การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุก เพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

นางสาวดวงธิดา โรจน์กนก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2558

THE DESIGN OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR TRUCK SCHEDULING TO REDUCE WOOD CHIPS TRANSPORT PERIOD

Duangthida Rotkanok

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Information Science in Information Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2015

การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุก
เพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีอนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล)
ประธานกรรมการ

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย)
กรรมการ

_____

(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

_____

(อาจารย์ ดร.พีรศักดิ์ สิริโยธิน)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

THE DESIGN OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR TRUCK SCHEDULING TO REDUCE WOOD CHIPS TRANSPORT PERIOD

Suranaree University of Technology has approved this thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Information Science in Information Technology.

Thesis Examining Committee

(Asst.Prof.Dr. Suphakit Niwattanakul)
Chairperson

(Asst.Prof.Dr. Jitimon Angskun)
Member (Thesis Advisor)

(Asst.Prof.Dr. Phongchai Jittamai)
Member

(Prof. Dr. Sukit Limpijumnong)
Vice Rector for Academic Affairs and Innovation

(Dr. Peerasak Siriyothin)
Dean of Institute of Social Technology

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ดวงธิดา โรจน์กนก : การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ (THE DESIGN OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR TRUCK SCHEDULING TO REDUCE WOOD CHIPS TRANSPORT PERIOD) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล, 82 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งไม้สับ ข้อมูลจริงถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลที่ได้จากระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ผลที่ได้จากการออกแบบคือ 1) แผนภาพการใช้งาน 2) กรอบการทำงานของระบบ 3) ตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 4) ผังงานของระบบ และ 5) แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี โดยตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกของงานวิจัยนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อช่วยลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ลดระยะเวลาการรอขึ้นสินค้า 2) ลดระยะเวลาการรอลงสินค้า และ 3) ลดระยะเวลาการเดินทาง ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีทั้งหมด 168 เที่ยว ใช้ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 5 เดือน

การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) การประเมินตารางจำลองระยะเวลาการรอคอยของแต่ละสถานีด้วยค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตร 2) การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุก 1 คัน และ 3) การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุกทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ ผลการทดสอบระยะเวลารอคอยในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละสถานีพบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกสถานีอยู่ที่ 25.07 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผลของการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกได้ทำการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านระยะเวลาการขนส่งที่ลดลง และด้านจำนวนเที่ยวรถที่มีระยะเวลาขนส่งที่ลดลง ซึ่งผลของการประเมินพบว่า ค่าร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาการขนส่งเฉลี่ยของทุกเดือนคือ ร้อยละ 11.14 ซึ่งต่ำกว่าสมมติฐานของงานวิจัยนี้ แต่หากพิจารณาถึงค่าร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่จำนวนเที่ยวรถนั้นพบว่า มีค่าร้อยละประสิทธิภาพเฉลี่ยทุกเดือนสูงถึง 54.44

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

DUANGTHIDA ROTKANOK : THE DESIGN OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR TRUCK SCHEDULING TO REDUCE WOOD CHIPS TRANSPORT PERIOD. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. JITIMON ANGSKUN, D.ENG., 82 PP.

DECISION SUPPORT SYSTEM/TRUCK SCHEDULING/WOOD CHIPS

This research aims to design a decision support system for truck scheduling to reduce wood chips transport period. The real data was used to analyze, design, and conduct a comparative test with the results from the designed system. The results of the design comprise a Use Case Diagram, a framework, a designed model, and a flowchart of the proposed system, and an E-R diagram. The designed model aims to reduce the waiting time for loading and unloading wood chips at original and terminal stations, and also to reduce the travel time between the stations. 168 trucks as sample data had been collected for 5 months. The designed model for truck scheduling has been evaluated into 3 aspects: 1) the simulation of waiting time for each station evaluated by using Symmetric Mean Absolute Percentage Error (*SMAPE*), 2) the efficiency of truck scheduling by 1 truck, and 3) the efficiency of truck scheduling by all sample data.

The evaluation of simulated waiting time shows the acceptable result as an average *SMAPE* for every station which is 25.07. The designed model for truck scheduling to reduce wood chips transport period was evaluated into 2 aspects: 1) a reduction of transport period and 2) a decline in the number of trucks reduced by transport period. The result shows that the designed model can reduce the transport

period only 11.14 per cent when compared with the original sample data. This result rejects the research assumption; however considering on the percentage of number of trucks which gets the reduced transport period, it reveals that the efficiency of designed model is up to 54.44 per cent.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Information Technology Student's Signature _____

Academic Year 2015 Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความเมตตาและความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ที่ให้ทั้งความรู้ คำแนะนำ เทคนิค ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำงานวิจัยฉบับนี้ อีกทั้งยังช่วย ตรวจทาน และแก้ไขปัญหา ข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัยด้วยความเอาใจ ใส่ทุกขั้นตอนตลอดระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมาจนสำเร็จสมบูรณ์มาได้ด้วยดี

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล ที่ช่วยให้คำปรึกษาและให้ แนวคิดที่เป็นประโยชน์กับงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูลที่ได้กรุณาเป็นประธานสอบ วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุก ๆ ท่าน ที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ต่าง ๆ ให้กับข้าพเจ้า ซึ่ง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณกำลังใจ ความช่วยเหลือ และแรงกระตุ้นจากบิดา มารดา ครอบครัว เพื่อน ๆ น้อง ๆ และอีกหลายท่านที่ไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้ ที่ช่วยให้การศึกษา ครั้งนี้สำเร็จและผ่านพ้นไปได้ด้วยดี

ดวงธิดา โรจน์กนก

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6
1.3 สมมติฐานการวิจัย 6
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 6
1.5 ขอบเขตของการวิจัย 7
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 7
1.7 อธิบายคำศัพท์ 7
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9
2.1 การขนส่งด้วยรถบรรทุก 9
2.1.1 ความหมายของการขนส่ง 9
2.1.2 ความสำคัญของการขนส่งด้วยรถบรรทุก 9
2.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการรถบรรทุก 10
2.1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาเส้นทางการขนส่ง 11
2.2 ธุรกิจไม้สับ 11
2.2.1 ลักษณะและความสำคัญของธุรกิจไม้สับ 11
2.2.2 ปัญหาที่พบในปัจจุบันของธุรกิจไม้สับ 12

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3 ต้นทุนการขนส่งในธุรกิจไม้สับ 13
2.3 การจัดตารางขนส่ง 14
2.3.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดตาราง 14
2.3.2 แนวคิดและหลักการจัดตารางการขนส่งสินค้า 14
2.3.3 เทคนิคการจัดตารางการขนส่งสินค้า 15
2.3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการตารางขนส่ง 16
2.4 การจัดการแถวคอย 17
2.4.1 ความหมายของการจัดการแถวคอย 17
2.4.2 รูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อแถวคอย 17
2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแถวคอย 18
2.5 ทฤษฎีการตัดสินใจ 18
2.5.1 ความหมายของการตัดสินใจ 18
2.5.2 แนวคิดและขั้นตอนการตัดสินใจ 18
2.5.3 เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจ 19
2.6 การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ 20
2.6.1 ความหมายและความสำคัญของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ 20
2.6.2 วงจรการพัฒนาระบบ 21
2.6.3 เครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ 21
2.6.4 อุปสรรคและการนำไปพัฒนา 22
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
3 วิธีดำเนินการวิจัย 26
3.1 วิธีวิจัย 26
3.1.1 ระบุปัญหา และวัตถุประสงค์ 26
3.1.2 การวิเคราะห์ความต้องการระบบ 27
3.1.3 การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
เพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.4 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ 50
3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง 51
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 51

4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ 53
4.1 ผลการประเมินตารางจำลองระยะเวลารอคอยของแต่ละสถานี 53
4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ
จากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุก 1 คัน 55
4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ
จากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุกทั้งหมด 57
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 62
5.1 สรุปผลงานวิจัย 62
5.2 ข้อจำกัดงานวิจัย 64
5.3 การประยุกต์ผลงานวิจัย 64
5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 64
รายการอ้างอิง 65
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ตารางฐานข้อมูลระยะเวลารอคอย 70
ภาคผนวก ข. ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ 76
ประวัติผู้เขียน 82

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ 20
2.2 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจไม้สับ 25
3.1 จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามสถานี 34
3.2 ตัวอย่างข้อมูลรถบรรทุกที่สถานีต้นทางเกษตรวิสัย 34
3.3 ระยะเวลาปฏิบัติงานที่ใช้ ณ สถานีต้นทางและสถานีปลายทางที่แตกต่าง 35
3.4 ระยะทางและระยะเวลาการเดินทางระหว่าง
สถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางจากแผนที่กูเกิ้ล (Google Map) 35
3.5 ตัวอย่างระยะเวลารอคอยที่สถานีเกษตรวิสัย 40
3.6 ตัวอย่างการคำนวณระยะเวลาการขนส่งในการจัดตารางรถบรรทุกที่แตกต่างกัน 41
3.7 ตัวอย่างระยะเวลารอคอยที่ศรีราชา H 45
3.8 เอนทิตีและแอททริบิวท์ของฐานข้อมูลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
สำหรับจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาขนส่งไม้สับ 49
4.1 ผลการประเมินตารางจำลองระยะเวลารอคอยของสถานีเกษตรวิสัย 54
4.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (SMAPE) ของ
ระยะเวลารอคอยของแต่ละสถานี 55
4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการจำลอง
สถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุก 1 คัน 57
ก.1 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน
ของสถานีเกษตรวิสัย 71
ก.2 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน
ของสถานีเบญจลักษณ์ 72
ก.3 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน
ของสถานีท่าตูม 73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ก.4 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน
ของสถานีศรีราชา H 74
ก.5 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน
ของสถานีศรีราชา S 75
ข.1 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบ
แนะนำโดยเฉลี่ยในเดือนพฤษภาคม 2555 77
ข.2 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบ
แนะนำโดยเฉลี่ยในเดือนมิถุนายน 2555 78
ข.3 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบ
แนะนำโดยเฉลี่ยในเดือนสิงหาคม 2555 79
ข.4 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบ
แนะนำโดยเฉลี่ยในเดือนกันยายน 2555 80
ข.5 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบ
แนะนำโดยเฉลี่ยในเดือนตุลาคม 2555 81

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ภาพจำลองเครือข่ายการขนส่งไม้สับ 4
1.2 ลักษณะการขนส่งไม้สับในปัจจุบันผ่านบริษัทกลางที่ทำสัญญาซื้อ-ขาย 4
1.3 ปัญหาในการขนส่งไม้สับในปัจจุบัน 5
3.1 เป้าหมายการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
เพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 27
3.2 แผนภาพยูสเคสของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
เพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 29
3.3 การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับ
การจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 29
3.4 กรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับ
จัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 31
3.5 ระยะเวลาการขนส่ง 31
3.6 ระยะเวลารอคอยที่สถานีต้นทางและสถานีปลายทาง 32
3.7 แผนผังการทำงาน (Flow Chart) ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
สำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 47
3.8 ความสัมพันธ์ของแอนทิตีของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัด
ตารางรถบรรทุก เพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 50
4.1 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบ
แนะนำโดยเฉลี่ยจำแนกตามเดือน 58
4.2 ประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่ระยะเวลาการขนส่ง) จำแนกตามเดือน 59
4.3 ผลการเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวรถจริงกับจำนวนเที่ยวรถของตัวแบบที่มี
ระยะเวลาการขนส่งลดลงจำแนกตามเดือน 60
4.4 ประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่จำนวนเที่ยวรถ) จำแนกตามเดือน 61

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลการศึกษาจากธนาคารโลกพบว่าการพัฒนาโลจิสติกส์ของไทยนั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่ก้าวหน้าเมื่อเปรียบเทียบจากประเทศคู่แข่งทางการค้า (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2557) โดยแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของไทย ฉบับที่ 2 (2556-2560) ได้เน้นเรื่องความการจัดการโซ่อุปทานเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน และการบูรณาการระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ให้มีผลในทางปฏิบัติที่ชัดเจน ซึ่งหนึ่งในกลยุทธ์ที่ใช้คือ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เพื่อปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานในการจัดการโซ่อุปทาน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2556)

ต้นทุนทางโลจิสติกส์ของไทยในปี 2558 คือ ร้อยละ 14.3 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (ณกฤช เศวตนันท์, 2558) โดยองค์ประกอบของต้นทุนทางโลจิสติกส์ที่สำคัญสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนประกอบหลัก คือ 1) ต้นทุนค่าขนส่งสินค้า 2) ต้นทุนสินค้าคงคลัง และ 3) การบริหารจัดการโลจิสติกส์ (ธนิต โสรัตน์, 2554) ดังนั้นเพื่อตอบสนองต่อแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโลจิสติกส์ของประเทศไทย บทความนี้จึงทำการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อช่วยบริหารจัดการรถบรรทุกสำหรับบริษัทขนส่งในประเทศไทย

ธุรกิจขนส่งของประเทศไทยนั้น ในปัจจุบันได้มีการขยายตัวอย่างมากโดยเฉพาะในส่วนของกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมจากหลักฐานข้อมูลทางสถิติของกองแผนงาน กรมการขนส่งทางบกพบว่าใบอนุญาตประกอบการขนส่งรถบรรทุก ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2557 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนรถบรรทุกส่วนบุคคลสะสมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 11.43 จากปี 2556 (กลุ่มสถิติการขนส่ง, 2557) ทั้งนี้เนื่องจากรถบรรทุกถือเป็นรูปแบบการขนส่งหลักสำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค (Kulash, 1999; อรุณ บริรักษ์, 2553)

อย่างไรก็ตามธุรกิจขนส่งขนาดกลางและขนาดย่อมต่างมีปัญหาการบริหารจัดการภายใน ซึ่งรวมถึงการตัดสินใจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการวางแผนงาน ต้นทุนค่าใช้จ่ายและการหาเส้นทางในการเดินรถบรรทุกเพื่อลดระยะทางหรือระยะเวลาการขนส่งซึ่งโปรแกรมขนส่งที่เอื้อต่อการบริหารจัดการเหล่านี้ยังมีต้นทุนที่สูงและขนาดใหญ่เกินความจำเป็นของสภาพธุรกิจขนาดกลาง

และขนาดย่อม นอกจากนี้การบริหารจัดการโดยเฉพาะการบริหารในเรื่องของการลดระยะเวลาในการรอขึ้นสินค้าที่สถานีต้นทางและระยะเวลาในการรอลงสินค้าที่สถานีปลายทางเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เนื่องจากปัญหานี้จะกระทบต่อรอบวิ่งในการเข้ารับสินค้าใหม่ซึ่งหมายถึงความล่าช้าต่อการตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคและรวมถึงรายได้ทั้งของผู้ประกอบการและพนักงานขับรถที่ลดลง เอคูน่าและคณะ (Acuna *et al.*, 2012) พบว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดการธุรกิจขนส่งได้เป็นอย่างดี

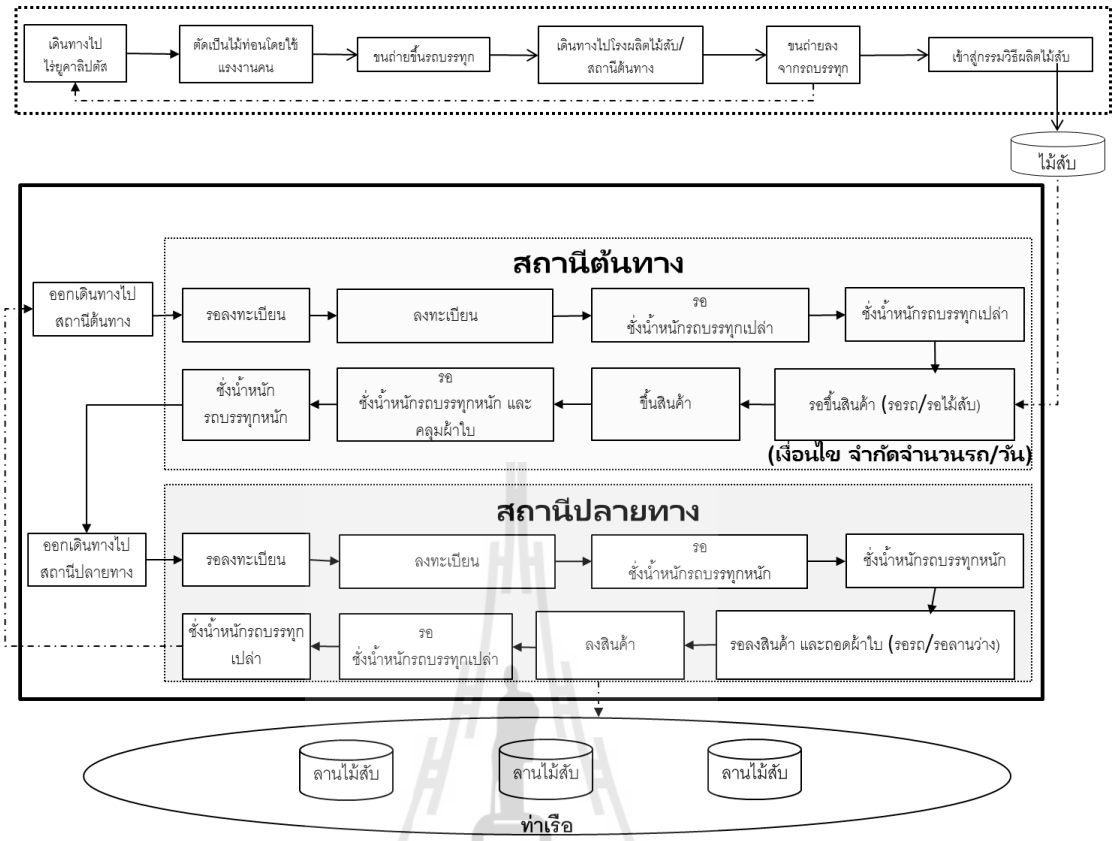
งานวิจัยนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อนำข้อมูลจริงของธุรกิจขนส่งไม้สับมาวิเคราะห์และออกแบบระบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อช่วยเหลือธุรกิจขนส่งไม้สับในการบริหารจัดการรถบรรทุก และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานโดยการจัดตารางการเดินรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งลงเพราะไม้สับเป็นสินค้าเกษตรแปรรูปที่มีอัตราการเติบโตค่อนข้างสูง ไม้สับเป็นไม้แปรรูปของไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งจากการสำรวจของกรมป่าไม้เมื่อพุทธศักราช 2530 พบว่า ยูคาลิปตัสมีการปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุดราว 230,000 ไร่ (อังคนา สุวรรณกูฏ, 2555) ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีปริมาณความต้องการไม้ยูคาลิปตัสภายในประเทศมากถึง 6.5 ล้านตัน โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมกระดาษ โรงงานไฟฟ้า อุตสาหกรรมไม้อัด หรือแผ่นปาร์ติเกล (พรสถิตย์ ยงยืน, 2555) อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสินค้าเกษตรแปรรูปชนิดนี้ไม่มาก

ลักษณะของการขนส่งสินค้าไม้สับในปัจจุบันสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.1 โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1) การขนส่งไม้ท่อน (การเดินทางระหว่างไร่ยูคาลิปตัสไปยังโรงงานไม้สับหรือสถานีต้นทาง) และ 2) การขนส่งไม้สับ (การเดินทางระหว่างสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทาง)

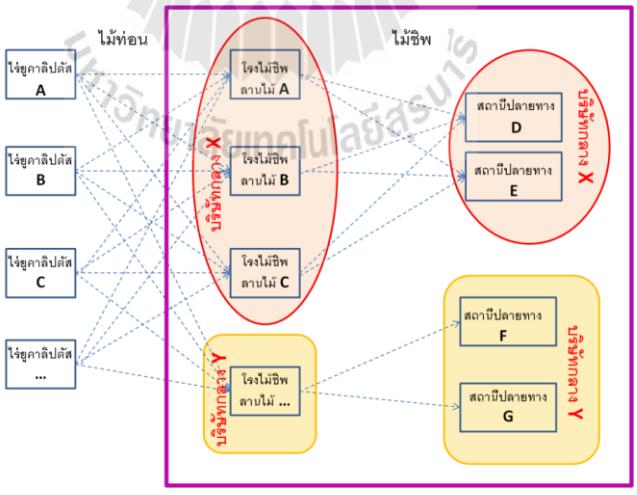
เมื่อรถบรรทุกถึงสถานีต้นทางจะมีกิจกรรมหลัก ๆ ทั้งสิ้น 5 กิจกรรมนั่นคือ 1) การลงทะเบียนเพื่อเข้ารับสินค้า 2) การชั่งน้ำหนักรถบรรทุกเปล่า 3) การขึ้นสินค้า 4) การคลุมผ้าใบ 5) การชั่งน้ำหนักรถบรรทุกหนัก ในขณะเดียวกันที่สถานีปลายทางเมื่อรถบรรทุกถึงที่หมาย ก็จะมีกิจกรรมหลัก ๆ ทั้งสิ้น 4 กิจกรรม คือ 1) การลงทะเบียนเพื่อลงสินค้า 2) การชั่งน้ำหนักรถบรรทุกหนัก 3) การลงสินค้า 4) การชั่งน้ำหนักรถบรรทุกเปล่า โดยในสภาพความเป็นจริงกิจกรรมทั้งหลายเหล่านี้ไม่สามารถทำได้ทันทีเพราะเกิดปัญหาการรอคอยซึ่งพบได้เมื่อรถบรรทุกเข้าไปยังสถานีต้นทาง หรือสถานีปลายทางพร้อม ๆ กัน หรือการขาดแคลนวัตถุดิบ (ไม้ท่อน) หรือปัญหาความไม่พร้อมของสถานีปลายทาง เช่น สถานที่เต็มเนื่องจากเรือไม่เข้า อย่างไรก็ตามกรอบงานวิจัยฉบับนี้ได้จำกัดไว้เพียงส่วนที่ 2 ของลักษณะการขนส่งสินค้าไม้สับซึ่งเป็นเรื่องการขนส่งไม้สับระหว่างสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง โดยสถานีปลายทางจะเน้นไปที่ท่าเรือเท่านั้นไม่ครอบคลุมถึงโรงงานไฟฟ้าและอื่น ๆ เนื่องจากข้อจำกัดทางข้อมูลการวิจัย

ลานไม้สับในประเทศไทยมีอยู่เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแต่ในปัจจุบันกรมป่าไม้ไม่อนุญาตให้ทำการตัดไม้ด้วยเครื่องจักร ดังนั้นการตัดไม้ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปไม้สับยังต้องพึ่งพาแรงงานมนุษย์ทำให้เกิดความล่าช้าในการนำเข้าวัตถุดิบที่นำมาแปรรูปเป็นไม้สับ อีกอย่างในการขนถ่ายสินค้านั้นยังคงพึ่งพาแรงงานจากทรัพยากรมนุษย์แต่เนื่องจากแรงงานของประเทศไทยมักมีอาชีพเกษตรกรรมที่ผลิตพืชผลที่เกิดตามฤดูกาล (Seasoning) และไม่มีการวางแผนการผลิตและการขนส่งที่ชัดเจน (จารุณี ฐิติรังสรรค์ และมาริสา แก้วสุวรรณ, 2554) ทำให้ในบางครั้งอุตสาหกรรมไม้สับเกิดการขาดแคลนแรงงานในการตัดไม้เพื่อนำเข้าวัตถุดิบ นอกจากนี้ไม้สับยังเป็นวัตถุดิบที่มีปัญหาเรื่องการสูญเสียความชื้นเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานาน ดังนั้นผู้ผลิตไม้สับจึงมักไม่ผลิตสินค้าไว้ในโรงไม้เป็นปริมาณมาก ส่งผลให้รถบรรทุกที่เข้าไปรับสินค้าต้องรอเวลาเพื่อขึ้นสินค้า ในขณะเดียวกันที่สถานีปลายทางมักพบปัญหาว่าเรือยังไม่เข้าหรือปัญหาการขาดแคลนที่เก็บไม้สับ ดังนั้นถ้ารถบรรทุกมาพร้อมกันเป็นจำนวนมากทำให้รถบรรทุกต้องรอเวลาเพื่อลงสินค้า

สำหรับการบริหารจัดการธุรกิจขนส่งไม้สับในประเทศไทยนั้น มักทำโดยผ่านบริษัทกลางที่ทำหน้าที่รับซื้อไม้สับ จากนั้นบริษัทกลางนี้จะทำการว่าจ้างผู้รับเหมาขนส่งให้ขนส่งไม้สับจากลานไม้สับที่ทางบริษัทกลางทำสัญญาซื้อไว้ไปยังสถานีปลายทางที่บริษัทกลางทำสัญญาขายด้วย ในปัจจุบันบริษัทกลางบริษัทเดียวสามารถทำสัญญาซื้อไม้สับกับลานไม้สับเป็นจำนวนมาก และทำสัญญาขายกับสถานีปลายทางเพียงไม่กี่สถานี แต่ทำการว่าจ้างผู้รับเหมาขนส่งหลายรายเพื่อทำการขนส่งไม้สับไปยังสถานีปลายทางให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า (ดังรูปที่ 1.2) ส่งผลให้ปริมาณผู้รับเหมาขนส่งมีมากกว่าปริมาณไม้สับ ณ ลานต่าง ๆ ทำให้ลานไม้สับส่วนใหญ่กำหนดเงื่อนไขจำนวนรถในการเข้ารับสินค้าในแต่ละวัน



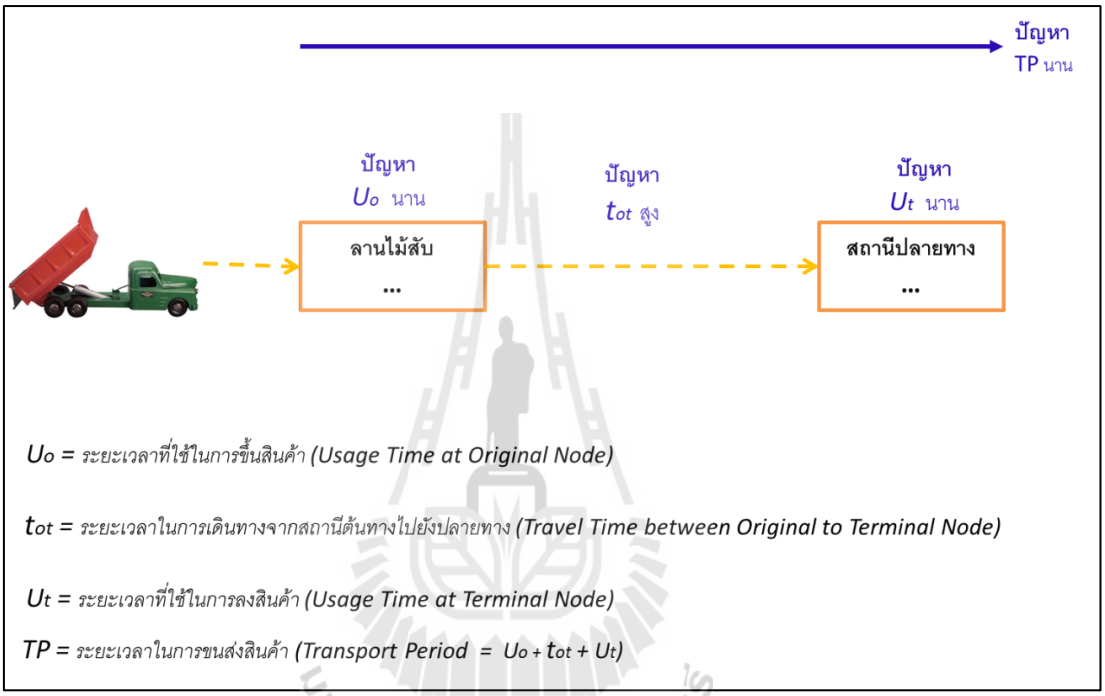
รูปที่ 1.1 ภาพจำลองเครือข่ายการขนส่งไม้สับ



รูปที่ 1.2 ลักษณะการขนส่งไม้สับในปัจจุบันผ่านบริษัทกลางที่ทำสัญญาซื้อ-ขาย

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีตัวกลางในการกระจายสถานการณ์ของลานไม้แต่ละลานนั้น ทำให้บางลานไม่มีไม้สับ แต่มีรถบรรทุกจำนวนมากเข้าไปรอรับสินค้า และในบางลานมีไม้สับ

แต่ไม่มีรถบรรทุกเข้าไปรับสินค้า ในขณะเดียวกันที่สถานีปลายทางก็มักมีปัญหาที่รถบรรทุกต้องรอลงสินค้า เนื่องจากปัญหาเรือไม่เข้า หรือสถานีปลายทางมีสถานที่เก็บไม้สับไม่เพียงพอ จึงยังไม่สามารถลงไม้สับได้ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้ต้นทุนทางเวลาในการวิ่งขนส่งสินค้าสูงขึ้น เนื่องจากระยะเวลาในการรอคอยเพื่อรับสินค้าของผู้บริโภคสูงขึ้น เพราะรถบรรทุกที่เข้ารับสินค้าที่ลานไม้สับต้องรอเวลาเพื่อขึ้นสินค้า และรอเวลาเพื่อลงสินค้า (ดังรูปที่ 1.3)



รูปที่ 1.3 ปัญหาในการขนส่งไม้สับในปัจจุบัน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งไม้สับลง ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัย ได้แก่ แบบจำลองความต้องการของผู้ใช้ กรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบจำลองความต้องการของผู้ใช้ แบบจำลองข้อมูลของระบบ และตัวแบบในการจัดตารางเดินรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งไม้สับ โดยตัวแบบนี้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางแสดงสถานการณ์ปริมาณความต้องการรถบรรทุกของลานไม้สับต่าง ๆ และสถานการณ์ที่สถานีปลายทาง เพื่อให้บริษัทผู้รับเหมาขนส่งทั้งหลายได้รับทราบ และใช้ในการบริหารจัดการรถบรรทุกของตนเองให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถลดระยะเวลาในการขนส่งโดยรวม ไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาในการรอขึ้นหรือลงสินค้า และระยะเวลาในการเดินรถ ซึ่งส่งผลให้สามารถทำรอบวิ่งในการเข้ารับสินค้าใหม่ได้เพิ่มขึ้น และทำให้รายได้

ของธุรกิจสูงขึ้น นอกจากนี้ตัวแบบที่ได้จากงานวิจัยยังสามารถนำไปเป็นแนวทางหรือปรับใช้กับการขนส่งสินค้าชนิดอื่น ๆ ได้ เช่น การขนส่งไม้ท่อน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

