสมอ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบฮิวริสติกของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

1) ด้านอู่ซ่อมรถ
   - อู่ซ่อมรถควรมีความสามารถซ่อมบำรุงรถแต่ละประเภทแตกต่างกัน
   - อู่ซ่อมรถควรมีค่าซ่อมบำรุงรถแต่ละรายการแตกต่างกัน
   - อู่ซ่อมรถควรมีขอบเขตในการรับงานได้จำกัด
   - ควรตรวจสอบอู่ซ่อมรถที่ต้องใช้งานอยู่เสมอ โดยนำเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าเป็นประจำมากำหนดอู่ซ่อมรถที่อยู่บนเส้นทางเหล่านั้น
2) ด้านเวลาในการทำงาน

   ควรพิจารณาหน่วยของเวลาให้ละเอียดมากขึ้น เช่น ระยะเวลาการซ่อมบำรุงรถ ระยะเวลาการเดินทางระหว่างสถานที่ ควรมีหน่วยเป็นนาที แทนชั่วโมง
3) ด้านการขนถ่ายสินค้า

   ควรพิจารณาเวลาที่ใช้ในการขนสินค้าขึ้นและลงจากรถขนส่ง ทั้งในมิติของน้ำหนักและรูปร่างของสินค้าด้วย เนื่องจากในบางครั้งใช้เวลาเคลื่อนย้ายสินค้านาน ทำให้เวลาของแผนเส้นทางขนส่งเกิดความคลาดเคลื่อน จนอาจส่งผลให้ส่งสินค้าไม่ทันตามกำหนดส่งมอบลูกค้า
4) ด้านโครงสร้างค่าใช้จ่ายที่เพิ่มจากผลกระทบในการปรับแผนการเดินรถเพื่อแทรกการซ่อมบำรุงรถ
   - ควรเพิ่มค่าใช้จ่ายการรอคอย คือ ค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียเวลารอคอยการรอรับบริการซ่อมบำรุงรถ การรออู่ซ่อมรถเปิดดำเนินการ ซึ่งทำให้เสียโอกาสที่จะนำรถไปใช้ขนส่งสินค้า ที่เป็นหน้าที่หลักของรถขนส่ง
   - ควรเพิ่มค่าใช้จ่ายการฝากสินค้า คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการนำสินค้าไปฝากที่สถานที่รับฝากสินค้าในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อที่จะนำรถไปเข้าอู่ซ่อมรถ
5) ด้านรูปแบบการขนส่งสินค้า

   ควรนำหลักการและแนวคิดการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่งที่มีการเดินรถแบบต่อเนื่องไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบการขนส่งแบบอื่น

2. การออกแบบระบบสารสนเทศของการวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง

1) ควรมีระบบการจัดการบำรุงรักษาแฟ้มข้อมูลที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพ เป็นปัจจุบันและพร้อมใช้งานอยู่เสมอ
2) การจัดเก็บแฟ้มข้อมูล ควรบันทึกรายงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะสามารถใช้ดูแนวโน้มในการเปรียบเทียบแต่ละช่วงเวลา หรือสามารถใช้วัดผลในส่วนอื่นได้อีก

3) ผู้ที่จะมาสร้างโปรแกรมเพื่อพัฒนาระบบงานสารสนเทศควรที่จะมีความรู้พื้นฐาน ความเข้าใจ และมีความชำนาญในระบบการขนส่ง เริ่มตั้งแต่การวางแผนงานขนส่ง การวางแผนซ่อมบำรุงรถขนส่ง และการวางแผนการจัดพนักงานขับรถ ซึ่งเป็นข้อควรคำนึงที่สำคัญในการนำมาประยุกต์ใช้พัฒนาระบบงานสารสนเทศได้โดยตรงในระบบ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ไกรวิทย์ เศรษฐวนิช. บริหารอย่างไรเพิ่มกำไรให้องค์กร. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.

จิตรา รู้กิจการพานิช. การจัดการงานบำรุงรักษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ธัชนันท์ โล่ห์สถาพรพิพิธ. การประเมินเชิงเปรียบเทียบระหว่างการปฏิบัติการการขนส่งแบบเต็มคันชนิดปกติและชนิดการเดินรถต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา) คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ธานี อ่อมอ้อ. การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์พีค บลูส์, 2547. พิมพ์ครั้งที่ 2

ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และคณะ. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์, 2541.

ปารเมศ ชุติมา. เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ไพบูลย์ เกียรติโกมล และณัฏฐพันธ์ เขจรนันทร์. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2551.

ภัคมน จิตชาญวิชัย. การออกแบบกระบวนงานและระบบสารสนเทศสนับสนุนการดำเนินงานของระบบการซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมการผลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

วัฒนา เชียงกูล และเกรียงไกร ดำรงรัตน์. บำรุงรักษา : งานเพิ่มกำไรบริษัท. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2546.

อรประไพ จารุพัฒน์, ระบบสนับสนุนการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2554.

ภาษาอังกฤษ

Baker, K. R. Introduction to Seguencing and Scheduling. Duke University : John Wiley & Sons, 1974.

Berbeglia, G. ; Cordeau, J. F. and Laporte, G. Dynamic pickup and delivery problems. European Journal of Operational Research 202 (2010). : 8-15.

MarHassani, S.A. and Abolghasemi, N. A particle swarm optimization algorithm for open vehicle routing problem, Expert System with Applications 38 (2011) : 11547-11551.

Prabhu, V. and Baker, M. Industrial engineering techniques for improving operations. London : McGraw-Hill, 1986.

Rardin, R.L. Optimization in Operations Research. New York. Printice-Hall, 1998.

Tinga, T., Application of physical failure models to enable usage and load based maintenance. Reliability Engineering & System Safety 95 (2010). : 1061-1075.

Wang, H. A survey of maintenance policies of deteriorating systems. European Journal of Operational Research139 (2002).: 469–489.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจีราภา เวทีกูล เกิดเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2529 ที่โรงพยาบาลรามาธิบดี จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เมื่อปีการศึกษา 2550 และเข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553

ในระหว่างการศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ได้รับหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัยในศูนย์วิจัย ROM (Resources and Operations Management Research Unit) ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นหน่วยวิจัยการจัดการทรัพยากรและการดำเนินการ