1.2.2 เพื่อออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกที่ได้จากการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ สามารถลดระยะเวลาในการขนส่งลงอย่างน้อยร้อยละ 20 จากระยะเวลาการขนส่งไม้สับในปัจจุบัน

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 สินค้าที่ศึกษาคือ สินค้าเกษตรประเภทไม้สับเท่านั้น

1.4.2 การขนส่งสินค้าคือ การขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกเท่านั้น

1.4.3 สถานีปลายทางคือ ท่าเรือ 2 แห่งในเขตพื้นที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีเท่านั้น เนื่องด้วยข้อจำกัดทางระยะเวลาการจัดเก็บข้อมูล

1.4.4 สถานีต้นทางคือ ลานไม้สับที่อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด ลานไม้สับที่อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ และลานไม้สับที่อำเภอเบญจลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษเท่านั้น เนื่องด้วยข้อจำกัดทางระยะเวลาการจัดเก็บข้อมูล

1.4.5 ปัจจัยที่คำนึงถึงสำหรับงานวิจัยนี้คือ ค่าเฉลี่ยรวมของระยะเวลาในการรอขึ้นสินค้า ระยะเวลาในการรอลงสินค้า ระยะเวลาในการเดินทางจากสถานีต้นทาง ไปยังสถานีปลายทาง และระยะเวลาในการขนส่งสินค้าโดยรวม

1.4.6 การค้นหาระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางจะใช้ข้อมูลที่ได้จากบริการแผนที่ของกูเกิ้ล (Google Maps) เท่านั้น ไม่คำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางอื่น ๆ เช่น ช่วงเวลาเร่งด่วนหรือสภาพทางภูมิศาสตร์ของเส้นทาง

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับนี้เป็นการศึกษาสภาวการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันที่สถานีต้นทางในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ลานไม้สับที่อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด ลานไม้สับที่อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ และลานไม้สับที่อำเภอเบญจลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษและสถานีปลายทางคือท่าเรือจำนวน 2 แห่งในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีเท่านั้น โดยมุ่งเน้นการพัฒนาตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาและการประเมินตัวแบบเป็นข้อมูลจริงที่เก็บจากการวิ่งงานของรถบรรทุกใน 5 เดือนของบริษัทขนส่งไม้สับแห่งหนึ่ง

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับ หลังจากเสร็จสิ้นงานวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

1.6.1 แผนภาพการใช้งาน (Use-Case Diagram)

1.6.2 กรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

1.6.3 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (E-R Diagram)

1.6.4 ตัวแบบการจัดตารางการเดินรถบรรทุกที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

1.6.5 ผังงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

1.7 อธิบายคำศัพท์

1.7.1 สถานีต้นทางหมายถึง สถานีขึ้นสินค้าที่มีตำแหน่งที่แน่ชัดซึ่งในที่นี้คือ ลานไม้สับ

1.7.2 สถานีปลายทางหมายถึง สถานีส่งสินค้าที่มีตำแหน่งที่แน่ชัดซึ่งในที่นี้คือ ท่าเรือ

1.7.3 ผู้รับเหมาหมายถึง บริษัทขนส่งรถบรรทุก ที่ทำหน้ารับจ้างขนส่งไม้สับ

1.7.4 รอบวิ่งงานหมายถึง การขนส่งสินค้าโดยเริ่มจากการเข้ารับสินค้าที่สถานีต้นทางและนำส่งไปยังสถานีปลายทาง นับเป็น 1 รอบวิ่งงาน

1.7.5 อุปสงค์สินค้าหมายถึง ปริมาณรถบรรทุก ที่เข้ารับขนส่งไม้สับ

1.7.6 อุปทานสินค้าหมายถึง ปริมาณไม้สับที่มีที่ลานไม้ต่าง ๆ

1.7.7 การขนส่งหมายถึง การเคลื่อนย้ายสินค้าจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางด้วยรถบรรทุกโดยนับรวมระยะเวลาในการรอขึ้นสินค้าที่สถานีต้นทางและระยะเวลาในการรอลงสินค้าที่สถานีปลายทาง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.7.8 ระยะเวลาในการเดินทางหมายถึง ระยะเวลาที่รถบรรทุกเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทาง

1.7.9 ระยะเวลาในการรอหมายถึง ระยะเวลาในการรอขึ้นสินค้าที่สถานีต้นทาง หรือระยะเวลาในการรอลงสินค้าที่สถานีปลายทาง

1.7.10 ระยะเวลาในการขนส่งหมายถึง ระยะเวลารวมตั้งแต่เวลาในการรอขึ้นสินค้าจากสถานีต้นทาง ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทาง และระยะเวลาในการรอลงสินค้าที่สถานีปลายทาง

1.7.11 บริษัทกลางหมายถึง บริษัทที่ทำสัญญาซื้อไม้สับจากลานไม้และทำสัญญาขายไม้สับกับสถานีปลายทางโดยว่าจ้างให้ผู้รับเหมาขนส่งทำหน้าที่ขนส่งไม้สับ

1.7.12 ผู้รับเหมาขนส่ง (Truck Service Providers - TSP) หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่รับบริหารจัดการรถบรรทุกให้เข้ารับสินค้าจากสถานีต้นทางและขนส่งสินค้าไปยังสถานีปลายทางตามข้อตกลงที่ทำไว้กับบริษัทกลาง

1.7.13 เบี้ยเลี้ยงหมายถึง ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ทางบริษัทผู้รับเหมาขนส่งจ่ายให้กับพนักงานขับรถในการเดินทางต่อ 1 เที่ยวงาน โดยถือเป็นรายได้พิเศษของพนักงานขับรถนอกจากเงินเดือน

1.7.14 ต้นทุนค่าเสียโอกาสหมายถึง ต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งแทนที่จะไปทำกิจกรรมอื่นที่สร้างรายได้

1.7.15 การจัดตารางรถบรรทุกหมายถึง กระบวนการจัดการการขนส่งด้วยการจัดสรรรถบรรทุกเข้ารับสินค้า ณ สถานีต้นทาง และสถานีปลายทางซึ่งคำนึงถึงระยะเวลาในการขนส่งสินค้าที่น้อยที่สุด

1.7.16 รถบรรทุกหนักหมายถึง รถบรรทุกที่มีสินค้าอยู่ในกระบะบรรทุกขณะนั้น

1.7.17 รถบรรทุกเปล่าหมายถึง รถบรรทุกที่ไม่มีสินค้าอยู่ในกระบะบรรทุกขณะนั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปริทัศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การขนส่งด้วยรถบรรทุก

2.1.1 ความหมายของการขนส่ง

การขนส่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมหลักของการจัดการโลจิสติกส์ ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตไปสู่ความต้องการของผู้บริโภคหรืออีกนัยหนึ่งก็คือการเคลื่อนย้ายสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค นอกจากนี้การขนส่งยังช่วยลดค่าก่อสร้างคลังสินค้า การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และช่วยเพิ่มระดับความพึงพอใจของลูกค้า (คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2551) โดยการขนส่งมีทั้งหมด 5 วิธี คือ การขนส่งทางบกหรือทางถนน การขนส่งทางราง การขนส่งทางน้ำ การขนส่งทางอากาศ และการขนส่งทางท่อ

การขนส่งที่ดีนั้นควรต้องคำนึงถึงคุณภาพการบริการ 6 ด้าน คือ ความรวดเร็ว รูปแบบการให้บริการ ความถี่ในการบริการ ความสามารถในการขนส่ง ความน่าเชื่อถือของการให้บริการ และการติดตามสินค้า (เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล, 2550 หน้า 20-22) ดังนั้นแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทยพุทธศักราช 2550-2554 จึงเน้นในเรื่องการบริหารจัดการการขนส่งเพื่อนำไปสู่การลดต้นทุนการขนส่งในภาคธุรกิจและระดับประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2550)

2.1.2 ความสำคัญของการขนส่งด้วยรถบรรทุก

การขนส่งในประเทศไทยทั้งหมดนั้นมีเพียงร้อยละ 14 ที่ใช้ระบบการขนส่งทางน้ำ ทางอากาศ ทางราง และทางท่อ ในขณะที่ร้อยละ 86 เป็นการขนส่งทางถนนทั้งหมด โดยเป็นการขนส่งสินค้าอุปโภคบริโภค ผลิตผลทางการเกษตร สินค้าอุตสาหกรรม สินค้าบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ วัตถุอันตรายและสินค้าเฉพาะ (คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554) ซึ่งสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้การขนส่งด้วยรถบรรทุกเป็นที่นิยมที่สุดในการขนส่งสินค้า (อรุณ บริรักษ์, 2553) เนื่องจาก ความได้เปรียบเชิงแข่งขันในด้านต่าง ๆ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2544) ดังนี้

- ความสามารถในการเข้าถึงสถานที่ต่าง ๆ
- ความรวดเร็วในการเดินทาง
- ความสามารถในการขนส่งสินค้าจำนวนไม่มาก
- ความปลอดภัยของสินค้า
- ระยะทางในการขนส่ง

ภายใต้พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พุทธศักราช 2522 รถบรรทุกในประเทศไทยมี 9 ลักษณะ (กลุ่มวิชาการขนส่ง สำนักงานขนส่งกรุงเทพมหานครพื้นที่ 1, 2554) คือ

- รถกระบะบรรทุก
- รถตู้บรรทุก
- รถบรรทุกของเหลว
- รถบรรทุกวัตถุอันตราย
- รถบรรทุกเฉพาะกิจ
- รถพ่วง
- รถกึ่งพ่วง
- รถกึ่งพ่วงบรรทุกวัสดุยาว
- รถลากจูง

2.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการรถบรรทุก

ซิวเวอร์แมนและคณะ (Silverman *et al.*, 1997) ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการอุตสาหกรรมรถบรรทุกในสหรัฐอเมริกา ในขณะที่ลัมสเดน (Lumsden, 2004) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของความสามารถในการบรรทุกด้วยการเพิ่มขนาดรถบรรทุก และกันนาร์สัน (Gunnarsson, 2007) ออกแบบรูปแบบการเลือกเส้นทางการขนส่งไม้สำหรับรถบรรทุกและรถไฟในประเทศยุโรป รันตาและรินเน่ (Ranta and Rinne, 2006) ใช้ระบบระบุตำแหน่งบนผิวโลก (Global Positioning System: GPS) ในการบริหารจัดการรถบรรทุกเพื่อสร้างกำไรในการขนส่งวัตถุดิบในการผลิตในประเทศฟินแลนด์ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้คำนึงถึงต้นทุนการบริโภคน้ำมัน นอกจากนี้แอนกัส-ฮากิน และคณะ(Angus-Hankin *et al*., 1995) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการขนส่งพลังงานเชื้อเพลิงด้วยไม้จากป่าไม้ไปยังโรงงานแปรรูปไม้ การศึกษาพบว่าต้นทุนค่าขนส่งที่สูงมาจากน้ำหนักสินค้าที่บรรทุกจริงน้อยกว่าความสามารถที่รถบรรทุกหนึ่งคันสามารถจะบรรทุก ดังนั้นการขนส่งสินค้าประเภทไม้ควรจะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบการบรรจุสินค้าก่อนที่จะนำมาใส่กระบะรถบรรทุก เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำหนักของไม้ในแต่ละรอบการขนส่งให้สูงขึ้น ต้นทุนการขนส่งจึงจะลดลง

2.1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาเส้นทางการขนส่ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่งนั้นได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่การแก้ปัญหามักใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติค (Heuristic) เช่น งานของเจอร์เดนเซน (Gerdessen, 1996) ใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยการสลับตัวลูกของพ่วงในการให้บริการขนส่งสินค้า งานของตังเกียและคณะ (Thangiah *et al*., 1996) ใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติคในการจัดการเส้นทางการขนส่งสินค้าเที่ยวกลับที่มีเวลาจำกัด ส่วนการแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่งที่ได้รับความนิยมอย่างมากอีกหนึ่งวิธี คือการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ เช่น งานของแอลเชอร์เบนี่ (El-Sherbeny, 2010) ที่นำมาแก้ปัญหาในเรื่องของเส้นทางการขนส่ง และการกระจายสินค้าให้กับลูกค้า โดยพบว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์นั้นจะได้ผลที่ดีมากต่อปัญหาขนาดใหญ่ และยังสามารถใช้แก้ปัญหาซับซ้อนในความเป็นจริงได้อย่างดีด้วย การแก้ปัญหาด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ มีหลายวิธี เช่น การจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing) การค้นหาคำตอบแบบทาบู (Tabu Search) และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) แต่ผลของการค้นหาแบบทาบูถือว่าเป็นผลที่ดีที่สุด (Lin *et al*., 2009; Sun *et al*., 1998) เมื่อไม่นานมานี้ เดอรริกและพวก (Derigs *et al*., 2012) ใช้การค้นหาแบบทาบูเพื่อแก้ปัญหาการขนส่งแบบมีข้อจำกัดทางเวลา (Time Windows) ของสินค้าอุปโภค บริโภค เช่น เครื่องดื่ม และบุหรี่ ในประเทศบราซิล (Pureza *et al*., 2012) นอกจากนี้ฮันและเมอร์ฟี่ (Han and Murphy, 2012) ยังศึกษาการแก้ปัญหาการขนส่งสำหรับการบรรทุกชีวมวลเช่น ขี้เลื่อย แกลบ ไม้สับ จากโรงเลื่อย ไปยังสถานที่ปลายทางในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้เลือกใช้วิธีการจำลองการอบเหนียว เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสินค้าต่าง ๆ ในแต่ละเส้นทาง โดยคำนึงถึงต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้คำนึงถึงเส้นทางการขนส่งที่สั้น และไม่คำนึงค่าเสียโอกาสที่รถบรรทุกจอดรอ อีกทั้งแบบจำลองของงานวิจัยนี้ยังใช้ได้ดีในการลดขนาดของการขนส่งมากกว่าการลดต้นทุนค่าขนส่งและระยะเวลาการขนส่ง

2.2 ธุรกิจไม้สับ

2.2.1 ลักษณะและความสำคัญของธุรกิจไม้สับ

ธุรกิจไม้สับเป็นธุรกิจที่สำคัญเนื่องจากเป็นหนึ่งในธุรกิจที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการส่งออกของอุตสาหกรรมไม้แปรรูปถึงร้อยละ 27.94 โดยตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ ประเทศจีนและญี่ปุ่น นอกจากนี้ไม้สับยังเป็นวัตถุดิบของธุรกิจผลิตภัณฑ์กระดาษ เช่น การผลิตเยื่อกระดาษที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องจากความต้องการของผู้ใช้ในประเทศและต่างประเทศที่ เพิ่มสูงขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2554) อีกทั้งไม้สับยังเป็นไม้แปรรูปของไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งจากการสำรวจของกรมป่าไม้เมื่อพุทธศักราช 2530 พบว่ายูคาลิปตัสมีการปลูกในพื้นที่ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุดราว 230,000 ไร่ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา (อังคนา สุวรรณกูฏ, 2555) ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรม มีปริมาณความต้องการไม้ยูคาลิปตัสภายในประเทศมากถึง 6.5 ล้านตัน โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมกระดาษ โรงงานไฟฟ้า อุตสาหกรรมไม้อัด หรือแผ่นปาร์ติเกล (พรสถิตย์ ยงยืน, 2555)

2.2.2 ปัญหาที่พบในปัจจุบันของธุรกิจไม้สับ

ไม้สับเป็นสินค้าที่มีความต้องการอย่างต่อเนื่องทุก ๆ ปี และมีแนวโน้มที่ลานไม้จะมีการซื้อและขายมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากความต้องการในตลาดต่างประเทศยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ยกตัวอย่างเช่น ประเทศญี่ปุ่น มีปริมาณความต้องการไม่น้อยกว่า 5,000,000 ตัน/ปี (บริษัท สยามทรีดีเวลลอปเม้นต์ จำกัด, 2555) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันธุรกิจไม้สับกำลังเผชิญปัญหาเนื่องมาจากระยะเวลาการขนส่งที่ยาวนาน เนื่องจากไม้สับเป็นสินค้าเกษตรที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางชีวภาพ โดยจะมีการสูญเสียค่าความชื้นของเนื้อไม้เนื่องจากมีการระเหิดออกไปในอากาศ ลักษณะของการขนส่งสินค้าไม้ยูคาลิปตัสในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การขนส่งไม้ท่อน (การเดินทางระหว่างไร่ยูคาลิปตัส – โรงงานไม้สับ) และการขนส่งไม้สับ (การเดินทางระหว่างโรงงานไม้สับ – ท่าเรือ/โรงงานไฟฟ้า ซึ่งเป็น สถานีปลายทาง) โดยลานไม้สับในประเทศไทยมีอยู่เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในปัจจุบันกรมป่าไม้ไม่อนุญาตให้ทำการตัดไม้ด้วยเครื่องจักร ดังนั้นการตัดไม้ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปไม้สับต้องพึ่งแรงงานมนุษย์ ทำให้เกิดความล่าช้าในการนำเข้าวัตถุดิบเพื่อแปรรูปเป็นไม้สับ อีกอย่างการขนถ่ายสินค้านั้นยังคงพึ่งพึงแรงงานจากทรัพยากรมนุษย์ แต่แรงงานของประเทศไทยมักมีอาชีพเกษตรกรรมที่ผลิตพืชผลที่เกิดตามฤดูกาล (Seasoning) และไม่มีการวางแผนการผลิตและการขนส่งที่ชัดเจน (จารุณี ฐิติรังสรรค์ และมาริสา แก้วสุวรรณ, 2554) ทำให้ในบางครั้งอุตสาหกรรมไม้สับเกิดการขาดแคลนแรงงานในการตัดไม้เพื่อนำเข้าวัตถุดิบ นอกจากนี้ไม้สับยังเป็นวัตถุดิบที่มีปัญหาเรื่องการสูญเสียความชื้นเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานาน ดังนั้นผู้ผลิตไม้สับจึงมักไม่ผลิตสินค้าไว้ในโรงไม้เป็นปริมาณมาก ส่งผลให้รถบรรทุกที่เข้าไปรับสินค้าต้องรอเวลาเพื่อขึ้นสินค้า ในขณะเดียวกันที่สถานีปลายทาง (ท่าเรือ/โรงไฟฟ้า) มักพบปัญหาว่าเรือยังไม่เข้า หรือปัญหาการขาดแคลนที่เก็บไม้สับ ดังนั้นเมื่อรถบรรทุกมาพร้อมกันจำนวนมาก ทำให้รถบรรทุกต้องรอเวลาเพื่อลงสินค้า

สำหรับการบริหารจัดการธุรกิจขนส่งไม้สับในประเทศไทยนั้นมักทำโดยผ่านบริษัทกลางที่ทำหน้าที่รับซื้อไม้สับ จากนั้นบริษัทกลางจะทำการว่าจ้างผู้รับเหมาขนส่งให้ขนส่งไม้สับจากลานไม้สับที่ทางบริษัทกลางทำสัญญาซื้อไว้ไปยังสถานีปลายทางที่บริษัทกลางทำสัญญาขายด้วย ในปัจจุบันบริษัทกลางบริษัทเดียวสามารถทำสัญญาซื้อไม้สับกับลานไม้สับเป็นจำนวนมาก

และทำสัญญาขายกับสถานีปลายทางเพียงไม่กี่สถานี แต่ทำการว่าจ้างผู้รับเหมาขนส่งหลายรายเพื่อทำการขนส่งไม้สับไปยังสถานีปลายทางให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า ส่งผลให้ปริมาณผู้รับเหมาขนส่งมีมากกว่าปริมาณไม้สับ ณ ลานต่าง ๆ ทำให้ลานไม้สับส่วนใหญ่กำหนดเงื่อนไขจำนวนรถในการเข้ารับสินค้าในแต่ละวัน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีตัวกลางในการกระจายสถานการณ์ของลานไม้แต่ละลานนั้นทำให้บางลานไม่มีไม้ แต่มีรถบรรทุกจำนวนมากเข้าไปรอรับสินค้า และในบางลานมีไม้แต่ไม่มีรถบรรทุกเข้าไปรับสินค้า ในขณะเดียวกันที่สถานีปลายทางก็มักมีปัญหาที่รถบรรทุกต้องรอลงสินค้า เนื่องจากปัญหาเรือไม่เข้าหรือสถานีปลายทางมีสถานที่เก็บไม้สับไม่เพียงพอ ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้ต้นทุนทางเวลาในการวิ่งขนส่งสินค้าสูงขึ้น เนื่องจากระยะเวลาในการรอคอยเพื่อรับสินค้าของผู้บริโภคสูงขึ้น เพราะรถบรรทุกที่เข้ารับสินค้าที่ลานไม้สับต้องรอเวลาเพื่อขึ้นสินค้าและรอเวลาเพื่อลงสินค้า

2.2.3 ต้นทุนการขนส่งในธุรกิจไม้สับ

ต้นทุนการขนส่งสินค้าของประเทศไทยมีสัดส่วนสูงกว่าต้นทุนการขนส่งสินค้าในประเทศญี่ปุ่นถึงร้อยละ 8 (เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล, 2550) ต้นทุนการขนส่งมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการขนส่งในลักษณะผกผัน คือเมื่อประสิทธิภาพการขนส่งต่ำ ต้นทุนการขนส่งจะสูง และเมื่อประสิทธิภาพการขนส่งสูง ต้นทุนการขนส่งก็จะลดลง ซึ่งประสิทธิภาพการขนส่งนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ การวางแผนการขนส่ง การออกแบบระบบขนส่ง ระบบการจัดการเส้นทางขนส่ง การพัฒนาฐานข้อมูลการขนส่ง และ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง (กรมการขนส่ง, 2553) โดยการลดต้นทุนการขนส่งลงได้จะส่งผลให้ศักยภาพการแข่งขันสูงขึ้น

โดยทั่วไปการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนการขนส่งอาจมีความแตกต่างกันไป และมีค่าใช้จ่ายที่สูง เนื่องจากต้นทุนค่าขนส่งสามารถอยู่ได้ในรูปแบบของทรัพยากรต่าง ๆ เช่น เชื้อเพลิง คนขับ เวลา และอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามจำนวนของรถบรรทุก และระยะทาง (Goulias, 2003)

ต้นทุนการขนส่งในธุรกิจไม้สับ ประกอบด้วย 2 ส่วน (ดังสมการที่ 2.1) คือ ต้นทุนขนส่งคงที่ (Fixed Cost) และต้นทุนขนส่งผันแปร (Variable Cost) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554) ต้นทุนคงที่ คือต้นทุนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามการขนส่ง เช่น เงินเดือนพนักงานขับรถและค่าบริหารจัดการ ส่วน ต้นทุนผันแปร เป็นต้นทุนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามการขนส่ง เช่น ระยะทาง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง แรงงาน น้ำหนักไม้สับที่หายไประหว่างการเดินทาง

ต้นทุนขนส่งในธุรกิจไม้สับ = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร (2.1)

ต้นทุนผันแปรที่สำคัญในธุรกิจการขนส่งไม้สับ คือต้นทุนทางเวลาหรือระยะเวลาในการขนส่ง เนื่องจากระยะเวลาขนส่งที่นานจะมีผลต่อน้ำหนักที่สูญหายไปของไม้สับ นอกจากนี้ระยะเวลาการขนส่งยังมีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้า เพราะถ้าระยะเวลาในการขนส่งนานจะส่งผลเสียต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค (จำเนียร บุญมาก, 2555) ดังนั้นการลดระยะเวลาในการขนส่งจึงมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการใช้รถ (กฤษฎ์ ฉันทจิรพร, 2555)

ระยะเวลาในการขนส่งประกอบด้วย 1) ระยะเวลาในการรอ ซึ่งหมายถึงระยะเวลาในการรอขึ้นสินค้าที่สถานีต้นทาง และระยะเวลาในการรอลงสินค้าที่สถานีปลายทาง และ 2) ระยะเวลาในการเดินทางจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทาง (เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล, 2550; ศูนย์การลดต้นทุน, 2555) เมื่อระยะเวลาในการเดินทางคงที่ ระยะเวลาในการรอขึ้นและลงสินค้าจะมีผลต่อระยะเวลาในการขนส่งอย่างยิ่ง (ดังสมการที่ 2.2)

ต้นทุนเวลา/ระยะเวลาในการขนส่ง = ระยะเวลาในการรอ + ระยะเวลาในการเดินทาง (2.2)

2.3 การจัดตารางขนส่ง

2.3.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดตาราง

การจัดตาราง (Scheduling) มีความหมายที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่นำไปประยุกต์ใช้งาน ปัจจุบันการจัดตารางถูกนำเข้าไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของภาคอุตสาหกรรมทั้งภาคการผลิต การบริการ และการขนส่ง โดยมีจุดมุ่งหมายที่เหมือนกันคือเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น ปารเมศ ชุติมา (2546) ได้สรุปความหมายของการจัดตารางไว้ว่า “การจัดตาราง คือ การจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับภารกิจจำนวนหนึ่งภายใต้ระยะเวลาที่กำหนดให้ เพื่อให้องค์กรสามารถบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์สูงสุดที่องค์กรกำหนดเอาไว้ที่เวลานั้นได้” อย่างไรก็ตาม พิเนโด้ และเชาว์ (Pinedo and Chao, 1999) ได้ให้นิยามการจัดตารางว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในกิจกรรมต่าง ๆ ของภาคอุตสาหกรรมการผลิต การบริการ และการขนส่ง โดยวัตถุประสงค์ของการจัดตารางนั้นจะมีหลายรูปแบบ นอกจากนี้การจัดตารางยังสามารถช่วยประเมินระยะเวลาในการเสร็จสิ้นงานของโครงงานได้อีกด้วย

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดตารางขนส่งหมายถึง กระบวนการจัดการการขนส่งด้วยการจัดสรรรถบรรทุกเข้ารับสินค้า ณ สถานีต้นทางและสถานีปลายทาง ที่มีระยะเวลาการขนส่งสินค้าซึ่งคำนึงถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสต่ำที่สุด

2.3.2 แนวคิดและหลักการจัดตารางการขนส่งสินค้า

การจัดตารางการขนส่งสินค้าเป็นการวางแผนบริหารเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการจัดการขนส่ง โดยเป็นการจัดการในระดับปฏิบัติการ ซึ่งข้อจำกัดของการจัดตาราง คือ ข้อจำกัดด้านทรัพยากร และเทคโนโลยี อย่างไรก็ตามปัญหาของการจัดตารางโดยส่วนใหญ่คือ การตัดสินใจเกี่ยวกับทรัพยากร และการจัดลำดับงาน แต่ปัญหาของการจัดตารางมักขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของระบบและปัญหาที่กำลังพิจารณา (อรุณ บริรักษ์, 2553) การจัดตารางจะต้องคำนึงถึง เวลา ต้นทุน หรือความเสี่ยงที่น้อยที่สุด (Kerzner, 2009) การจัดตารางกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งอาจจะส่งผลกระทบถึงการจัดตารางกิจกรรมอื่น ๆ ได้ เช่น การจัดตารางเครื่องบินจะส่งผลกระทบต่อการจัดตารางการทำงานของพนักงานเครื่องบินด้วย (Pinedo, 2009)

นอกจากนี้ปาล์มเมอร์ (Palmer, 2006) ได้นำเสนอว่า การจัดตารางที่มีประสิทธิภาพนั้นจะมีผลมาจากการวางแผนที่มีประสิทธิภาพ โดยหลักการของการจัดตารางประกอบด้วย 6 ข้อ คือ

1) การจัดตารางต้องการข้อมูลการวางแผนงาน เช่น จำนวนคน ความชำนาญ

2) การจัดตารางต้องคำนึงถึงความสำคัญของงานด้วย

3) การจัดตารางต้องคาดการณ์จากประสิทธิภาพสูงสุดของข้อมูลใน 1 อาทิตย์ จำนวนงานหลายอย่างบนระบบเดียวกัน และงานที่มีลักษณะเชิงรุก

4) การจัดตารางต้องพิจารณาจากจำนวนชั่วโมงการทำงานที่ใช้ได้จริง

5) หัวหน้างานจะต้องจัดการงานในแต่ละวันให้เป็นปัจจุบัน

6) ประสิทธิภาพของการจัดตารางงานจะวัดจากการทำงานให้เสร็จสิ้นตรงตามกำหนดการ

อย่างไรก็ตามภาคบริการการจัดตารางจะมีความแตกต่างจากภาคการผลิต แต่ทุกภาคอุตสาหกรรมจะต้องใช้ระบบฐานข้อมูล ซึ่งเป็นประกอบด้วย ทรัพยากร กระบวนการผลิต วัตถุดิบที่ใช้ และรายละเอียดของลูกค้า เป็นต้น ในการจัดตาราง การจัดตารางที่ดีจะต้องเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยต้องมีโครงสร้างการตัดสินใจอย่างเป็นทางการ จึงจะสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ ขั้นตอนของการจัดตารางมี 4 ขั้นตอนคือ กำหนดปัญหา วิเคราะห์ปัจจัย ตัวแปร และปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ สังเคราะห์ทางเลือกของปัญหา และประเมินผลเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด (ปารเมศ ชุติมา, 2543)

2.3.3 เทคนิคการจัดตารางการขนส่งสินค้า

การจัดตารางสามารถทำได้ด้วยเทคนิคต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่มักใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ และวิธีฮิวริสติค (Heuristic) ในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้แก่งานต่าง ๆ

จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี (Pinedo, 2009) อย่างไรก็ตามการหาเทคนิคในการจัดตารางนั้นจำเป็นต้องอาศัยความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติร่วมกับการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (ปารเมศ ชุติมา, 2546) เทคนิคการจัดตารางยังมีส่วนช่วยในการบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของงาน โดยปกติเทคนิคที่ได้รับความนิยมคือ (Kerzner, 2009; ปารเมศ ชุติมา, 2546)

1) ตารางการปฏิบัติงาน (Gantt chart) และแผนภูมิแบบแท่ง (Bar Chart)
2) แผนภูมิไมล์สโตน (Milestone Charts)
3) การจัดสมดุลของสายงาน (Line of Balance)
4) การวิเคราะห์โครงข่าย (Networks)
5) เทคนิคการประเมินผลและทบทวนโครงการ (Program Evaluation and Review Technique: PERT)
6) ระเบียบวิธีวิถีวิกฤต (Critical Path Method - CPM)
7) แผนภาพความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลังของการผลิต (Precedence Diagram Method: PDM)
8) เทคนิคการประเมินผลและทบทวนกราฟิค (Graphical Evaluation and Review Technique: GERT)
9) เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเชิงการจัด (Combination Optimization)
10) วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation)
11) วิธีการฮิวริสติค (Heuristic)

การนำเทคนิคการจัดตารางที่มีอยู่ไปใช้ในเนื้องานใหม่อาจจะเกิดปัญหาและไม่ให้ประสิทธิภาพเท่าเดิม เนื่องจากสภาพสิ่งแวดล้อมของงานที่เปลี่ยนไป (Kerzner, 2009) ดังนั้นประสบการณ์และความรู้จึงมีความสำคัญมากในการเลือกเทคนิคเพื่อนำมาใช้ในการจัดตารางเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ และใช้เวลาน้อยที่สุด (ปารเมศ ชุติมา, 2546) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีรูปแบบที่แน่ชัดสำหรับการจัดตารางการขนส่งสินค้า (Pinedo, 2009)

2.3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการขนส่ง

ตารางการขนส่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดต้นทุนการขนส่งสินค้าที่สำคัญ (Han and Murphy, 2012) จากการศึกษาของสปินเนล และวิซเซอร์ (Spinellia and Visser, 2009) พบว่าความล่าช้าในการขนส่งไม้สับมีความสำคัญมากในการจำกัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมนี้ โดยเฉพาะความล่าช้าอันเนื่องมาจากการรอคอย ดังนั้นการพัฒนาตารางเวลาการขนส่งรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการรอขึ้นหรือลงสินค้าจะช่วยลดต้นทุนการขนส่งและต้นทุน

การเก็บเกี่ยว ส่วนแอ็คน่าและคณะ (Acuna *et al.*, 2012) พบว่า ตารางการขนส่งรถบรรทุกนั้นสามารถเป็นเครื่องมือในการประเมินระดับความต้องการไม้สับที่ลานไม้สับและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสถานีปลายทางไม้สับได้อีกด้วย ในส่วนของเวลาในการบรรทุกสินค้านั้นพบว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อจำนวนการเข้ารับสินค้าของรถบรรทุกและปริมาณไม้สับที่สามารถบรรทุกไปยังสถานีปลายทาง แต่น้ำหนักในการบรรทุกจะเป็นตัวแปรที่มีผลมากที่สุดในการลดต้นทุนค่าขนส่ง

ต่อมา ฮาน และเมอร์ฟี่ (Han and Murphy, 2012) ได้พัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาตารางการขนส่งรถบรรทุกสำหรับวัตถุดิบชีวมวล จำนวน 4 ชนิดในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมานี้ใช้สำหรับตารางการขนส่งรถบรรทุกบนทางด่วนโดยเป็นการขนส่งสินค้าระยะสั้นและมีเวลาทำงานจำกัดที่ 10 ชั่วโมงต่อวันเท่านั้น ผลการศึกษาพบว่าตารางการขนส่งของฮานและมาร์ฟี่สามารถใช้ได้ดีในการลดขนาดของจำนวนรถบรรทุกมากกว่าการลดต้นทุนค่าขนส่งและเวลาในการเดินทาง

2.4 การจัดการแถวคอย

2.4.1 ความหมายของการจัดการแถวคอย

การจัดการแถวคอยเป็นกระบวนการแก้ปัญหาในการรอ อันเนื่องมาจากความสามารถในการให้บริการที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการเข้ารับบริการจนทำให้เวลาในการรอคอยสูงขึ้น (ศิริรักษ์ แย้มสุวรรณ, 2551) การจัดการแถวคอยจะช่วยลดระยะเวลาในการรอคอยซึ่งช่วยเพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้า ซึ่งการจัดการแถวคอยนั้นทำได้ด้วยการเพิ่มความสามารถในการให้บริการให้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มปริมาณคน เครื่องจักรหรือประสิทธิภาพการทำงาน อย่างไรก็ตามการเพิ่มความสามารถในการให้บริการที่สูงขึ้นจะนำไปสู่ต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นตามไปด้วย (นภดล ร่มโพธิ์, 2555)

2.4.2 รูปแบบและปัจจัยที่ส่งผลต่อแถวคอย

นภดล ร่มโพธิ์ (2555) ได้สรุปรูปแบบแถวคอยไว้ 3 รูปแบบ โดยแบ่งตามจำนวนผู้ให้บริการและจำนวนแถวการรอคอย คือ 1) แถวการรอคอยแถวเดียวและผู้ให้บริการคนเดียว (One Queue-One Server) 2) แถวการรอคอยแถวเดียวและผู้ให้บริการหลายคน (One Queue-Many Servers) และ3) แถวการรอคอยหลายแถวและผู้ให้บริการหลายคน (Many Queues-Many Servers) ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อแถวคอยคือ อัตราการเข้าสู่ระบบ (Arrival Rate) เวลาในการให้บริการ (Service

Time) และจำนวนผู้ให้บริการ (Server) ดังนั้นการลดต้นทุนในการดำเนินธุรกิจให้ต่ำที่สุดด้วยการจัดการแถวคอยจึงต้องพิจารณาปัจจัยทั้ง 3 ส่วนนี้

2.4.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการแถวคอย

ตาและคณะ (Ta *et al*., 2010) ได้ศึกษาการจัดสรรรถบรรทุกในการเข้ารับสินค้าประเภทดินน้ำมันด้วยแนวคิดการจัดการแถวคอย ผ่านเทคนิคกำหนดการเชิงเส้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรถบรรทุกและจำนวนการตักดินน้ำมันแบบไม่เป็นสมการเชิงเส้น นอกจากนี้ซาฮู (Sahoo, 2012) ยังสร้างแบบจำลองของการจัดสรรรถบรรทุกในการเข้ารับสินค้าดินน้ำมันด้วยการใช้เทคนิคกำหนดการเชิงเส้นและแนวคิดการจัดการแถวคอย อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานใดที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการแถวคอยในส่วนของการขนส่งสินค้า ซึ่งรวมถึงการรอเวลาเพื่อเข้ารับสินค้า การเดินทาง และการรอเวลาเพื่อลงสินค้า

2.5 ทฤษฎีการตัดสินใจ

2.5.1 ความหมายของการตัดสินใจ

การตัดสินใจเป็นกระบวนการในแก้ปัญหา โดยคัดเลือกแนวทางปฏิบัติจากทางเลือกต่าง ๆ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, 2546) โดยปกติการตัดสินใจมักเกิดจาก ความปรารถนา เหตุผล ความรู้สึก อารมณ์ สิ่งแวดล้อม รสนิยม ประโยชน์ ความจำเป็น ความรับผิดชอบ การสำนึกรู้ ความสัมพันธ์ ประสบการณ์ และข้อมูลข่าวสาร (ไชย ณ พล, 2543)

2.5.2 แนวคิดและขั้นตอนการตัดสินใจ

การตัดสินใจมีแนวคิดและหลักการมากมายและหลากหลาย นักวิจัยพยายามศึกษากระบวนการ วิธีการ และ ผลของการตัดสินใจ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานและแนวทาง เพื่อช่วยเหลือ ฝึกฝน และพัฒนามนุษย์ให้สามารถตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ การตัดสินใจในอุดมคติ คือ การที่ผู้ตัดสินใจมีข้อมูลครบถ้วนและสามารถคำนวณข้อมูลได้อย่างถูกต้องและมีเหตุผลซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเหมาะสม อย่างไรก็ตามในสภาพความเป็นจริงการตัดสินใจมักมีปัญหาเนื่องด้วยปัญหาของความจำกัดทางด้านทรัพยากร ข้อมูล และความเป็นเหตุและผลของมนุษย์ ดังนั้นจึงมีการคิดค้นแนวทางการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เช่น การตัดสินใจเลือกระหว่างสิ่งสองสิ่งที่เปรียบเทียบกันไม่ได้ การตัดสินใจเลือกในสิ่งที่ไม่แน่นอน การตัดสินใจเลือกในสิ่งที่เกี่ยวกับกาลเวลา การตัดสินใจเลือกในสิ่งที่เกี่ยวกับสังคม การตัดสินใจเลือกในสิ่งที่มีความซับซ้อน และการตัดสินใจเลือกในสิ่งที่ขัดแย้งกัน (ธวัชชัย มงคลสกุลฤทธิ์, 2550)

อย่างไรก็ตามการตัดสินใจจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ได้แก่ ความจำเป็นในการตัดสินใจ วิธีการที่ใช้ในการตัดสินใจ ทรัพยากรหรือการลงทุนในการตัดสินใจ ทางเลือกของผลของการตัดสินใจ ความน่าจะเป็นของผลจากการตัดสินใจ ความเป็นจริงที่จะเกิดจากการตัดสินใจ คุณค่าจากการตัดสินใจ ผลได้และผลเสียจากการตัดสินใจ การยอมรับผลการตัดสินใจ และการนำผลของการตัดสินใจไปปฏิบัติ (Yates, 2003)

ส่วนขั้นตอนการตัดสินใจพื้นฐานนั้น ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือการตระหนักถึงปัญหา การตั้งวัตถุประสงค์ การเข้าใจปัญหา การระบุทางเลือก การประเมินทางเลือก การเลือกการปฏิบัติ และการสังเกตและติดตาม (Cooke and Slack, 1991)

2.5.3 เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจ

เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจมีอยู่มากมาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างการตัดสินใจ ปัญหาที่ต้องการการตัดสินใจ โดยเครื่องมือที่ได้รับความนิยม คือต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่วิเคราะห์การตัดสินใจ โอกาส เหตุการณ์ ทรัพยากร และประโยชน์ต่าง ๆ ในรูปแบบของกราฟ โดยต้นไม้การตัดสินใจมักนำมาใช้เพื่ออธิบายความเป็นไปได้ของเงื่อนไขต่าง ๆ (ธวัชชัย มงคลสกุลฤทธิ์, 2550) นอกจากนี้สถิติก็เป็นเครื่องมืออีกอย่างที่ได้รับความนิยมในการนำมาช่วยในการตัดสินใจ โดยอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอ การวิเคราะห์ และการแปลผล (มัลลิกา บุนนาค, 2548) เครื่องมือเหล่านี้ถูกนำมาช่วยในการอธิบายสถานการณ์ปัญหาเพื่อช่วยในการตัดสินใจได้ง่ายขึ้น ประกอบด้วย 7 แบบ คือเครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจในการหาทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาที่มีจำนวนทางเลือกน้อย เครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจในการหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยใช้ขั้นตอนวิธี เครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจในการหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยการวิเคราะห์ด้วยสูตร เครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจด้วยการจำลองสถานการณ์ เครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจแบบฮิวริสติค เครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจทางการเงิน เครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจในการหาทางสถิติ และเครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจแบบจำลองแถวคอย ซึ่งรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, 2543)

เครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ	
เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาที่มีจำนวนทางเลือกน้อย	ตารางการตัดสินใจ
	แผนภาพการตัดสินใจแบบต้นไม้
เพื่อค้นหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยใช้อัลกอริทึม	การโปรแกรมเชิงเส้น
	แบบจำลองข่ายงาน
เพื่อค้นหาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยการวิเคราะห์ด้วยสูตร	แบบจำลองการจัดการสินค้าคงคลัง
	แบบจำลองปัญหาการขนส่ง
แบบจำลองสถานการณ์	โปรแกรมเอกเซล
แบบจำลองฮิวริสติค	การค้นหา การเรียนรู้ การประเมินค่า
แบบจำลองทางการเงิน	การค้นหาเป้าหมาย
	การวิเคราะห์สถานการณ์
	ตารางการตัดสินใจ
แบบจำลองทางสถิติ	การวิเคราะห์แบบมาร์คอฟ
	การวิเคราะห์การถดถอย
	การพยากรณ์อนุกรมเวลา
แบบจำลองแถวคอย	การกำหนดจำนวนบริการ

2.6 การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.6.1 ความหมายและความสำคัญของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือการผนวกความสามารถของคอมพิวเตอร์ร่วมกับความสามารถของสมองมนุษย์ในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างและกึ่งโครงสร้างให้มีประสิทธิภาพ (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, 2546) เนื่องจากระบบสนับสนุนการตัดสินใจสามารถแก้ปัญหาที่มีลักษณะต่างกัน ดังนั้นการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ เนื่องจาก การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจช่วยให้ทราบถึงความสอดคล้องของการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ทำให้การนำไปใช้เป็นไปได้ง่ายยิ่งขึ้น ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS) เป็นการพัฒนาเพื่อใช้แก้ปัญหาเฉพาะเรื่องซึ่งประกอบด้วย ข้อมูล ระบบการทำงาน อุปกรณ์

ประมวลผล อุปกรณ์สื่อสารและแสดงผล ผู้ใช้ และผู้สนับสนุนระบบ (ทวีศักดิ์ นาคม่วง, 2555) ส่วนปัจจัยที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล การสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ วิธีการแปลงข้อมูล (Data) ให้อยู่ในรูปของสารสนเทศ (Information) และองค์ความรู้ (Knowledge) (Koutsoukis *et al*., 2000) โดยทั่วไประบบสนับสนุนการตัดสินใจมักใช้ในงานเกี่ยวกับสถิติ และ เหมืองข้อมูล ทั้งที่จริง ๆ แล้วประสิทธิภาพการใช้งานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจนั้นยังมีอยู่อย่างมากมายขึ้นอยู่กับการประยุกต์และนำไปใช้งานของผู้ใช้ (Silberschatz *et al*., 2006)

ในปัจจุบันได้มีการนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System – DSS) เข้ามาช่วยภาคธุรกิจเป็นจำนวนมากในการตัดสินใจวางแผนดำเนินงานลดต้นทุนการบริหารจัดการ โดยเฉพาะในธุรกิจโลจิสติกส์มักนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเข้ามาช่วยในการวางแผนทางด้านการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ การวางแผนห่วงโซ่อุปทาน และการวางแผนเส้นทางและตารางการขนส่ง (The Institute for Working Futures, 2555)

2.6.2 วงจรการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจนั้นมีขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ที่ได้รับความนิยมคือ วงจรการพัฒนาระบบ (Systems Development Life Cycle – SDLC) คือ การพัฒนาระบบสารสนเทศด้วยกระบวนการทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

วงจรการพัฒนาระบบสามารถแบ่งกระบวนการพัฒนาออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ การวางแผน (Planning Phase) การวิเคราะห์ (Analysis Phase) การออกแบบ (Design Phase) และการพัฒนาและนำไปใช้จริง (Implementation Phase) ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้ 1) ขั้นตอนการวางแผน คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ การควบคุมและกำหนดทิศทาง และการแต่งตั้งทีมงาน 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการผู้ใช้ 3) ขั้นตอนการออกแบบ คือ การระบุวิธีการทำงาน และกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ของระบบ และสุดท้ายขั้นตอนการพัฒนาและนำไปใช้จริง คือ ขั้นตอนการสร้าง การทดสอบความถูกต้อง และการติดตั้งระบบเพื่อนำไปใช้งานจริง (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, 2546)

2.6.3 เครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ 1) เครื่องมือสำหรับเริ่มต้นการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ประกอบด้วย โปรแกรมภาษา โปรแกรมด้านกราฟฟิก โปรแกรมการเรียบเรียงและรวบรวมสารสนเทศ ระบบ

สอบถามข้อมูล และเครื่องมือสร้างตัวเลขสุ่ม เป็นต้น 2) เครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ เช่น ไมโครซอฟเอ็กเซล (Microsoft Excel) และ3) โปรแกรมการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นผลที่ได้จากการดำเนินการพัฒนาระบบจนครบทุกขั้นตอนโดยจะมีลักษณะเฉพาะปัญหา (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, 2546)

2.6.4 อุปสรรคและการนำไปพัฒนา

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นเรื่องยากและต้องใช้เงินลงทุนสูง โดยส่วนใหญ่ปัญหามักมาจากการขาดเป้าหมายที่ชัดเจน ไม่มีการกำหนดทีมงานการพัฒนาระบบ ขาดการประสานงานระหว่างผู้พัฒนาและผู้ใช้งาน ทำให้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจไม่สามารถแก้ปัญหาของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, 2546)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจไม้สับเริ่มได้รับความนิยม เนื่องจากไม้สับเป็นสินค้าที่มีปริมาณความต้องการสูงในภาคอุตสาหกรรม แต่อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยจำนวนไม่มากที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับธุรกิจไม้สับ อาทิ

อิริคสันและโจร์เฮเดน (Eriksson and Bjorheden, 1989) ศึกษาการลดต้นทุนการดำเนินงานในการผลิต และการลดต้นทุนการขนส่งสินค้าในเรื่องของเส้นทางการขนส่งวัตถุดิบชีวมวล เช่น ขี้เลื่อย แกลบ และไม้สับ โดยเน้นต้นทุนแปรผันสำหรับการขนส่งชีวมวล ด้วยการใช้สมการการแก้ปัญหาเชิงเส้นแบบธรรมดา อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่คิดค้นได้จากงานวิจัยนี้มีศักยภาพสำหรับงานวางแผนของฝ่ายปฏิบัติการเท่านั้น

แอนกัส – ฮัสกินและคณะ (Angus-Hankin *et al*., 1995) ศึกษาเกี่ยวกับการลดต้นทุนการขนส่งด้านการจัดการขนส่งไม้สับ โดยเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพน้ำหนักบรรทุกสินค้าด้วยการออกแบบหีบห่อบรรจุไม้สับก่อนบรรทุกขึ้นบนรถบรรทุก

ซันและคณะ (Sun *et al*., 1998) ได้วิจัยเกี่ยวกับการลดต้นทุนการขนส่งไม้สับทางด้านการจัดการขนส่ง ด้วยวิธีการค้นหาคำตอบแบบทาบู ผลการวิจัยพบว่า การค้นหาคำตอบแบบทาบูนั้นเร็วกว่าวิธีฮิวริสติค 34 เท่า แต่จะมีปัญหาเมื่อสถานการณ์มีความซับซ้อนมากเกินไป

สปินเนลลีและฮาร์ทเซอะ (Spinelli and Hartsough, 2001) ศึกษาการลดต้นทุนการผลิตไม้สับด้านการดำเนินงานและเวลาของบริษัทในประเทศอิตาลี ผลของงานวิจัยพบว่ากำลังของเครื่องจักรและขนาดของชั้นไม้สับเป็นตัวประกอบที่สำคัญในการประมาณการความสามารถในการผลิตไม้สับ

เจอร์ยาราเมนและโรส (Jayaraman and Ross, 2003) พัฒนาการออกแบบระบบการขนส่งไม้สับ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการขนส่งทางด้านการจัดการขนส่ง ด้วยขั้นตอนวิธีการจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing Algorithm) อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสมมติฐานที่ไม่สามารถนำไปใช้จริงได้

กันเนอร์สันและคณะ (Gunnarsson *et al*., 2004) พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์กลยุทธ์และการวางแผนการผลิตพลังงานชีวมวลเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตพลังงานชีวมวลทางด้านการดำเนินงานและเวลา และยังศึกษาการลดต้นทุนการขนส่งในเรื่องของเส้นทางขนส่งวัตถุดิบชีวมวลด้วยวิธีฮิวริสติค (Heuristic)

มอลเลอร์และเนลสัน (Moller and Nielsen, 2007) วิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งไม้สับโดยคำนึงถึงเส้นทางการขนส่งในประเทศเดนมาร์ก เพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันทางธุรกิจ โดยใช้ข้อมูลทางระบบภูมิศาสตร์ (GISs – Geographical Information Systems) และต้นทุนการเดินทางในการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งไม้สับจากแหล่งผลิตไปยังโรงงานไฟฟ้า อย่างไรก็ตามตัวแบบที่คิดค้นได้ยังไม่สามารถนำไปใช้จริงได้

รัมเมอร์ (Rummer, 2008) ศึกษาเกี่ยวกับการลดต้นทุนการขนส่งทางด้านการจัดการจากแนวคิดของผู้ชำนาญการ หลักฐานการถ่ายโอนข้อมูล วิธีการทางบัญชี และการวิเคราะห์ต้นทุนทางวิศวกรรม เพื่อนำไปวิเคราะห์การลดต้นทุนเกี่ยวกับเชื้อเพลิงในการขนส่งไม้สับ งานวิจัยพบว่าวิธีการในปัจจุบันยังไม่สามารถทำนายขนาดของโครงการและการลดพลังงานเชื้อเพลิงได้ดี เนื่องจากเป็นการอ้างอิงข้อมูลในอดีต

สปินเนลลีและคณะ (Spinelli *et al.,* 2009) ศึกษาเกี่ยวกับการลดต้นทุนในการผลิตด้านการดำเนินงานการเพาะปลูกไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของการผลิตไม้สับ โดยทำการสร้างรูปแบบของต้นทุนซึ่งสามารถตรวจสอบกำไรของการจัดการภายใต้สภาวะงานที่แตกต่างกัน ผลของงานวิจัยพบว่า การตัดไม้ยูคาลิปตัสทั้งท่อนเพื่อนำไปผลิตไม้สับนั้นจะมีต้นทุนด้านการเก็บเกี่ยวและการขนส่งที่ต่ำกว่าการตัดตามความยาว อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้สามารถใช้ได้เฉพาะบางเขตพื้นที่

สปินเนลลี และวิสเซิร์บ (Spinelia and Visser, 2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการลดต้นทุนการผลิตทางด้านเวลา เนื่องจากงานวิจัยพบว่าความล่าช้าเป็นตัวแปรที่จำกัดความสามารถในการผลิตไม้สับ อย่างไรก็ตามเวลาดำเนินงานที่แน่นอนจะมีประสิทธิภาพมากสุดเมื่อจำนวนข้อมูลมีจำกัด

ฮันและเมอร์ฟี่ (Han and Murphy, 2012) ศึกษาการลดต้นทุนการขนส่งไม้สับทางด้านเส้นทางขนส่งไม้สับในประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยการใช้วิธีฮิวริสติคการจำลองการอบเหนียว (Simulated

Annealing Heuristic) และด้านการจัดการขนส่งซึ่งเน้นที่การจัดตารางการขนส่งรถบรรทุกบนทางด่วน และ จำกัดเวลาทำงานเพียง 10 ชั่วโมงต่อวันเท่านั้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจไม้สับ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนของธุรกิจไม้สับ โดยการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาใน 2 ด้าน คือ 1) ต้นทุนการผลิต ประกอบด้วย การดำเนินงานในการผลิต และเวลาในการผลิต และ 2) ต้นทุนการขนส่ง ซึ่งประกอบด้วย การจัดการขนส่ง เส้นทางการขนส่ง และระยะเวลาการขนส่ง (ดังตารางที่ 2.2)

อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยใดที่ศึกษาเรื่องต้นทุนการขนส่งที่เน้นการลดระยะเวลาในการรอคอย เพียงแต่กล่าวถึงปัจจัยเรื่องระยะเวลาในการรอคอยว่าเป็นปัจจัยหนึ่งของต้นทุนการขนส่ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในต่างประเทศ ระยะเวลาในการรอคอยมีผลกระทบต่อต้นทุนการขนส่งไม่มาก เหมือนเช่นเส้นทางการขนส่ง แต่ในประเทศไทย เนื่องด้วยข้อกำหนดทางกฎหมายในเรื่องการตัดต้นไม้ และน้ำหนักในการบรรทุกสินค้า ทำให้ระยะเวลาในการรอคอยมีผลอย่างมากต่อต้นทุนการขนส่ง (เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล, 2550; Spinellia and Visser, 2009) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งไม้สับโดยรวม โดยคำนึงถึงการลดระยะเวลาในการรอขึ้น-ลงสินค้า และการลดระยะเวลาในการเดินทางในการขนส่งไม้สับจากการเลือกเส้นทางการขนส่งที่มีระยะเวลาน้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจไม้สับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ต้นทุนในการผลิต		ต้นทุนการขนส่ง			
	การดำเนินงาน	เวลา	การจัดการขนส่ง	เส้นทางการขนส่ง	ระยะเวลารอคอย	ระยะเวลาการขนส่ง
ฮัน และเมอร์ฟี่ (2012)			**X**	**X**		
สปินเนลลีและวิสเซิร์บ (2009)		**X**				
สปินเนลลีวาร์ดและโอเวนดี้ (2009)	**X**					
รัมเมอร์ (2008)			**X**			
มอลเลอร์และเนลสัน (2007)				**X**		
กันเนอร์สัน รอนวิสท์ และลันเจร์น (2004)	**X**	**X**		**X**		
เจอร์ยาราแมนและโรส (2003)			**X**			
สปินเนลลีและฮาร์ทเซอะ (2001)	**X**	**X**				
ซัน เอรอนสัน แม็คแกวน์ และดริงก์กา (1998)			**X**			
แอนกัส-ฮัสกิน สโตก และทวัดเดิล (1995)			**X**			
อิริคสันและโจร์เฮเดน (1989)	**X**			**X**		
งานวิจัยนี้			**X**	**X**	**X**	**X**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ การดำเนินงานวิจัยนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการการขนส่งไม้สับ โดยมุ่งเน้นการลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับเป็นสำคัญ เนื้อหาภายในบทนี้จะนำเสนอขั้นตอนและวิธีวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ โดยใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบ (Systems Development Life Cycle: SDLC) มาเป็นแนวทาง เนื่องจากเป็นหลักการที่ได้รับความนิยมแพร่หลายในการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ อีกทั้งเป็นวิธีการที่ช่วยสร้างความเข้าใจระหว่างผู้ใช้งานระบบกับนักวิเคราะห์ระบบ (Walters *et al.*, 1994) อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้นำขั้นตอนของวงจรการพัฒนาระบบมาปรับใช้ โดยมี 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การระบุปัญหาและวัตถุประสงค์ การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ การออกแบบระบบ และการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ระบุปัญหา และวัตถุประสงค์

ขั้นตอนแรกของวงจรการพัฒนาระบบเริ่มโดยการระบุปัญหาที่พบในปัจจุบันในการขนส่งสินค้าไม้สับ และการกำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

โดยปัญหาที่พบในการเดินรถบรรทุกเพื่อขนส่งไม้สับในปัจจุบัน สรุปได้ดังนี้

1) ปริมาณรถบรรทุกมากกว่าปริมาณไม้สับ ณ ลานไม้ต่าง ๆ ทำให้เกิดระยะเวลาที่ใช้ในการขึ้นสินค้า (Usage Time at Original Node – (*Uo*))

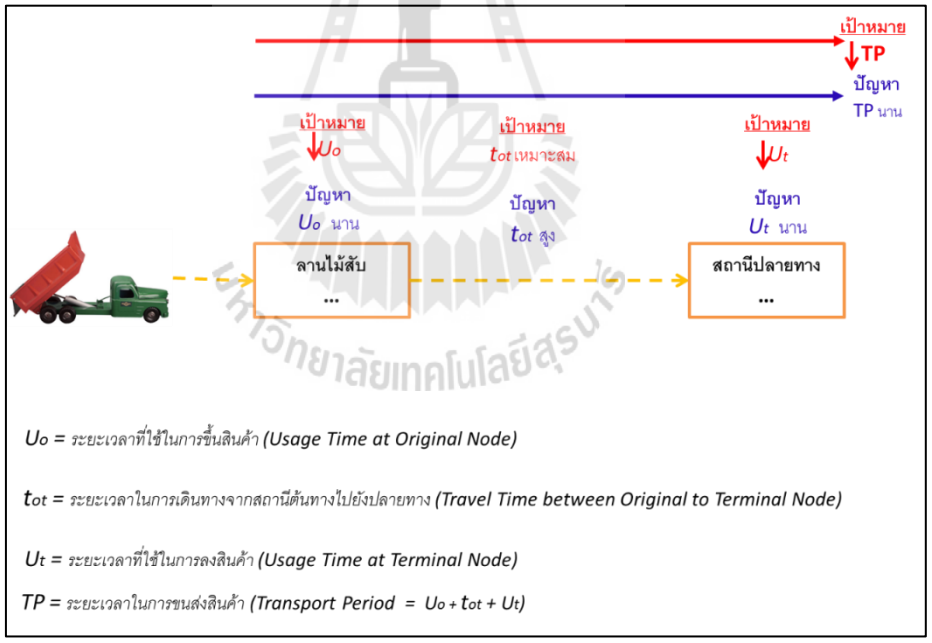
2) ปริมาณรถบรรทุกมากกว่าปริมาณสถานีปลายทางทำให้เกิดระยะเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า (Usage Time at Terminal Node – (*Ut*))

3) ผู้รับเหมาขนส่งต่าง ๆ ขาดตัวกลางในการแสดงสถานะไม้สับและปริมาณความต้องการรถบรรทุก ณ สถานีต้นทางและสถานีปลายทางในการบริหารจัดการรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขึ้นและลงสินค้า

4) บริษัทกลางมักทำสัญญาขายไม้สับไว้กับสถานีปลายทางหลายสถานีทำให้รถบรรทุกสามารถเข้าลงสินค้ากับทางสถานีปลายทางได้หลากหลาย โดยที่การเดินทางจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางที่ต่างกันอาจไม่ใช่เส้นทางที่มีระยะเวลาการเดินทางที่เหมาะสม

5) ระยะเวลาในการขนส่งนานส่งผลให้รอบในการรับสินค้าใหม่ช้าลง

ส่วนวัตถุประสงค์ในการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดตารางรถบรรทุกก็เพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับโดยรวมลงให้น้อยที่สุด โดยลดระยะเวลา 3 ส่วนของการขนส่งสินค้าไม้สับ คือ 1) ลดระยะเวลาในการรอขึ้นสินค้าที่ลานไม้สับ 2) ลดระยะเวลาในการรอลงสินค้าที่สถานีปลายทาง และ 3) ลดระยะเวลาในการเดินทางระหว่างสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เป้าหมายการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

3.1.2 การวิเคราะห์ความต้องการระบบ

ความต้องการของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับจะนำเสนอด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ทั้งนี้เพื่อแสดงความ

ต้องการของระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ โดยแผนภาพยูสเคสเป็นแผนภาพเชิงโครงสร้างที่ใช้แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่าง “ระบบงาน” และ “สิ่งที่อยู่นอกระบบงาน” โดยแผนภาพนี้ถูกนำไปใช้เพื่ออธิบายว่าระบบสามารถทำงานอะไรได้บ้างและใครเป็นผู้กระทำกับระบบ นอกจากนี้ยังช่วยสร้างความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างผู้ใช้งานและผู้ออกแบบระบบด้วย

ยูสเคสของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับที่ถูกออกแบบขึ้นมานี้ประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

ผู้กระทำกับระบบ (Actor) มี 2 ประเภท ได้แก่ ผู้ใช้ และผู้บริหารระบบ โดยผู้ใช้และผู้บริหารระบบมีหน้าที่ทำกับระบบอธิบายได้ ดังนี้

1) หน้าที่ที่ผู้ใช้สามารถกระทำกับระบบ

1.1 ผู้ใช้มีหน้าที่จัดการข้อมูลส่วนตัว

1.2 ผู้ใช้มีหน้าที่จัดตารางเดินรถ

1.3 ผู้ใช้มีหน้าที่เรียกดูผลการจัดตารางเดินรถ

1.4 ผู้ใช้มีหน้าที่เรียกดูรายงานสถิติระยะเวลาการขนส่งไม้สับ ซึ่งประกอบด้วยสถิติระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีต้นทางของรถบรรทุกแต่ละคัน สถิติระยะเวลาเดินทางในเส้นทางต่าง ๆ และสถิติระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีปลายทางของรถบรรทุกแต่ละคัน

2) หน้าที่ที่ผู้บริหารระบบสามารถกระทำกับระบบ

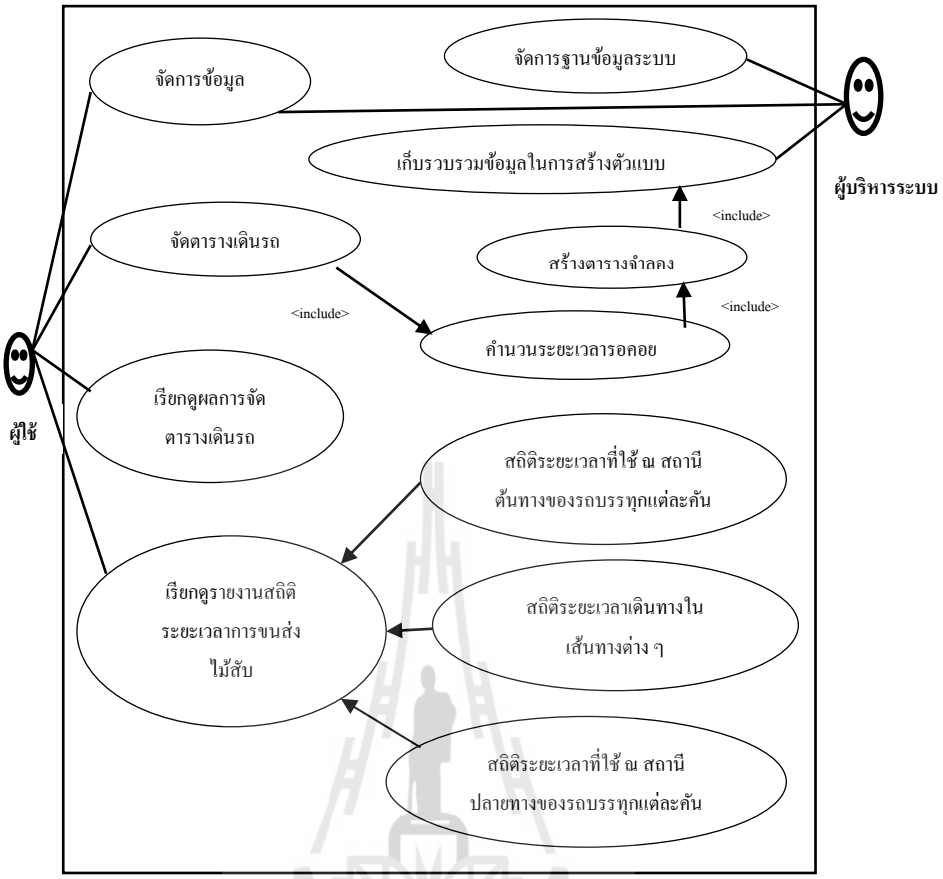
2.1. ผู้บริหารระบบมีหน้าที่จัดการข้อมูลของผู้ใช้

2.2. ผู้บริหารระบบมีหน้าที่จัดการฐานข้อมูลของระบบ

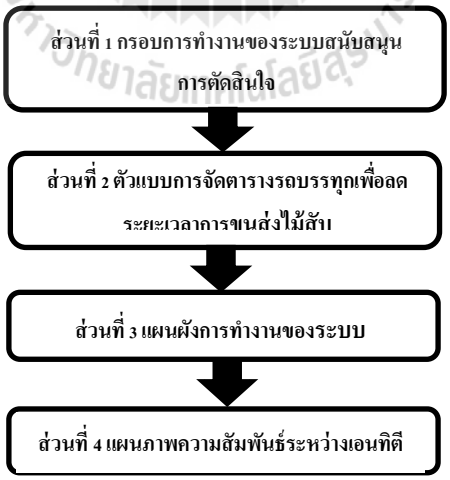
2.3. ผู้บริหารระบบมีหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการสร้างตัวแบบซึ่งได้มาจากการสร้างตารางจำลองที่มาจากการคำนวณระยะเวลารอคอยจากการจัดตารางรถของผู้ใช้

3.1.3 การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

การศึกษาความต้องการของระบบก็เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ โดยในส่วนนี้ได้ออกแบบระบบใน 4 ส่วน ดังรูปที่ 3.3 ได้แก่ ส่วนที่ 1 การออกแบบกรอบการทำงานโดยรวมของระบบ ส่วนที่ 2 การออกแบบตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดของระบบที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพ ส่วนที่ 3 การออกแบบแผนผังการทำงานของระบบ และส่วนที่ 4 การออกแบบแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Entity-Relationship Diagram) โดยการออกแบบในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.2 แผนภาพยูสเคสของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ



รูปที่ 3.3 การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

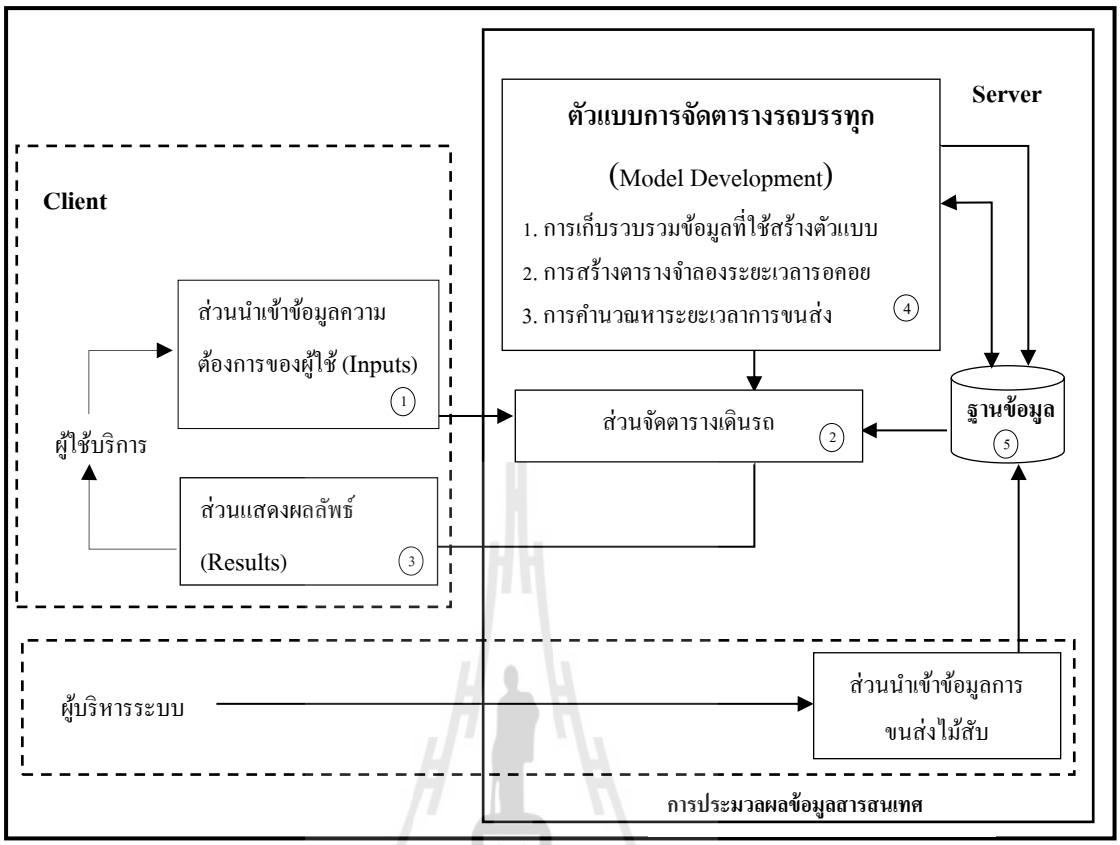
ส่วนที่ 1 การออกแบบกรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

การออกแบบกรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นการวิเคราะห์ถึงข้อมูลนำเข้า กระบวนการต่าง ๆ ของระบบ ฐานข้อมูลที่นำมาใช้ และผลลัพธ์ที่ได้ของระบบ เพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง โดยงานวิจัยฉบับนี้ได้ออกแบบกรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจดังรูปที่ 3.4 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ 1) ส่วนของผู้ใช้บริการ (Client) ซึ่งจะมีผู้ใช้บริการทำหน้าที่นำเข้าข้อมูลความต้องการ (User Preferences) และรับผลการจัดตารางเดินรถบรรทุกที่ได้จากตัวแบบของระบบ 2) ส่วนของผู้ให้บริการ (Server) จะประกอบด้วยส่วนการจัดตารางเดินรถ ตัวแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้ และฐานข้อมูลของระบบ และ 3) ส่วนของผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่เพิ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งไม้สับเข้ามาเก็บไว้ในฐานข้อมูลของระบบ

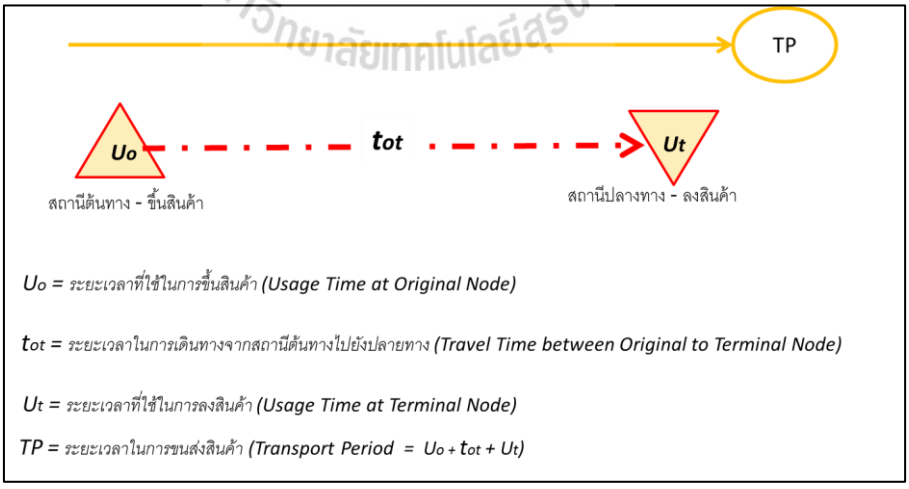
การทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับจะเริ่มจากการที่ผู้บริหารระบบเพิ่มข้อมูลการขนส่งไม้สับซึ่งถูกประมวลผลเป็นข้อมูลสารสนเทศเรียบร้อยแล้วเข้าไปในฐานข้อมูลของระบบปฏิบัติการ และเมื่อผู้ใช้บริการได้เริ่มนำเข้าข้อมูล ข้อมูลก็จะถูกส่งไปในส่วนของระบบปฏิบัติการโดยเข้าสู่การจัดการตารางเดินรถ ซึ่งในส่วนการจัดการตารางเดินรถนี้จะทำการดึงข้อมูลขึ้นมาจากฐานข้อมูลที่ผู้บริหารระบบได้เพิ่มไว้แล้ว และทำการดึงผลข้อมูลจากตัวแบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากงานวิจัยฉบับนี้ จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการจัดตารางเดินรถส่งให้ผู้ใช้บริการ

ส่วนที่ 2 การออกแบบตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาขนส่งไม้สับ

ตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับที่สร้างขึ้นจากการออกแบบระบบจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางแสดงปริมาณอุปสงค์รถบรรทุกและอุปาทานไม้สับจากลานไม้ต่าง ๆ เพื่อช่วยผู้รับเหมาขนส่งหลีกเลี่ยงปัญหาการรอขึ้นสินค้าและลงสินค้าที่สถานีต้นทางและปลายทาง อีกทั้งยังแนะนำสถานีปลายทางที่ช่วยลดระยะเวลาในการเดินทางจากสถานีต้นทาง ซึ่งการลดระยะเวลาทั้งสามส่วนนี้จะส่งผลให้ระยะเวลาในการขนส่งสั้นลง รถบรรทุกจึงสามารถเพิ่มรอบวิ่งในการเข้ารับสินค้าใหม่ได้มากขึ้น นั่นหมายถึงรายได้ของผู้รับเหมาที่สูงขึ้นอีกด้วย ระยะเวลาที่มีผลต่อระยะเวลาการขนส่งได้แก่ ระยะเวลาในการรอขึ้นสินค้า ระยะเวลาในการรอลงสินค้า และระยะเวลาการเดินทางจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางซึ่งสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 กรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ



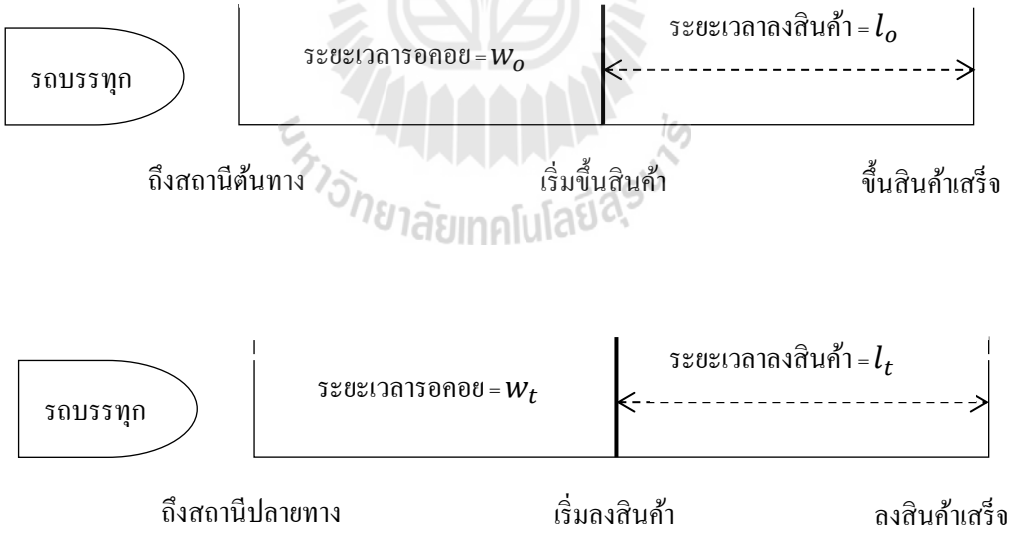
รูปที่ 3.5 ระยะเวลาการขนส่ง

โดยการสร้างตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกเกิดขึ้นภายใต้แนวคิดที่ว่า การลดระยะเวลาในการขนส่งโดยรวม (*TP*) จะช่วยลดต้นทุนในการขนส่งได้ โดยปกติระยะเวลาการขนส่งไม้สับคือผลรวมของระยะเวลาที่สถานีต้นทาง (Usage Time at Original Station = u_o) ระยะเวลาในการเดินทางจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทาง (t_{ot}) และระยะเวลาที่สถานีปลายทาง (Usage Time at Terminal Station = u_t โดยที่ระยะเวลาที่สถานีต้นทาง (u_o) จะเริ่มจากระยะเวลาตั้งแต่รถบรรทุกถึงสถานีต้นทางซึ่งมีการรอคอยขึ้นสินค้า (Waiting Time at Original Station = w_o) รวมกับระยะเวลาขึ้นสินค้าจนแล้วเสร็จ (Loading Time at Original Station = l_o) ระยะเวลาที่สถานีปลายทางคือระยะเวลาที่รถบรรทุกถึงสถานีปลายทาง (Usage time at Terminal Station = u_t) และรอลงสินค้า (Waiting Time at Original Station = w_t) รวมกับระยะเวลาลงสินค้าจนเสร็จ (Loading Time at Original Station = l_t) ดังสมการ 3.1 และรูปที่ 3.6

$$TP = u_o + t_{ot} + u_t \qquad (3.1)$$

โดยที่ $u_o = w_o + l_o$

และ $u_t = w_t + l_t$



รูปที่ 3.6 ระยะเวลารอคอยที่สถานีต้นทางและสถานีปลายทาง

อย่างไรก็ตามระยะเวลาการขนส่งไม้สับที่น้อยที่สุดไม่ได้หมายถึงเส้นทางการขนส่งที่มีระยะเวลาที่ดีที่สุด เนื่องจากต้นทุนแต่ละช่วงเวลาไม่เท่ากัน เวลารอคอยจะส่งผลต่อ

ต้นทุนค่าจ้าง รายได้ ในขณะที่ระยะเวลาการเดินทางมีผลต่อต้นทุนรถบรรทุก ดังนั้นดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงสร้างตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระยะเวลาการขนส่งในการจัดตารางรถบรรทุกที่แตกต่าง ตามการเลือกช่วงเวลาที่แตกต่างกัน การเลือกสถานีต้นทางหรือปลายทางที่แตกต่างกัน และการเลือกเส้นทางในการเดินรถที่แตกต่างกัน

ในการสร้างตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับนั้น มี 4 กระบวนการ ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างตัวแบบ การสร้างตารางจำลองระยะเวลาการรอคอยของแต่ละสถานี การคำนวณหาระยะเวลาการขนส่งในการจัดตารางรถบรรทุก ดังต่อไปนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างตัวแบบ

การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการธุรกิจขนส่งไม้สับนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นรถบรรทุกขนส่งไม้สับในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ไปยังสถานีปลายทางท่าเรือ ที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยรายการรถบรรทุกที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัยมีจำนวน 168 เที่ยวที่บรรทุกไม้สับจากสถานีต้นทางในเขตพื้นที่จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจำกัดที่ 3 สถานีต้นทาง คือ อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ อำเภอเบญจลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ และสถานีปลายทาง คือ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 5 เดือน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ในปี พ.ศ. 2555

การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนี้แบ่งเป็น 2 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งไม้สับ ณ สถานีต้นทาง และสถานีปลายทาง เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาระยะเวลาที่ใช้ในการขึ้นสินค้า ณ สถานีต้นทาง (Usage Time at Original Node: U_o) และระยะเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า ณ สถานีปลายทาง (Usage Time at Terminal Node: U_t) โดยจำนวนเที่ยวรถที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 3.1 และตัวอย่างข้อมูลรถบรรทุกที่สถานีต้นทาง เกษตรวิสัย แสดงดังตารางที่ 3.2 ระยะเวลาทั้งหมด (Total Usage Time) ของรถบรรทุกแต่ละคันที่ใช้ในสถานีหนึ่ง ๆ หมายถึงระยะเวลาตั้งแต่รถบรรทุกลงทะเบียนเมื่อถึงสถานีนั้น ๆ จนกระทั่งรถบรรทุกลงทะเบียนเมื่อออกจากสถานีนั้น ซึ่งหากรถบรรทุกถึงสถานีนั้น ๆ และไม่มีเวลารอคอยในการขึ้นหรือลงสินค้า (Waiting Time) ดังนั้นระยะเวลาที่รถบรรทุกใช้ที่สถานีนั้นจะเท่ากับระยะเวลาปฏิบัติงานของสถานีดังกล่าว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ระยะเวลาที่น้อยที่สุด (Minimum Time) ของรถบรรทุกที่ใช้ไปของแต่ละสถานีเป็นจำนวนระยะเวลาปฏิบัติงานของสถานีนั้น ๆ ภายใต้สมมติฐานที่ว่ารถบรรทุกถึงสถานีแล้วสามารถขึ้นและลงสินค้าได้ทันทีโดยไม่มีระยะเวลารอคอยเพื่อขึ้นหรือลง

สินค้า ผลที่ได้จากการวิเคราะห์หาระยะเวลาปฏิบัติงานของแต่ละสถานีจากข้อมูลรถบรรทุกที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.1 จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามสถานี

กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มที่)	สถานีต้นทาง	สถานีปลายทาง	จำนวนเที่ยวรถ
1	เกษตรวิสัย	ศรีราชา H	79
2	เกษตรวิสัย	ศรีราชา S	56
3	เบญจลักษณ์	ศรีราชา H	13
4	เบญจลักษณ์	ศรีราชา S	6
5	ท่าตูม	ศรีราชา H	6
6	ท่าตูม	ศรีราชา S	8
		รวม	168

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลรถบรรทุกที่สถานีต้นทาง เกษตรวิสัย

ลำดับ	วันที่ลงทะเบียน	สถานีต้นทาง	ทะเบียน	ถึงสถานีต้นทาง	ออกเดินทาง	ระยะเวลาที่ใช้ที่สถานีต้นทาง
1	5/6/2012	เกษตรวิสัย	84-xxxx	5/6/12 23:20	7/5/2012 2:05	2:45
2	5/9/2012	เกษตรวิสัย	70-yyyy	5/9/12 15:36	9/5/2012 16:43	1:07
3	5/9/2012	เกษตรวิสัย	70-bbbb	5/9/12 7:37	9/5/2012 8:19	0:42
4	5/9/2012	เกษตรวิสัย	70-cccc	5/9/12 18:33	5/9/12 20:51	2:18
5	5/9/2012	เกษตรวิสัย	70-aaaa	5/9/12 8:43	5/9/12 9:49	1:06
6	5/11/2012	เกษตรวิสัย	70-dddd	5/11/12 22:53	5/12/12 0:28	1:35
7	5/11/2012	เกษตรวิสัย	70-cccc	5/11/12 21:10	5/11/12 22:23	1:13
8	5/12/2012	เกษตรวิสัย	70-eeee	5/12/12 8:32	5/12/12 9:30	0:58
9	5/14/2012	เกษตรวิสัย	84-gggg	5/14/12 22:41	5/15/12 0:43	2:02
10	5/19/2012	เกษตรวิสัย	70-hhhh	5/19/12 19:11	5/19/12 20:31	1:20
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
135	24/10/2012	เกษตรวิสัย	70-kkkk	10/24/12 2:08	24/10/2012 5:56	3:48

ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาปฏิบัติงานที่ใช้ ณ สถานีต้นทางและสถานีปลายทางที่แตกต่างกัน

สถานีต้นทาง			สถานีปลายทาง	
เกษตรวิสัย	เบญจลักษณ์	ท่าตูม	ศรีราชา H	ศรีราชา S
0:37 ชั่วโมง	1:03 ชั่วโมง	1:34 ชั่วโมง	0:39 ชั่วโมง	0:35 ชั่วโมง

จากตารางที่ 3.3 พบว่าเมื่อไม่มีการรอคอย ซึ่งอาจเกิดจากการรอคิวรถบรรทุกหรือการรอไม้สับ จะมีระยะเวลาปฏิบัติงานที่ใช้ ณ สถานีต้นทางเกษตรวิสัย 37 นาที ที่สถานีเบญจลักษณ์ 1 ชั่วโมง 3 นาที และที่สถานีท่าตูม 1 ชั่วโมง 34 นาที นอกจากนี้ระยะเวลาที่สถานีปลายทางศรีราชา H 39 นาที และที่สถานีศรีราชา S 35 นาที

ชุดที่ 2 การเก็บข้อมูลเส้นทางการขนส่งไม้สับ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาระยะเวลาเดินทางจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางที่เป็นไปได้ในทุกเส้นทาง โดยการเก็บข้อมูลเส้นทางการขนส่งไม้สับนี้ได้มาจาก การค้นหาในแผนที่กูเกิ้ล (Google Map) ซึ่งสามารถแสดงได้ในดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระยะทางและระยะเวลาการเดินทางระหว่างสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางจากแผนที่กูเกิ้ล (Google Map)

สถานีต้นทาง	**ชื่อถนน**	**สถานีปลายทาง**			
		ศรีราชา H		**ศรีราชา S**	
		ระยะทาง (กิโลเมตร)	ระยะเวลาเดินทาง (ชั่วโมง:นาที)	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ระยะเวลาเดินทาง (ชั่วโมง:นาที)
เกษตรวิสัย	304	499	6:41	498	6:41
	24+304	525	7:03	525	7:02
	2	558	7:04	556	6:58
เบญจลักษณ์	304	678	9:34	678	9:33
	304+204	565	7:36	565	7:36
	24	646	8:11	645	8:11
ท่าตูม	304	510	6:58	510	6:58
	304+204	497	6:36	497	6:36
	24	577	7:09	577	7:11

2) การสร้างตารางจำลองระยะเวลารอคอยแต่ละสถานีในแต่ละวัน

เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างพบว่า ข้อมูลระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกที่ใช้ที่สถานีในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันของสถานีต่าง ๆ มีไม่ครบถ้วน ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงสร้างตารางจำลองระยะเวลาการรอคอยของแต่ละสถานี ณ ช่วงเวลาที่แตกต่างกันในแต่ละวันขึ้นมา เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกต่อไป ซึ่งประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งกลุ่มข้อมูล

นำข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจริงทั้งหมดมาแยกตามแต่ละสถานี โดยแบ่งข้อมูลเป็นข้อมูลสถานีต้นทางที่เกษตรวิสัย เบญจลักษณ์ และท่าตูม และสถานีปลายทางที่ศรีราชา H และศรีราชา S โดยข้อมูลแต่ละสถานีจะประกอบด้วย วันเวลาที่ลงทะเบียนเมื่อถึงสถานีนั้น ๆ ทะเบียนรถ และวันเวลาที่ลงทะเบียนเมื่อออกเดินทางจากสถานีนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณระยะเวลาที่รถบรรทุกใช้ไปในแต่ละสถานี

ข้อมูลรถบรรทุกที่ขนส่งไม้สับถูกนำมาใช้ในการคำนวนหาระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีต้นทาง และระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีปลายทาง ซึ่งระยะเวลาที่รถบรรทุกแต่ละคันใช้ในแต่ละสถานี หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่รถบรรทุกถึงสถานีนั้น ๆ จนกระทั่งออกเดินทางจากสถานีนั้น โดยนำเวลาที่ออกเดินทางมาลบกับเวลาที่ถึงสถานี เพื่อหาระยะเวลาที่รถบรรทุกแต่ละคันใช้ไปในแต่ละสถานี ดังสมการที่ 3.1

ระยะเวลาที่รถบรรทุกใช้ไปในแต่ละสถานี = เวลาที่ออกเดินทาง - เวลาที่ถึงสถานี (3.1)

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณระยะเวลาปฏิบัติงานของแต่ละสถานี

กำหนดให้จำนวนเวลาที่น้อยที่สุดที่รถบรรทุกใช้ไปของแต่ละสถานีเป็นจำนวนเวลาปฏิบัติงานของสถานีนั้น ๆ เนื่องมาจากสมมติฐานที่ว่า รถบรรทุกถึงสถานีแล้วสามารถขึ้นและลงสินค้าได้ทันทีโดยไม่ต้องรอคิว หรือรอไม้สับ (ตารางที่ 3.3)

ระยะเวลาปฏิบัติงานของสถานี = จำนวนเวลาที่น้อยที่สุดที่รถบรรทุกใช้ไป ณ สถานี (3.2)

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกแต่ละคัน

การหาจำนวนเวลารอคอยของรถบรรทุกแต่ละคันทำได้โดยการนำระยะเวลาที่รถบรรทุกแต่ละคันใช้ไปในแต่ละสถานี ลบด้วยระยะเวลาปฏิบัติงานของสถานีนั้น ๆ

ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุก = ระยะเวลาที่รถบรรทุกใช้ไป ณ สถานี – ระยะเวลาปฏิบัติงานของถานี (3.3)

ขั้นตอนที่ 5 รวมกลุ่มระยะเวลารอคอยของรถบรรทุก

การรวมกลุ่มจำนวนเวลารอคอยของรถบรรทุกนั้นทำโดยการรวมกลุ่มระยะเวลารอคอยที่เกิน 30 นาทีแล้วปัดขึ้น และกลุ่มระยะเวลารอคอยที่น้อยกว่า 30 นาทีปัดลง ตัวอย่างเช่น

ระยะเวลารอคอย 2:51 ชั่วโมง (สองชั่วโมงห้าสิบเอ็ดนาที) จัดกลุ่มเป็น 3 ชั่วโมง

ระยะเวลารอคอย 1:05 ชั่วโมง (หนึ่งชั่วโมงห้านาที) จัดกลุ่มเป็น 1 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 6 รวมกลุ่มระยะเวลารอคอยตามช่วงเวลาการลงทะเบียนของรถบรรทุก

การรวมกลุ่มระยะเวลารอคอยตามช่วงเวลาการลงทะเบียนของรถบรรทุกทำโดยนำระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกแต่ละคันมาจัดกลุ่มตามช่วงเวลาการลงทะเบียน โดยรวมกลุ่มเวลาลงทะเบียนที่ เกิน 30 นาทีปัดขึ้น และกลุ่มเวลาลงทะเบียนที่น้อยกว่า 30 นาทีปัดลง ตัวอย่างเช่น

เวลาลงทะเบียน 18:51 จัดกลุ่มเป็น เวลาลงทะเบียน 19:00

เวลาลงทะเบียน 7:15 จัดกลุ่มเป็น เวลาลงทะเบียน 7:00

ขั้นตอนที่ 7 แยกเวลาลงทะเบียนตามวัน

นำกลุ่มของเวลาลงทะเบียนมาคัดแยกตามวัน 7 วัน ได้แก่ วันจันทร์ วันอังคาร วันพุธ วันพฤหัสบดี วันศุกร์ วันเสาร์ และวันอาทิตย์

ขั้นตอนที่ 8 คำนวณหาค่ามัธยฐานของระยะเวลารอคอยแต่ละสถานี

เมื่อกลุ่มรถบรรทุกที่มีเวลาลงทะเบียนในวันเดียวกันมีจำนวนข้อมูลระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกหลายคัน ให้ใช้ค่ามัธยฐานของระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น

รถทะเบียน 84-xxx ลงทะเบียนวันเสาร์ เวลา 16:00 น. มีระยะเวลารอคอยของ คือ 3 ชั่วโมง

รถทะเบียน 70-yyy ลงทะเบียนวันเสาร์ เวลา 16:00 น. มีระยะเวลารอคอยของ คือ 2 ชั่วโมง

ดังนั้น ค่ามัธยฐานของระยะเวลารอคอยของวันเสาร์ เวลาลงทะเบียนที่ 16:00 นาฬิกา คือ 2.5

ขั้นตอนที่ 9 บันทึกข้อมูลเวลารอคอยในตารางเวลา

นำข้อมูลค่ามัธยฐานเวลารอคอยที่ได้ไปจัดวางในตารางเวลาของแต่ละช่วงเวลานั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 10 คำนวณข้อมูลเวลารอคอยที่ไม่มีในแต่ละช่วงเวลา

สำหรับข้อมูลค่ามัธยฐานในตารางเวลารอคอยของช่วงเวลาที่ไม่มีข้อมูล ให้ใช้การคำนวณโดยวิธีเทียบอัตราส่วนหาเวลารอคอย ตัวอย่างเช่น

ข้อมูลค่ามัธยฐานเวลารอคอย วันจันทร์ 18:00 นาฬิกา คือ 7.0

ข้อมูลค่ามัธยฐานเวลารอคอย วันจันทร์ 20:00 นาฬิกา คือ 6.0

ดังนั้น ค่ามัธยฐานข้อมูลเวลารอคอย วันจันทร์ 19:00 คือ = 6.0+(7.0-6.0)/2 = 6.5

จากวิธีการทั้ง 10 ข้อนี้ จะทำให้เราได้ฐานข้อมูลเวลาการรอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันของสถานีต่าง ๆ (ภาคผนวก ก) อย่างไรก็ตามตัวเลขค่ามัธยฐานที่ได้ในส่วนนี้ไม่ใช่หน่วยเป็นชั่วโมง ดังนั้นเวลานำไปใช้เป็นข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์ในช่วงต่อไปจึงจำเป็นจะต้องแปลงตัวเลขเหล่านี้ให้อยู่ในรูปของเวลาซึ่งมีหน่วยเป็นชั่วโมงก่อน ตัวอย่างระยะเวลารอคอยจากวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น 10 ข้อนั้นสามารถแสดงได้ในตารางที่ 3.5 โดยเป็นตัวอย่างของระยะเวลารอคอยที่สถานีเกษตรวิสัย

3) การคำนวณหาระยะเวลาการขนส่งในการจัดตารางรถบรรทุก

ระยะเวลาการขนส่งในการจัดตารางรถบรรทุกเกิดจากปัจจัยการเลือก 3 ส่วนที่แตกต่างกันคือ การเลือกช่วงเวลาในการเดินทาง การเลือกสถานีต้นทางและปลายทาง และการเลือกเส้นทางในการเดินรถ ดังนั้นการคำนวณหาระยะเวลาการขนส่งในการจัดตารางรถบรรทุกของตัวแบบเพื่อใช้ค้นหาสถานีต้นทาง เส้นทางการเดินทาง และสถานีปลายทาง โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้ระยะเวลาการขนส่งโดยรวมน้อยที่สุด มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การค้นหาระยะเวลารอคอยของสถานีต้นทางแต่ละแห่ง

การค้นหาระยะเวลารอคอยของสถานีต้นทางแต่ละแห่งของตัวแบบจะทำการดึงข้อมูลจากตารางจำลองระยะเวลารอคอยที่ตัวแบบได้คำนวณไว้จาก 10 ขั้นตอนก่อนหน้านี้ จากนั้นนำค่าที่ได้มาแปลงเป็นเวลา ตัวอย่างเช่น

รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx ณ เวลา 12 นาฬิกา 19 นาที ของ วันพฤหัสบดีที่ 31 พฤษภาคม 2555 ต้องการเข้ารับไม้สับที่สถานีต้นทางเกษตรวิสัย ระบบจะทำการค้นหาระยะเวลารอคอยของสถานีเกษตรวิสัย โดยดึงข้อมูลตารางจำลองระยะเวลารอคอยของตัวแบบจากสถานีเกษตรวิสัย (ตารางที่ 3.5) ของวันพฤหัสบดี ช่วงเวลา 12 นาฬิกา และ13 นาฬิกา เพื่อคำนวณหาค่าระยะเวลารอคอยที่ 12 นาฬิกา 19 นาที ซึ่งในที่นี้ ค่าระยะเวลารอคอยที่ได้คือ 2.79 และเมื่อแปลงเป็นเวลาจะมีค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง 47 นาที โดยวิธีการคำนวณค่าระยะเวลารอคอยทำโดยนำค่ามัธยฐานที่ 12 นาฬิกา และ 13 นาฬิกา ของตารางที่ 3.5 ซึ่งได้แก่ 3 และ 2.33 ตามลำดับมาคำนวณดังนี้

$$(3 - [((3-2.3)/60)*13]) = 2.79$$ มีค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง 47 นาที

จึงได้ว่า ณ เวลา 12 นาฬิกา 13 นาที ของวันที่ 31/5/2555 สถานีเกษตรวิสัย มีระยะเวลารอคอยเท่ากับ 2 ชั่วโมง 47 นาที เป็นต้น รถบรรทุกแต่ละคันต้องมีการคำนวณหาระยะเวลารอคอยของสถานีต้นทางทุกสถานี โดยใช้วิธีนี้เพื่อหาสถานีต้นทางที่ทำให้มีระยะเวลาการขนส่งโดยรวมน้อยที่สุด ซึ่งผลที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้

ณ เวลา 12 นาฬิกา 13 นาที รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx มีระยะเวลารอคอยที่สถานีเกษตรวิสัย 2 ชั่วโมง 47 นาที ระยะเวลารอคอยที่สถานีเบญจลักษณ์ 2 ชั่วโมง 18 นาที และระยะเวลารอคอยที่สถานีท่าตูม 3 ชั่วโมง (ดังตารางที่ 3.6) ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้จะถูกนำไปคำนวณระยะเวลาที่ออกจากสถานีต้นทางซึ่งจะนำไปสู่การคำนวณในขั้นตอนต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างระยะเวลารอคอยที่สถานีเกษตรวิสัย

Date/Time	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1:00	4.33	**3.00**	**3.00**	**13.50**	**7.00**	**4.00**	**35.50**
2:00	**4.00**	**3.00**	**3.50**	8.25	5.00	**8.00**	**18.00**
3:00	3.50	**4.00**	2.75	**3.00**	**3.00**	**2.50**	16.85
4:00	**3.00**	**3.00**	**2.00**	2.50	2.50	**19.00**	15.69
5:00	3.55	**13.00**	1.75	2.00	**2.00**	**1.00**	14.54
6:00	4.09	11.33	1.50	1.50	7.33	**17.00**	13.38
7:00	4.64	9.67	1.25	**1.00**	12.66	**12.00**	12.23
8:00	5.18	8.00	**1.00**	**17.00**	**18.00**	6.50	11.08
9:00	5.73	6.33	**1.00**	10.00	16.13	**1.00**	9.92
10:00	6.27	4.67	6.00	**3.00**	14.25	1.36	8.77
11:00	6.82	**3.00**	**11.00**	3.00	12.38	1.72	7.62
12:00	7.36	3.00	9.50	**3.00**	10.50	2.08	6.46
13:00	7.91	3.00	8.00	2.33	8.63	2.44	5.31
14:00	8.45	3.00	6.50	1.66	6.75	2.80	4.15
15:00	**9.00**	3.00	**5.00**	**1.00**	4.88	3.16	**3.00**
16:00	**2.00**	3.00	**1.00**	2.00	**3.00**	**3.50**	**5.50**
17:00	4.50	**3.00**	**2.00**	3.00	**6.00**	**4.50**	**4.00**
18:00	**7.00**	4.50	**7.00**	**4.00**	6.67	**4.00**	**6.50**
19:00	6.50	**6.00**	**3.50**	**6.00**	7.34	**1.00**	**9.00**
20:00	**6.00**	**6.00**	**7.00**	**5.00**	**8.00**	2.75	**3.50**
21:00	6.75	**4.00**	**5.00**	6.00	**4.00**	**4.50**	13.75
22:00	**7.50**	5.50	**4.00**	**7.00**	4.25	11.75	**24.00**
23:00	**2.00**	**7.00**	**7.00**	**9.00**	**4.50**	**19.00**	**5.00**
0:00	2.50	**7.00**	**3.00**	**3.50**	4.25	27.25	4.67

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการคำนวณระยะเวลาการขนส่งในการจัดตารางรถบรรทุกที่แตกต่างกัน

No	ทะเบียน	ถึงสถานีต้นทาง	สถานีต้นทาง	ระยะเวลารอคอย (ชม:นาที)	ระยะเวลาดำเนินงาน (ชม:นาที)	ออกจากสถานี	เส้นทางที่ใช้	ระยะเวลาที่ใช้เดินทาง	ถึงสถานีปลายทาง	สถานีปลายทาง	ระยะเวลารอคอย (ชม:นาที)	ระยะเวลาดำเนินงาน (ชม:นาที)	ออกจากสถานี	ระยะเวลาการขนส่ง
17	84-7587	5/31/12 12:19	เกษตรวิสัย	3:19:00	0:37	31/5/2012 15:38	24+304	24:44:00	1/6/2012 16:22	ศรีราชา H	3:05:00	0:39	1/6/2012 19:27	31:08:00
		5/31/12 12:19		2:47	0:37	31/5/2012 15:43	304	6:41:00	1/6/2012 16:05		1:0	0:39	1/6/2012 17:44	29:25:00
		5/31/12 12:19		2:47	0:37	31/5/2012 15:43	24+304	7:03:00	1/6/2012 16:27	ศรีราชา H	1:0	0:39	1/6/2012 18:06	29:47:00
		5/31/12 12:19		2:47	0:37	31/5/2012 15:43	2	7:04:00	1/6/2012 16:28		1:0	0:39	1/6/2012 18:07	29:48:00
		5/31/12 12:19		2:47	0:37	31/5/2012 15:43	304	6:41:00	1/6/2012 16:05		2:0	0:35	1/6/2012 18:40	30:21:00
		5/31/12 12:19		2:47	0:37	31/5/2012 15:43	24+304	7:02:00	1/6/2012 16:26	ศรีราชา S	2:0	0:35	1/6/2012 19:01	30:42:00
		5/31/12 12:19		2:47	0:37	31/5/2012 15:43	2	6:58:00	1/6/2012 16:22		2:0	0:35	1/6/2012 18:57	30:38:00
		5/31/12 12:19	เบญจลักษณ์	2:18	1:03	31/5/2012 15:40	304	9:34:00	1/6/2012 18:55		1:0	0:39	1/6/2012 20:34	32:15:00
		5/31/12 12:19		2:18	1:03	31/5/2012 15:40	24+304	7:36:00	1/6/2012 16:57	ศรีราชา H	1:0	0:39	1/6/2012 18:36	30:17:00
		5/31/12 12:19		2:18	1:03	31/5/2012 15:40	2	8:11:00	1/6/2012 17:32		1:0	0:39	1/6/2012 19:11	30:52:00
		5/31/12 12:19		2:18	1:03	31/5/2012 15:40	304	9:33:00	1/6/2012 18:54		2:48	0:35	1/6/2012 22:17	33:58:00
		5/31/12 12:19		2:18	1:03	31/5/2012 15:40	24+304	7:36:00	1/6/2012 16:57	ศรีราชา S	2:0	0:35	1/6/2012 19:32	31:13:00
		5/31/12 12:19		2:18	1:03	31/5/2012 15:40	2	8:11:00	1/6/2012 17:32		1:28	0:35	1/6/2012 19:35	31:16:00
		5/31/12 12:19	ท่าตูม	3:0	1:34	31/5/2012 16:53	304	6:58:00	1/6/2012 17:32		1:0	0:39	1/6/2012 19:11	30:52:00
		5/31/12 12:19		3:0	1:34	31/5/2012 16:53	24+304	6:36:00	1/6/2012 17:10	ศรีราชา H	1:0	0:39	1/6/2012 18:49	30:30:00
		5/31/12 12:19		3:0	1:34	31/5/2012 16:53	2	7:09:00	1/6/2012 17:43		1:0	0:39	1/6/2012 19:22	31:03:00
		5/31/12 12:19		3:0	1:34	31/5/2012 16:53	304	6:58:00	1/6/2012 17:32		1:28	0:35	1/6/2012 19:35	31:16:00
		5/31/12 12:19		3:0	1:34	31/5/2012 16:53	24+304	6:36:00	1/6/2012 17:10	ศรีราชา S	1:50	0:35	1/6/2012 19:35	31:16:00
		5/31/12 12:19		3:0	1:34	31/5/2012 16:53	2	7:11:00	1/6/2012 17:45		1:15	0:35	1/6/2012 19:35	31:16:00

(2) การคำนวณหาวัน-เวลาที่รถบรรทุกออกจากสถานีต้นทางแต่ละแห่ง

เมื่อได้ระยะเวลารอคอยของแต่ละสถานีแล้ว ระบบจะนำระยะเวลารอคอยดังกล่าวบวกเพิ่มเข้ากับระยะเวลาดำเนินการของสถานีนั้นๆ และบวกกับวัน-เวลาที่รถบรรทุกถึงสถานีต้นทาง กลายเป็นวัน-เวลาที่รถบรรทุกออจากสถานีต้นทาง ดังสมการที่ 3.4

วัน-เวลาที่ออกจากสถานีต้นทาง = วัน-เวลาที่ถึงสถานีต้นทาง + ระยะเวลารอคอยที่สถานีต้นทาง+ระยะเวลาดำเนินการ (3.4)

ดังนั้นรถบรรทุก 84-xxxx ออกจากสถานีต้นทางแต่ละแห่งดังนี้

- ออกจากสถานีเกษตรวิสัย 31/5/2555 เวลา 15 นาฬิกา 43 นาที โดยมีระยะเวลารอคอย 2 ชั่วโมง 47 นาที และระยะเวลาดำเนินงาน 37 นาที
- ออกจากสถานีเบญจลักษณ์ 31/5/2555 เวลา 15 นาฬิกา 40 นาที โดยมีระยะเวลารอคอย 2 ชั่วโมง 18 นาที และระยะเวลาดำเนินงาน 1 ชั่วโมง 3 นาที
- ออกจากสถานีท่าตูม 31/5/2555 เวลา 16 นาฬิกา 53 นาที โดยมีระยะเวลารอคอย 3 ชั่วโมง ระยะเวลาดำเนินงาน 1 ชั่วโมง 34 นาที

(3) การคำนวณระยะเวลาการเดินทางจากสถานีต้นทางไปสถานีปลายทาง

การเลือกเส้นทางระหว่างสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางนั้น ระบบจะทำการค้นหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากแผนที่กูเกิ้ล ซึ่งแสดงไว้แล้วในตารางที่ 3.4 อย่างไรก็ตามเพื่อขจัดปัญหาเวลาที่หายไปเนื่องจากพนักงานขับรถไม่ขับรถอย่างต่อเนื่อง และเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ระยะเวลาการเดินทางจาก

กูเกิ้ลในข้อ 3 ที่ตรงกับเส้นทางจริงของรถบรรทุกจึงถูกนำไปลบออกจากระยะเวลาเดินทางที่รถทะเบียนนี้ใช้เดินทางจริง และใช้ค่าระยะเวลาเดินทางนี้บวกกลับเข้าไปในระยะเวลาเดินทางจากกูเกิ้ลในทุกเส้นทาง ดังสมการที่ 3.5

ระยเวลาเดินทางจากสถานีต้นทางถึงปลายทาง =

ระยะเวลาเดินทางจากกูเกิ้ล + (ระยะเวลาการเดินทางจากกูเกิ้ลเส้นเดียวกับความจริง – ระยะเวลาเดินทางจริง) (3.5)

ตัวอย่างเช่น รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx ออกจากสถานีเกษตรวิสัย เมื่อ 31 พฤษภาคม 2555 เวลา 15 นาฬิกา 43 นาที ใช้เวลาเดินทางไปศรีราชา H ผ่านทางเส้น 304 อย่างไรก็ตามรถบรรทุกทะเบียนนี้มีระยะเวลาเดินทางจริงซึ่งเกิดจากถนนเส้น 24 และ 304 ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง 44 นาที แต่จากข้อมูลกูเกิ้ลพบว่าเส้นทางนี้ (304 และ 24) มีระยะเวลาเดินทางที่ 7 ชั่วโมง 3 นาที แสดงว่าระยะเวลาเดินทางจริงของรถคันนี้ยาวนานกว่าระยะเวลาเดินทางจากกูเกิ้ลไป 17 ชั่วโมง 41 นาที ดังนั้นหากรถคันนี้ต้องการเดินทางจากสถานีเกษตรวิสัย ไปยัง สถานีปลายทางศรีราชา H ผ่านทางถนนเส้น 304 ซึ่งข้อมูลระยะเวลาเดินทางจากกูเกิ้ล คือ 6 ชั่วโมง 41 นาที ระบบจะคำนวณและแสดงระยะเวลาการเดินทางเส้นทาง 304 จากสถานีเกษตรวิสัย ไปศรีราชา H ด้วยระยะเวลาการเดินทาง 24 ชั่วโมง 22 นาที (17 ชั่วโมง 41 นาที) + 6 ชั่วโมง 41 นาที) = 24 ชั่วโมง 22 นาที)

(4) การคำนวณวัน-เวลาที่รถบรรทุกถึงสถานีปลายทางแต่ละแห่งในแต่ละเส้นทาง

ในการคำนวณวัน-เวลา ที่รถบรรทุกถึงสถานีปลายทางแต่ละแห่งในแต่ละเส้นทาง ทำโดยการนำวัน-เวลาที่รถบรรทุกออกจากสถานีต้นทางแต่ละแห่ง มารวมกับระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละเส้นทาง ดังสมการที่ 3.6

วัน-เวลาที่ถึงสถานีปลายทาง = วัน-เวลาที่ออกจากสถานีต้นทาง + ระยะเวลาในการเดินทางที่ได้จากตัวแบบ (3.6)

ดังนั้น รถบรรทุก 84-xxxx ถึงสถานีปลายทางแต่ละแห่งในแต่ละเส้นทางดังนี้

- ถึงสถานีปลายทางศรีราชา H 1/6/2555 เวลา 16 นาฬิกา 5 นาที โดยวิ่งผ่านเส้นทาง 304
- ถึงสถานีปลายทางศรีราชา H 1/6/2555 เวลา 16 นาฬิกา 27 นาที เมื่อใช้เส้นทาง 24 และ 304

- ถึงสถานีปลายทางศรีราชา H 1/6/2555 เวลา 16 นาฬิกา 28 นาที เมื่อใช้เส้นทาง 2
- ถึงสถานีปลายทางศรีราชา S 1/6/2555 เวลา 16 นาฬิกา 5 นาที โดยวิ่งผ่านเส้นทาง 304
- ถึงสถานีปลายทางศรีราชา S 1/6/2555 เวลา 16 นาฬิกา 26 นาที เมื่อใช้เส้นทาง 24 และ 304
- ถึงสถานีปลายทางศรีราชา S 1/6/2555 เวลา 16 นาฬิกา 22 นาที เมื่อใช้เส้นทาง 2 ดังตารางที่ 3.6

(5) การค้นหาระยะเวลารอคอยของแต่ละสถานีปลายทาง

การค้นหาระยะเวลารอคอยของสถานีปลายทางแต่ละแห่งของตัวแบบจะทำการดึงข้อมูลจากตารางจำลองระยะเวลารอคอยที่ตัวแบบได้คำนวณไว้จาก 10 ขั้นตอนก่อนหน้านี้ จากนั้นนำค่าที่ได้มาแปลงเป็นเวลา ซึ่งจะมีลักษณะการคำนวณคล้ายกับวิธีการหาระยะเวลารอคอยของสถานีต้นทาง

ตัวอย่างเช่น รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx ณ เวลา 16 นาฬิกา 5 นาที ของวันศุกร์ ที่ 1 มิถุนายน 2555 ต้องการเข้าส่งไม้สับที่สถานีศรีราชา H ระบบจะทำการค้นหาระยะเวลารอคอยของสถานีศรีราชา H โดยการดึงข้อมูลตารางจำลองระยะเวลารอคอยของตัวแบบจากสถานีศรีราชา H (ตารางที่ 3.7) ของวันศุกร์ ช่วงเวลา 16 นาฬิกา และ 17 นาฬิกา เพื่อคำนวณหาค่าระยะเวลารอคอยที่ 16 นาฬิกา 5 นาที ซึ่งในที่นี้ค่าระยะเวลารอคอยที่ได้คือ 1 และเมื่อแปลงเป็นเวลาจะมีค่าเท่ากับ 1 ชั่วโมง โดยวิธีการคำนวณค่าระยะเวลารอคอย ทำโดยนำค่ามัธยฐานที่ 16 นาฬิกา และ 17 นาฬิกา ของตารางที่ 3.7 ซึ่งได้แก่ 1 และ 1 ตามลำดับ มาคำนวณดังนี้

(1 - [((1-1)/60)*5]) = 1 มีค่าเท่ากับ 1 ชั่วโมง

จึงสรุปได้ว่า ณ เวลา 16 นาฬิกา 5 นาที 1/6/2555 สถานีศรีราชา H มีระยะเวลารอคอยเท่ากับ 1 ชั่วโมง เป็นต้น

โดยรถบรรทุกแต่ละคันต้องมีการคำนวณหาระยะเวลารอคอยของสถานีปลายทางทุกสถานี โดยใช้วิธีนี้ ทั้งนี้เพื่อหาสถานีปลายทางที่ทำให้มีระยะเวลาการขนส่งโดยรวมน้อยที่สุด ซึ่งผลที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้ ณ เวลา 16 นาฬิกา 5 นาที 1/6/2555 รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx มีระยะเวลารอคอยที่สถานีศรีราชา H 1 ชั่วโมง ระยะเวลารอคอยที่สถานีศรีราชา

S 2 ชั่วโมง (ดังตารางที่ 3.6) โดยข้อมูลที่ได้นี้จะถูกนำไปคำนวณระยะเวลาที่ออกจากสถานีปลายทางซึ่งจะนำไปสู่การคำนวณในขั้นตอนต่อไป

(6) การคำนวณหาวัน-เวลาที่ออกจากสถานีปลายทาง

การคำนวณหาเวลาที่ออกจากสถานีปลายทาง คือการนำระยะเวลารอคอยที่สถานีปลายทางบวกกับวัน-เวลาที่รถบรรทุกถึงสถานีปลายทาง ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับการคำนวณหาวัน-เวลาออกจากสถานีต้นทาง ดังสมการที่ 3.7

วัน-เวลาที่ออกจากสถานีปลายทาง = วัน-เวลาถึงสถานีปลายทาง + ระยะเวลารอคอยที่สถานีปลายทาง+ระยะเวลาดำเนินการ (3.7)

ตัวอย่างเช่น รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx ถึงสถานีปลายทางศรีราชา H 1/6/2555 เวลา 16 นาฬิกา 5 นาที มีระยะเวลารอคอยที่สถานีปลายทางศรีราชา H 1 ชั่วโมง และระยะเวลาดำเนินงานที่สถานีนี้ 39 นาที ดังนั้นรถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx จะออกจากสถานีศรีราชา H 1/6/2555 เวลา 17 นาฬิกา 44 นาที อย่างไรก็ตามถ้ารถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx ถึงสถานีปลายทางศรีราชา S 1/6/2555 เวลา 17 นาฬิกา 44 นาที จะมีระยะเวลารอคอยที่สถานีปลายทางศรีราชา S 2 ชั่วโมง และระยะเวลาดำเนินงานที่สถานีนี้คือ 35 นาที ดังนั้นรถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx จะออกจากสถานีศรีราชา S 1/6/2555 เวลา 17 นาฬิกา 44 นาที

(7) การคำนวณหาระยะเวลาขนส่งโดยรวม

การคำนวณหาระยะเวลาขนส่งโดยรวมในการขนสินค้า 1 เที่ยว คือการคำนวณระยะเวลาตั้งแต่รถบรรทุกถึงสถานีต้นทาง ระยะเวลาเดินทาง จนกระทั่งรถบรรทุกออกจากสถานีปลายทาง ดังสมการที่ 3.8

ระยะเวลาการขนส่งสินค้า 1 เที่ยว =

ระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีต้นทาง + ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง + ระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีปลายทาง (3.8)

โดยที่ ระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีต้นทาง = เวลาที่ถึงสถานีต้นทาง – เวลาออกจากสถานีต้นทาง

ระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีปลายทาง = เวลาที่ถึงสถานีปลายทาง – เวลาออกจากสถานีปลายทาง

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างระยะเวลารอคอยที่ศรีราชา H

Date/Time	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1:00	4.45	**3**	1.75	**1**	**2**	1	**1**
2:00	**4.5**	**2**	1.50	**1**	2	**1**	2.50
3:00	4.00	4.50	1.25	1	**2**	1	**4**
4:00	3.50	7.00	**1**	**1**	2	**1**	2.50
5:00	3.00	9.50	1.00	1	2	**2**	**1**
6:00	2.50	**12**	1.00	1	2	2	1.27
7:00	2.00	10.20	1.00	**1**	2	**2**	1.55
8:00	1.50	8.40	1.00	**2**	**2**	**1.5**	1.82
9:00	**1**	6.60	**1**	**1**	1.5	1.83	2.09
10:00	**1**	4.80	**7.5**	**1**	**1**	2.17	2.36
11:00	1.75	**3**	**1.5**	1.25	**2**	2.50	2.64
12:00	2.50	2.33	1.67	1.50	1.5	2.83	2.91
13:00	3.25	1.67	1.83	1.75	**1**	3.17	3.18
14:00	**4**	**1**	**2**	**2**	**2**	**3.5**	3.45
15:00	3.91	2.00	3	**2.5**	**2**	3.33	3.73
16:00	3.82	**3**	**4**	2.44	**1**	3.17	**4**
17:00	3.73	2.88	2.50	2.39	1	3.00	4.05
18:00	3.64	2.75	**1**	2.33	1	2.83	4.10
19:00	3.55	2.63	1	2.28	1	2.67	4.15
20:00	3.45	2.50	1	2.22	1	2.50	4.20
21:00	3.36	2.38	**1**	2.17	1	2.33	4.25
22:00	3.27	2.25	**1.5**	2.11	1	2.17	4.30
23:00	3.18	2.13	1.33	2.06	1	**2**	4.35
0:00	3.09	**2**	1.17	**2**	1	**1**	4.40

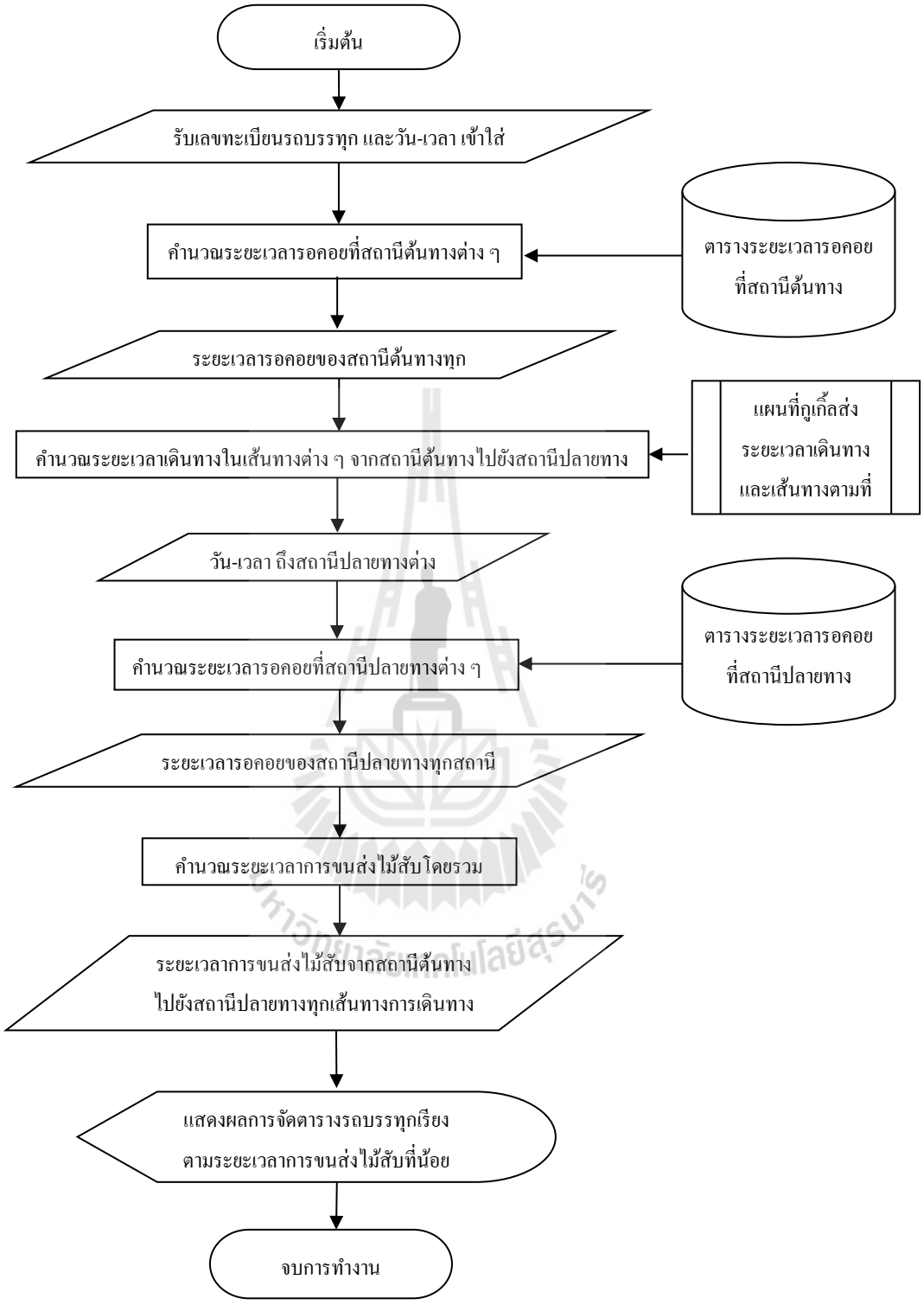
ตัวอย่างเช่น รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx มีระยะเวลาการขนส่งไม้สับโดยรวม 29 ชั่วโมง 25 นาที โดยเริ่มจากสถานีเกษตรวิสัย วันที่ 31/5/2555 เวลา 12 นาฬิกา 19 นาที มีระยะเวลารอคอยที่สถานีเกษตรวิสัย 2 ชั่วโมง 47 นาที ระยะเวลาดำเนินงานที่สถานีนี้ 37 นาที ออกจากสถานีเกษตรวิสัย เวลา 15 นาฬิกา 43 นาที ดังนั้นมีระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีเกษตรวิสัย 3 ชั่วโมง 24 นาที

รถบรรทุกคันนี้ใช้ระยะเวลาเดินทางผ่านถนนเส้น 304 เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง 22 นาที โดยถึงสถานีศรีราชา H วันที่ 1/6/2555 เวลา 16 นาฬิกา 5 นาที มีระยะเวลารอคอยที่สถานีศรีราชา H 1 ชั่วโมง ระยะเวลาดำเนินงานที่สถานีนี้ 39 นาที ออกจากสถานีศรีราชา H 17 นาฬิกา 44 นาที ดังนั้นมีระยะเวลาที่ใช้ ณ สถานีศรีราชา H 1 ชั่วโมง 39 นาที และออกจากสถานี ศรีราชา H เวลา 1/6/2555 เวลา 17 นาฬิกา 44 นาที

ส่วนที่ 3 การออกแบบแผนผังการทำงานของระบบ

จากกรอบการทำงานของระบบ และกระบวนการสร้างตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ สามารถนำมาออกแบบแผนผังการทำงาน (Flow Chart) ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงาน (Flow Chart) ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

ส่วนที่ 4 การออกแบบแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี

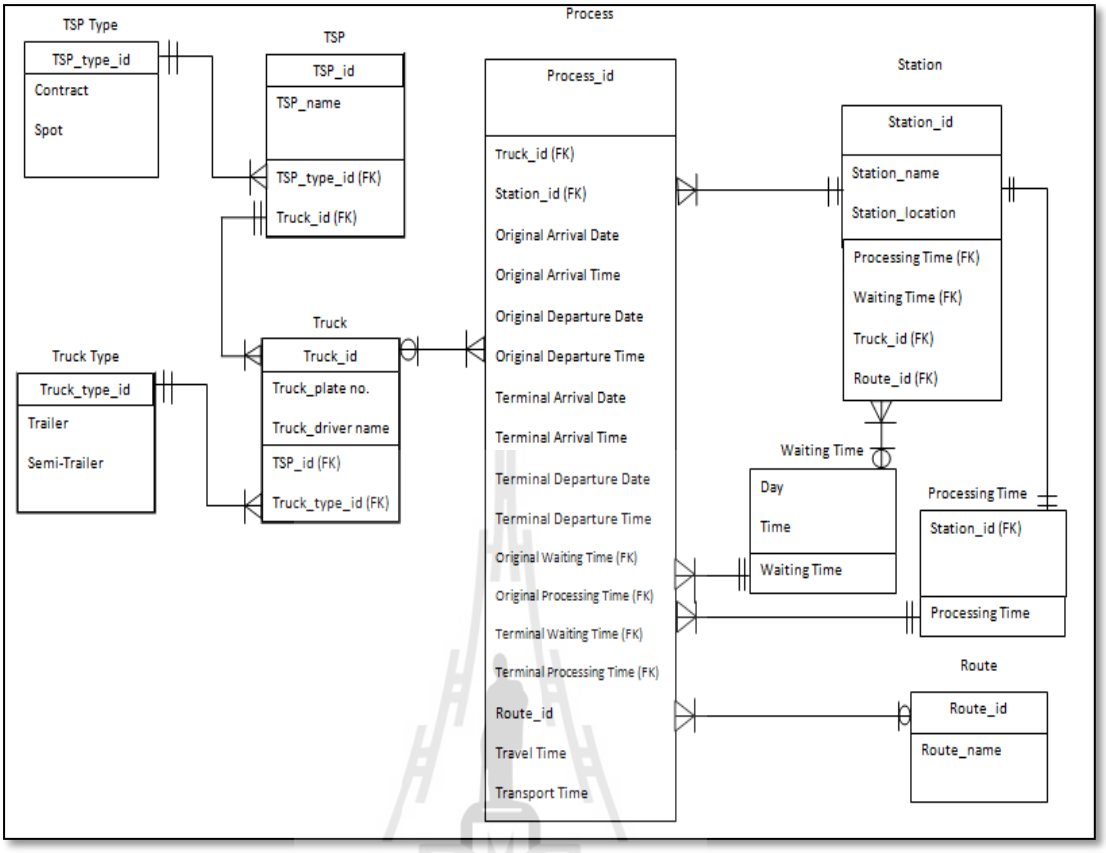
แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Entity-Relationship Diagram) ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในระบบ ซึ่งเก็บไว้ในฐานข้อมูล ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ความต้องการข้อมูลของระบบ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อระบบ ทำให้สามารถนำมาวิเคราะห์และออกแบบแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาขนส่งไม้สับ

การเก็บข้อมูลสำหรับฐานข้อมูลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาขนส่งไม้สับนั้นจะมีทั้งหมด 10 เอนทิตี (ดังตารางที่ 3.8) ได้แก่ ข้อมูลรถบรรทุก (Truck, Truck_Type) ข้อมูลผู้รับเหมาขนส่งสินค้า (Truck Service Provider – TSP, TSP_Type) ข้อมูลสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง (Station) ข้อมูลเส้นทางที่รถบรรทุกใช้ในการวิ่งระหว่างสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง (Route) ระยะเวลารอคอย (Waiting Time) ระยะเวลาดำเนินการของแต่ละสถานี (Processing Time) และกระบวนการทำงานของตัวแบบ (Process) รายละเอียดของข้อมูลและความสัมพันธ์ของเอนทิตีแต่ละส่วนสามารถดูได้จากรูปที่ 3.8

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.8 เอนทิตีและแอททริบิวท์ของฐานข้อมูลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาขนส่งไม้สับ

Entity	**Attributes**
Truck	Truck_id, Truck_plate no., Truck_driver name, Truck_type_id (FK), TSP (FK)
Truck_Type	Truck_type_id**,** Trailer, Semi-Trailer
Truck Service Provider (TSP)	TSP_id, TSP_name, TSP_type_id (FK) Truck_id (FK)
TSP_Type	TSP_type_id, Contract, Spot
Station	Station_id, Station_name, Station_location, Truck_id (FK) , Route_id (FK)
Processing Time	Station_id (FK), Processing Time
Route	Route_id, Route_name
Waiting Time	Day, Time, Waiting Time
Process	Truck_id (FK), Original Station_id (FK), Original Arrival Date, Original Arrival Time, Original Departure Date, Original Departure Time, Original Waiting Time (FK), Original Processing Time (FK), Route_id (FK), Terminal Station_id (FK), Terminal Arrival Date, Terminal Arrival Time, Terminal Departure Date, Terminal Departure Time, Terminal Waiting Time (FK), Terminal Processing Time (FK), Travel Time, Transport Time



รูปที่ 3.8 ความสัมพันธ์ของแอนทิตีของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

รูปที่ 3.8 แสดงความสัมพันธ์ของเอนทิตีของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ โดยเริ่มจากกระบวนการทำงานของตัวแบบ (Process) ซึ่งจะทำหน้าที่คัดเลือกสถานีต้นทาง (Original Station) ให้กับรถบรรทุก (Truck) โดยอ้างอิงจากเวลาถึงของรถบรรทุก (Arrival Time) จากนั้นจึงค้นหาระยะเวลารอคอย (Waiting Time) และระยะเวลาดำเนินงาน ณ สถานีนั้นๆ (Processing Time) หลังจากนั้นเมื่อรถบรรทุกออกเดินทาง (Departure Time) ระบบจะแสดงเส้นทาง (Route) ที่รถบรรทุกสามารถวิ่งไปยังสถานีปลายทาง (Terminal Station) จากนั้นคำนวณระยะเวลาการเดินทางจากสถานีต้นทางไปสถานีปลายทาง (Travel Time) และเมื่อรถบรรทุกถึงสถานีปลายทาง ระบบจะค้นหาระยะเวลารอคอยที่สถานีปลายทาง (Waiting Time) และระยะเวลาดำเนินงานที่สถานีปลายทาง (Processing Time) ก่อนที่สุดท้ายจะแสดงผลรวมระยะเวลาการขนส่งสินค้าทั้งเส้นทาง (Transport Time)

3.1.4 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นว่า ตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกเป็นส่วนสำคัญที่สุดของระบบที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพหรือไม่ ดังนั้นในการประเมินประสิทธิภาพของระบบจะเน้นที่การประเมินตัวแบบ โดยการทดสอบนั้นจะใช้ข้อมูลจริงของรถบรรทุกที่เดินทางขนส่งไม้สับเป็นข้อมูลทดสอบ โดยการเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการขนส่งของเส้นทางที่เกิดขึ้นจริงของรถบรรทุก กับผลของระยะเวลาการขนส่งที่เกิดจากการเลือกเส้นทางของรถบรรทุกจากตัวแบบระบบที่พัฒนาขึ้นมา

3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการสร้างและการประเมินตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก ได้แก่ ข้อมูลการขนส่งไม้สับของของรถบรรทุก

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ข้อมูลการขนส่งไม้สับของรถบรรทุกของบริษัทแห่งหนึ่ง โดยใช้การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เนื่องจากการเก็บข้อมูลทำได้ยาก และบริษัทส่วนใหญ่ไม่ยอมเปิดเผยข้อมูล หรือไม่ได้เก็บข้อมูลที่เพียงพอต่อการนำไปสร้างตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก ซึ่งบริษัทรถบรรทุกที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างนี้มีเส้นทางการขนส่งไม้สับจากสถานีต้นทางในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 3 สถานี และสถานีปลายทางที่ท่าเรืออำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 สถานี โดยรถบรรทุกที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัยมีจำนวน 22 คัน รวมเส้นทางการเดินทางไป-กลับทั้งหมด 168 เที่ยว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โน้ตบุ๊ก ฟูจิซิ ไลฟ์บุ๊ค พี รุ่น พี3010 (Notebook Fujitsu LIFEBOOK P series P3010) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- ขนาดหน้าจอ 11.6 นิ้ว (Display: 11.6นิ้ว)
- หน่วยประมวลผล: เอเอ็มดี เอตลัน ทีเอ็ม นีโอ เอ็มวี – 40 (1.6 จิกกะเฮิร์ต) (Processor: AMD Athlon TM NEO MV-40 (1.6GHz))
- หน่วยความจำ: 2 จิกกะไบร์ท (Memory: 2GB (1x2GB) DDR2 PC2-6400)
- จานบันทึกแบบแข็ง: 320 จิกกะไบร์ท 5400 อาร์พีเอ็ม ซาตา ไดร์ฟ (HARDISK: 320GB 5400rpm SATA drive)
- ระบบเครือข่ายไร้สาย: 802.11 บี/จี/เอ็น (WLAN: 802.11 b/g/n)
- กราฟฟิก: เอทีไอ เรเดียน ที เฮทดี 3200 (Graphics: ATI Radeon T HD3200)

- คอมเอ็ม. แลนด์ (10/100) (COMM. LAN(10/100))
- บลูธูท 2.1 = อีดีอาร์ (Bluetooth 2.1=EDR)
- ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 3 คูณ ยูเอสบี 2.0 (Interfaces: 3xUSB 2.0)
- ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 4 ใน 1 การ์ดรีดเดอร์ เอสดี (Interfaces: 4-In-1 card reader SD)

บทที่ 4
ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับที่ถูกออกแบบในงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผลการประเมินตารางจำลองระยะเวลาการรอคอยของแต่ละสถานีที่นำไปใช้ในการสร้างตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก และผลการประเมินตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกในแง่ของการลดระยะเวลาในการขนส่ง ซึ่งผลการประเมินแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการประเมินตารางจำลองระยะเวลารอคอยของแต่ละสถานี

วิธีการทดสอบตารางจำลองระยะเวลารอคอยแต่ละช่วงเวลาของแต่ละสถานี ทำโดยการนำฐานข้อมูลระยะเวลาการรอคอยที่งานวิจัยนี้ได้สร้างขึ้น (ตาราง 3.5 และภาคผนวก ก) ไปทดสอบกับข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง โดยการเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกแต่ละคันที่ได้จากตารางจำลอง กับระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกแต่ละคันที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตร (Symmetric Mean Absolute Percentage Error = *SMAPE*) ซึ่งเป็นร้อยละของผลรวมของค่าสัมบูรณ์ความต่างระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ได้จากตัวแบบ และยังมีการถ่วงน้ำหนักด้วยผลรวมของข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากตารางจำลอง ดังสูตรในสมการที่ 4.1

$$\text{ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตร} = \sum_{i=1}^{n} \left|\frac{(F_i - A_i)}{(F_i + A_i)}\right| \times \frac{100}{n} \quad (4.1)$$

โดยที่

i = รถบรรทุกแต่ละคันที่ใช้เป็นข้อมูลทดสอบ

n = จำนวนรถบรรทุกทั้งหมดที่ใช้เป็นข้อมูลทดสอบ

F_i = ระยะเวลารอคอยที่ได้จากตารางจำลองของรถบรรทุกคันที่ i

A_i = ระยะเวลารอคอยจริงของรถบรรทุกคันที่ i

ในตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างผลการประเมินตารางระยะเวลารอคอยของสถานีเกษตรวิสัย ซึ่งใช้ข้อมูลจริงของรถบรรทุกจำนวน 134 คัน ในการทดสอบ

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินตารางจำลองระยะเวลารอคอยของสถานีเกษตรวิสัย

ลำดับ	ทะเบียน	ถึงสถานีต้นทาง	ออกเดินทาง	ระยะเวลารอคอย ข้อมูลจริง (นาที)	ระยะเวลารอคอย ตารางจำลอง (นาที)	SMAPE
1	84-xxxx	5/6/12 23:20	7/5/2012 2:05	128.00	295.00	0.39
2	70-yyyy	5/9/12 15:36	9/5/2012 16:43	30.00	156.00	0.68
3	70-bbbb	5/9/12 7:37	9/5/2012 8:19	5.00	66.00	0.86
4	70-cccc	5/9/12 18:33	5/9/12 20:51	101.00	305.00	0.50
5	70-aaaa	5/9/12 8:43	5/9/12 9:49	29.00	60.00	0.35
6	70-dddd	5/11/12 22:53	5/12/12 0:28	58.00	268.00	0.64
7	70-cccc	5/11/12 21:10	5/11/12 22:23	36.00	243.00	0.74
8	70-eeee	5/12/12 8:32	5/12/12 9:30	21.00	214.00	0.82
9	84-gggg	5/14/12 22:41	5/15/12 0:43	85.00	225.00	0.45
10	70-hhhh	5/19/12 19:11	5/19/12 20:31	43.00	79.00	0.30
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
134	70-zzzz	10/24/12 2:08	24/10/2012 5:56	191.00	204.00	0.03

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินระยะเวลารอคอยของสถานีเกษตรวิสัย โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรจากสมการที่ 4.1 ตัวอย่างเช่น ข้อมูลจริงของรถทะเบียน 84-xxxx พบว่าวันที่ 6 พฤษภาคม 2555 เวลา 23:20 นาฬิกา รถบรรทุกถึงสถานีเกษตรวิสัย โดยมีระยะเวลารอคอย 128 นาที ก่อนออกจากสถานีนี้เมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2555 เวลา 2:05 นาฬิกา เมื่อนำข้อมูลไปทดสอบด้วยระยะเวลารอคอยที่คำนวณได้จากตัวแบบในงานวิจัยนี้พบว่า รถทะเบียน 84-xxxx ถึงสถานีเกษตรวิสัยเมื่อ วันที่ 6 พฤษภาคม 2555 เวลา 23:20 นาฬิกา โดยมีระยะเวลารอคอย 295 นาทีก่อนออกจากสถานีนี้เมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2555 เวลา 4:52 จากนั้นจึงนำระยะเวลารอคอยของข้อมูลจริง (128 นาที) ของรถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx มาคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรกับระยะเวลารอคอยของข้อมูลที่ได้จากตารางจำลอง (295 นาที) ตามสมการดังนี้

$$\left|\frac{F_i - A_i}{A_i + F_i}\right| = \left|\frac{295-128}{295+128}\right| = 0.39$$

เมื่อได้ค่าความเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรของรถบรรทุกแต่ละคันแล้ว จะนำค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรของทั้งหมด 134 ข้อมูล มารวมกันจะได้ค่าเท่ากับ 31.14

$$\sum_{i=1}^{134} \left|\frac{F_i - A_i}{A_i + F_i}\right| = 31.14$$

หลังจากนั้นนำไปแทนค่าในสมการที่ 4.1 จึงได้ค่าความเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรของสถานีเกษตรวิสัยเท่ากับร้อยละ 23.24 ดังนี้

ค่าความเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรของสถานีเกษตรวิสัย คือ

$$\sum_{i=1}^{n} \left|\frac{(F_i - A_i)}{(F_i + A_i)}\right| \times \frac{100}{n} = 31.14 \times \frac{100}{134} = 23.24$$

โดยผลการทดสอบระยะเวลารอคอยแต่ละช่วงเวลาของแต่ละสถานีพบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรสูงที่สุดคือ สถานีท่าตูมอยู่ที่ร้อยละ 29.08 เท่านั้น ในขณะที่ต่ำที่สุดคือ สถานีศรีราชา H อยู่ที่ร้อยละ 18.84 และโดยเฉลี่ยของทุกสถานีเท่ากับ ร้อยละ 25.07 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นสามารถนำตารางจำลองระยะเวลารอคอยของแต่ละสถานีไปใช้ได้ โดยผลการทดสอบค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรของระยะเวลารอคอยของแต่ละสถานี

สถานี	ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตร
เกษตรวิสัย	23.24
เบญจลักษณ์	28.35
ท่าตูม	29.08
ศรีราชา H	25.86
ศรีราชา S	18.84
ค่าเฉลี่ย	**25.07**

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุก 1 คัน

วิธีการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการจำลองสถานการณ์นั้น ทำโดยการเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้มาจากตัวแบบที่พัฒนาขึ้น

จากตารางที่ 4.3 (แถวที่เป็นแถบสีเทาด้านบน) เป็นสถานการณ์จริงจากกลุ่มตัวอย่างของรถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx ในวันที่ 14 เดือนพฤษภาคม 2555 นั้นได้เข้าใส่สินค้าไม้สับที่สถานีเกษตรวิสัย ณ เวลา 22:41 นาฬิการอคอยการใส่สินค้าเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง 02 นาที มีระยะเวลาดำเนินงานที่สถานี 37 นาที และออกจากสถานีเกษตรวิสัย ในวันที่ 15 เดือน พฤษภาคม 2555 เวลา 00:43 นาฬิกา ไปยังสถานีปลายทางศรีราชา H ผ่านทางถนนเส้น 24 และ 304 โดยใช้เวลาเดินทางทั้งสิ้น 40 ชั่วโมง 58 นาที และถึงสถานีปลายทางศรีราชา H ในวันที่ 16 พฤษภาคม 2555 เวลา 17:41 นาฬิกา โดยใช้เวลารอคอยที่สถานีปลายทางศรีราชา H 3 ชั่วโมง 22 นาที และระยะเวลาดำเนินงานที่สถานี 39 นาที ก่อนจะออกจากสถานีไปเวลา 21:03 นาฬิกา โดยสรุป รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx ใช้ระยะเวลาการขนส่งไม้สับทั้งสิ้นถึง 46 ชั่วโมง 22 นาที

นอกจากนี้ตารางที่ 4.3 (แถวที่เป็นแถบสีขาวทั้งหมด) ยังแสดงสถานการณ์จำลองเพื่อค้นหาสถานีต้นทาง เส้นทางการเดินทาง และสถานีปลายทาง ที่ทำให้มีระยะเวลาการขนส่งโดยรวมน้อยที่สุด ดังนี้

ในวันที่ 14 พฤษภาคม 2555 ทะเบียน 84-xxxx ถึงสถานีเกษตรวิสัย ณ เวลา 22:41 นาฬิกา รอคอยการใส่สินค้าเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง 02 นาที ก่อนที่จะออกจากสถานีในวันที่ 15 พฤษภาคม 2555 เวลา 00:43 นาฬิกา ไปยังสถานีปลายทางศรีราชา H ผ่านทางถนนเส้น 304 ซึ่งใช้เวลาเดินทางทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง 41 นาที

อย่างไรก็ตามข้อมูลจริงพบว่า รถบรรทุกคันนี้ใช้ถนนเส้น 24 และ 304 ซึ่งแผนที่กูเกิ้ล (Google Map) แนะนำว่าใช้เวลาทั้งสิ้นเพียง 7 ชั่วโมง 3 นาที ดังนั้นจึงนำระยะเวลาเดินทางจริง (40 ชั่วโมง 58 นาที) หักออกจากระยะเวลาเดินทางที่คำนวณได้จากแผนที่กูเกิ้ล (7 ชั่วโมง 3 นาที) เหลือ 33 ชั่วโมง 51 นาที เป็นเวลาที่เกิดขึ้นในระหว่างเดินทางจริงมาบวกรวมในระยะเวลาเดินทางของตัวแบบที่ผ่านถนนเส้น 304 ด้วยระยะเวลาเดินทาง 6 ชั่วโมง 41 นาที ซึ่งจะเท่ากับตัวแบบมีระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานีเกษตรวิสัยไปยังสถานีศรีราชา H ผ่านถนนเส้น 304 ด้วยระยะเวลา 32 ชั่วโมง 26 นาที จากนั้นรถทะเบียน 84-xxxx ถึงสถานีปลายทางศรีราชา H ในวันที่ 16 พฤษภาคม 2555 เวลา 19:39 นาฬิกา โดยมีระยะวลารอคอยที่สถานีปลายทางศรีราชา H 1 ชั่วโมง และระยะเวลาดำเนินงานที่สถานี 39 นาที ก่อนออกจากสถานีไปเวลา 21:18 นาฬิกาในวันเดียวกัน โดยสรุป รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx ใช้ระยะเวลาการขนส่งไม้สับระหว่างสถานี

เกษตรวิสัยไปยังสถานีศรีราชา H ผ่านถนนเส้น 304 ด้วยระยะเวลาขนส่งทั้งสิ้นถึง 46 ชั่วโมง 37 นาที

อย่างไรก็ตามเมื่อตัวแบบจำลองสถานการณ์ไปยังสถานีต้นทางและปลายทางอื่น ๆ ผ่านทางถนนเส้นต่าง ๆ ตัวแบบจะแนะนำสถานีต้นทาง สถานีปลายทาง และเส้นทางการเดินทางที่มีระยะเวลาขนส่งสินค้าน้อยที่สุด โดยสถานการณ์ของรถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx พบว่า ตัวแบบแนะนำให้ เข้าใส่สินค้าที่สถานีต้นทางท่าตูม ซึ่งมีเวลารอคอย 2 ชั่วโมง และระยะเวลาดำเนินงานที่สถานี 1 ชั่วโมง 34 นาที ก่อนออกจากท่าตูม ในวันที่ 15 เดือน พฤษภาคม 2555 เวลา 2:15 นาฬิกา ไปยังสถานีปลายทางศรีราชา H ผ่านทางถนนเส้น 24 และ 304 โดยใช้เวลาเดินทางทั้งสิ้น 32 ชั่วโมง 21 นาที และถึงสถานีปลายทางศรีราชา H ในวันที่ 16 พฤษภาคม 2555 เวลา 18:46 นาฬิกา โดยใช้เวลารอคอยที่สถานีปลายทางศรีราชา H 1 ชั่วโมง และระยะเวลาดำเนินงานที่สถานี 39 นาที ก่อนออกจากสถานีศรีราชา H ไปเวลา 20:25 นาฬิกา ดังนั้น ตัวแบบจะแนะนำให้รถบรรทุกทะเบียน 84-xxxx เข้าขนส่งสินค้าไม้สับระหว่างสถานีท่าตูมไปยังสถานีศรีราชา H โดยผ่านถนนเส้น 24 และ 304 ด้วยระยะเวลาขนส่งไม้สับ 45 ชั่วโมง 44 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาขนส่งสินค้าที่น้อยที่สุด โดยช่วยลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาขนส่งที่เกิดขึ้นจริงได้ถึง 38 นาที เป็นต้น

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการจำลองสถานการณ์ข้อมูลรถบรรทุก 1 คัน

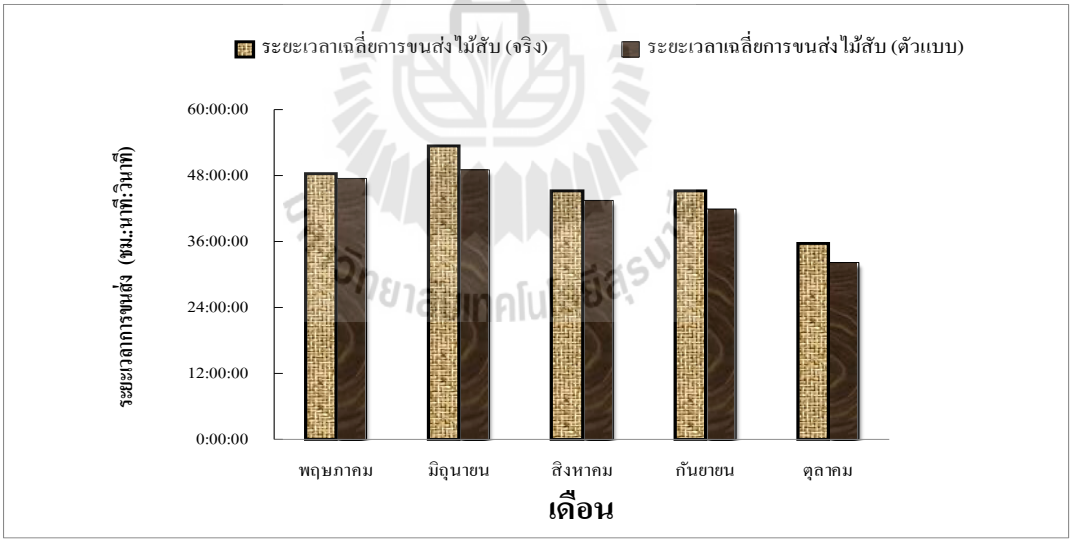
ทะเบียน	ถึงสถานีต้นทาง	สถานีต้นทาง	ระยะเวลารอคอย (ชม:นาที)	ระยะเวลาดำเนินงาน (ชม:นาที)	ออกจากสถานี	เส้นทางที่ใช้	ระยะเวลาที่ใช้เดินทาง	ถึงสถานีปลายทาง	สถานีปลายทาง	ระยะเวลารอคอย (ชม:นาที)	ระยะเวลาดำเนินงาน (ชม:นาที)	ออกจากสถานี	ระยะเวลาการขนส่ง
84-xxxx	5/14/12 22:41	เกษตรวิสัย	2:02	0:37	15/5/2012 0:43	24+304	40:58:00	16/5/2012 17:41	ศรีราชา S	3:22	0:39	16/5/2012 21:03	46:22:00
	5/14/12 22:41		3:45	0:37	15/5/2012 3:03	304	6:41:00	16/5/2012 19:39	ศรีราชา H	1:0	0:39	16/5/2012 21:18	46:37:00
	5/14/12 22:41		3:45	0:37	15/5/2012 3:03	24+304	7:03:00	16/5/2012 20:01		1:0	0:39	16/5/2012 21:40	46:59:00
	5/14/12 22:41		3:45	0:37	15/5/2012 3:03	2	7:04:00	16/5/2012 20:02		1:0	0:39	16/5/2012 21:41	47:00:00
	5/14/12 22:41		3:45	0:37	15/5/2012 3:03	304	6:41:00	16/5/2012 19:39	ศรีราชา S	6:18	0:35	17/5/2012 2:32	51:51:00
	5/14/12 22:41		3:45	0:37	15/5/2012 3:03	24+304	7:02:00	16/5/2012 20:00		7:0	0:35	17/5/2012 3:35	52:54:00
	5/14/12 22:41		3:45	0:37	15/5/2012 3:03	2	6:58:00	16/5/2012 19:56		6:52	0:35	17/5/2012 3:23	52:42:00
	5/14/12 22:41	เบญจลักษณ์	6:36	1:03	15/5/2012 6:20	304	9:34:00	17/5/2012 1:49	ศรีราชา H	1:0	0:39	17/5/2012 3:28	52:47:00
	5/14/12 22:41		6:36	1:03	15/5/2012 6:20	24+304	7:36:00	16/5/2012 23:51		1:12	0:39	17/5/2012 1:42	51:01:00
	5/14/12 22:41		6:36	1:03	15/5/2012 6:20	2	8:11:00	17/5/2012 0:26		1:25	0:39	17/5/2012 2:30	51:49:00
	5/14/12 22:41		6:36	1:03	15/5/2012 6:20	304	9:33:00	17/5/2012 1:48	ศรีราชา S	4:25	0:35	17/5/2012 6:48	56:07:00
	5/14/12 22:41		6:36	1:03	15/5/2012 6:20	24+304	7:36:00	16/5/2012 23:51		5:10	0:35	17/5/2012 5:36	54:55:00
	5/14/12 22:41		6:36	1:03	15/5/2012 6:20	2	8:11:00	17/5/2012 0:26		3:20	0:35	17/5/2012 4:21	53:40:00
	5/14/12 22:41	ท่าตูม	2:0	1:34	15/5/2012 2:15	304	6:58:00	16/5/2012 19:08	ศรีราชา H	1:0	0:39	16/5/2012 20:47	46:06:00
	5/14/12 22:41		2:0	1:34	15/5/2012 2:15	24+304	6:36:00	16/5/2012 18:46		1:0	0:39	16/5/2012 20:2	45:44:00
	5/14/12 22:41		2:0	1:34	15/5/2012 2:15	2	7:09:00	16/5/2012 19:19		1:0	0:39	16/5/2012 20:58	46:17:00
	5/14/12 22:41		2:0	1:34	15/5/2012 2:15	304	6:58:00	16/5/2012 19:08	ศรีราชา S	5:16	0:35	17/5/2012 0:59	50:18:00
	5/14/12 22:41		2:0	1:34	15/5/2012 2:15	24+304	6:36:00	16/5/2012 18:46		4:18	0:35	16/5/2012 23:39	48:58:00
	5/14/12 22:41		2:0	1:34	15/5/2012 2:15	2	7:11:00	16/5/2012 19:21		5:42	0:35	17/5/2012 1:38	50:57:00

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุกทั้งหมด

ผลการประเมินตัวแบบนั้นทำโดยการนำระยะเวลาการขนส่งไม้สับของรถบรรทุกในสถานการณ์จริงมาเปรียบเทียบกับระยะเวลาการขนส่งไม้สับของรถบรรทุกที่ได้จากคำแนะนำของตัวแบบ เพื่อทดสอบว่าตัวแบบสามารถช่วยลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับโดยรวมได้มากน้อยเท่าใด โดยการเปรียบเทียบเป็นร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่ระยะเวลาขนส่ง) ดังสมการที่ 4.2

$$\text{ร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่ระยะเวลาขนส่ง)} = \frac{\text{ระยะเวลาการขนส่งสินค้า (จริง)} - \text{ระยะเวลาการขนส่งสินค้า (ตัวแบบ)}}{\text{ระยะเวลาการขนส่งสินค้า (จริง)}} \times 100 \quad (4.2)$$

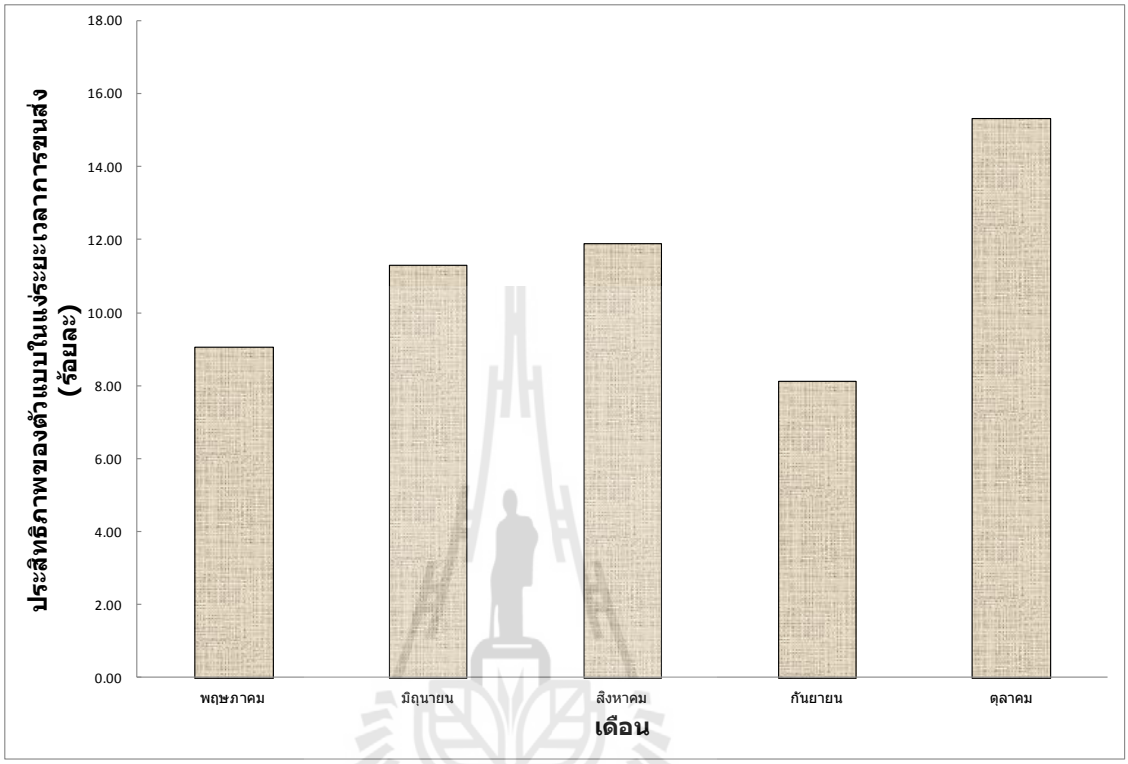
โดยผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่ง จากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุกทั้งหมด 168 เที่ยว จากระยะเวลา 5 เดือน สามารถจำแนกตามเดือนแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบแนะนำโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือน (โดยแสดงรายละเอียดของรถบรรทุกแต่ละคันในภาคผนวก ข)



รูปที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบแนะนำโดยเฉลี่ยจำแนกตามเดือน

เมื่อนำมาหาร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่ระยะเวลาขนส่ง) ดังสมการที่ 4.2 พบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่ง ในเดือนพฤษภาคม เท่ากับร้อยละ

9.06 ในเดือนมิถุนายน เท่ากับร้อยละ 11.30 ในเดือนสิงหาคม เท่ากับร้อยละ 11.89 ในเดือนกันยายน เท่ากับร้อยละ 8.14 และในเดือนตุลาคม เท่ากับร้อยละ 15.33 (ดังรูปที่ 4.2)



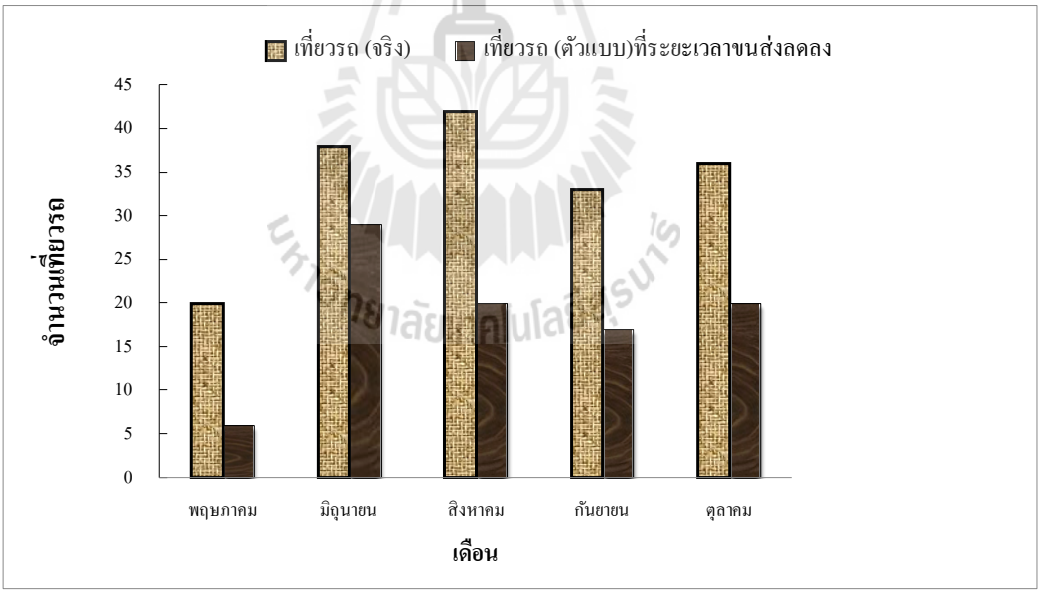
รูปที่ 4.2 ประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่ระยะเวลาการขนส่ง) จำแนกตามเดือน

จากผลลัพธ์ที่ได้นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่งโดยเฉลี่ย 5 เดือน ได้เท่ากับร้อยละ 11.14 ซึ่งต่ำกว่าสมมติฐานของงานวิจัยนี้ที่ตั้งไว้ว่าตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกที่ได้จากการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ สามารถลดระยะเวลาในการขนส่งลงอย่างน้อยร้อยละ 20 จากระยะเวลาการขนส่งไม้สับในปัจจุบัน

แต่อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาถึงร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่จำนวนเที่ยวรถ) โดยการนำจำนวนรถบรรทุกขนส่งสินค้าจริงมาเปรียบเทียบกับจำนวนรถบรรทุกที่ตัวแบบแนะนำด้วยระยะเวลาการขนส่งสินค้าที่ลดลงตามสมการที่ 4.3 นั้นพบว่า มีร้อยละประสิทธิภาพที่สูงถึง 54.44 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่จำนวนเที่ยวรถ)} = \frac{\text{จำนวนรถบรรทุกขนส่งสินค้า (จริง)} - \text{จำนวนรถบรรทุกที่ระยะเวลาการขนส่งสินค้าลดลง (ตัวแบบ)}}{\text{จำนวนรถบรรทุกขนส่งสินค้า (จริง)}} \times 100 \quad (4.3)$$

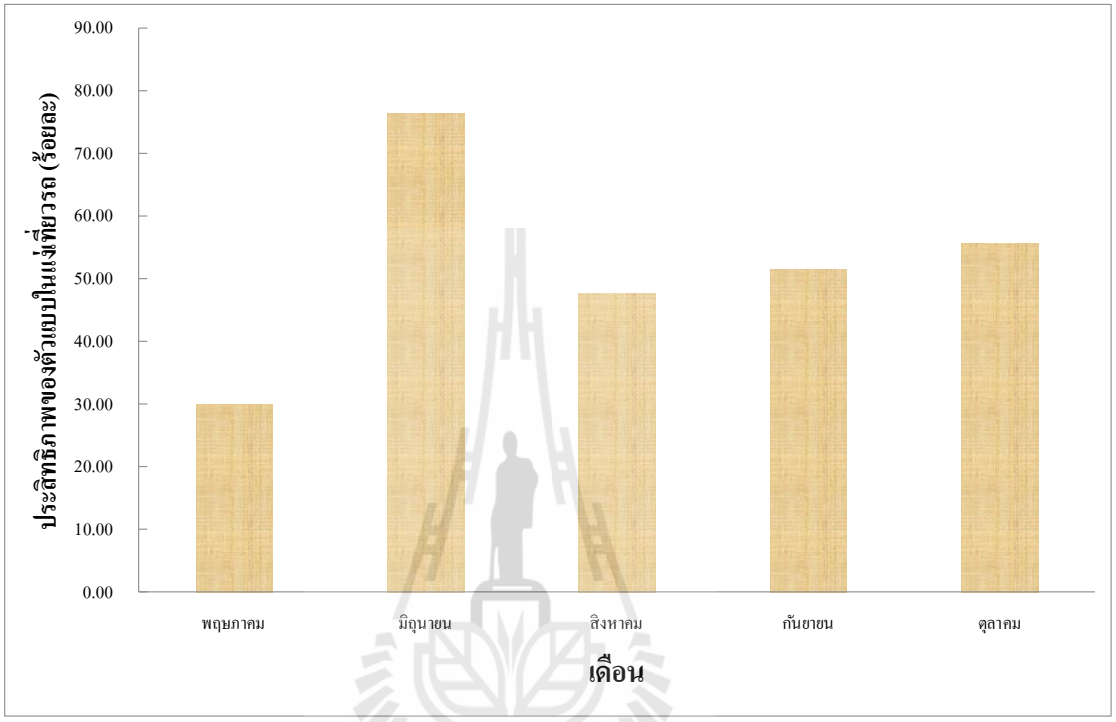
ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่จำนวนเที่ยวรถจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุกทั้งหมด 168 เที่ยว โดยแยกเป็นข้อมูลทดสอบเดือนพฤษภาคม จำนวน 20 เที่ยว เดือนมิถุนายน จำนวน 37 เที่ยว เดือนสิงหาคม จำนวน 42 เที่ยว เดือนกันยายน จำนวน 33 เที่ยว และเดือนตุลาคม จำนวน 36 เที่ยว ผลของการประเมินพบว่า ตัวแบบที่งานวิจัยนี้สร้างขึ้นสามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับได้ถึง 92 เที่ยวจากข้อมูลทั้งหมด 168 เที่ยวซึ่งคิดเป็นร้อยละ 54.44 โดยเดือนพฤษภาคมมีจำนวนรถบบรทุกที่ระยะเวลาการขนส่งลดลง 6 เที่ยวจาก 20 เที่ยว เดือนมิถุนายนมีจำนวน 29 เที่ยวจาก 37 เที่ยว เดือนสิงหาคมมีจำนวน 20 เที่ยวจาก 42 เที่ยว เดือนกันยายนมีจำนวน 17 เที่ยวจาก 33 เที่ยว และเดือนตุลาคมมีจำนวน 20 เที่ยวจาก 36 เที่ยว โดยจำนวนเที่ยวรถจริงกับจำนวนเที่ยวรถของตัวแบบที่มีระยะเวลาการขนส่งลดลง จำแนกตามเดือนแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวรถจริงกับจำนวนเที่ยวรถของตัวแบบที่มีระยะเวลาการขนส่งลดลงจำแนกตามเดือน

ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่นี้พบว่า จำนวนเที่ยวรถของตัวแบบสามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับได้เป็นอย่างดี โดยร้อยละประสิทธิภาพของจำนวนเที่ยวรถที่สามารถลด

ระยะเวลาการขนส่งไม้สับในเดือนพฤษภาคมคือร้อยละ 30 ในเดือนมิถุนายนคือร้อยละ 76.32 ในเดือนสิงหาคมคือร้อยละ 47.62 ในเดือนกันยายนคือร้อยละ 51.52 และในเดือนตุลาคมคือร้อยละ 55.56 (ดังรูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.4 ประสิทธิภาพของตัวแบบ (ในแง่จำนวนเที่ยวรถ) จำแนกตามเดือน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงบทนำ ปริทัศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงกล่าวถึงวิธีดำเนินงานวิจัย ผลการวิจัย และการอภิปรายผล ส่วนในบทนี้ขอกล่าวสรุปโดยมีหัวข้อสรุปผลงานวิจัย ข้อจำกัดงานวิจัย การประยุกต์ผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งไม้สับ โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากสภาวการณ์จริงของรถบรรทุกที่รับขนส่งไม้สับในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก มาทำการวิเคราะห์ ออกแบบตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก และทดสอบเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากข้อมูลของตัวแบบ ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ 1) แผนภาพการใช้งาน (Use-Case Diagram) 2) กรอบการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 3) ตัวแบบการจัดตารางการเดินรถบรรทุกที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 4) แผนผังการทำงาน (Flow Chart) ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุก และ 5) แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (E-R Diagram) โดยส่วนที่สำคัญที่สุดคือตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก ซึ่งตัวแบบนี้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางแสดงสถานการณ์ปริมาณความต้องการรถบรรทุกของสถานีต้นทาง หรือลานไม้สับต่าง ๆ และสถานการณ์ที่สถานีปลายทาง เพื่อให้บริษัทผู้รับเหมาขนส่งทั้งหลายได้รับทราบ และใช้ในการบริหารจัดการรถบรรทุกของตนเองให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถลดระยะเวลาในการขนส่งโดยรวม อันได้แก่ ระยะเวลาในการรอขึ้น ณ สถานีต้นทาง ระยะเวลาในการรอลงสินค้า ณ สถานีปลายทาง และระยะเวลาในการเดินรถระหว่างสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง ซึ่งระยะเวลาในการขนส่งโดยรวมที่สูงนั้นส่งผลให้รอบวิ่งในการเข้ารับสินค้าใหม่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

การลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การลดระยะเวลาในการรอขึ้นสินค้า 2) การลดระยะเวลาในการรอลงสินค้า และ 3) การลดระยะเวลาในการเดินทาง การออกแบบระบบการขนส่งไม้สับใช้หลักการของวงจรการพัฒนาระบบ (Systems Development Life Cycle –SDLC)

ในการสร้างความเข้าใจระหว่างผู้ใช้งานระบบกับนักวิเคราะห์ระบบ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหาและวัตถุประสงค์ การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ การออกแบบระบบ และการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบของระบบ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบของงานวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 5 เดือน จากสถานีต้นทางจำนวน 3 สถานีในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด อำเภอเบญจลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ และอำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ และสถานีปลายทางในเขตพื้นที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 แห่ง คือท่าเรือศรีราชา H และศรีราชา S ซึ่งข้อมูลรถบรรทุกที่นำมาใช้ในการทดสอบมีทั้งหมด 168 เที่ยว โดยถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาระยะเวลาในการปฏิบัติงานของแต่ละสถานีและสร้างตารางจำลองระยะเวลารอคอยแต่ละสถานีในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน จากนั้นถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก

อย่างไรก็ตามการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก แบ่งการประเมินเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การประเมินตารางจำลองระยะเวลาการรอคอยของแต่ละสถานีการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุก 1 คัน และการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุกทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

โดยการประเมินตารางจำลองระยะเวลารอคอยของงานวิจัยนี้ใช้ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตร (Symmetric Mean Absolute Percentage Error = *SMAPE*) ในการทดสอบความถูกต้อง ซึ่งค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรเป็นร้อยละของผลรวมของค่าสัมบูรณ์ความต่างระหว่างข้อมูลจริงกับข้อมูลทดสอบที่มีการถ่วงน้ำหนักด้วยผลรวมของข้อมูลจริงกับข้อมูลทดสอบ โดยผลการทดสอบระยะเวลารอคอยในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละสถานีพบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตรสูงที่สุดคือ สถานีท่าตูม อยู่ที่ 29.08 ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ สถานีศรีราชา H อยู่ที่ 18.84 และโดยเฉลี่ยของทุกสถานีอยู่ที่ 25.07 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และถือว่าตารางจำลองระยะเวลารอคอยนี้มีความถูกต้องในระดับดี สามารถนำไปใช้ในตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกได้ต่อไป

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกด้วยการทดสอบจากข้อมูลจริงของรถบรรทุกที่ขนส่งไม้สับ เปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาการขนส่งของเส้นทางที่เกิดขึ้นจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่เกิดจากการเลือกเส้นทางของรถบรรทุกจากตัวแบบที่พัฒนาขึ้น ได้ทำการประเมิน 2 ด้าน คือ การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่ง และการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่จำนวนเที่ยวรถ ซึ่งการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่ง พบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่งโดยเฉลี่ย 5 เดือนคือ ร้อยละ 11.14 ซึ่งต่ำกว่าสมมติฐานของงานวิจัยนี้ แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณา

ถึงร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่จำนวนเที่ยวรถพบว่ามีร้อยละประสิทธิภาพที่สูงถึง 54.44 โดยในเดือนพฤษภาคมประสิทธิภาพของจำนวนเที่ยวรถที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับคือร้อยละ 30 ในเดือนมิถุนายนคือร้อยละ 76.32 ในเดือนสิงหาคมคือร้อยละ 47.62 ในเดือนกันยายนคือร้อยละ 51.52 และในเดือนตุลาคมคือร้อยละ 55.56

5.2 ข้อจำกัดงานวิจัย

ผลที่ได้จากตัวแบบของงานวิจัยอาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมจริงที่แต่ละสถานีนั้นไม่สามารถทราบได้ นอกจากนี้ในบางสถานีไม่มีการบันทึกระยะเวลาที่รถบรรทุกเข้าถึง อีกทั้งตัวแบบของงานวิจัยนี้ไม่ได้คำนึงถึงสภาพเส้นทางเมื่อเกิดฝนตก ช่วงเวลาเร่งด่วน หรือช่วงเวลาที่กฎหมายไม่อนุญาตให้รถบรรทุกวิ่ง

5.3 การประยุกต์ผลงานวิจัย

ตัวแบบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกที่ได้ออกแบบในงานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นระบบที่สมบูรณ์แบบ และไปช่วยในการพัฒนาการวางแผนจัดการเชิงควบคุมและเชิงปฏิบัติการรถบรรทุกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถขยายผลและนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมเกษตรอื่น ๆ ซึ่งช่วยเพิ่มศักยภาพการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ประกอบการ และช่วยเพิ่มศักยภาพในการตอบสนองกับความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มการแข่งขันทางธุรกิจ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงสำหรับการค้นคว้าและวิจัยต่อไป

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งไม้สับยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายด้านที่ยังไม่ได้คำนึงถึง เช่น สภาพท้องถนน ช่วงเวลาเร่งด่วน และการประหยัดพลังงานในการเดินทางขนส่งสินค้า ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์และประมวลผลเพิ่มเติม เพื่อให้ตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

กฤษฎ์ ฉันทจิรพร. (2555). **8 องค์ประกอบของการขนส่ง แบบ Green Transport**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.tradelogistics.go.th/download/file/a0f1d46e.pdf วันที่ 21 กรกฎาคม 2555

กลุ่มวิชาการขนส่ง สำนักงานขนส่งกรุงเทพมหานครพื้นที่ 1. (2554). **ลักษณะรถบรรทุก**. [ออนไลน์]. ได้จาก: ttp://skp1.dlt.go.th/2010/index.php?option=com_content&view=article&id=73:2010-10-17-02-31-33&catid=42:2010-10-17-02-30-48&Itemid=71 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2555

กลุ่มสถิติการขนส่ง. (2554). **รายงานสถิติการขนส่ง ประจำไตรมาสที่ 2 ปีงบประมาณ 2554**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://apps.dlt.go.th/statistics_web/quarter/stat_q2_54.pdf วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2555

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. (2546). **คัมภีร์ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ**. นนทบุรี: บริษัท เอ-บุ๊ค ดิสทริบิวชั่น จำกัด.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2554). **คู่มือพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการขนส่งด้วยรถบรรทุก**. กรุงเทพมหานคร: กรมการขนส่งทางบก.

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2551). **การจัดการขนส่ง**. นนทบุรี: บริษัท วิชั่นพรีเพรส จำกัด.

จารุณี ฐิติรังสรรค์ และมาริสา แก้วสุวรรณ. (2554). **ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อกำหนดเส้นทางที่ เหมาะสมในการขนส่งน้ำมัน: กรณีศึกษาบริษัท บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)**. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2554.

จำเนียร บุญมาก. (2555). **การออกแบบช่องทางการตลาด: การวิเคราะห์ระดับการบริการที่ลูกค้าต้องการ**. [ออนไลน์]. ได้จาก http://coursewares. mju.ac.th:81/elearning47/BA330/TP Chap7-128.htm วันที่ 16 สิงหาคม 2555

ไชย ณ พล. (2543). **ศาสตร์แห่งการตัดสินใจ**. กรุงเทพมหานคร: เคล็ดไทย.

ทวีศักดิ์ นาคม่วง.(2555). **ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ**.[ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.sirikitdam.egat.com/WEB_MIS/107/index.html วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2555

ธนสรรค์ แขวงโสภา. (2532). **การจัดการธุรกิจขนส่ง**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ธนิต โสรัตน์. (2554). **การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทย ปี 2553/2554**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.tanitsorat.com/view.php?id=439 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2555

ธวัชชัย มงคลสกุลฤทธิ์. (2550). **จงเป็นเจ้างั่งที่ชาญฉลาด Smart Decision.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท ไอ เอ็ม บุ๊คส์ จำกัด.

นภดล ร่มโพธิ์. (2555). การจัดการแถวการรอคอย. **วารสารบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**. ปีที่ 35 เล่มที่ 133 ฉบับเดือนมกราคม 2555 – เดือนมีนาคม 2555. หน้า 3-5.

บริษัท สยามทรีดีเวลลอปเม้นต์ จำกัด. (2555). **ประวัติ**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.siamtree.com/ History.html วันที่ 17 กรกฎาคม 2555

ปารเมศ ชุติมา. (2546). **"เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน"**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรสถิตย์ ยงยืน. (2555). **การปลูกไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/yuka.php

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2544). **เอกสารการสอนชุดวิชา การจัดการงานขนส่งสินค้า**. (หน้า 387-388). นนทบุรี: ศูนย์หนังสือ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มัลลิกา บุนนาค. (2548). **สถิติเพื่อการวิจัยและตัดสินใจ**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริรักษ์ แย้มสุวรรณ. (2551). **การจัดการระบบคิวลูกค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ และลดระยะเวลาการรอคอย กรณีศึกษา ธนาคาร ยูโอบี จำกัด (มหาชน) สาขา A**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ศูนย์การลดต้นทุน. (2555). **โลจิสติกส์แก้ปัญหาวิกฤตน้ำมันได้อย่างไร....?** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.thaicostreduction.com/index.php?option=com_content&view=article&id=171:2011-01-04-16-05-08&catid=60:distribution-and-transportation-management&Itemid=53 วันที่ 14 มิถุนายน 2555

สำนักงานการค้าบริการและการลงทุน. (2554). **ทิศทางเศรษฐกิจและโลจิสติกส์ไทยในปี 2554**. [ออนไลน์].ได้จาก: http://www.thaifta.com/thaifta/NewsFTA/tabid/67/ctl/ Details/mid/427/ ItemID/6619/Default.aspx วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2555

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2550). **แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทย พ.ศ. 2550-2554**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2554). **สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2554 และแนวโน้มปี 2555**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/industry_overview/Annual2011.pdf วันที่ 17 กรกฎาคม 2555

เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล. (2550). **การขนส่งสินค้าเกษตร**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อังคนา สุวรรณกูฏ. (2555). **ยูคาลิปตัส-ไม้คาใจ. กรมวิชาการเกษตร : จดหมายข่าวผลิใบ ก้าวใหม่การวิจัยและพัฒนาการเกษตร**.[ออนไลน์]. ได้จาก: http://it.doa. go.th/pibai/pibai/n11/v_11-mar/ceaksong.html วันที่ 26 มิถุนายน 2555

Acuna, M., Mirowski, L., Ghaffariyan, R. M., and Brown, M. (2012). Optimising transport efficiency and costs in Australian wood chipping operations. **Biomass and Bioenergy** 46: 291-300.

Angus-Hankin, C., Stokes, B., and Twaddle, A. (1995). "The Transportation of Fuel Wood from Forest to Facility. **Biomass and Bioenergy** 9(1-5): 191-203.

Cooke, S. and Slack, N. (1991). **Making Management Decisions**, 2nd Edition. Hemel Hempstead: Prentice Hall International.

Derigs, U., Pullmann, M., and Vogel, U. (2012). Truck and Trailer Routing – Problems, Heuristics and Computational Experience. **Computers & Operations Research** 40: 536-546.

El-Sherbeny, A. N. (2010). Vehicle Routing with Time Windows: An Overview of Exact, Heuristic and Metaheuristic Methods. **Journal of King Saud University (Science)** 22: 123-131.

Eriksson, O. L. and Bjorheden, R. (1989). Optimal Storing, Transport and Processing for a Forest-Fuel Supplier. **European Journal of Operational Research** 43: 26-33.

Gerdessen, C. J. (1996). Vehicle Routing Problem with Trailers. **European Journal of Operational Research** 93:135-147.

Goulias, G. K. (2003). "**Transportation Systems Planning: Methods and Application**". Boca Raton - CRC Press.

Gunnarsson, H., Ronnqvist, M., and Lundgren T. J. (2004). "Supply Chain Modeling of Forest Fuel". **European Journal of Operational Research** 158 (1): 103-123.

Gunnarsson, H. (2007). **Supply Chain Optimization in the Forest Industry**. Linkopings University Institute of Technology: Division of Optimization.

Han, S. and Murphy, E. G. (2012). Solving a Woody Biomass Truck Scheduling Problem for a Transport Company in Western Oregon, USA. **Biomass and Bioenergy** 44: 47-55.

Jayaraman, V. and Ross, A. (2003). A Simulated Annealing Methodology to Distribution Network Design and Management. **European Journal of Operational Research** 144: 629-645.

Kerzner, H. (2009). "**Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling**". Network Scheduling Techniques. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Koutsoukis, N., Dominquez-Ballesteros, B., Lucas, A. C., and Mitra, G. (2000). A Prototype Decision Support System for Strategic Planning under Uncertainty. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management** 30: 640-660.

Kulash, J. D. (1999). "**Transportation Planning Handbook**". 2nd Ed Transportation and Society. Institute of Transportation Engineers. pp 4-24.

Lin, W., Yu, F. V., and Chou, Y. (2009). "Solving the Truck and Trailer Routing Problem based on a Simulated Annealing Heuristic". **Computers & Operations Research** 36: 1683-1692.

Lumsden, K. (2004). **Truck Masses and Dimensions – Impact on Transport Efficiency**. 8th ACEA SAG Workshop. Sweden: Chalmers University of Technology.

Moller, B. and Nielsen, P. S. (2007). Analysing Transport Costs of Danish Forest Wood Chip Resources by Means of Continuous Cost Surfaces**. Biomass and Bioenergy** 31: 291-298.

Palmer, D. (2006). "**Maintenance Planning and Scheduling Handbook**" 2nd Ed. New York: McGraw-Hill.

Pinedo, L. M. (2009). "**Planning and Scheduling in Manufacturing and Services**". Planning, Scheduling, and Timetabling in Transportation. New York - Springer.

Pinedo, M. and Chao, X. (1999). "**Operations Scheduling with Applications in Manufacturing and Services**". Boston, Mass.: Irwin/McGraw-Hill.

Pureza, V., Morabito, R., and Reimann, M. (2012). Vehicle Routing with Multiple Deliverymen: Modeling and Heuristic Approaches for the VRPTW. **European Journal of Operational Research** 218: 636-647.

Ranta, T. and Rinne, S. (2006). The Profitability of Transporting Uncomminuted Raw Materials in Finland. **Biomass and Bioenergy** 30: 231-237.

Rummer, B. (2008). Assessing the Cost of Fuel Reduction Treatments: A Critical Review. **Forest Policy and Economics** 10: 355-362.

Sahoo, S. (2012). **Truck Allocation Model Using Linear Programming and Queueing Theory.** India: National Institute of Technology, Rourkela.

Silberschatz, A., Korth, F. H., and Sudarshan, S. (2006). **Database System Concepts**. 5th Edition. New York: McGrawHill.

Silverman, S. B., Nickerson, A. J., and Freeman, J. (1997). Profitability, Transactional Alignment, and Organizational Mortality in the U.S. Trucking Industry. **Strategic Management Journal** 18 (Sumer Special Issue): 31-52.

Spinelli, R., Ward, M. S., and Owende, M. (2009). A Harvest and Transport Cost Model for Eucalyptus spp. Fast-Growing Short Rotation Plantations. **Biomass and Bioenergy** 33: 1265-1270.

Spinelli, R. and Hartsough, B. (2001). A Survey of Italian Chipping Operations. **Biomass and Bioenergy** 21: 433-444.

Spinellia, R. and Visser, J. M. R. (2009). Analyzing and Estimating Delays in Wood Chipping Operations. **Biomass and Bioenergy** 33: 429-433.

Sun, M., Aronson, E. J., Mckeown, G. P., and Drinka, D. (1998). "A Tabu Search Heuristic Procedure for the Fixed Charge Transportation Problem". **European Journal of Operational Research** 106: 441-456.

Ta, H. C., Ingolfsson, A., and Doucette, J. (2010). Haul Truck Allocation via Queueing Theory. **European Journal of Operational Research**, pp 1-20.

Thangiah, R. S., Potvin, J., and Sun, T. (1996). Heuristic Approaches to Vehicle Routing with Backhauls and Time Windows. **Computers & Operations Research** 23(11): 1043-1057.

The Institute for Working Futures. (2555). **DSS In Supply Chain Management**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.marcbowles.com/courses/adv_dip/module4/module2/m2five3.htm วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2555

Walters, S. A., Broady, J. E., and Hartley, R. J. (1994) A Review of Information Systems Development Methodologies**. Library Management** 15: 5-19.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก
ตารางฐานข้อมูลระยะเวลารอคอย

ตารางฐานข้อมูลระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันของสถานีทั้งเกษตรวิสัย เบญจลักษณ์ ท่าตูม ศรีราชา H และศรีราชา S เกิดจากการคำนวณหาค่ามัธยฐานของระยะเวลารอคอยจริงที่เกิดขึ้น แต่ระยะเวลาเหล่านั้นไม่ครบถ้วน ณ สถานีต่าง ๆ ตามแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันในแต่ละวัน อย่างไรก็ตามค่ามัธยฐานที่ได้ในส่วนนี้ไม่ใช่หน่วยเป็นชั่วโมง ดังนั้นเวลานำไปใช้เป็นข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์จึงจำเป็นจะต้องแปลงตัวเลขเหล่านี้ให้อยู่ในรูปของเวลาซึ่งมีหน่วยเป็นชั่วโมงก่อน

ตารางที่ ก.1 ถึงตารางที่ ก.5 แสดงระยะเวลารอคอยที่สถานีต่าง ๆ ได้แก่ เกษตรวิสัย เบญจลักษณ์ ท่าตูม ศรีราชา H และศรีราชา S ตามลำดับ

ตารางที่ ก.1 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันของสถานีเกษตรวิสัย

Date/Time	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1:00	4.33	**3.00**	**3.00**	**13.50**	**7.00**	**4.00**	**35.50**
2:00	**4.00**	**3.00**	**3.50**	8.25	5.00	**8.00**	**18.00**
3:00	3.50	**4.00**	2.75	**3.00**	**3.00**	**2.50**	16.85
4:00	**3.00**	**3.00**	**2.00**	2.50	2.50	**19.00**	15.69
5:00	3.55	**13.00**	1.75	2.00	**2.00**	**1.00**	14.54
6:00	4.09	11.33	1.50	1.50	7.33	**17.00**	13.38
7:00	4.64	9.67	1.25	**1.00**	12.66	**12.00**	12.23
8:00	5.18	8.00	**1.00**	**17.00**	**18.00**	6.50	11.08
9:00	5.73	6.33	**1.00**	10.00	16.13	**1.00**	9.92
10:00	6.27	4.67	6.00	**3.00**	14.25	1.36	8.77
11:00	6.82	**3.00**	**11.00**	3.00	12.38	1.72	7.62
12:00	7.36	3.00	9.50	**3.00**	10.50	2.08	6.46
13:00	7.91	3.00	8.00	2.33	8.63	2.44	5.31
14:00	8.45	3.00	6.50	1.66	6.75	2.80	4.15
15:00	**9.00**	3.00	**5.00**	**1.00**	4.88	3.16	**3.00**
16:00	**2.00**	3.00	**1.00**	2.00	**3.00**	**3.50**	**5.50**
17:00	4.50	**3.00**	**2.00**	3.00	**6.00**	**4.50**	**4.00**
18:00	**7.00**	4.50	**7.00**	**4.00**	6.67	**4.00**	**6.50**
19:00	6.50	**6.00**	**3.50**	**6.00**	7.34	**1.00**	**9.00**
20:00	**6.00**	**6.00**	**7.00**	**5.00**	**8.00**	2.75	**3.50**
21:00	6.75	**4.00**	**5.00**	6.00	**4.00**	**4.50**	13.75
22:00	**7.50**	5.50	**4.00**	**7.00**	4.25	11.75	**24.00**
23:00	**2.00**	**7.00**	**7.00**	**9.00**	**4.50**	**19.00**	**5.00**
0:00	2.50	**7.00**	**3.00**	**3.50**	4.25	27.25	4.67

ตารางที่ ก.2 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันของสถานีเบญจลักษณ์

Date/Time	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1:00	3.25	**7**	3.03	**4**	**6**	3.25	2.25
2:00	**3**	6.40	3.13	4	5.50	3.00	2.33
3:00	3.17	5.80	3.22	**4**	5.00	2.75	2.42
4:00	3.35	5.20	3.31	3.82	4.50	2.50	2.50
5:00	3.52	4.60	3.41	3.64	4.00	2.25	2.58
6:00	3.70	4.00	3.50	3.45	3.50	2.00	2.67
7:00	3.87	3.40	3.59	3.27	3.00	1.75	2.75
8:00	4.04	2.80	3.69	3.09	2.50	1.50	2.83
9:00	4.22	2.20	3.78	2.91	**2**	1.25	2.92
10:00	4.39	1.60	3.88	2.73	**2**	**1**	3.00
11:00	4.57	**1**	3.97	2.55	2.5	1.08	3.08
12:00	4.74	1.33	4.06	2.36	**3**	1.17	3.17
13:00	4.91	1.67	4.16	2.18	3.10	1.25	3.25
14:00	5.09	**2**	4.25	**2**	3.20	1.33	3.33
15:00	5.26	2.09	4.34	2.13	3.30	1.42	3.42
16:00	5.43	2.19	4.44	2.25	3.40	1.50	3.50
17:00	5.61	2.28	4.53	2.38	3.50	1.58	3.58
18:00	5.78	2.38	4.63	2.50	3.60	1.67	3.67
19:00	5.96	2.47	4.72	2.63	3.70	1.75	3.75
20:00	6.13	2.56	4.81	2.75	3.80	1.83	3.83
21:00	6.30	2.66	4.91	2.88	3.90	1.92	3.92
22:00	6.48	2.75	**5**	**3**	**4**	2.00	**4**
23:00	6.65	2.84	4.67	4	3.75	2.08	3.75
0:00	6.83	2.94	4.33	5	3.50	2.17	3.50

ตารางที่ ก.3 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันของสถานีท่าตูม

Date/Time	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1:00	2.83	2.30	2.53	3.37	3.45	2.62	3.91
2:00	2.80	2.28	2.47	3.42	3.41	2.57	4.09
3:00	2.78	2.26	2.41	3.47	3.36	2.52	4.26
4:00	2.76	2.24	2.35	3.53	3.32	2.48	4.43
5:00	2.74	2.22	2.29	3.58	3.27	2.43	4.61
6:00	2.72	2.20	2.24	3.63	3.23	2.38	4.78
7:00	2.70	2.17	2.18	3.68	3.18	2.33	4.96
8:00	2.67	2.15	2.12	3.74	3.14	2.29	5.13
9:00	2.65	2.13	2.06	3.79	3.09	2.24	5.30
10:00	2.63	2.11	**2.00**	3.84	3.05	2.19	5.48
11:00	2.61	2.09	2.50	3.89	**3.00**	2.14	5.65
12:00	2.59	2.07	3.00	3.95	**2.00**	2.10	5.83
13:00	2.57	2.04	3.50	**4.00**	2.20	2.05	**6.00**
14:00	2.54	**2.00**	4.00	3.95	2.40	**2.00**	5.00
15:00	2.52	2.33	**4.50**	3.91	2.60	2.17	4.00
16:00	2.50	2.67	4.00	3.86	2.80	2.35	**3.00**
17:00	2.48	**3.00**	3.50	3.82	**3.00**	2.52	2.98
18:00	2.46	2.94	**3.00**	3.77	2.95	2.70	2.96
19:00	2.43	2.88	3.05	3.73	2.90	2.87	2.93
20:00	2.41	2.82	3.11	3.68	2.86	3.04	2.91
21:00	2.39	2.76	3.16	3.64	2.81	3.22	2.89
22:00	2.37	2.71	3.21	3.59	2.76	3.39	2.87
23:00	2.35	2.65	3.26	3.55	2.71	3.57	2.85
0:00	2.33	2.59	3.32	3.50	2.67	3.74	2.83

ตารางที่ ก.4 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันของสถานีศรีราชา H

Date/Time	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1:00	4.45	**3**	1.75	**1**	**2**	1	**1**
2:00	**4.5**	**2**	1.50	**1**	2	**1**	2.50
3:00	4.00	4.50	1.25	1	**2**	1	**4**
4:00	3.50	7.00	**1**	**1**	2	**1**	2.50
5:00	3.00	9.50	1.00	1	2	**2**	**1**
6:00	2.50	**12**	1.00	1	2	2	1.27
7:00	2.00	10.20	1.00	**1**	2	**2**	1.55
8:00	1.50	8.40	1.00	**2**	**2**	**1.5**	1.82
9:00	**1**	6.60	**1**	**1**	1.5	1.83	2.09
10:00	**1**	4.80	**7.5**	**1**	**1**	2.17	2.36
11:00	1.75	**3**	**1.5**	1.25	**2**	2.50	2.64
12:00	2.50	2.33	1.67	1.50	1.5	2.83	2.91
13:00	3.25	1.67	1.83	1.75	**1**	3.17	3.18
14:00	**4**	**1**	**2**	**2**	**2**	**3.5**	3.45
15:00	3.91	2.00	3	**2.5**	**2**	3.33	3.73
16:00	3.82	**3**	**4**	2.44	**1**	3.17	**4**
17:00	3.73	2.88	2.50	2.39	1	3.00	4.05
18:00	3.64	2.75	**1**	2.33	1	2.83	4.10
19:00	3.55	2.63	1	2.28	1	2.67	4.15
20:00	3.45	2.50	1	2.22	1	2.50	4.20
21:00	3.36	2.38	**1**	2.17	1	2.33	4.25
22:00	3.27	2.25	**1.5**	2.11	1	2.17	4.30
23:00	3.18	2.13	1.33	2.06	1	**2**	4.35
0:00	3.09	**2**	1.17	**2**	1	**1**	4.40

ตารางที่ ก.5 ระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันของสถานีศรีราชา S

Date/Time	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1:00	3.50	3.25	**1.00**	4.72	**1.00**	**1.50**	1.57
2:00	**4.00**	3.50	1.60	4.33	1.18	**1.00**	1.64
3:00	3.33	3.75	2.20	3.94	1.36	1.31	1.71
4:00	2.67	4.00	2.80	3.56	1.55	1.63	1.79
5:00	**2.00**	4.25	3.40	3.17	1.73	1.94	1.86
6:00	2.50	**4.50**	**4.00**	2.78	1.91	2.25	1.93
7:00	3.00	**2.00**	3.00	2.39	2.09	2.56	**2.00**
8:00	3.50	2.00	**2.00**	**2.00**	2.27	2.88	**8.00**
9:00	4.00	2.00	2.08	1.50	2.45	3.19	6.60
10:00	4.50	2.00	2.17	1.00	2.64	**3.50**	5.20
11:00	**5.00**	2.00	2.25	1.00	2.82	2.25	3.80
12:00	4.00	2.00	2.33	1.00	**3.00**	**1.00**	2.40
13:00	3.00	2.00	2.42	1.00	**2.00**	**5.00**	**1.00**
14:00	2.00	**2.00**	**2.50**	**1.00**	2.00	**3.00**	3.33
15:00	**1.00**	**2.00**	2.38	**3.00**	**2.00**	2.00	5.67
16:00	1.00	**2.00**	2.25	3.00	2.00	**1.00**	**8.00**
17:00	**1.00**	1.50	2.13	**3.00**	**2.00**	1.13	6.80
18:00	1.33	**1.00**	**2.00**	2.67	**1.00**	1.25	5.60
19:00	1.67	**2.00**	**5.00**	2.33	**3.00**	1.38	4.40
20:00	**2.00**	2.00	**7.00**	**2.00**	2.75	**1.50**	3.20
21:00	**1.50**	**2.00**	5.00	1.50	2.50	**2.00**	**2.00**
22:00	2.00	2.33	**3.00**	**1.00**	2.25	2.00	**2.33**
23:00	2.50	2.67	**5.50**	**1.50**	2.00	**1.75**	**2.67**
0:00	**3.00**	**3.00**	5.11	1.25	1.75	1.50	3.00

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่ง จากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุกทั้งหมด 168 เที่ยว จากระยะเวลา 5 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2555 ซึ่งสามารถจำแนกตามเดือนได้ตามตารางที่ ข.1-ข.5 โดยเป็นการเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบแนะนำโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือน

ตารางที่ ข.1 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบแนะนำโดยเฉลี่ยในเดือนพฤษภาคม 2555

เที่ยวรถ	ถึงสถานี	ทะเบียนรถ	ระยะเวลาขนส่ง (จริง)	ระยะเวลาขนส่ง (ตัวแบบ)	ระยะเวลาที่ลดลง (นาที)	ร้อยละประสิทธิภาพต่อเที่ยว
1	5/6/12 23:20	84-aaaa	38:21:00	39:04:00	-	-
2	5/9/12 15:36	70-bbbb	29:23:00	31:37:00	-	-
3	5/9/12 7:37	70-cccc	26:10:00	27:02:00	-	-
4	5/9/12 18:33	70-dddd	20:45:00	24:36:00	-	-
5	5/9/12 8:43	70-eeee	24:51:00	25:53:00	-	-
6	5/11/12 22:53	70-ffff	14:28:00	18:42:00	-	-
7	5/11/12 21:10	70-gggg	24:55:00	27:52:00	-	-
8	5/12/12 8:32	70-hhhh	14:38:00	17:07:00	-	-
9	5/14/12 22:41	84-iiiii	46:22:00	45:44:00	38	1.37
10	5/19/12 19:11	70-jjjj	55:45:00	56:46:00	-	-
11	5/21/12 16:04	70-kkkk	25:51:00	26:00:00	-	-
12	5/10/12 18:40	70-llll	356:39:00	359:22:00	-	-
13	5/25/12 19:37	84-mmmm	27:29:00	24:45:00	164	9.95
14	5/26/12 15:32	84-nnnn	35:50:00	35:22:00	28	1.30
15	5/31/12 9:56	70-oooo	19:09:00	19:55:00	-	-
16	5/27/12 19:46	70-pppp	41:54:00	41:54:00	-	-
17	5/31/12 12:19	84-qqqq	31:08:00	29:25:00	103	5.51
18	5/28/12 21:58	70-rrrr	43:06:00	36:10:00	416	16.09
19	5/27/12 17:09	70-ssss	64:29:00	64:31:00	-	-
20	5/30/12 1:22	84-tttt	25:38:00	20:28:00	310	20.16
ค่าเฉลี่ย			48:20:33	48:36:45	176.50	9.06

ค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่ง ในเดือนพฤษภาคม เท่ากับร้อยละ 9.06 โดยเดือนพฤษภาคมมีจำนวนรถบรรทุกที่ระยะเวลาการขนส่งลดลง 6 เที่ยวจาก 20 เที่ยว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 30 ของประสิทธิภาพของจำนวนเที่ยวรถที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

ตารางที่ ข.2 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบแนะนำ โดยเฉลี่ยในเดือนมิถุนายน 2555

เที่ยวรถ	ถึงสถานี	ทะเบียนรถ	ระยะเวลาขนส่ง (จริง)	ระยะเวลาขนส่ง (ตัวแบบ)	ระยะเวลาที่ลดลง (นาที)	ร้อยละประสิทธิภาพต่อเที่ยว
1	6/1/12 16:51	70-xxxx	103:37:00	99:54:00	223	3.59
2	6/1/12 19:30	70-yyyy	36:03:00	14:49:00	1274	58.90
3	6/1/12 21:16	70-zzzz	34:20:00	29:25:00	295	14.32
4	6/2/12 6:36	84-aaaa	46:16:00	36:24:00	592	21.33
5	6/2/12 20:32	70-bbbb	93:10:00	67:17:00	113	2.02
6	6/3/12 23:02	70-cccc	44:49:00	40:31:00	258	9.59
7	6/4/12 2:29	70-dddd	65:42:00	63:42:00	120	3.04
8	6/5/12 0:40	70-eeee	215:58:00	216:00:00	-	-
9	6/5/12 2:49	70-ffff	30:59:00	30:52:00	7	0.38
10	6/5/12 23:10	70-gggg	70:32:00	63:12:00	440	10.40
11	6/6/12 23:28	70-hhhh	87:35:00	84:35:00	180	3.43
12	6/8/12 0:44	70-iiii	41:19:00	37:00:00	259	10.45
13	6/9/12 6:02	70-jjjj	70:12:00	56:08:00	844	20.04
14	6/11/12 17:38	84-kkkk	98:51:00	92:54:00	357	6.02
15	6/13/12 10:51	70-llll	31:01:00	24:23:00	398	21.39
16	6/14/12 6:48	70-mmmm	36:45:00	37:28:00	-	-
17	6/16/12 5:26	84-nnnn	19:12:00	22:27:00	-	-
18	6/16/12 5:36	84-oooo	49:14:00	52:08:00	-	-
19	6/16/12 22:31	70-pppp	47:05:00	33:49:00	796	28.18
20	6/17/12 16:27	70-qqqq	42:01:00	39:17:00	164	6.51
21	6/17/12 16:33	70-rrrr	42:24:00	35:28:00	416	16.35
22	6/18/12 21:59	70-ssss	59:11:00	49:10:00	601	16.92
23	6/19/12 18:36	70-tttt	49:36:00	46:50:00	166	5.58
24	6/19/12 1:31	84-uuuu	46:33:00	43:44:00	169	6.05
25	6/20/12 18:46	70-vvvv	30:53:00	28:55:00	118	4.19
26	6/20/12 22:57	84-wwww	39:41:00	36:38:00	183	7.69
27	6/24/12 14:34	70-xabc	39:16:00	37:42:00	94	3.99
28	6/24/12 16:48	70-ydef	48:48:00	40:37:00	491	16.77
29	6/1/12 11:38	70-zghi	29:53:00	29:57:00	-	-
30	6/7/12 13:53	84-ajkl	37:19:00	37:06:00	13	0.58
31	6/8/12 10:01	70-mnop	61:59:00	60:32:00	87	2.34
32	6/8/12 9:25	70-qrst	32:15:00	32:10:00	5	0.14
33	6/9/12 9:36	70-uvws	37:04:00	34:59:00	125	3.41
34	6/12/12 11:25	70-tvxy	47:26:00	49:38:00	-	-
35	6/12/12 11:01	70-zabc	47:52:00	49:45:00	-	-
36	6/12/12 14:16	70-defg	29:32:00	31:18:00	-	-
37	6/26/12 11:06	70-hijk	34:44:00	26:24:00	500	23.99
ค่าเฉลี่ย			53:29:23	49:00:13	320.28	11.30

ค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่งในเดือนมิถุนายน เท่ากับร้อยละ11.30 โดยเดือนมิถุนายนมีจำนวนรถบรรทุกที่ระยะเวลาการขนส่งลดลง 29 เที่ยวจาก 37 เที่ยว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.32 ของประสิทธิภาพของจำนวนเที่ยวรถที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

ตารางที่ ข.3 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบแนะนำ โดยเฉลี่ยในเดือนสิงหาคม 2555

เที่ยวรถ	ถึงสถานี	ทะเบียนรถ	ระยะเวลาขนส่ง (จริง)	ระยะเวลาขนส่ง (ตัวแบบ)	ระยะเวลาที่ลดลง (นาที)	ร้อยละประสิทธิภาพต่อเที่ยว
1	8/5/12 18:28	70-zghi	33:32:00	37:36:00	-	-
2	8/6/12 19:45	84-ajkl	29:34:00	25:59:00	215	12.12
3	8/8/12 17:21	70-mnop	28:28:00	30:22:00	-	-
4	8/9/12 15:21	70-qrst	26:35:00	28:46:00	-	-
5	8/12/12 22:29	70-uvws	73:55:00	53:32:00	1223	68.13
6	8/13/12 23:05	70-tvxy	91:15:00	90:34:00	41	2.34
7	8/15/12 23:07	70-zabc	26:58:00	24:55:00	123	6.84
8	8/18/12 16:36	70-defg	31:30:00	33:46:00	-	-
9	8/19/12 20:04	70-hijk	43:06:00	42:19:00	47	2.69
10	8/21/12 11:26	70-mmmm	28:05:00	28:36:00	-	-
11	8/21/12 18:32	84-nnnn	21:13:00	23:56:00	-	-
12	8/24/12 17:13	84-oooo	25:55:00	24:09:00	106	5.91
13	8/24/12 17:06	70-pppp	38:05:00	36:29:00	96	5.50
14	8/24/12 23:13	70-qqqq	25:47:00	24:19:00	88	4.92
15	8/25/12 5:56	70-rrrr	36:45:00	24:35:00	730	40.90
16	8/25/12 20:44	70-ssss	24:52:00	24:44:00	8	0.45
17	8/26/12 2:08	70-tttt	41:14:00	28:47:00	747	42.59
18	8/26/12 19:23	84-uuuu	24:53:00	23:44:00	69	3.85
19	8/27/12 4:06	70-vvvv	28:55:00	29:41:00	-	-
20	8/27/12 18:19	84-wwww	23:02:00	21:04:00	118	6.77
21	8/28/12 0:14	70-xabc	20:20:00	18:25:00	115	6.53
22	8/28/12 19:33	70-ydef	28:30:00	26:57:00	93	5.25
23	8/29/12 0:40	70-xxxx	88:40:00	88:09:00	31	1.74
24	8/31/12 16:20	70-yyyy	64:44:00	62:37:00	127	7.12
25	8/9/12 22:25	70-zzzz	280:59:00	283:18:00	-	-
26	8/16/12 0:51	84-aaaa	40:16:00	37:04:00	192	10.93
27	8/27/12 1:34	70-bbbb	20:35:00	22:22:00	-	-
28	8/28/12 0:59	70-cccc	17:35:00	18:01:00	-	-
29	8/5/12 16:04	70-dddd	174:01:00	177:14:00	-	-
30	8/5/12 16:05	70-eeee	96:41:00	98:33:00	-	-
31	8/7/12 13:42	70-ffff	23:23:00	24:01:00	-	-
32	8/7/12 16:56	70-gggg	46:59:00	48:15:00	-	-
33	8/8/12 10:18	70-hhhh	18:55:00	22:57:00	-	-
34	8/8/12 15:24	70-iiii	30:46:00	30:34:00	12	0.67
35	8/8/12 17:33	70-jjjj	16:17:00	19:04:00	-	-
36	8/9/12 13:10	84-kkkk	37:10:00	36:24:00	46	2.63
37	8/10/12 10:49	70-llll	34:58:00	36:49:00	-	-
38	8/10/12 11:58	70-ylmn	24:27:00	25:45:00	-	-
39	8/11/12 14:25	70-opqr	51:37:00	54:09:00	-	-
40	8/12/12 12:45	70-stuv	27:17:00	27:50:00	-	-
41	8/15/12 15:04	70-wxyz	28:36:00	28:59:00	-	-
42	8/24/12 16:33	70-aaab	24:11:00	26:24:00	-	-
ค่าเฉลี่ย			45:15:09	44:33:54	211.35	11.89

ค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่งในเดือนสิงหาคม เท่ากับร้อยละ11.89 โดยเดือนสิงหาคมมีจำนวนรถบรรทุกที่ระยะเวลาการขนส่งลดลง 20 เที่ยวจาก 42 เที่ยว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 47.62 ของประสิทธิภาพของจำนวนเที่ยวรถที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

ตารางที่ ข.4 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบแนะนำ โดยเฉลี่ยในเดือนกันยายน 2555

เที่ยวรถ	ถึงสถานี	ทะเบียนรถ	ระยะเวลาขนส่ง (จริง)	ระยะเวลาขนส่ง (ตัวแบบ)	ระยะเวลาที่ลดลง (นาที)	ร้อยละประสิทธิภาพ ต่อเที่ยว
1	9/1/12 1:53	70-defg	61:46:00	55:13:00	393	10.60
2	9/2/12 15:39	70-hijk	28:07:00	29:55:00	-	-
3	9/2/12 19:17	70-mmmm	97:23:00	87:38:00	585	10.01
4	9/3/12 14:58	84-nnnn	31:19:00	25:45:00	334	17.78
5	9/3/12 19:55	84-oooo	23:44:00	22:42:00	62	4.35
6	9/6/12 23:49	70-pppp	20:57:00	23:10:00	-	-
7	9/8/12 0:56	70-qqqq	17:59:00	19:08:00	-	-
8	9/9/12 0:39	70-rrrr	90:58:00	46:45:00	1213	22.22
9	9/11/12 1:22	70-ssss	42:28:00	35:51:00	397	15.58
10	9/11/12 4:13	70-tttt	55:20:00	55:58:00	-	-
11	9/12/12 15:19	84-uuuu	32:52:00	32:04:00	48	2.43
12	9/12/12 18:14	70-vvvv	87:05:00	83:55:00	190	3.64
13	9/12/12 20:29	84-wwww	27:24:00	26:01:00	83	5.05
14	9/13/12 1:04	70-xabc	22:16:00	23:40:00	-	-
15	9/13/12 2:42	70-ydef	60:41:00	62:53:00	-	-
16	9/13/12 19:03	70-xxxx	31:46:00	29:13:00	153	8.03
17	9/14/12 19:58	70-yyyy	54:58:00	51:39:00	199	6.03
18	9/15/12 2:58	70-zzzz	22:38:00	23:07:00	-	-
19	9/15/12 16:03	84-aaaa	22:06:00	24:29:00	-	-
20	9/16/12 22:42	70-bbbb	23:36:00	21:22:00	134	9.46
21	9/19/12 1:19	70-cccc	56:34:00	57:57:00	-	-
22	9/19/12 16:36	70-dddd	25:03:00	25:05:00	2	0.13
23	9/19/12 22:29	70-eeee	90:10:00	93:53:00	-	-
24	9/20/12 19:17	84-kkkk	21:26:00	19:19:00	127	9.88
25	9/20/12 19:46	70-llll	87:34:00	87:37:00	-	-
26	9/21/12 7:37	70-ylmn	42:27:00	30:03:00	-	-
27	9/22/12 2:44	70-opqr	22:23:00	23:39:00	-	-
28	9/25/12 1:19	70-stuv	24:03:00	24:54:00	-	-
29	9/2/12 21:46	70-wxyz	131:11:00	131:20:00	-	-
30	9/5/12 22:26	70-aaab	38:44:00	37:25:00	79	3.40
31	9/7/12 22:21	70-zghi	24:11:00	25:14:00	-	-
32	9/14/12 0:38	84-ajkl	33:24:00	32:04:00	80	3.99
33	9/27/12 0:29	70-mnop	37:51:00	35:40:00	131	5.77
ค่าเฉลี่ย			45:09:49	42:33:53	247.65	8.14

ค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่งในเดือนกันยายน เท่ากับร้อยละ 8.14 โดยเดือนกันยายนมีจำนวนรถบรรทุกที่ระยะเวลาการขนส่งลดลง 17 เที่ยวจาก 33 เที่ยว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 51.52 ของประสิทธิภาพของจำนวนเที่ยวรถที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

ตารางที่ ข.5 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งจริงกับระยะเวลาการขนส่งที่ตัวแบบแนะนำ โดยเฉลี่ยในเดือนตุลาคม 2555

เที่ยวรถ	ถึงสถานี	ทะเบียนรถ	ระยะเวลาขนส่ง (จริง)	ระยะเวลาขนส่ง (ตัวแบบ)	ระยะเวลาที่ลดลง (นาที)	ร้อยละประสิทธิภาพ ต่อเที่ยว
1	10/2/12 19:00	70-ssss	24:01:00	23:38:00	23	1.60
2	10/2/12 22:42	70-tttt	24:30:00	26:37:00	-	-
3	10/3/12 0:03	84-uuuu	25:57:00	26:36:00	-	-
4	10/3/12 20:35	70-vvvv	26:47:00	26:33:00	14	0.87
5	10/3/12 4:13	84-wwww	57:54:00	58:46:00	-	-
6	10/4/12 1:00	70-xabc	40:19:00	21:52:00	1107	45.76
7	10/4/12 23:04	70-ydef	30:07:00	25:43:00	264	14.61
8	10/6/12 4:21	70-xxxx	49:13:00	33:09:00	964	32.64
9	10/6/12 17:05	70-yyyy	49:30:00	41:59:00	451	15.19
10	10/7/12 17:50	70-zzzz	25:12:00	22:45:00	147	9.72
11	10/7/12 17:42	84-aaaa	24:34:00	23:56:00	38	2.58
12	10/7/12 22:50	70-bbbb	20:10:00	19:24:00	46	3.80
13	10/8/12 1:05	70-cccc	56:52:00	37:49:00	1143	33.50
14	10/8/12 18:02	70-dddd	29:19:00	23:56:00	323	18.36
15	10/9/12 20:52	70-eeee	67:45:00	67:54:00	-	-
16	10/10/12 18:48	84-kkkk	32:08:00	32:07:00	1	0.05
17	10/10/12 18:52	70-llll	23:21:00	25:10:00	-	-
18	10/11/12 18:10	70-ylmn	33:06:00	33:23:00	-	-
19	10/11/12 23:56	70-opqr	29:09:00	29:59:00	-	-
20	10/14/12 17:18	70-stuv	94:07:00	97:17:00	-	-
21	10/15/12 23:22	70-wxyz	45:34:00	22:56:00	1358	49.67
22	10/16/12 4:01	70-aaab	25:38:00	25:57:00	-	-
23	10/18/12 2:47	70-zghi	31:28:00	33:32:00	-	-
24	10/18/12 8:13	84-ajkl	32:26:00	20:36:00	710	36.49
25	10/18/12 3:28	70-mnop	37:56:00	37:37:00	19	0.83
26	10/18/12 22:12	70-defg	18:29:00	17:27:00	62	5.59
27	10/19/12 3:22	70-hijk	26:07:00	27:51:00	-	-
28	10/19/12 5:21	70-mmmm	27:40:00	31:19:00	-	-
29	10/19/12 17:29	84-nnnn	63:54:00	61:48:00	126	3.29
30	10/20/12 18:19	84-oooo	40:48:00	41:02:00	-	-
31	10/23/12 5:01	70-pppp	30:22:00	22:35:00	467	25.63
32	10/23/12 17:05	70-qqqq	18:35:00	20:06:00	-	-
33	10/23/12 20:13	70-rrrr	36:02:00	34:13:00	109	5.04
34	10/24/12 0:45	70-abbc	26:03:00	26:48:00	-	-
35	10/24/12 2:08	70-abbb	20:23:00	20:37:00	-	-
36	10/4/12 2:56	70-bcdd	39:15:00	38:43:00	32	1.36
ค่าเฉลี่ย			35:41:08	32:49:27	370.20	15.33

ค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาขนส่งในเดือนตุลาคม เท่ากับร้อยละ 15.33 โดยเดือนตุลาคมมีจำนวนรถบรรทุกที่ระยะเวลาการขนส่งลดลง 20 เที่ยวจาก 36 เที่ยว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 55.56 ของประสิทธิภาพของจำนวนเที่ยวรถที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ

ประวัติผู้เขียน

นางสาวดวงธิดา โรจน์กนก จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเศรษฐศาสตร์ระหว่างประเทศ และเศรษฐศาสตร์การเงิน คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สำเร็จการศึกษาปีพุทธศักราช 2547 จากนั้นได้ไปศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาการจัดการห่วงโซ่อุปทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวอริค ประเทศอังกฤษ สำเร็จการศึกษาปีพุทธศักราช 2550 จากนั้นจึงกลับมาช่วยบริหารธุรกิจของครอบครัว ก่อนที่จะศึกษาต่อระดับปริญญาโทที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2554 โดยมีความสนใจในประเด็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ประโยชน์เพื่อลดต้นทุนในด้านการบริหารจัดการธุรกิจและองค์กร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี