โครงการเชื่อมโยงอุตสาหกรรมของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ระบบบริหารการขนส่งสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม

(Transportation Management System for Garment Industry)

เล่ม 5 / 6

การออกแบบระบบติดตามยานพาหนะสำหรับการขนส่ง

โดย

มานพ เรี่ยวเดชะ

เหรียญ บุญดีสกุลโชค

ปวีณา เชาวลิตวงศ์

วรโชค ไชยวงศ์

ภูมิ เหลืองจามีกร

ทุนวิจัยร่วมภาครัฐกับภาคเอกชนปี 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพฯ

พฤศจิกายน 2554

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2

1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2

1.1.1 GPS 2

1.1.2 Radio Frequency Indentification(RFID) 5

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2 หลักการและแนวคิด 8

2.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะ 10

2.2 ส่วนที่ 1 การออกแบบระบบติดตามยานพาหนะ 11

2.2.1 การจัดประเภทการขนส่งเบื้องต้น 11

2.2.2 การประเมินความคุ้มค่าจากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ 13

2.3 ส่วนที่ 2 การออกแบบฐานข้อมูล 15

3 การแบ่งประเภทงานขนส่ง และการวิเคราะห์ต้นทุนเบื้องต้น 18

3.1 การสรุปผลในด้านลักษณะงานขนส่งจากการสำรวจ 18

3.1.1 การบริหารทรัพยากรในการขนส่ง 18

3.1.2 ด้านการวางแผนงานขนส่ง 20

3.1.3 ด้านการติดตามสินค้า 22

3.2 การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างลักษณะงานขนส่งด้านต่างๆกับการเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะ 24

3.2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับค่าใช้จ่ายในการวางระบบติดตามยานพาหนะและการกรั่นกรองระบบติดตามยานพาหนะเบื้องต้น 24

3.2.2 การสร้างแนวทางในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายจากระบบติดตามยานพาหนะ 29

4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าจากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ 50

4.1 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่า 51

4.1.1 การบริหารทรัพยากรในงานขนส่ง 51
4.1.2 การวางแผนและจัดตารางงานขนส่ง 53
4.1.3 การติดตามสินค้า 53
4.1.4 สรุปผลแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าจากการติดระบบติดตามยานพาหนะ 53
4.1.5 จัดทำแบบสอบถาม แนวทางในการประเมินระบบติดตามยานพาหนะ 56
4.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะสำหรับแต่ละแนวทาง 62
4.2.1 แนวทาง ก การบริหารการซ่อมบำรุง 62
4.2.2 แนวทาง ข การบริหารการทดแทนยานพาหนะ 63
4.2.3 แนวทาง ค ลักษณะการจ่ายค่าเชื้อเพลิงตามใบเสร็จ หรือระบบFleet card 65
4.2.4 แนวทาง ง กรณีไม่มีรอบในการขนส่งตายตัว 66
4.2.5 แนวทาง จ สินค้ามูลค่าสูง 67
4.2.6 แนวทาง ฉ สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างการขนส่ง 69
4.3 การสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในด้านต่างๆ 71
5 การออกแบบระบบสารสนเทศ 72
5.1 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล 72
5.2 ผังการไหลของข้อมูล 86
5.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูล 88
6 การทดสอบระบบ 92
6.1 การกำหนดข้อมูลเบื้องต้น 92
6.2 การจำลองสถานการณ์ 93
6.3 การประมวลผลลัพธ์ 96
6.3.1 กลุ่มที่ 1 96
6.3.2 กลุ่มที่ 2 98
6.3.3 กลุ่มที่ 3 98
7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 100

7.1 สรุปผลการวิจัย 100
7.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 101
7.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย 102
รายการอ้างอิง 103

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบรูปแบบของRFID tag 6
ตารางที่ 2 ตารางตัวอย่างการเปรียบเทียบความคุ้มค่าที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะ 15
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารการซ่อมบำรุง 62
ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารการทดแทน
ยานพาหนะ 65
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารเชื้อเพลิง 66
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการวางแผนงานขนส่ง 67
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการติดตามสินค้า 69
ตารางที่ 8 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการติดตามสินค้า 71
ตารางที่ 9 ตารางข้อมูลยานพาหนะ 74
ตารางที่ 10 ตารางข้อมูลป้ายทะเบียนยานพาหนะ 74
ตารางที่ 11 ตารางประเภทยานพาหนะ 75
ตารางที่ 12 ตารางยี่ห้อยานพาหนะ 75
ตารางที่ 13 ตารางรุ่นยานพาหนะ 75
ตารางที่ 14 ตารางบันทึกรายละเอียดรถที่เสียหาย 76
ตารางที่ 15 ตารางบันทึกการซ่อมแซมยานพาหนะ 76
ตารางที่ 16 ตารางบันทึกอุบัติเหตุ 77
ตารางที่ 17 ตารางการซ่อมบำรุงตามแผน 77
ตารางที่ 18 ตารางการซ่อมบำรุงจริง 78
ตารางที่ 19 ตารางข้อมูลพนักงานขับรถ 79
ตารางที่ 20 ตารางข้อมูลใบอนุญาติขับขี่ของพนักงานขับรถ 79
ตารางที่ 21 ตารางข้อมูลสถิติด้านเชื้อเพลิง 80
ตารางที่ 22 ตารางข้อมูลงานขนส่ง 80
ตารางที่ 23 ตารางข้อมูลรายการสินค้าที่ต้องส่ง 81
ตารางที่ 24 ตารางข้อมูลสินค้า 81
ตารางที่ 25 ตารางบันทึกผลการทำงาน 82
ตารางที่ 26 ตารางบันทึกข้อมูลการติดตามตำแหน่ง 82

ตารางที่ 27 ตารางข้อมูลเพิ่มเติมอื่นๆ 83
ตารางที่ 28 ตารางบันทึกรายละเอียดการใช้งานระบบGPS 83
ตารางที่ 29 ตารางข้อมูลสถานที่ 84
ตารางที่ 30 ตารางประเภทสถานที่ 84
ตารางที่ 31 ตารางการลงทะเบียนของยานพาหนะ 85
ตารางที่ 32 ตารางเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆ 95
ตารางที่ 33 ผลการตอบแบบสอบถามกรณีตัวอย่าง 96
ตารางที่ 34 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะสำหรับกลุ่ม 1 97
ตารางที่ 35 ตารางเปรียบเทียบความสามารถที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะ แนวทาง ง 98
ตารางที่ 36 ตารางเปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะสำหรับกลุ่มที่ 3 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ส่วนประกอบของระบบGPS 2
รูปที่ 2 ภาพแสดงตำแหน่งอ้างอิงแกน x,y,z ของโลก 4
รูปที่ 3 โครงสร้างของระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS 5
รูปที่ 4 ส่วนประกอบของระบบRFID 6
รูปที่ 5 แผนภาพแสดงการแสดงแนวคิดการทำโครงการวิจัย 10
รูปที่ 6 แผนภาพการตัดสินใจ และระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้ 12
รูปที่ 7 การจัดกลุ่มประเภทการขนส่งเบื้องต้น 13
รูปที่ 8 โครงสร้างฐานข้อมูลสำหรับระบบติดตามยานพาหนะ 16
รูปที่ 9 รูปแสดงถึงการไหลของข้อมูลในฐานข้อมูลระบบติดตามยานพาหนะ 17
รูปที่ 10 การตัดสินใจด้านระดับความเป็นเจ้าของ 25
รูปที่ 11 การตัดสินใจด้านการวางแผนงานขนส่ง 26
รูปที่ 12 การตัดสินใจด้านลักษณะของฐานการขนส่ง 27
รูปที่ 13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งประเภทลักษณะของงานขนส่ง 28
รูปที่ 14 แนวทางที่ 1 การจัดประเภทงานขนส่ง 29
รูปที่ 15 แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูลระบบติดตามยานพาหนะ 73
รูปที่ 16 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูล 87
รูปที่ 17 ตัวอย่างหน้าจอการติดตามยานพาหนะแบบReal-time 89
รูปที่ 18 ตัวอย่างหน้าจอการติดตามการทำงานย้อนหลัง 90
รูปที่ 19 ตัวอย่างหน้าจอแสดงกราฟความเร็ว 91
รูปที่ 20 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการใช้งานยานพาหนะ 91
รูปที่ 21 หน้าจอตัวอย่างแสดงกราฟเชื้อเพลิงในถัง 92

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การออกแบบระบบติดตามยานพาหนะสำหรับการขนส่ง

(Design of vehicle tracking system for transportation)

ในด้านการจะบริหารงานขนส่งนั้น ประกอบไปด้วยปัจจัยหลักๆ 4 ด้านคือ การวางแผนการเตรียมความพร้อมสำหรับงานขนส่ง การจัดการข้อมูลความต้องการในการขนส่ง การจัดตารางและเส้นทางในงานขนส่ง และการติดตามงานขนส่ง ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้จะพูดถึงด้านการติดตามงานขนส่งเป็นหลัก

ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการติดตามยานพาหนะ เช่น การใช้เครือข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือดาวเทียม เป็นต้น ซึ่งระบบดังกล่าว สามารถทำให้สามารถติดตามยานพาหนะได้ในระดับ real-time และมีความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลสูง แต่ในขณะเดียวกัน ก็มีค่าใช้จ่ายในการวางระบบสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งทำให้ในหลายๆอุตสาหกรรมเลือกที่จะปฏิเสธการนำระบบติดตามยานพาหนะมาใช้ในการดำเนินการ นอกจากนี้ ยังมีปัญหาอีกหลายๆด้าน เช่น การขาดความรู้ความเข้าใจถึงประโยชน์ของระบบติดตามยานพาหนะ ความซับซ้อนของระบบที่ทำให้ยากที่จะนำมาประยุกต์ใช้ รวมถึงที่มีการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะอยู่แล้ว อาจมีการใช้งานที่ผิดประเภท ทำให้ไม่สามารถสนับสนุนการทำงานจริงได้อย่างเต็มที่ ซึ่งได้มีผู้ศึกษาเพื่อที่จะนำระบบติดตามยานพาหนะไปใช้ประโยชน์ในหลายๆด้าน

นอกจากนี้ ด้วยรูปแบบของงานการขนส่งสำหรับแต่ละองค์กรมีความแตกต่างกัน ซึ่งรวมไปถึงวัตถุประสงค์ในการติดตามยานพาหนะขนส่งที่ต่างกันด้วย เช่นในบางแห่งอาจมีความต้องการที่จะติดตามยานพาหนะตลอดเวลา แต่ในขณะเดียวกัน อีกแห่งมีความต้องการที่จะติดตามยานพาหนะแค่ช่วงเวลาวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งเท่านั้น ซึ่งส่งผลให้ระบบติดตามที่เหมาะสมกับการใช้งาน มีความแตกต่างกันอีกด้วย ซึ่งการใช้งานระบบติดตามที่ผิดประเภท จะส่งผลให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนได้อย่างเต็มที่ และยังส่งผลในเรื่องค่าใช้จ่ายในการวางระบบ

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะที่มีความเหมาะสมกับงานขนส่งในด้านของวัตถุประสงค์การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะและลักษณะของงานขนส่ง โดยจะทำการศึกษาและจัดประเภทงานขนส่ง เพื่อทำการวางแนวทางในการเลือกระบบติดตามยานพาหนะที่มีอยู่หลายรูปแบบ เพื่อช่วยให้ผู้ตัดสินใจใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ เห็นแนวทางและประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆ

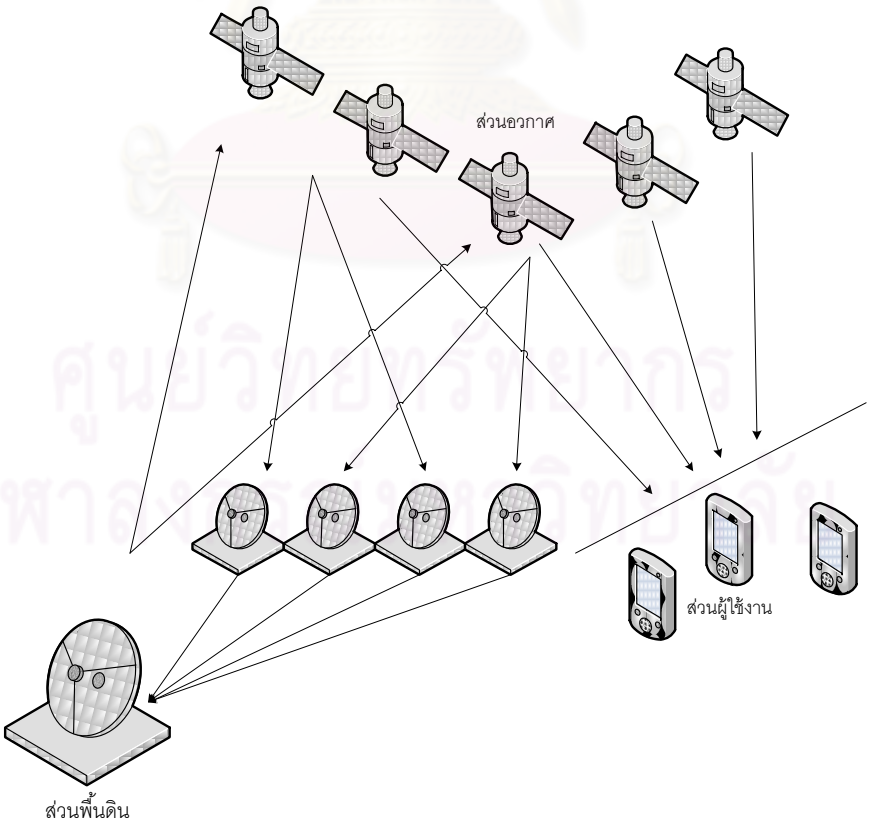
1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบติดตามยานพาหนะ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบติดตามยานพาหนะโดยใช้ดาวเทียม(GPS) และทฤษฎีเกี่ยวกับระบบอาร์เอฟไอดี (Radio-frequency identification : RFID) ซึ่งเป็นระบบที่นิยมนำมาใช้ในงานขนส่งในด้านของการติดตามยานพาหนะในการขนส่ง

1.1.1 GPS

ระบบ GPS นั้นประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆคือ ส่วนพื้นดิน ส่วนอวกาศ และส่วนผู้ใช้งาน โดยส่วนพื้นดินนั้น จะทำหน้าที่ในการควบคุม ระบบทั้งหมด ซึ่งจะทำหน้าที่ในการควบคุมส่วนอวกาศ ซึ่งประกอบไปด้วยดาวเทียมต่างๆที่มีอยู่ โดยจะสามารถส่งข้อมูลจากดาวเทียมเหล่านั้นไปยังส่วนผู้ใช้งานได้ ผ่านทางอุปกรณ์รับสัญญาณต่างๆ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลทางเดียว คือส่งจากส่วนอวกาศไปยังเครื่องรับสัญญาณ จึงทำให้สามารถเชื่อมต่อกับส่วนผู้ใช้งานมากแค่ไหนก็ได้ นอกจากนี้ยังทำให้ไม่สามารถค้นหาตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ทางการทหารอย่างมาก



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของระบบGPS

โดยปกติแล้ว มีดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ประมาณ 24 ดวง ซึ่งจะโคจรตามวงโคจร 6 วง แต่ละวงประกอบไปด้วยดาวเทียม 4 ดวง ที่ระดับความสูงประมาร 20,200 กิโลเมตร และจะโคจรครบรอบใน 12 ชั่วโมง ซึ่งนโยบายของสหรัฐอเมริกานั้น จะทำการเปลี่ยนดาวเทียมดวงใหม่เมื่อดาวเทียมดวงที่ใช้อยู่มีโอกาสที่จะเสียสูง ซึ่งปัจจุบันมีดาวเทียมที่ใช้งานในการระบุตำแหน่ง(Positioning) อยู่ประมาณ 28 ถึง 30 ดวง

จากดาวเทียมทั้งหมดที่มี สามารถใช้ข้อมูลที่ส่งมาจากดาวเทียมในการคำนวณ 3 ด้านคือ ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา(Position, Velocity, Time :PVT) ซึ่งการจะคำนวณหาตำแหน่งนั้น จะต้องอาศัยข้อมูลระยะห่างเทียม(pseudo range : ρ) ระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 4 ค่า กล่าวคือจะต้องอาศัยดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวงในการหาตำแหน่ง ซึ่งในการหาค่าระยะห่างเทียมนั้นสามารถหาได้ดังนี้

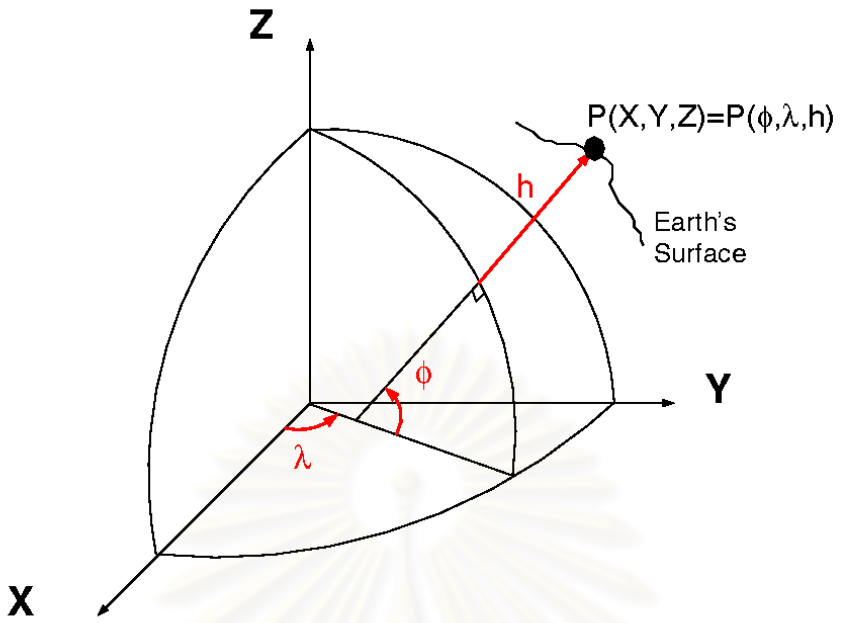
$$\rho_i = \sqrt{(x_i - x_r)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z_r)^2} + ct_r$$

สมการที่ 1

โดยที่ (x_r, y_r, z_r) คือตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณที่ต้องการหา และ (x_i, y_i, z_i) คือตำแหน่งของดาวเทียม i ที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณ และ t_r คือเวลาที่ผิดพลาดเนื่องจากตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณที่ไม่ได้อยู่ ณ ตำแหน่งเวลาที่ยืนยันได้ ซึ่งทำให้ตัวแปรที่ไม่ทราบค่ามีทั้งหมด 4 ตัวแปร จึงจำเป็นต้องใช้ค่าจากดาวเทียมทั้งหมด 4 ตัวอย่างน้อยในการแก้สมการหาตำแหน่ง(x_r, y_r, z_r) และสามารถนำตำแหน่งดังกล่าวไปใช้ในการหาค่าตำแหน่งอ้างอิงบนเส้นละติจูด(ϕ)และลองจิจูด(λ)ได้จากสมการ

$$\lambda = \begin{cases} \tan^{-1}\left(\frac{y_r}{x_r}\right) \leftrightarrow x_r \geq 0 \\ 180° + \tan^{-1}\left(\frac{y_r}{x_r}\right) \leftrightarrow x_r \leq 0, y_r \geq 0 \\ -180° + \tan^{-1}\left(\frac{y_r}{x_r}\right) \leftrightarrow x_r < 0, y_r < 0 \end{cases}$$

สมการที่ 2



รูปที่ 2 ภาพแสดงตำแหน่งอ้างอิงแกน x,y,z ของโลก

ในด้านการหาความเร็วนั้น สามารถหาได้จากการระบุตำแหน่ง ณ เวลาต่างๆ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีดังกล่าวไม่ถูกต้องนัก ซึ่งการจะหาความเร็ว ณ ตำแหน่งใดๆ จำเป็นที่จะต้องใช้การคำนวณ ผ่านการเปรียบเทียบค่าความถี่ของสัญญาณที่ได้รับ เทียบกับความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างอุปกรณ์รับสัญญาณกับดาวเทียม โดยสามารถหาได้จากสมการดังนี้

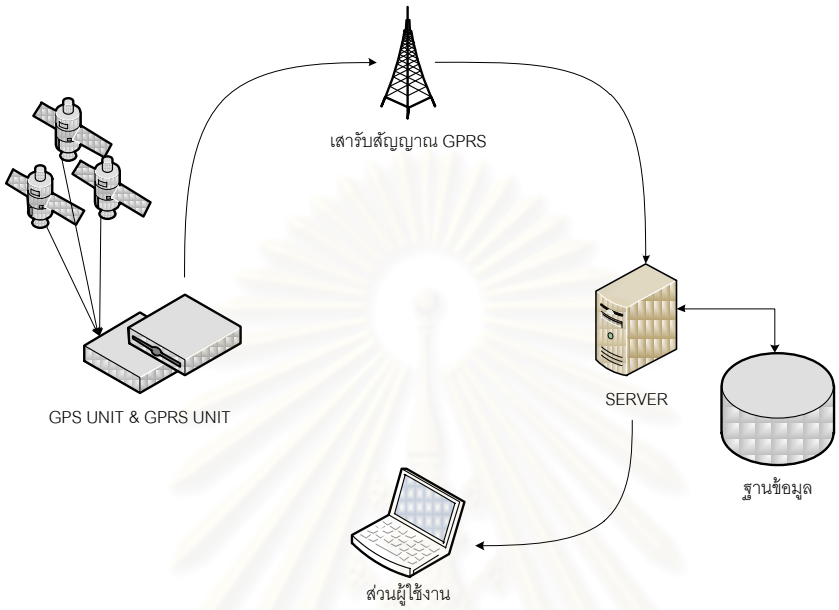
$$\Delta f = f_{ti} - f_{ri} = \frac{v_{rr}}{c} f_{ti} = \frac{(v_{si} - v_r) \cdot a_i}{c} f_{ti}$$

สมการที่ 3

โดยที่ f_{ti} หมายถึงความถี่สัญญาณที่ปล่อยจากดาวเทียม f_{ri} คือความถี่สัญญาณที่ได้รับ ณ เครื่องรับสัญญาณ v_{rr} คือความเร็วสัมพัทธ์ของเครื่องรับสัญญาณเทียบดับดาวเทียม v_{si} คือความเร็วของดาวเทียม และv_r คือความเร็วของเครื่องรับสัญญาณที่ต้องการหา และ a_i คือ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่ลากจากเครื่องรับสัญญาณไปยังดาวเทียม ซึ่งจากการแก้สมการทำให้สามารถทราบค่าความเร็ว ณ เวลาใดๆ

จากหลักการข้างต้นทำให้สามารถหาตำแหน่งบนเส้น ละติจูดและลองจิจูดของยานพาหนะ ความเร็ว ณ เวลาใดๆของยานพาหนะได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าว จะถูกนำไปบันทึกลงในระบบติดตามยานพาหนะต่อไป

โครงสร้างของระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS นั้น จะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักคือ ส่วนเครื่องรับสัญญาณ ส่วนเครื่องส่งสัญญาณผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้ให้บริการสัญญาณในการถ่ายโอนข้อมูล ส่วนเซอร์เวอร์สำหรับรองรับข้อมูล และส่วนผู้ใช้งาน

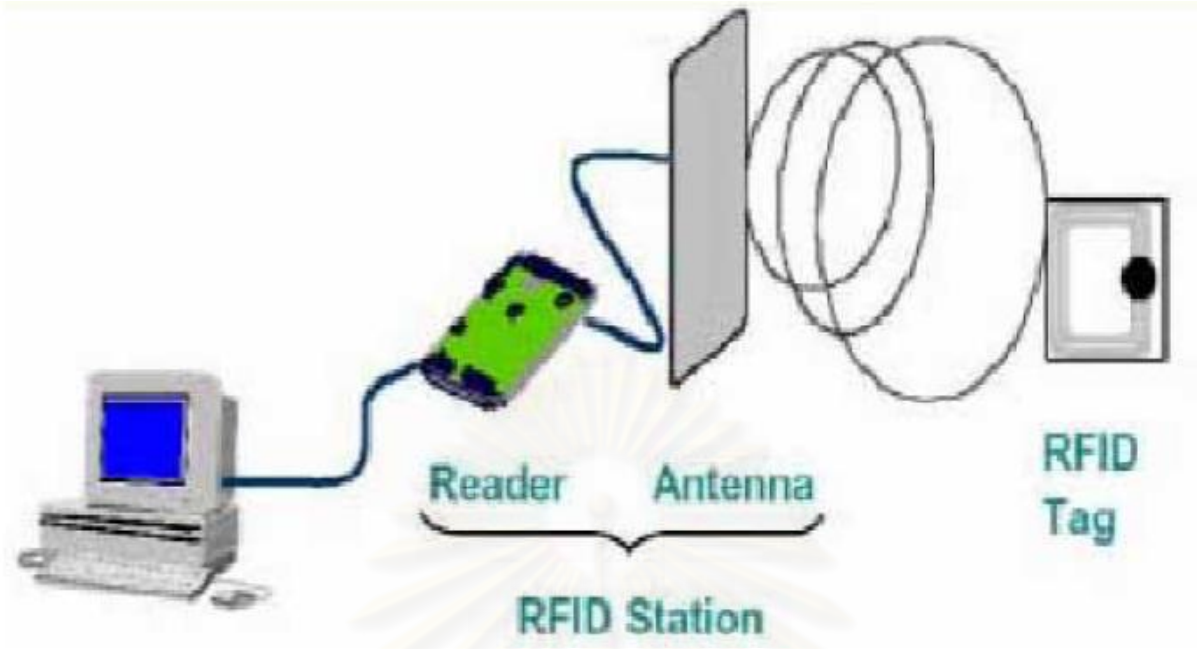


รูปที่ 3 โครงสร้างของระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS

จากโครงสร้างการทำงานดังกล่าว จะเริ่มต้นที่ส่วนอุปกรณ์ GPS จะทำการับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อนำไปประมวลผลเป็นข้อมูลตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะส่งผลหน่วยGPRS หรือในลักษณะของอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณอื่นๆ โดยจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปยังserver และจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลระบบติดตามยานพาหนะ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถติดต่อไปยังserver เพื่อเรียกดูข้อมูลต่างๆได้ตลอดเวลา

1.1.2 Radio Frequency Identification(RFID)

ในการทำงานของระบบ RFID นั้น ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆคือ ส่วนRFID tag ส่วนตัวอ่านสัญญาณRFID(Tag reader) และสุดท้ายคือส่วนของserver ซึ่งการทำงานคือจะใช้สัญญาณคลื่นวิทยุในการส่งข้อมูล ซึ่งตัวอ่านข้อมูลจะส่งข้อมูลที่อ่านได้จากRFID tag ไปยัง server เพื่อทำการประมวลผลข้อมูล



รูปที่ 4 ส่วนประกอบของระบบRFID

ซึ่งตัวRFID tag ที่ใช้งานกันอยู่นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นClassต่างๆตั้งแต่ Class 0 ถึง Class 4 ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการทำงานต่างๆ รวมถึงราคาก็แตกต่างกันออกไปด้วย ซึ่งแต่เดิมนั้น RFID tags ได้ถูกแบ่งเป็นสองประเภทคือ แบบ Active และแบบ Passive(Class 0-2) โดยแบบActive(Class 4) นั้นจะมีระยะการอ่านได้ไกลกว่าแบบPassive เนื่องจากมีแบตเตอรี่ในตัว ทำให้ระยะในการอ่านทำได้ไกล แต่ว่ามีราคาที่สูงกว่ามาก ซึ่งหลังจากนั้นได้มีการพัฒนาTagsแบบใหม่(Class 3)ขึ้นมาซึ่งจะมีแบตเตอรี่ในตัวคล้ายแบบActive tag แต่จะแตกต่างกันตรงที่ตัวแบตเตอรี่จะทำงานเมื่อถูกสแกนจากตัวอ่านtagsเท่านั้น และยังมีราคาถูกว่าแบบActive tag โดยแต่ละClassนั้นมีความแตกต่างกันดัง[1, 2]

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบรูปแบบของRFID tag

Class	ระยะ	ต้นทุน	การสื่อสารข้อมูล	ฟังก์ชั่น
0 และ 1	3 เมตร	ต่ำที่สุด	การสะท้อนคลื่นกลับ (Backscatter)	การบ่งชี้(identity)
2		ต่ำ		การบ่งชี้ และหน่วยความจำ
3	100 เมตรขึ้นไป	ต่ำ-ปานกลาง		เซนเซอร์พิเศษต่างๆ
4		สูง	Tags transmit carrier	Active transmission(permits tag-talks-first operating model)

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สภาพธุรกิจในปัจจุบันนั้นมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ผู้ประกอบกิจการต่างๆจำเป็นต้องแข่งขันกันในด้านของราคา ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ผู้ประกอบการมักคำนึงถึงคือด้านของต้นทุน โดยได้มีการทำโครงการลดต้นทุนเป็นจำนวนมาก และประเด็นที่มักจะนำมาทำการลดต้นทุนโดยมักจะเป็นด้านโลจิสติกส์

มีงานวิจัยทำได้ศึกษาโครงสร้างต้นทุนในงานโลจิสติกส์ โดยแบ่งค่าใช้จ่ายออกเป็น 4 ส่วนคือ ค่าดำเนินการ(Administration Cost) ค่าจัดเก็บสินค้า(Inventory Holding cost) ค่าบริหารคลังสินค้า (Warehousing cost) และค่าใช้จ่ายในการขนส่ง(Transportation cost) พบว่าในขณะที่ค่าใช้จ่ายด้านอื่นๆ มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ค่าใช้จ่ายในด้านการขนส่งกลับสูงขึ้นเรื่อยๆ[3] ซึ่งทำให้การลดต้นทุนในด้านการขนส่งนั้นมีความสำคัญมาก

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาเรื่องการนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับงานขนส่ง [4] พบว่า การนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศมาใช้งานทำให้ธุรกิจเข้าสู่จุดสูงสุด(Maturity)ได้เร็วขึ้น ซึ่งทำให้สามารถกินส่วนแบ่งทางการตลาดได้มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะก็จัดเป็นเทคโนโลยีระบบสารสนเทศอย่างหนึ่งที่จะช่วยพัฒนางานด้านการขนส่งให้ดีขึ้น

ได้มีการศึกษาวิจัยในการนำเอาระบบติดตามยานพาหนะไปใช้งานในด้านต่างๆเพื่อลดต้นทุนในการขนส่ง เช่น มีการนำเอาข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะประเภทGPSเพื่อนำมาใช้ศึกษาวิเคราะห์ด้านเส้นทางในการขนส่ง ซึ่งทำให้สามารถเลือกเส้นทางในการขนส่งที่ดี และมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าได้ ซึ่งสามารถลดต้นทุนลงได้ประมาณหนึ่งแสนบาทต่อปี[5] นอกจากนี้ยังมีการนำเอา GPS ไปใช้งานในการศึกษาถึงพฤติกรรมในการขับรถของพนักงานขับรถที่มีผลต่อการเร่งความเร็วเครื่องยนต์[6] ซึ่งจะทำให้มีอัตราการกินน้ำมันสูงและส่งผลต่ออัตราการสึกหรอของยานพาหนะ ในขณะเดียวกันก็มีการนำเอาเทคโนโลยีระบบติดตามยานพาหนะไปใช้ในการควบคุมการขนส่งสินค้า[7] เพื่อช่วยให้การส่งสินค้ามีความรวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น และในเดนมาร์คและสเปนได้มีการนำระบบGPSมาใช้ในการบริหารแท็กซี่[8] พบว่ามีการพัฒนาด้านระดับของการบริการที่มีต่อลูกค้าสูงขึ้น

นอกจากนี้ การนำเอาระบบGPS มาใช้งานยังสามารถให้ประโยชน์หลายด้าน เช่น การนำเอามาใช้เป็นระบบการขนส่งอัจฉริยะ(Intelligent Transport Systems) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการช่วยเหลือผู้ขับขี่ให้ในสถานการณ์ต่างๆโดยอาศัยพื้นฐานการจากระบุตำแหน่งยานพาหนะ เช่น ไฟหน้ารถยนต์จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติเมื่อรถมีการขับผ่านแยกต่างๆ หรือการผนวกใช้งานกับระบบควบคุมความเร็ว (Cruise control) ในการช่วยปรับด้านความเร็วและลดอัตราการกินเชื้อเพลิงในขณะขับขึ้นที่สูง[9]

นอกเหนือจากการใช้งานด้านการขนส่ง ยังได้มีการนำเอาระบบติดตามยานพาหนะไปประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่น การนำไปใช้งานในการบริหารรถพยาบาลเพื่อการจัดเส้นทางสำหรับงานฉุกเฉิน เพื่อหาว่าเส้นทางใดที่จะสามารถนำรถพยาบาลไปสู่จุดเกิดเหตุได้รวดเร็วที่สุด และเส้นทางใดที่จะนำรถพยาบาลไปสู่โรงพยาบาลที่ใกล้เคียงได้รวดเร็วที่สุด[10] และในฝรั่งเศสได้มีการนำระบบGPS ไปใช้ในการติดตามการทำงานของรถไถหิมะ[11] ซึ่งการใช้ระบบสัญญาณวิทยุไม่สามารถติดตามการทำงานได้ตลอด จึงได้มีการใช้ระบบGPSแทน ซึ่งสามารถติดตามการทำงานได้ดีขึ้น

อย่างไรก็ตาม ได้มีการทำการศึกษางานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้องกับระบบติดตามยานพาหนะพบว่าในปัจจุบัน การพัฒนาในด้านของอุปกรณ์(hardware) ที่เกี่ยวข้องกับระบบติดตามยานพาหนะนั้นมีมาก[12] ทำให้ระบบติดตามยานพาหนะที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ ซึ่งจากการศึกษาด้านการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในการติดตามการขนส่งนั้นพบว่าระบบที่มีการใช้งานนั้น มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ[8] ซึ่งในแต่ละระบบเอง ก็มีความแตกต่างกันอยู่ เช่น ระหว่างระบบ off-line และ on-line ซึ่งระบบ off-line จะสามารถดูข้อมูลการติดตามตลอดวันได้หลังจากที่ยานพาหนะกลับมายังฐานการขนส่ง ในขณะที่แบบ on-line จะสามารถดูข้อมูลได้ตลอดเวลา ผ่านการส่งข้อมูลทางเครือค่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่(Cellular Phone Network) ซึ่งทำให้ระบบแบบ on-line ฯไม่จำเป็นที่จะต้องมีฐานการขนส่งอีกต่อไป แต่กระนั้น การใช้ระบบ on-line ก็มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าระบบ off-line มาก[13]

ในขณะเดียวกัน ก็ได้มีการพัฒนาด้านวิธีการติดตามยานพาหนะ โดยมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาเรื่องการนำเอาเครือข่ายเสาสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่(Mobile client/server architecture)[14] ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาข้อเสียด้านสัญญาณในบางพื้นที่ของระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะสามารถลดต้นทุนในการขนส่งได้ และมีประโยชน์ในอีกหลายๆด้าน ในขณะเดียวกัน ตัวระบบติดตามยานพาหนะเองก็มีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบนั้นก็มีประสิทธิภาพต่างกัน งานวิจัยฉบับนี้จึงมีแนวคิดที่จะทำการออกแบบแนวทางการเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะที่มีอยู่หลายรูปแบบ โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์การใช้งานและลักษณะของงานขนส่ง เพื่อให้ได้ระบบติดตามยานพาหนะที่มีความเหมาะสมกับการทำงานมากที่สุด โดยจะมีการศึกษาถึงปัจจัยต่างที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง เช่น การวิเคราะห์ด้านต้นทุนการขนส่ง เป็นต้น

2 หลักการและแนวคิด

จากที่ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะพบว่าสามารถแบ่งวัตถุประสงค์การใช้งานออกได้เป็น 3 ด้านคือ

1. การบริหารทรัพยากรในการขนส่ง จะนำข้อมูลในการติดตามยานพาหนะมาช่วยในการบริหารทรัพยากรในงานขนส่งด้านต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดเตรียมยานพาหนะให้พร้อมสำหรับงานขนส่ง โดยมีต้นทุนที่ต่ำที่สุด จึงจะอาศัยการวิเคราะห์จากโครงสร้างต้นทุนของงานขนส่ง เพื่อประเมินว่าประเด็นใดบ้างที่มีผลต่อต้นทุนในงานขนส่ง และประเด็นดังกล่าว สามารถใช้ข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะเพื่อช่วยในการบริหารได้หรือไม่

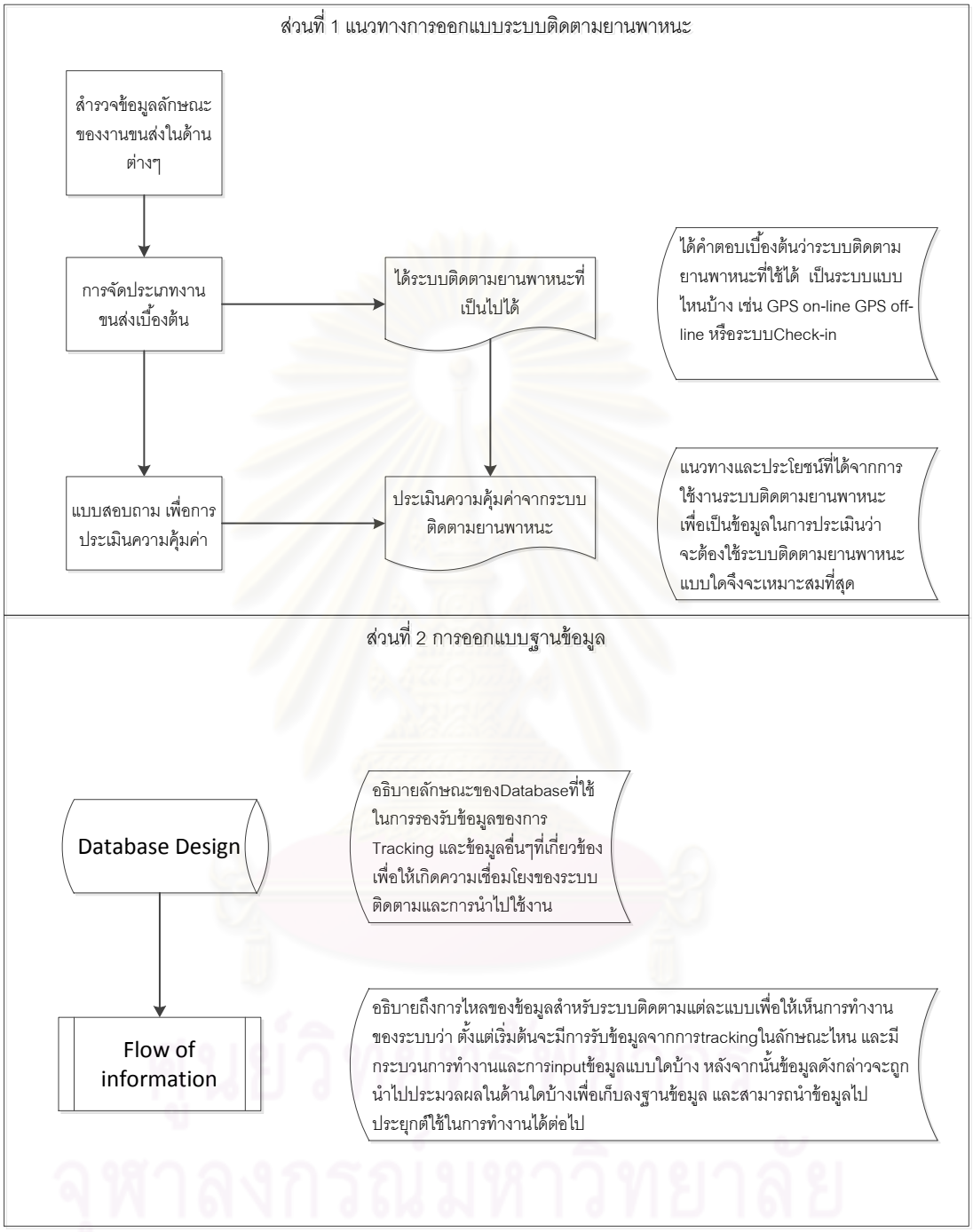
2. การวางแผนและจัดตารางการขนส่ง จะเป็นการนำข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะมาช่วยในการวางแผนและจัดตารางการขนส่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีอัตราการใช้งานยานพาหนะสูงที่สุด(Maximum utilization) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการวางแผนการจัดตารางงานขนส่ง จึงจะทำการสำรวจว่า ในการวางแผนงานขนส่งนั้น สามารถแบ่งเป็นประเภทใดได้บ้าง และในแต่ละประเด็นดังกล่าว ระบบติดตามยานพาหนะจะช่วยในการวางแผนอย่างไรบ้าง

3. การติดตามสินค้า จะเป็นการนำข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะมาเพื่อช่วยในการติดตามสินค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสถานะของการส่งสินค้า และมั่นใจได้ว่าสินค้าดังกล่าวจะส่งถึงมือลูกค้าจริง และในสภาพที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งจะทำการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆในด้านการติดตามสินค้า เช่น ประเภทลูกค้า ประเภทสินค้า เป็นต้น และดูว่าระบบติดตามยานพาหนะจะสามารถให้ข้อมูลเพื่อช่วยในการติดตามสินค้าได้อย่างไรบ้าง

จาก 3 หัวข้อข้างต้น ได้นำมาเป็นแนวคิดในการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 ภาพรวมของการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะ



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงการแสดงแนวคิดการทำโครงการวิจัย

จากแผนภาพข้างต้นจะแสดงให้เห็นว่าในส่วนงานวิจัยนั้น จะแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักๆคือ การออกแบบระบบติดตามยานพาหนะ และการออกแบบฐานข้อมูล โดยในส่วนของการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะนั้น จะสร้างเป็นแนวทางในการตัดสินใจ ผ่านกระบวนการตัดสินใจสองขั้น ซึ่งในขั้นต้นจะทำการกรองเพื่อหาระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานกับประเภทงานขนส่งนั้นๆ

และในขั้นที่สองจะทำการประเมินลักษณะงานขนส่งในด้านต่างๆเพื่อหาแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าจากระบบติดตามยานพาหนะที่เหมาะสม พร้อมทั้งให้รายละเอียดที่แสดงถึงความแตกต่างของระบบติดตามยานพาหนะสำหรับการตัดสินใจ และในส่วนการออกแบบฐานข้อมูลนั้น จะทำการออกแบบเพื่อให้สามารถรองรับข้อมูลที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะในทุกๆรูปแบบ ซึ่งข้อมูลทั้งหมด จะรวมกันอยู่ได้ในฐานข้อมูลเดียว เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปประมวลผล วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้กับการทำงานในแต่ละวัตถุประสงค์การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะได้สะดวก

2.2 ส่วนที่ 1 การออกแบบระบบติดตามยานพาหนะ

จากที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น สามารถแบ่งลำดับขั้นของการตัดสินใจออกได้เป็น 2 ขั้น ดังนี้

2.2.1 การจัดประเภทการขนส่งเบื้องต้น

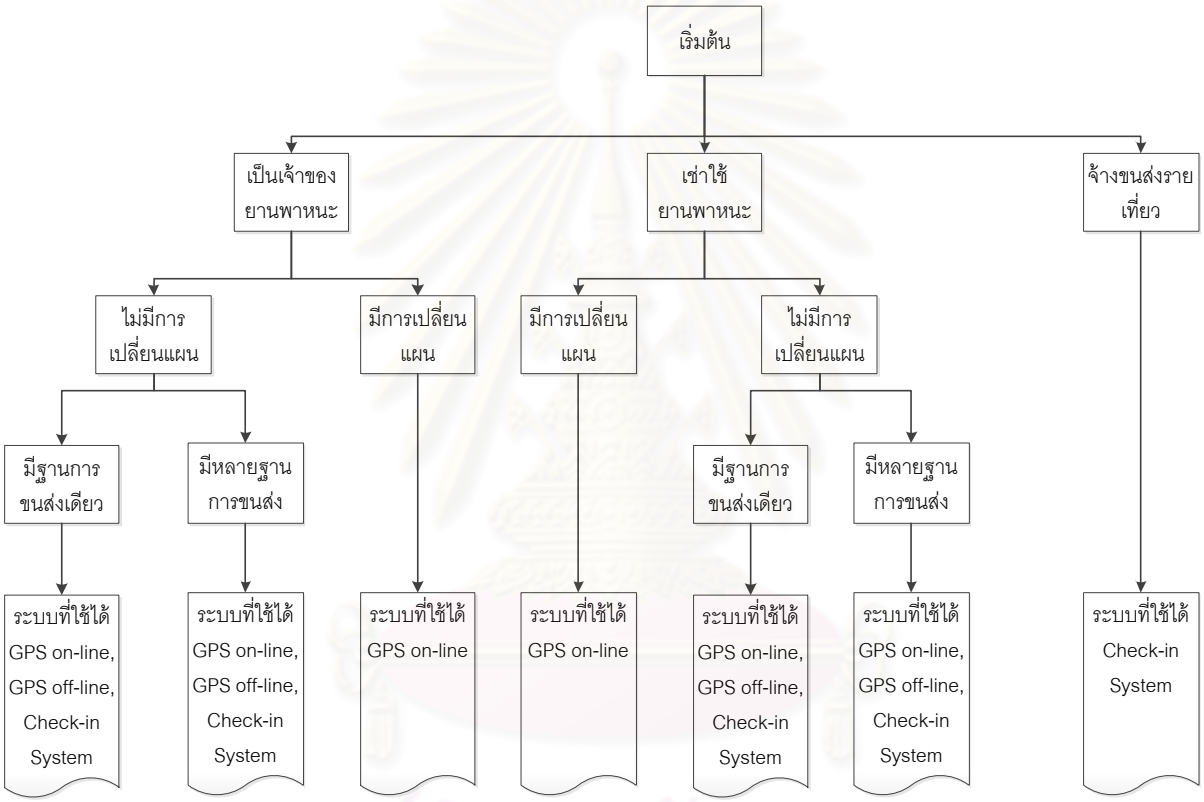
ในการจัดประเภทงานขนส่งเบื้องต้นจะทำการศึกษาถึงลักษณะของงานขนส่ง โดยจะวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดบ้างที่จะส่งผลถึงความเป็นไปได้ในทางเทคนิคสำหรับการติดตั้งระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆ เนื่องจากว่าลักษณะของงานขนส่งบางประการ ทำให้ไม่สามารถทำการติดตามที่ตัวรถโดยตรงได้ จึงต้องอาศัยการติดตามในรูปแบบอื่นๆ นอกจากนี้ ระดับของข้อมูลที่ต้องการจะส่งผลถึงการเลือกระบบติดตามยานพาหนะด้วย เนื่องจากว่าระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบ จะให้ข้อมูลที่มีความละเอียดและมีระดับการส่งข้อมูลมายังฐานข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ต่างกัน ลักษณะของงานขนส่งที่มีความต้องการข้อมูลที่มีความละเอียดสูง และต้องการข้อมูลเหล่านั้นแบบreal-time จะส่งผลให้จำเป็นที่จะต้องใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS on-line ซึ่งจากการวิเคราะห์ดังกล่าว จึงได้เลือกเกณฑ์ในการแบ่งลักษณะงานขนส่งออกมาทั้งสิ้น 3 เกณฑ์ดังนี้

1. ระดับความเป็นเจ้าของ จะแสดงถึงความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบติดตามยานพาหนะ ซึ่งจะแยกออกได้เป็น 3 ระดับคือ เป็นเจ้าของยานพาหนะเอง เช่าใช้ยานพาหนะ และจ้างขนส่งรายเที่ยว ซึ่งในแบบการจ้างขนส่งรายเที่ยวนั้น ไม่สามารถติดตั้งระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS ได้ เนื่องจากว่าต้องทำการติดอุปกรณ์ที่ตัวรถ จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบแบบ Check-in

2. ระดับความแน่นอนในการวางแผน จะแสดงถึงระดับของข้อมูลที่ต้องการ โดยที่การที่มีลักษณะการวางแผนแบบไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแผนงานขนส่งได้ตลอดเวลาจะต้องการข้อมูลแสดงสถานะของยานพาหนะแบบ real-time ซึ่งทำให้ต้องใช้ข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS-online

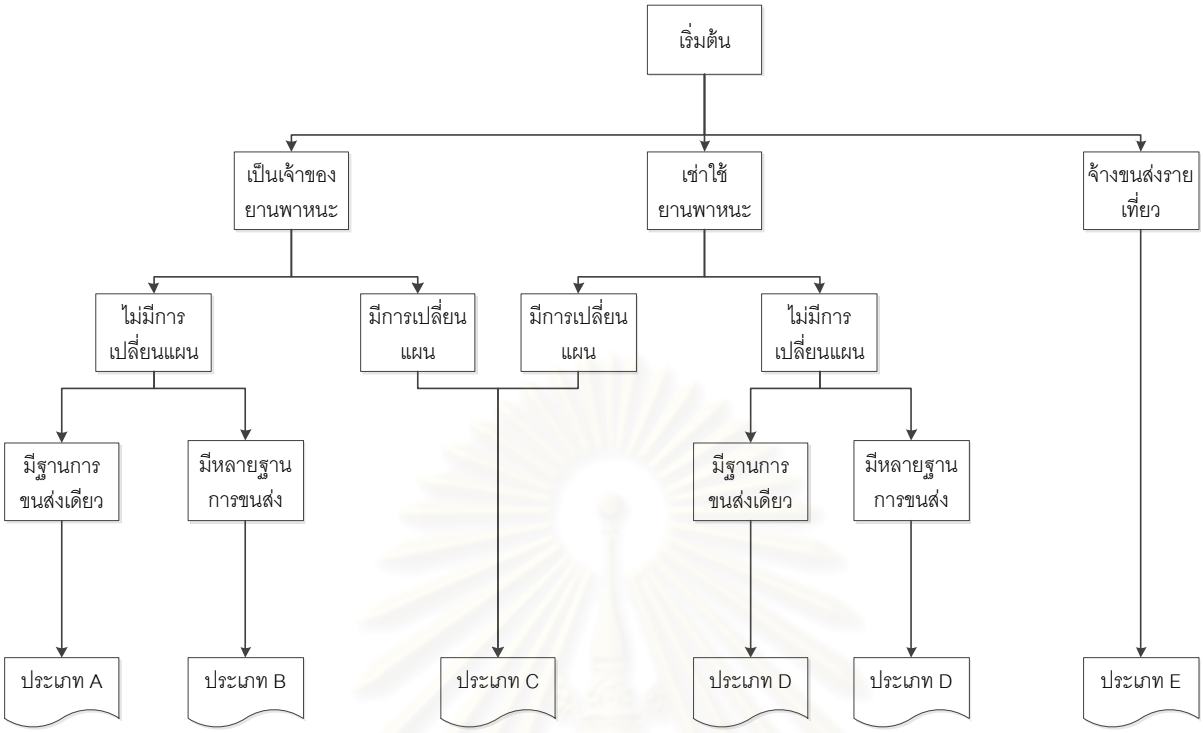
3. ฐานในการขนส่ง จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ แบบมีฐานการขนส่งเดียว และแบบหลายฐานการขนส่งซึ่งแต่ละแบบนั้น จะส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการวางระบบติดตามยานพาหนะ ซึ่งการที่มีฐานมาก จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการวางอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวเนื่องกับการถ่ายโอนข้อมูลมากขึ้นตามไปด้วย

จากเกณฑ์การแบ่งประเภททั้ง 3 เกณฑ์ ได้ทำการสรุปออกมาเป็นแผนภาพการตัดสินใจ และแสดงถึงระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภาพการตัดสินใจ และระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้

ซึ่งจากแผนภาพดังกล่าว ได้ทำการรวมทางเลือกต่างๆที่มีลักษณะคล้ายกัน และทำการจัดการเรียกชื่อเพื่อความสะดวกต่อการใช้งานดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การจัดกลุ่มประเภทการขนส่งเบื้องต้น

จากนั้น ได้ทำการวิเคราะห์ถึงโครงสร้างค่าใช้จ่ายในการวางระบบติดตามยานพาหนะ สำหรับแต่ละประเภทงานขนส่ง โดยจะอาศัยวิธีการในการหามูลค่าต้นทุนเปรียบเทียบรายเดือน(Annual worth) และใช้ค่าอัตราผลตอบแทนดึงดูดที่ต่ำที่สุด(Minimum Attractive Rate of Return: MARR) เป็นปัจจัยในการวิเคราะห์มูลค่าต้นทุนเทียบเท่ารายเดือน ซึ่งจะทำให้สามารถเห็นค่าใช้จ่ายเบื้องต้นสำหรับแต่ละระบบติดตามยานพาหนะ และสามารถตัดสินใจเลือกได้ว่าควรจะใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบซื้ออุปกรณ์หรือว่าเช่าใช้อุปกรณ์ ซึ่งค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่หาได้ จะต้องนำไปใช้เป็นปัจจัยในการตัดสินใจเลือกระบบติดตามยานพาหนะในขั้นต่อไป

2.2.2 การประเมินความคุ้มค่าจากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ

ในด้านการประเมินความคุ้มค่าจากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะนั้น จะทำการแบ่งลักษณะการขนส่งเพิ่มเติม ในประเด็นที่จะเกี่ยวข้องกับระดับความคุ้มค่าที่ได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะ โดยใช้วัตถุประสงค์การใช้งาน 3 ด้านคือ การบริหารทรัพยากรในการขนส่ง การวางแผนและจัดตารางการขนส่ง และการติดตามสินค้า เป็นขอบเขตในการวิเคราะห์ โดยในด้านของการบริหารทรัพยากรในการขนส่งจะมีเป้าหมายในการลดต้นทุนค่าขนส่งเป็นหลัก จึงจะวิเคราะห์ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนในการขนส่งเป็นหลัก และในส่วนของการวางแผนและจัดตารางการขนส่ง จะมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มอัตราการใช้งานยานพาหนะให้สูงที่สุด และในด้านของการติดตามสินค้า มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบสถานะของการส่งสินค้า และมั่นใจได้ว่าสินค้าดังกล่าวจะส่งถึงมือลูกค้าจริง และในสภาพที่สมบูรณ์ที่สุด

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ได้ทำการคัดเลือกลักษณะงานขนส่งที่เกี่ยวข้องออกมา 5 ด้านดังนี้

1. การบริหารการซ่อมบำรุงยานพาหนะ
2. การบริหารด้านการตัดสินใจทดแทนยานพาหนะ
3. การบริหารเชื้อเพลิงที่ใช้ในงานขนส่ง
4. รอบในการวางแผนงานขนส่ง
5. ประเภทของสินค้าที่ขนส่ง

จากลักษณะการขนส่งข้างต้น ได้จัดทำเป็นแบบสอบถามเพื่อช่วยในการระบุถึงลักษณะด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยจะมีผลลัพธ์เป็นแนวทางย่อยในการประเมินความคุ้มค่าทั้งสิ้น 6 แนวทาง ดังนี้

1. แนวทาง ก การบริหารการซ่อมบำรุงยานพาหนะ
2. แนวทาง ข การบริหารการทดแทนยานพาหนะ
3. แนวทาง ค ลักษณะการจ่ายค่าเชื้อเพลิงตามใบเสร็จ หรือระบบFleet card
4. แนวทาง ง กรณีไม่มีรอบในการวางแผนงานขนส่ง
5. แนวทาง จ งานขนส่งสินค้ามูลค่าสูง
6. แนวทาง ฉ งานขนส่งสินค้าที่ต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างการขนส่ง

จากแนวทางทั้ง 6 แนวทางข้างต้น ได้ทำการวิเคราะห์ถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆ รวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่จะเพิ่มขึ้นจากการที่มีความต้องการในด้านของข้อมูลการติดตามที่มากขึ้น ซึ่งจะอยู่ในรูปของสมการค่าใช้จ่ายที่จะทำการเพิ่มเข้าไปกับค่าใช้จ่ายเดิมที่หาได้จากการจัดประเภทการขนส่งเบื้องต้น และในด้านของการประเมินความคุ้มค่านั้น ได้ทำการอธิบายถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะในด้านต่างๆ และจัดทำเป็นตารางเปรียบเทียบตามแต่ละหัวข้อเพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ

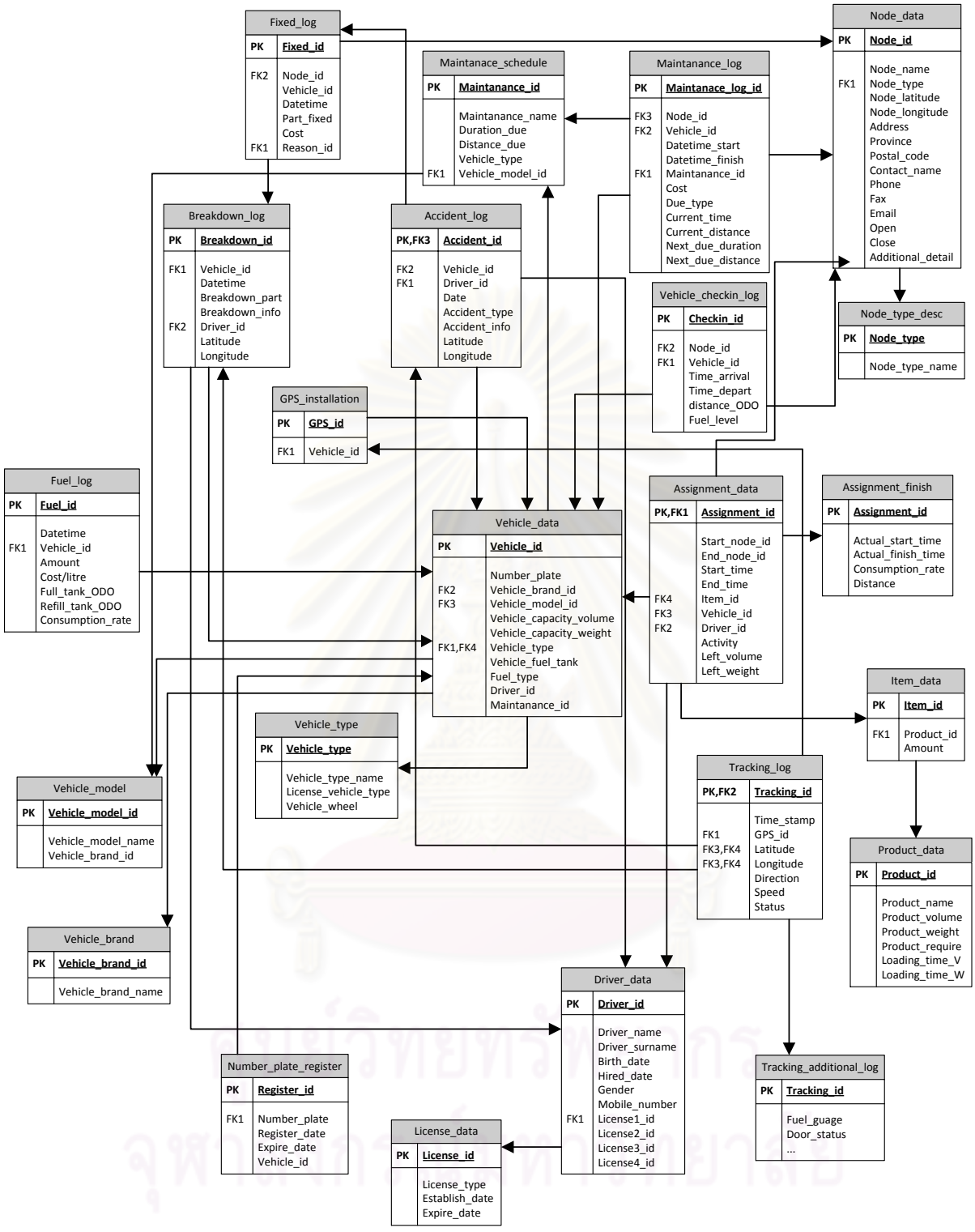
ตารางที่ 2 ตารางตัวอย่างการเปรียบเทียบความคุ้มค่าที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะ

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in system
ตรวจสอบ สภาพแวดล้อมภายในตู้สินค้าแบบ real time	✓		
สามารถตรวจสอบหาสาเหตุกรณีตรวจพบสินค้าเสียหาย	✓	✓	
สามารถตรวจพบความผิดปกติที่อาจทำให้สินค้าเสียหาย และแก้ปัญหาได้ทันท่วงที	✓	✓	

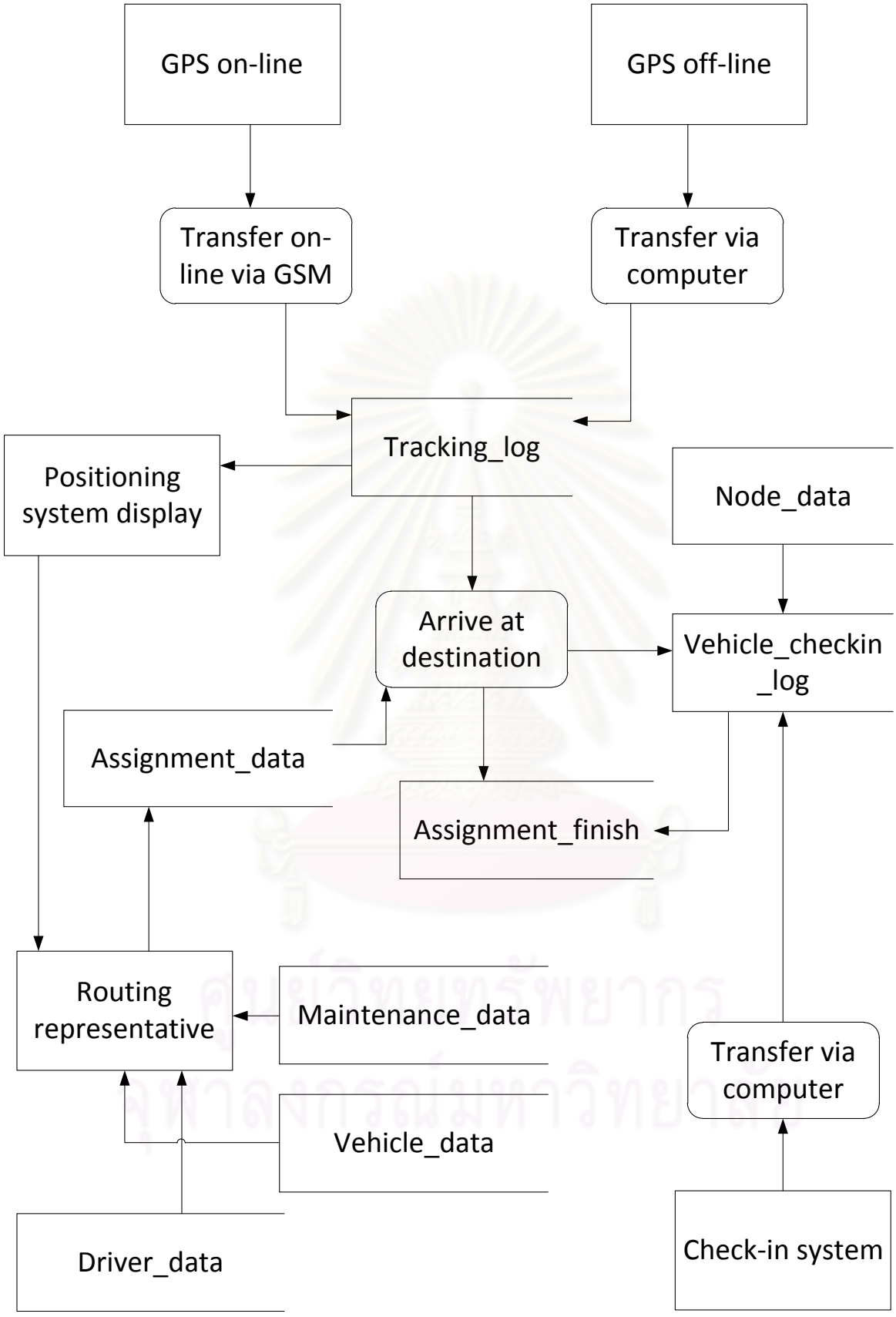
สุดท้าย จากการนำข้อมูลทั้งหมด ทั้งด้านมูลค่าต้นทุนในการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะรายเดือน และประโยชน์ที่จะได้รับ จะนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาทำการเปรียบเทียบ เพื่อตัดสินใจว่าจะเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบใด เนื่องจากลักษณะของธุรกิจที่แตกต่างกัน อาจส่งผลให้นโยบายในการตัดสินใจแตกต่างกันออกไปด้วย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับตัวผู้ตัดสินใจเองว่าจะเลือกใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบใด

2.3 ส่วนที่ 2 การออกแบบฐานข้อมูล

ในด้านการออกแบบฐานข้อมูลนั้น จะทำการออกแบบโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการที่จะรวมระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถรวมศูนย์ข้อมูลและนำไปใช้งานได้สะดวก รวมไปถึงการออกแบบฐานข้อมูลให้สามารถรองรับกับงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งด้านต่างๆ เช่นการซ่อมบำรุง อุบัติเหตุ รถเสีย การเติมเชื้อเพลิง ข้อมูลยานพาหนะ ข้อมูลทะเบียนรถ ข้อมูลพนักงานขับรถ ข้อมูลงานขนส่ง การประเมินงานขนส่ง ข้อมูลสถานที่สำคัญต่างๆ เป็นต้น ซึ่งได้เป็นฐานข้อมูลดังรูปที่ 8 นอกจากนี้จะให้คำอธิบายถึงลักษณะของข้อมูลในตารางต่างๆ และการของข้อมูลเหล่านี้ เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงการทำงานของฐานข้อมูลได้ดียิ่งขึ้นดัง



รูปที่ 8 โครงสร้างฐานข้อมูลสำหรับระบบติดตามยานพาหนะ



รูปที่ 9 รูปแสดงถึงการไหลของข้อมูลในฐานข้อมูลระบบติดตามยานพาหนะ

3 การแบ่งประเภทงานขนส่ง และการวิเคราะห์ต้นทุนเบื้องต้น

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงการแบ่งประเภทงานขนส่งเบื้องต้นโดยศึกษาจากลักษณะการขนส่งที่มีผลกระทบต่อวัตถุประสงค์การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ 3 ด้าน คือ การบริหารทรัพยากรในการขนส่ง การวางแผนและจัดตารางการขนส่ง และสุดท้าย การติดตามสินค้าในงานขนส่ง ซึ่งจะทำการแบ่งประเภทและสร้างเป็นแผนภูมิต้นไม้การตัดสินใจเพื่อช่วยในการจัดกลุ่ม พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงระบบติดตามยานพาหนะที่เหมาะสมและเป็นไปได้สำหรับแต่ละประเภท และให้แนวทางในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบ

3.1 การสรุปผลในด้านลักษณะงานขนส่งจากการสำรวจ

จากการสำรวจลักษณะงานขนส่งของผู้ประกอบการต่างๆทั้งสิ้น 7 ราย ผ่านการเข้าสัมภาษณ์พบว่ามีแต่ละแห่งก็จะมีรูปแบบการจัดการงานขนส่งที่แตกต่างกันอยู่ โดยได้ทำการสรุปถึงลักษณะต่างๆที่พบภายในกรอบของงานขนส่ง 3 ด้านคือ การบริหารทรัพยากรในการขนส่ง การวางแผนงานขนส่ง และการติดตามสินค้าในงานขนส่ง ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าสามารถจัดกลุ่มของลักษณะต่างๆได้ออกเป็นหัวข้อดังนี้

3.1.1 การบริหารทรัพยากรในการขนส่ง

3.1.1.1 ด้านระดับความเป็นเจ้าของยานพาหนะ : ในมุมมองด้านระดับความเป็นเจ้าของยานพาหนะนั้นสามารถจะมีหลากหลายแบบ โดยจะทำการแบ่งกลุ่มได้เบื้องต้นดังนี้

1. เป็นเจ้าของยานพาหนะเอง โดยบริษัทจะทำการบริหารยานพาหนะในกลุ่มดังกล่าวเอง
2. เช่าใช้บริการขนส่งจากภายนอก โดยบริษัทจะทำการลงทุนในด้านของการจัดซื้อยานพาหนะ และมีการเซ็นสัญญาให้ผู้รับจ้างภายนอกทำการบริหารทั้งหมด โดยบริษัทมีหน้าที่ป้อนงานขนส่งให้ผู้รับจ้างภายนอกดำเนินการต่อ
3. เช่าใช้ยานพาหนะระยะสั้น โดยบริษัทมีการประเมินว่าจะมีงานขนส่งเกินกว่าที่จะรองรับได้ และทำการเช่ายานพาหนะล่วงหน้าในระยะเวลาที่กำหนด
4. ลักษณะของการว่าจ้างผู้ขนส่งภายนอก ทำการขนสินค้าเป็นรอบๆ ซึ่งอาจเกิดทั้งจากกรณีที่มีงานขนส่งเกินกว่าที่จะรองรับได้ หรือบริษัทไม่มีนโยบายในการที่จะบริหารงานด้านการขนส่งเป็นของตนเอง

3.1.1.2 ด้านการบริหารจัดการการใช้เชื้อเพลิง : ในด้านการบริหารการใช้เชื้อเพลิงนั้น ปัญหาหลักที่เกิดคือการลักลอบขโมยเชื้อเพลิงในการขนส่งซึ่งก่อให้เกิดเป็นค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นอย่างมาก ในขณะเดียวกัน แต่ละบริษัทก็มีนโยบายในการที่จะป้องกันการขโมยเชื้อเพลิงต่างกัน แต่บางบริษัทก็ไม่มี โดยสามารถแบ่งวิธีการบริหารเชื้อเพลิงที่พบได้ดังนี้

1. อาศัยการคำนวณเส้นทางกับอัตราการใช้เชื้อเพลิงเบื้องต้นเพื่อประเมินถึงปริมาณเชื้อเพลิงที่จะต้องใช้ในการขนส่งและละเที่ยวนั้นๆ และทำการเติมเชื้อเพลิงให้พอดีกับที่ต้องใช้ โดยจะมีการเผื่อความไม่แน่นอนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยขึ้นอยู่กับความไม่แน่นอนในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง

2. ใช้การผลักภาระค่าเชื้อเพลิงให้กับผู้ขนส่งภายนอกในกรณีที่เป็นรถเช่า หรืองานจ้างรายเที่ยว โดยจะคิดอัตราค่าบริการหรือค่าเช่าที่รวมค่าเชื้อเพลิงไว้แล้ว ซึ่งทางบริษัทจะไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านเชื้อเพลิงอีก ซึ่งผู้รับจ้างขนส่งภายนอกจะต้องทำการประหยัดต้นทุนค่าน้ำมันให้ได้มากที่สุดเอง เพื่อให้มีผลกำไรมาก

3. ไม่มีมาตรการในการป้องกันการลักลอบขโมยเชื้อเพลิงที่แน่นอน ใช้การจ่ายค่าเชื้อเพลิงตามใบเสร็จที่ได้เติมมาแล้ว หรือการทำสัญญากับผู้ให้บริการเชื้อเพลิงในลักษณะของ Fleet card ซึ่งผู้ถือสามารถใช้บัตรดังกล่าวแทนเงินสดในการเติมเชื้อเพลิงได้ ซึ่งกรณีนี้บริษัทจะไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าพนักงานมีการลักลอบทุกจริตหรือไม่

3.1.1.3 ด้านการบริหารทรัพยากรบุคคล : ในด้านการบริหารทรัพยากรบุคคลนั้น ความซับซ้อนของการบริหารจะอยู่ตรงที่การจัดสรรพนักงานและการคิดอัตราผลตอบแทนพนักงานขับรถ ซึ่งในสองประเด็นดังกล่าว มีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดสรรพนักงานขับรถ

   - จัดสรรแบบให้พนักงานประจำรถ กล่าวคือ พนักงานขับรถคนหนึ่ง จะรับผิดชอบยานพาหนะเพียงหนึ่งคันเท่านั้น ซึ่งทำให้การบริหารทำได้ง่าย

   - จัดสรรแบบพนักงานไม่ต้องประจำรถ และสามารถขับรถคันใดก็ได้ โดยที่พนักงานคนดังกล่าวจะต้องมีใบอนุญาติในการขับขี่ยานพาหนะประเภทนั้นๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการบริหารในหลายๆด้าน เช่น การจัดตารางจำเป็นต้องมองถึงประเด็นเรื่องพนักงานขับรถเพิ่มเติม เป็นต้น

2. การคิดอัตราผลตอบแทนพนักงาน

- ไม่มีการจ่ายเบี้ยเลี้ยงรายเที่ยว กล่าวคือ พนักงานขับรถจะได้รับผลตอบแทนเป็นลักษณะของเงินเดือน ซึ่งง่ายต่อการบริหารงานของบริษัท แต่ในทางกลับกัน ก็ทำให้พนักงานขับรถขาดแรงจูงใจในการทำงาน

- มีการจ่ายเบี้ยเลี้ยงรายเที่ยว กล่าวคือ พนักงานอาจจะมีการได้รับผลตอบแทนลักษณะเงินเดือนหรือไม่ก็ตามแต่ พนักงานจะได้ผลตอบแทนเพิ่มเติมเป็นค่าเบี้ยเลี้ยงจากการทำงานโดยหากสามารถทำงานได้มาก จะส่งผลให้พนักงานได้รับเบี้ยเลี้ยงมากขึ้น แต่ในทางกลับกัน การบริหารจะยากขึ้น เนื่องจากต้องคอยทำการติดตามว่าพนักงานขับรถแต่ละคนมีการปฏิบัติงานขนส่งใดบ้าง

3.1.1.4 ด้านฐานในการขนส่ง : ในลักษณะของฐานการขนส่ง จะแบ่งออกเป็นสองประเภทดังนี้

1. มีฐานการขนส่งเดียว และยานพาหนะจำเป็นต้องกลับฐานเมื่อเสร็จสิ้นงานขนส่ง กล่าวคือ ในการวิ่งรถขนส่งเที่ยวใดๆก็ตาม เมื่อสิ้นสุดงานที่ได้รับมอบหมายแล้ว รถจำเป็นต้องกลับฐานการขนส่งเดิมหรือไม่ ซึ่งในกรณีที่มีฐานการขนส่งเดียว และรถจำเป็นต้องกลับฐานการขนส่งตลอดเมื่อเสร็จสิ้นงานใดๆ จะส่งผลให้การบริหารทรัพยากรในการขนส่งทำได้โดยง่าย เนื่องจากว่า ข้อมูลใดๆก็ตามที่เกี่ยวข้องในด้านของทรัพยากรในการขนส่ง จะถูกเก็บรวบรวมอยู่ที่เดียว ซึ่งการจะดึงข้อมูลดังกล่าวเพื่อไปใช้งานในด้านต่างๆ เช่น การบริหารจัดการการซ่อมบำรุง การประเมินการทดแทนทรัพยากรในการขนส่ง การประเมินดัชนีชี้วัดสมรรถนะหลัก(Key Performance Indicator : KPI) เป็นต้น

2. มีหลายฐานการขนส่ง และยานพาหนะจะไปจอดยังฐานใดก็ได้เมื่อเสร็จสิ้นงาน จะส่งผลกระทบให้การรวบรวมข้อมูลทำได้ยากขึ้น ส่งผลให้การจะประเมินความคุ้มค่าจากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะ มีลักษณะของต้นทุนในการวางระบบและการใช้งานที่แตกต่างกัน

3.1.2 ด้านการวางแผนงานขนส่ง

ในมุมมองด้านการวางแผนงานขนส่งนั้น จากการศึกษาพบว่ามีลักษณะที่แตกต่างกันอยู่หลายด้าน ดังนี้

3.1.2.1 ด้านความแน่นอนของแผนการขนส่ง : ในด้านความแน่นอนของแผนการขนส่งนั้น หมายถึง เมื่อมีการออกแผนการขนส่งไปแล้วนั้น สามารถทำการเปลี่ยนแปลงแผนได้หรือไม่ โดยสามารถแบ่งแยกเป็นลักษณะต่างๆได้ดังนี้

1. เมื่อออกแผนไปแล้ว ไม่ว่าเมื่อใดก็ตาม จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแผนอีก ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีความง่ายต่อการวางแผน งานขนส่งที่ได้ทำการวางแผนไปแล้วจะถือว่าไม่สามารถแก้ไขได้อีก และกลายเป็นข้อกำหนดสำหรับงานขนส่งอื่นๆที่ทำการวางแผนทีหลัง แต่ในขณะเดียวกัน ก็ทำให้ลักษณะของการวางแผนไม่ยืดหยุ่น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูงขึ้น

2. เมื่อออกแผนไปแล้ว แต่ยังไม่ถึงวันที่กำหนดตามแผนหรือยานพาหนะยังไม่เริ่มทำงานในแผนนั้นๆ สามารถเปลี่ยนแผนได้ เช่น กรณีที่มีการวางแผนงานขนส่งล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ทำให้ทราบว่าภายใน 1 สัปดาห์ล่วงหน้านั้น มีงานขนส่งใดบ้างที่อยู่ในระบบ แต่ในขณะเดียวกันก็มีงานขนส่งเข้ามาใหม่ ผู้วางแผนอาจทำการแก้ไขแผนที่ได้วางไว้เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

3. สามารถเปลี่ยนแผนเมื่อใดก็ได้ ซึ่งระบบแบบดังกล่าว สามารถตอบสนองต่อความต้องการขนส่งใหม่ๆที่มีเข้ามาได้ตลอดเวลา โดยจะต้องมีวิธีการในการหาแผนการขนส่งที่คุ้มค่าที่สุดภายในเวลาอันสั้น และสั่งให้ยานพาหนะทุกคันที่เกี่ยวข้องทราบถึงการเปลี่ยนแปลงแผนการและปฏิบัติตาม

3.1.2.2 ด้านรอบในการวางแผนการขนส่ง : ด้านรอบในการขนส่งนั้น หมายถึง การวางแผนการขนส่งใดๆก็ตาม จะมีรอบในการวางแผนที่แน่นอนหรือไม่อย่างไร โดยสามารถแบ่งออกเป็นระบบต่างๆได้ดังนี้

1. ลักษณะของงานขนส่งแบบเป็นรอบที่แน่นอนตายตัว เช่น การขนส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าที่จะมียานพาหนะขนส่งวนรับสินค้าเป็นรอบๆทุกวัน โดยไม่สนใจว่าปริมาณสินค้าในแต่ละวันจะมีมากหรือน้อยต่างกันอย่างไรบ้าง

2. ลักษณะที่มีการวางแผนงานขนส่งแบบเป็นรอบ โดยจะทำการตัดยอดสินค้าทุกๆช่วงเวลาที่กำหนด และทำการวางแผนการขนส่งสำหรับสินค้าดังกล่าว โดยรายการสินค้าที่มาหลังเวลาดังกล่าวจะถูกผลักให้เป็นคำสั่งงานขนส่งในวันถัดไป เช่น การที่ศูนย์กระจายสินค้าจะตัดยอดความต้องการสินค้าที่เวลา 1 ทุ่ม เพื่อทำการจัดตารางและจัดของขึ้นรถให้ทัน 4 ทุ่ม เป็นต้น

3. ลักษณะของการจัดตารางสำหรับงานที่มีความไม่แน่นอนสูงว่าจะเข้ามาเมื่อไหร่ โดยจะทำการจัดตารางทุกครั้งเมื่อมีงานขนส่งเข้ามาใหม่ เช่น การรับส่งงานระหว่างผลิตจากผู้รับจ้างผลิตภายนอก ซึ่งไม่สามารถคาดเดาได้ว่าจะได้รับงานเมื่อใด ซึ่งหากมีการแจ้งมาว่าสินค้าดังกล่าวพร้อมจัดส่งแล้ว จะต้องทำการขนส่งทันทีเพื่อทำการผลิตในขั้นตอนต่อไป

3.1.2.3 ด้านเส้นทางในการขนส่ง : ในด้านเส้นทางนั้นจะพูดถึงลักษณะความคุ้นเคยด้านเส้นทาง โดยจะแบ่งออกเป็นแบบต่างๆดังนี้

1. กรณีเป็นเส้นทางที่ทราบล่วงหน้า กล่าวคือ เป็นเส้นทางที่มีการขนส่งประจำ หรือทราบล่วงหน้าว่าจะมีการขนส่งบนเส้นทางดังกล่าวต่อๆไป ซึ่งผู้ดูแลสามารถส่งทีมงานเพื่อประเมินสภาพเส้นทางได้ เพื่อตรวจสอบปัจจัยด้านต่างๆสำหรับการขนส่งบนเส้นทางดังกล่าว รวมถึงหาต้นทุนที่ควรจะเป็นสำหรับเส้นทางนั้นๆเพื่อทำการควบคุมงานขนส่งต่อไป เช่น กรณีที่มีการขนส่งสินค้าระหว่างโรงงานจากกรุงเทพฯไปยังชัยภูมิเป็นประจำทุกสัปดาห์ หรือกรณีที่บริษัทรับจ้างขนส่งมีการทำสัญญาว่าจ้างขนส่งกับผู้ผลิตรายหนึ่งในการขนส่งวัตถุดิบเข้าสู่โรงงานจากแหล่งวัตถุดิบต่างๆที่กำหนดไว้ ซึ่งบริษัทรับจ้างขนส่งดังกล่าวสามารถทำการสำรวจเส้นทางล่วงหน้าเพื่อประเมินค่าใช้จ่ายและนำมาใช้มาราคาค่าจ้างในการขนส่งได้

2. กรณีเป็นเส้นทางที่ไม่ทราบล่วงหน้า กล่าวคือ เป็นเส้นทางที่ไม่ได้มีการขนส่งประจำ หรือเป็นลักษณะของงานรับจ้างขนส่งทั่วไป ไม่ได้มีการทำสัญญาแน่นอน หรือเป็นงานรับส่งของถึงที่อยู่อาศัย ซึ่งงานลักษณะดังกล่าว ไม่สามารถทำการสำรวจเส้นทางล่วงหน้าได้ จึงไม่สามารถสำรวจหาปัจจัยต่างๆที่จะนำมาวางแผนการขนส่งได้เช่นกัน

3.1.3 ด้านการติดตามสินค้า

3.1.3.1 มุมมองด้านการใช้งาน : หมายถึง ด้านการติดตามสินค้าใน มีความต้องการในการใช้ข้อมูลแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับว่าผู้ที่ต้องการข้อมูลเป็นใคร ซึ่งสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

1. ลูกค้าปลายทาง เป็นลูกค้าที่เป็นผู้ใช้งานสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งกรณีการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าปลายทางนั้น ทั้งทางผู้ส่งและผู้รับต้องการติดตามว่า สินค้าดังกล่าวถึงที่หมายหรือยัง ถ้ายังไม่ถึง ปัจจุบันล่าสุดอยู่ ณ ที่ใด เป็นต้น

2. สายการผลิตที่รอรับวัตถุดิบหรืองานระหว่างผลิต ซึ่งจะต้องการทราบว่า ประมาณการเวลาถึงที่หมายของสินค้าดังกล่าวคือเท่าไหร่ เพื่อที่จะสามารถจัดเตรียมสายการผลิต

สำหรับงานดังกล่าว เพื่อให้เกิดเวลาคอยน้อยสุด และกระบวนการผลิตไหลลื่นที่สุด แต่กรณีที่มีการรับสินค้าแล้วทำการจัดเก็บเพื่อรอผลิตนั้น ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงเวลาถึงที่หมายเท่าใดนัก

3. ศูนย์กระจายสินค้า หรือคลังสินค้าที่มีปริมาณรถเข้าออกจำนวนมาก และมีท่าเทียบในการขนถ่ายสินค้าจำกัด ทำให้ผู้ควบคุมดูแลจะต้องทำการบริหารจัดการท่าเทียบ รวมไปถึงการจราจรภายในให้เป็นไปอย่างราบรื่น และมีutilizationสูงสุด โดยมีเวลาคอยต่ำสุด ซึ่งการทราบถึงปริมาณสินค้า และเวลาที่จะมาถึงล่วงหน้าจะทำให้ผู้วางแผนสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปเตรียมการได้ว่าจะต้องเทียบสินค้านั้นที่ท่าเทียบใด โดยจะมีเวลาเท่าไหร่เพื่อให้ระบบโดยรวมดีที่สุด

3.1.3.2 ด้านประเภทของสินค้า : สินค้าที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ระดับการควบคุมสินค้าในระหว่างการขนส่งแตกต่างกันออกไปด้วย โดยสามารถแบ่งประเภทสินค้าได้ออกเป็น 3 แบบเบื้องต้น ดังนี้

1. สินค้ามูลค่าสูง คือ เป็นลักษณะของสินค้าที่มีมูลค่าสูง ผู้ขนส่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีมาตรการในการป้องกันการสูญหายของสินค้า เนื่องจากหากมีการสูญหายเกิดขึ้น จะก่อให้เกิดผลเสีย และมีค่าใช้จ่ายตามมาเป็นจำนวนมาก หรือในบางกรณี ความสูญเสียดังกล่าวอาจจะไม่สามารถประเมินเป็นตัวเงินได้ แต่มีผลกระทบร้ายแรง ซึ่งผู้ใช้งานระบบจะต้องทำการตัดสินใจเองว่าสินค้าที่ขนอยู่นั้น มีความจำเป็นที่จะต้องทำการป้องกันมากน้อยแค่ไหน ซึ่งถ้าหากมีความต้องการในการป้องกันมาก สามารถจัดอยู่ในประเภทสินค้ามูลค่าสูงได้

2. สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างการขนส่ง คือ สินค้าที่จำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยต่างๆในระหว่างขนส่ง เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น หรือสินค้าบางชนิดที่จำเป็นต้องเก็บไว้ในที่มืด รวมไปถึงสภาพแวดล้อมอื่นๆที่จะส่งผลกระทบต่อสินค้า ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายทั้งต่อสินค้า ต่อผู้ขนส่ง และต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3. สินค้าทั่วไป คือ เป็นลักษณะของสินค้าที่ไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยต่างๆในระหว่างขนส่ง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงอาทิตย์ เป็นต้น และไม่ได้เป็นสินค้าที่มูลค่าสูง เช่น น้ำมัน ธนบัตร เป็นต้น

3.2 การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างลักษณะงานขนส่งด้านต่าง ๆกับการเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะ

เนื่องจากในการที่จะเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบใดนั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆสองด้าน คือ ด้านค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบติดตามยานพาหนะ และประโยชน์ที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะในแต่ละแบบ โดยจะทำการวิเคราะห์เพื่อแยกลักษณะต่างๆที่ได้วางไว้ในหัวข้อ3.1 ว่าประเด็นลักษณะใดบ้างที่มีความเกี่ยวเนื่องกับด้านค่าใช้จ่ายของระบบติดตามยานพาหนะ ประเด็นใดบ้างที่มีความเกี่ยวเนื่องกับประเด็นด้านประโยชน์จากระบบติดตามยานพาหนะ และประเด็นใดที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของระบบติดตามยานพาหนะ หรือไม่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบใดก็ตามซึ่งไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการเลือกระบบติดตามยานพาหนะ

3.2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องกับค่าใช้จ่ายในการวางระบบติดตามยานพาหนะและการกรั่นกรองระบบติดตามยานพาหนะเบื้องต้น

ค่าใช้จ่ายในการวางระบบติดตามยานพาหนะนั้น สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเซอร์เวอร์กลางสำหรับรองรับข้อมูลงานขนส่งทั้งหมด
- ค่าใช้จ่าย/ค่าเช่าในการติดตั้งระบบระบุตำแหน่งผ่านดาวเทียม(GPS)
- ค่าใช้จ่ายในการถ่ายโอนข้อมูลรายเดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งชุดคอมพิวเตอร์สำหรับถ่ายโอนข้อมูล
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งชุดคอมพิวเตอร์สำหรับการลงทะเบียนยานพาหนะ
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเสารับสัญญาณ RFID

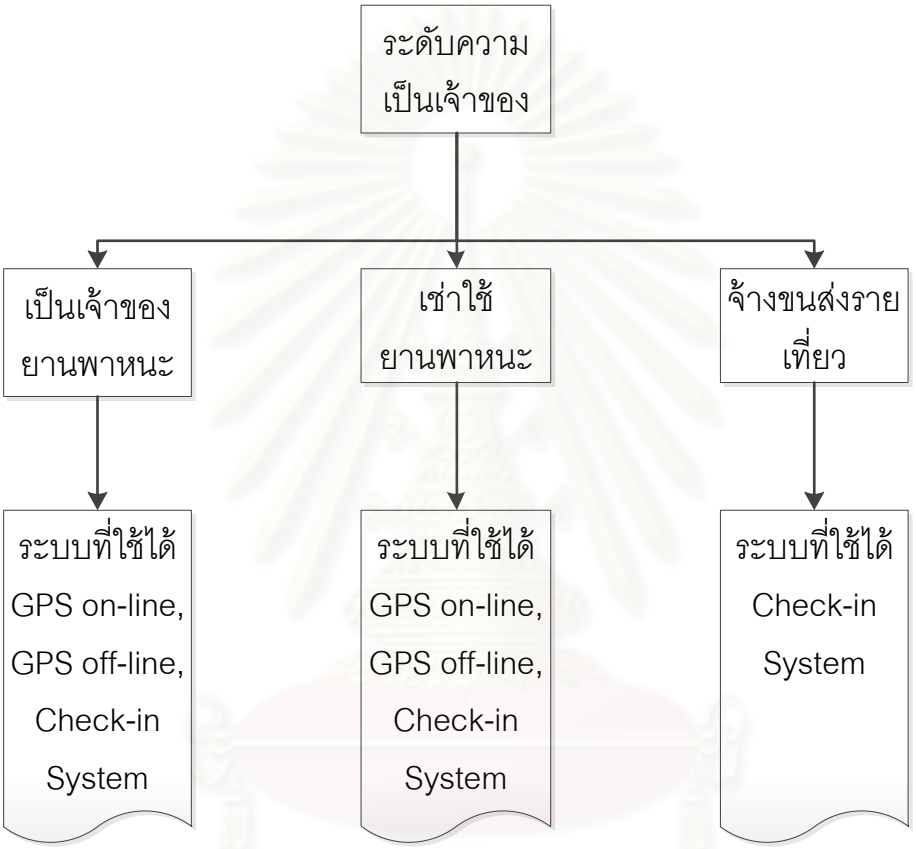
ซึ่งจากการพิจารณาลักษณะงานขนส่งที่ได้จำแนกไว้แล้วข้างต้น พบว่ามีหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการวางระบบติดตามยานพาหนะดังนี้

3.2.1.1 ด้านระดับความเป็นเจ้าของยานพาหนะ

เนื่องจากว่าในการเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะนั้น ขั้นแรกจะต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆบนยานพาหนะก่อน ซึ่งในลักษณะของการเป็นเจ้าของยานพาหนะเอง หรือการเช่ายานพาหนะนั้น สามารถติดตั้งระบบติดตามยานพาหนะผ่านดาวเทียม

ได้ แต่ในลักษณะของการว่าจ้างขนส่งรายเที่ยวนั้น ไม่สามารถทำการติดระบบได้ นอกจากนี้ ระดับความเป็นเจ้าของที่แตกต่างกัน ยังจะส่งผลให้มีความต้องการในการบริหารยานพาหนะที่แตกต่างกันอีกด้วย ซึ่งประเด็นดังกล่าวสามารถนำไปวิเคราะห์เพิ่มเติมถึงความคุ้มค่าจากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะได้ในขั้นถัดไป

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปเป็นแผนภูมิในการตัดสินใจขั้นแรกได้ดังนี้



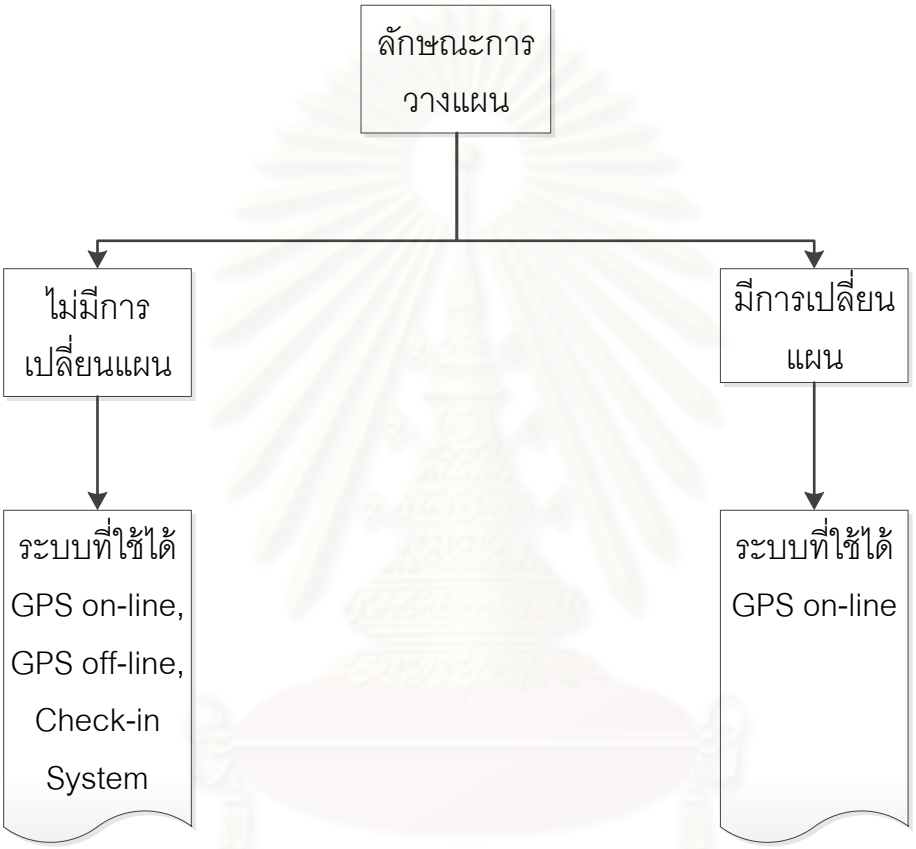
รูปที่ 10 การตัดสินใจด้านระดับความเป็นเจ้าของ

3.2.1.2 ความแน่นอนของแผนการขนส่ง

ในด้านความแน่นอนของแผนการขนส่งนั้น จากประเภทข้างต้น จะเห็นได้ว่า แบบที่ 1 และแบบที่ 2 นั้น มีลักษณะที่เหมือนกันคือ จะไม่มีการเปลี่ยนแผนการขนส่งเมื่อยานพาหนะได้ออกจากฐานเพื่อปฏิบัติงานขนส่งนั้นๆแล้ว แต่ในแบบที่ 3 จะมีการเปลี่ยนแปลงแผนการขนส่งได้เมื่อยานพาหนะออกจากฐานเพื่อปฏิบัติงานแล้ว ซึ่งในแบบที่ 3 นั้น การที่วางแผนงานขนส่ง หรือทำการเปลี่ยนแปลงแผนได้ จำเป็นที่จะต้องทราบตำแหน่งที่แน่นอนของยานพาหนะทั้งหมดในระบบ ณ เวลาวางแผน ซึ่งข้อมูลดังกล่าว จำเป็นที่จะต้องใช้ระบบติดตามยานพาหนะจากดาวเทียมแบบ on-line ในขณะที่อีกสองแบบที่เหลือนั้นสามารถใช้ระบบใดก็ได้ ซึ่งใน 2 แบบที่เหลือนั้นมีลักษณะ

คล้ายคลึงกัน จึงจะทำการจัดกลุ่มงานขนส่งทั้งสองแบบรวมเข้าด้วยกันเป็นแบบไม่มีการเปลี่ยนแผนการขนส่งเมื่อยานพาหนะออกจากฐานการขนส่งเพื่อปฏิบัติงานในแผนนั้นๆแล้ว นอกจากนี้ ในด้านการวางแผนการขนส่งยังมีรายละเอียดปลีกย่อยซึ่งจะถูกนำไปพิจารณาในการประเมินความคุ้มค่าต่อไป

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปเป็นแผนภูมิในการตัดสินใจขั้นที่สองได้ดังนี้



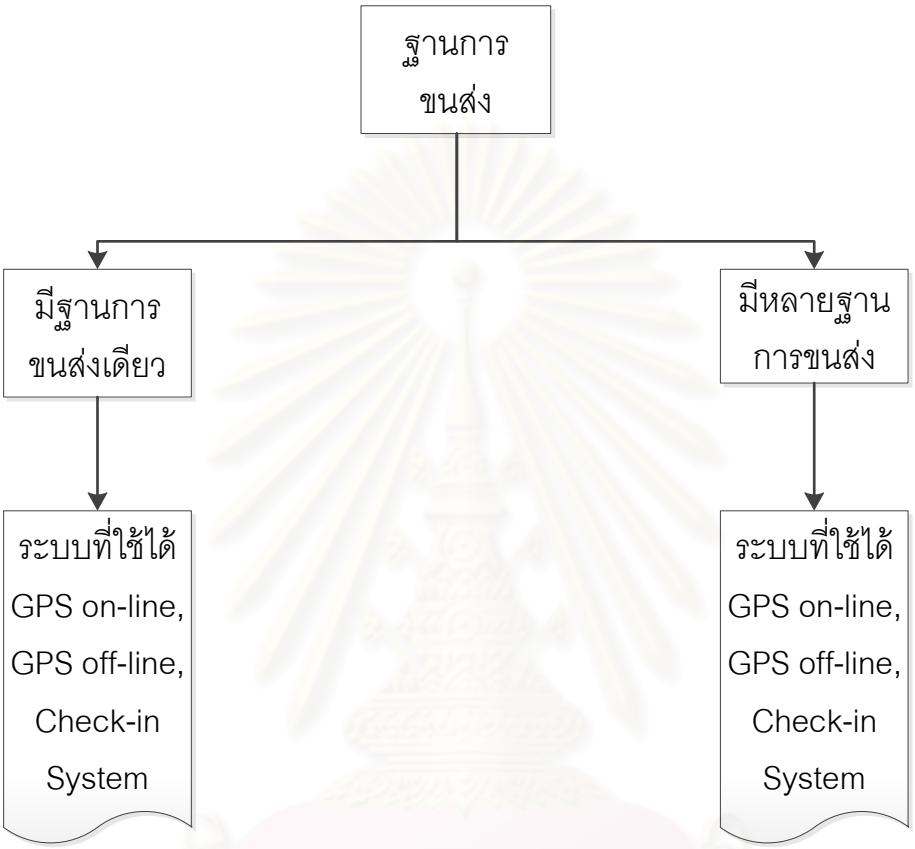
รูปที่ 11 การตัดสินใจด้านการวางแผนงานขนส่ง

3.2.1.3 ฐานในการขนส่ง

ในด้านฐานการขนส่งนั้น จากข้างต้นที่ได้แบ่งออกเป็นสองประเภทคือ แบบที่มีฐานการขนส่งเดียว และยานพาหนะจะต้องกลับฐานการขนส่งทุกครั้งเมื่อเสร็จสิ้นงานขนส่ง และแบบหลายฐานการขนส่ง ซึ่งยานพาหนะจะสามารถไปจอดยังฐานการขนส่งใดก็ได้เมื่อเสร็จสิ้นงานขนส่ง โดยประเด็นด้านดังกล่าว จะส่งผลกระทบถึงการกระจายของข้อมูล กล่าวคือ การที่มีหลายฐานการขนส่งนั้น ข้อมูลต่างๆจะกระจายกันอยู่ตามฐานการขนส่ง ซึ่งการที่จะทำให้การบริหารงานขนส่งมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นที่จะต้องรวมศูนย์ข้อมูลทั้งหมดไว้ด้วยกัน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องทำการติดตั้งระบบเครือข่าย หรือการใช้คอมพิวเตอร์ และทำการส่งผ่านข้อมูลทั้งหมดมายังserverกลาง ซึ่งปัจจัย

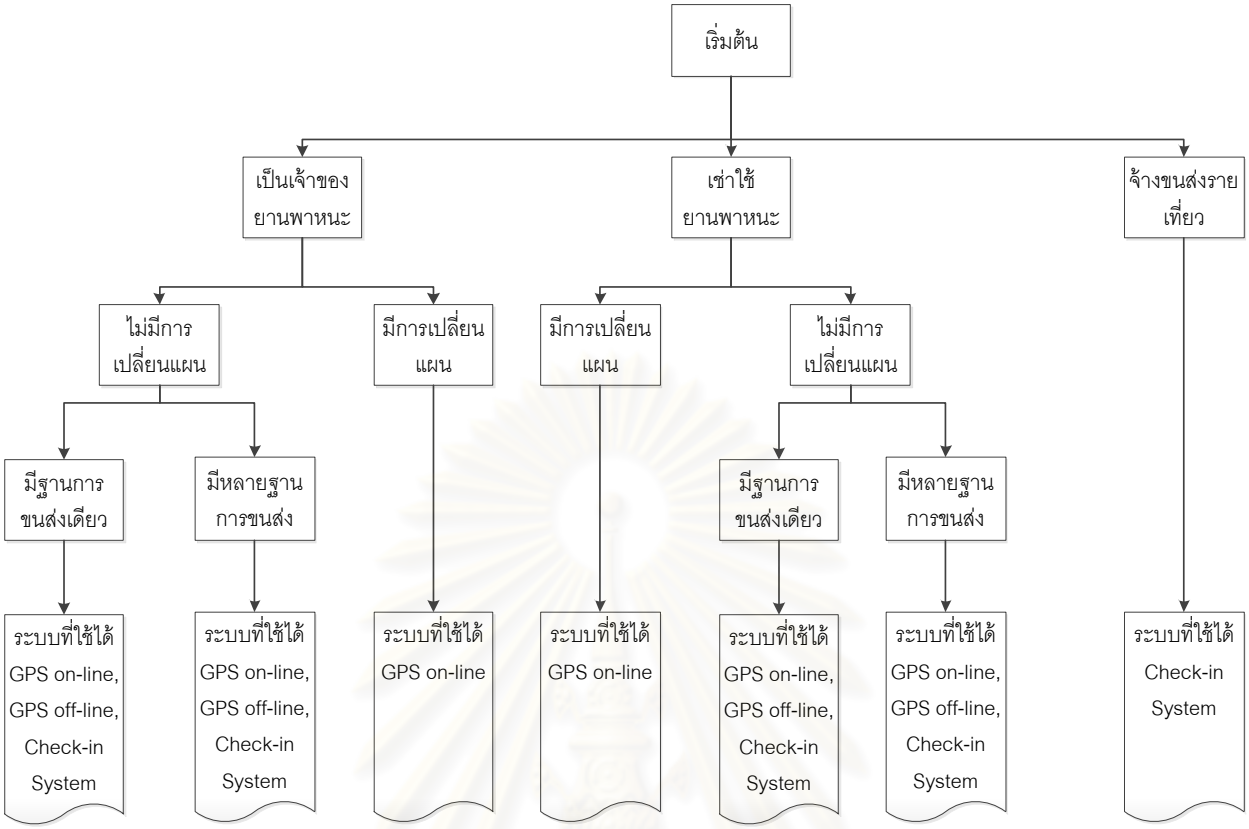
ดังกล่าวทำให้ค่าใช้จ่ายในการวางระบบติดตามยานพาหนะสำหรับลักษณะการขนส่งแบบฐานเดียวและหลายฐานต่างกัน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปเป็นแผนภูมิในการตัดสินใจขั้นที่สองได้ดังนี้



รูปที่ 12 การตัดสินใจด้านลักษณะของฐานการขนส่ง

จากลักษณะของฐานการขนส่งดังกล่าวทั้งสามด้านข้างต้น เมื่อนำมารวมกันเพื่อสร้างเป็นแนวทางในการตัดสินใจ ซึ่งในลักษณะของการจ้างขนส่งรายเที่ยวนั้น มีระบบเดียวที่สามารถใช้งานได้คือระบบ Check-in และในลักษณะการวางแผนที่สามารถเปลี่ยนแผนได้เมื่อยานพาหนะออกปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้ จำเป็นที่จะต้องอาศัยข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะโดยดาวเทียม(GPS on-line) ซึ่งหากมีลักษณะการขนส่งแบบใดแบบหนึ่งในสองทางนี้ จะทำการตัดตัวเลือกในด้านอื่นๆที่เหลือออก ไม่จำเป็นต้องมีการพิจารณาอีก ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวทั้งหมด สามารถสร้างเป็นแนวทางในการจัดกลุ่มลักษณะงานขนส่งได้ดังนี้

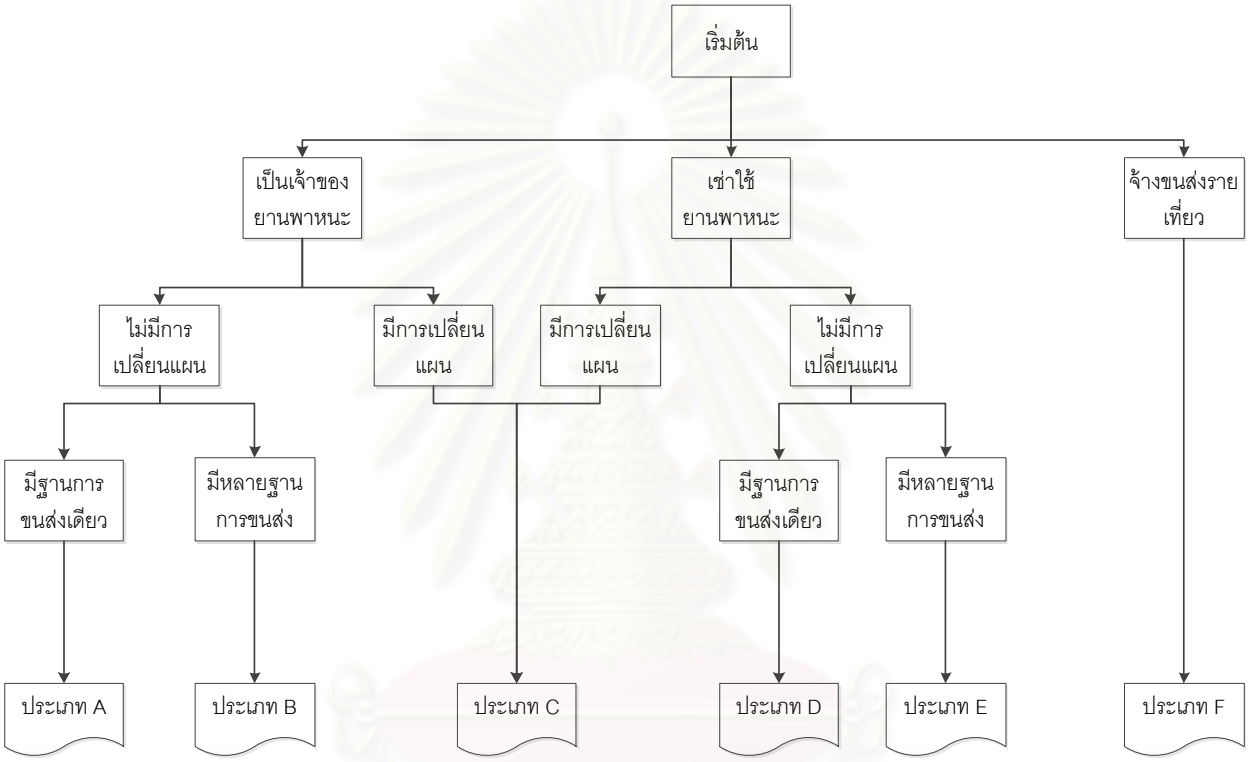


รูปที่ 13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งประเภทลักษณะของงานขนส่ง

จากแผนภาพแนวทางข้างต้น สามารถแบ่งกลุ่มลักษณะงานขนส่งออกได้เป็นระบบเบื้องต้นดังนี้

1. กลุ่ม 1 : เป็นเจ้าของยานพาหนะเอง ไม่มีการเปลี่ยนแผนงานขนส่ง และมีฐานการขนส่งเดียว
2. กลุ่ม 2 : เป็นเจ้าของยานพาหนะเอง ไม่มีการเปลี่ยนแผนงานขนส่ง และมีหลายฐานการขนส่ง
3. กลุ่ม 3 : เป็นเจ้าของยานพาหนะเอง และมีการเปลี่ยนแผนงานขนส่งได้
4. กลุ่ม 4 : เช่าใช้ยานพาหนะ และมีการเปลี่ยนแผนงานขนส่งได้
5. กลุ่ม 5 : เช่าใช้ยานพาหนะ ไม่มีการเปลี่ยนแผนงานขนส่ง และมีฐานการขนส่งเดียว
6. กลุ่ม 6 : เช่าใช้ยานพาหนะ ไม่มีการเปลี่ยนแผนงานขนส่ง และมีหลายฐานการขนส่ง
7. กลุ่ม 7 : รับจ้างขนส่งรายเที่ยว

จากการจัดกลุ่มทั้ง 7 ประเภทข้างต้น จะเห็นว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 จะได้ผลลัพธ์ในลักษณะเดียวกันคือจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบแบบGPS on-line ซึ่งจะทำการรวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณา และกลุ่มที่ 7 จะต้องใช้ระบบCheck-in ส่วนกลุ่มที่ 1 2 5 และ 6 สามารถใช้ระบบติดตามยานพาหนะได้ทุกแบบ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องทำการพิจารณาด้านค่าใช้จ่าย และเปรียบเทียบกับประโยชน์ที่จะได้รับจากการเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะในแต่ละแบบต่อไป ซึ่งจะทำการปรับปรุงลักษณะของแนวทางข้างต้นและสร้างรหัสสำหรับการเรียกกลุ่มของงานขนส่งใหม่ดังนี้



รูปที่ 14 แนวทางที่ 1 การจัดประเภทงานขนส่ง

3.2.2 การสร้างแนวทางในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายจากระบบติดตามยานพาหนะ

ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายนั้น เนื่องจากจะมีความแตกต่างกันไปแล้วแต่ลักษณะของงานขนส่งตามที่ได้แบ่งประเภทไว้แล้วในแนวทางที่ 1 ซึ่งจะทำการสร้างสมการในการคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆ โดยอาศัยวิธีการทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจ แต่ในขณะเดียวกัน การที่จะสามารถคำนวณหาค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐศาสตร์ได้นั้น จำเป็นที่จะต้องหาค่าอัตราดอกเบี้ย(interest rates) ที่จะใช้ในการคำนวณ แต่ในขณะเดียวกัน การลงทุนในระบบติดตามยานพาหนะไม่สามารถวัดผลตอบแทนได้เป็นจำนวนเงิน จึงมีแนวคิดที่จะใช้แทนอัตราดอกเบี้ยด้วยอัตราผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะ หรืออัตราผลตอบน่าดึงดูดที่ต่ำที่สุด(Minimum Attractive Rate of Return: MARR) แทนในการคำนวณ และใช้วิธีการวิเคราะห์มูลค่ารายปี(Annual worth

analysis) ซึ่งจะทำการประยุกต์ใช้เปรียบเทียบเป็นรายเดือน เนื่องจากจะทำให้ผู้ประกอบการเห็นถึงต้นทุนของเงินลงทุนที่แท้จริงเมื่อเทียบเป็นต่อเดือนว่ามีต้นทุนการใช้งานระบบเท่าไหร่ ซึ่งผู้ประกอบการสามารถนำต้นทุนดังกล่าวไปใช้ในการประเมินความคุ้มค่าจากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะได้ ซึ่งหากสามารถลดต้นทุนค่าขนส่งอันเนื่องมาจากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะช่วยในการบริหารได้มากกว่าต้นทุนต่อเดือน ก็จะถือว่าการใช้ระบบติดตามยานพาหนะมีความคุ้มค่า

ในการที่จะสร้างสมการในการหามูลค่าต้นทุนรายเดือนนั้น ขั้นแรกจะต้องทำการหาค่าMARR ที่จะใช้ในการคำนวณเสียก่อน โดยจะมีแนวทางในการหาได้หลายทางดังนี้

วิธีที่ 1 หากบริษัทมีการกำหนดค่าMARRอยู่แล้ว ให้นำค่าดังกล่าวมาใช้ได้เลย ซึ่งโดยส่วนมากจะอยู่ในรูปของอัตราผลตอบแทนต่ำสุดต่อปี แต่ ณ ที่นี้จะใช้ค่าอัตราผลตอบแทนต่อเดือน(r)เป็นตัวคำนวณ ซึ่งสามารถหาได้จาก

$$\mathrm{r} = (\sqrt[12]{i+1} - 1) \times 12$$

สมการที่ 4[15]

โดยที่ r คือ อัตราผลตอบแทนต่อเดือน

i คือ MARR หรืออัตราผลตอบแทนต่อปี

วิธีที่ 2 หากบริษัทไม่ได้มีการกำหนดค่าMARRไว้ อาจทำได้โดยการวิเคราะห์ผลกำไรของบริษัท โดยที่อัตราผลตอบแทนที่ได้จากการทำงานนั้น จะสามารถนำมาใช้เป็นค่าMARRได้เลย เช่น หากบริษัทลงทุนทำโครงการงานขนส่งให้กับลูกค้ารายหนึ่งซึ่งจากการทำงานพบว่าสามารถทำกำไรให้บริษัทคิดเป็นร้อยละ 20 ของเงินลงทุนต่อปี และในอีกโครงการหนึ่งสามารถทำกำไรได้ 30% ต่อปี โดยที่โครงการแรกใช้เงินลงทุน 1 ใน 3 ของต้นทุนทั้งหมด ส่วนโครงการที่สองใช้เงินลงทุน 2 ใน 3 ของต้นทุนทั้งหมด จากข้อมูลดังกล่าวสามารถทำการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักได้ร้อยละ 26.67 โดยประมาณ ซึ่งสามารถนำอัตราผลตอบแทนรายปีที่คิดได้ไปคำนวณหาค่าอัตราผลตอบแทนรายเดือนจากสมการที่ 4 ได้เลย

วิธีที่ 3 หากไม่สามารถคำนวณหาอัตราผลตอบแทนรายปีจากที่วิธีที่ 1 และ 2 ข้างต้น สามารถใช้การประมาณการ โดยการตั้งเป้าหมายว่า หากมีการใช้ระบบติดตามยานพาหนะ

ไม่ว่าจะเป็นระบบแบบใดก็ตาม บริษัทคาดหวังให้ระบบติดตามดังกล่าวสามารถลดต้นทุนการขนส่งลงได้เท่าไหร่ ซึ่งอัตราส่วนร้อยละของต้นทุนที่สามารถประหยัดได้ จะสามารถนำมาใช้เป็นค่า MARR ได้เลย โดยหากมีการตั้งเป้าว่าจะต้องการลดต้นทุนการขนส่งให้ได้ร้อยละ 10 ต่อปี สามารถนำค่าดังกล่าวมาคำนวณหาอัตราผลตอบแทนรายเดือนจากสมการที่ 4 ได้

จากที่กล่าวไปข้างต้น เมื่อสามารถหาค่าอัตราผลตอบแทนรายเดือนซึ่งเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ จะขอเรียกว่าอัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยสุดต่อเดือนนี้ว่า MARR โดยจะใช้ตัวแปรแทนในสมการว่า i% ซึ่งจะสามารถคำนวณหามูลค่าต้นทุนเปรียบเทียบรายเดือนต่อไปได้จากวิธีการดังนี้

<u>ขั้นที่ 1</u> มองว่าไม่ว่าจะใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบใดก็ตาม จะต้องคำนึงถึงการรวมศูนย์ข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการบริหารเป็นหลัก จึงจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องserverหนึ่งเครื่องสำหรับงานขนส่งทั้งระบบในการรวบรวมข้อมูลที่ได้ไม่ว่าจะมาจากระบบติดตามยานพาหนะแบบใดก็ตาม ซึ่งในการวางระบบserver ดังกล่าว สามารถคิดค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบรายเดือนต่อคันซึ่งจะถูกนำไปรวมกับค่าใช้มูลค่าต้นทุนต่อเดือนในการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบต่อไปได้ดังนี้

ค่าคอมพิวเตอร์server	Server	บาทต่อเครื่อง
ระยะเวลาที่คาดว่าจะใช้งานserver	m	เดือน
จำนวนยานพาหนะทั้งหมด	T	คัน
อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(MARR)	i%	

สามารถคิดอัตราค่าใช้จ่ายในการวางระบบเฉลี่ยต่อคันต่อเดือน(S)

$$S = \frac{Server \times (A|P, i\%, m)}{T}$$

โดยพจน์ $(A|P, i\%, m)$ สามารถหาค่าได้จากสูตร $(A|P, i\%, m) = \frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m - 1}$ สมการที่ 5

ขั้นที่ 2 ทำการคำนวณมูลค่าต้นทุนในการใช้ระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบต่อคันต่อเดือน โดยจำเป็นที่จะต้องคิดแยกกันสำหรับแต่ละประเภทการขนส่งที่ได้แบ่งไว้ในแนวทางที่ 1 โดยจะสามารถหามูลค่าต้นทุนต่อเดือนได้ดังนี้

3.2.2.1 ประเภทการขนส่งแบบ A

ในการขนส่งแบบ A นั้น คือแบบ เป็นเจ้าของยานพาหนะขนส่งเอง ไม่มีการเปลี่ยนแผน และมีฐานการขนส่งเดียว

เนื่องจากเป็นเจ้าของยานพาหนะขนส่งเอง จะต้องทำการบริหารทรัพยากรในการขนส่งด้านต่างๆ โดยการติด GPS นั้น จะให้ข้อมูลการวิ่งรถแต่ละเที่ยว ทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการบริหารทรัพยากรต่อไปได้ โดยการที่มีฐานการขนส่งฐานเดียว และรถต้องกลับมายังฐานเมื่อเสร็จสิ้นงานขนส่งเสมอ

<u>รูปแบบของระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้</u> คือ GPS on-line, GPS off-line, Check-in system

<u>โครงสร้างต้นทุนของระบบติดตามยานพาหนะในแต่ละรูปแบบ</u>

1. GPS on-line

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnP บาท/เครื่อง
- ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (A_{G1}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnP(A|P, i\%, N) + F + S = A_{G1.1}$$

สมการที่ 6

2. GPS off-line

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS off-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GoP บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (A_{G2}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GoP(A|P, i\%, N) + S = A_{G2.1}$$

สมการที่ 7

3. Check-in system

เนื่องจากระบบCheck-in ที่เป็นไปได้มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบRFID และระบบCheck-inผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ณ ฐานและที่หมาย โดยการที่จะเลือกใช้งานระบบใดระบบหนึ่งนั้น จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบ

a. RFID

โครงสร้างต้นทุนของระบบ RFID ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID รวมถึงคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อ เป็นมูลค่า R บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อการ์ดRFID เป็นมูลค่า C บาท/การ์ด
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ n เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID ได้ D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (A_{C1}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$C(A|P, i\%, n) + R \times D\frac{(A|P, i\%, n)}{M} + S = A_{C1}$$

สมการที่ 8

b. ระบบCheck-in ผ่าน Computer

โครงสร้างต้นทุนของระบบCheck-in ผ่าน Computer ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งComputer ณ สถานที่ๆจะทำการ Check-in เป็นมูลค่า Com บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ n เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งComputerสำหรับCheck-in D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (A_{C2}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$Com \times D\frac{(A|P, i\%, N)}{M} + S = A_{C2}$$

สมการที่ 9

3.2.2.2 ประเภทการขนส่งแบบ B

ในการขนส่งแบบ B นั้น คือแบบ เป็นเจ้าของยานพาหนะขนส่งเอง ไม่มีการเปลี่ยนแผนงานขนส่ง และมีหลายฐานการขนส่ง

เนื่องจากเป็นเจ้าของยานพาหนะขนส่งเอง จะต้องทำการบริหารทรัพยากรในการขนส่งด้านต่างๆ โดยการติด GPS นั้น จะให้ข้อมูลการวิ่งรถแต่ละเที่ยว ทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการบริหารทรัพยากรต่อไปได้ โดยการที่มีหลายฐานการขนส่ง และรถไม่จำเป็นต้องกลับมายังฐานเมื่อเสร็จสิ้นงานขนส่ง ทำให้การวางระบบจำเป็นต้องมีcomputerสำหรับถ่ายโอนข้อมูลหลายแห่ง ตามจำนวนฐานการขนส่ง

<u>รูปแบบของระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้</u> คือ GPS on-line, GPS off-line, Check-in system

<u>โครงสร้างต้นทุนของระบบติดตามยานพาหนะในแต่ละรูปแบบ</u>

1. GPS on-line

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnP บาท/เครื่อง
- ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (B_{G1}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnP(A|P, i\%, N) + F + S = B_{G1.1}$$

สมการที่ 10

2. GPS off-line

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS off-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GoP บาท/เครื่อง
- ค่าคอมพิวเตอร์สำหรับถ่ายโอนข้อมูล มูลค่า T บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งComputerถ่ายโอนข้อมูล D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (B_{G2}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GoP(A|P, i\%, N) + T \times D\frac{(A|P, i\%, N)}{M} + S = B_{G2.1}$$

สมการที่ 11

3. Check-in system

เนื่องจากระบบCheck-in ที่เป็นไปได้มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบRFID และระบบCheck-inผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ณ ฐานและที่หมาย โดยการที่จะเลือกใช้งานระบบใดระบบหนึ่งนั้น จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบ

a. RFID

โครงสร้างต้นทุนของระบบ RFID ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID รวมถึงคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อ เป็นมูลค่า R บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อการ์ดRFID เป็นมูลค่า C บาท/การ์ด
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ n เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID ได้ D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (B_{C1}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$C(A|P, i\%, n) + R \times D\frac{(A|P, i\%, n)}{M} + S = B_{C1}$$

สมการที่ 12

b. ระบบCheck-in ผ่าน Computer

โครงสร้างต้นทุนของระบบCheck-in ผ่าน Computer ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งComputer ณ สถานที่ๆจะทำการ Check-in เป็นมูลค่า Com บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน

- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งComputerสำหรับCheck-in D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (B_{C2}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$Com \times D \frac{(A|P, i\%, n)}{M} + S = B_{C2}$$

สมการที่ 13

3.2.2.3 ประเภทการขนส่งแบบ C

ในการขนส่งแบบ C นั้น คือแบบ เป็นเจ้าของยานพาหนะขนส่งเองหรือเป็นแบบเช่าใช้ และมีการเปลี่ยนแผนงานขนส่งได้

เนื่องด้วยการขนส่งเป็นแบบสามารถเปลี่ยนแผนงานขนส่งได้ ซึ่งต้องการข้อมูลสถานะของรถแบบReal-timeในการวางแผนตลอดเวลา จากข้อกำหนดดังกล่าว ทำให้จำเป็นที่จะต้องใช้ระบบแบบGPS on-line อย่างไรก็ดี เนื่องจากระดับความเป็นเจ้าของมีสองแบบคือ แบบเป็นเจ้าของเอง และแบบเช่าใช้ยานพาหนะ ซึ่งในกรณีการเช่า สามารถเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะได้สองแบบคือ แบบซื้อขาด กับแบบเช่าใช้อุปกรณ์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเช่าใช้ยานพาหนะ ซึ่งถ้าหากเป็นแบบระยะสั้น จะมีแนวโน้มที่จะใช้ระบบแบบเช่าใช้อุปกรณ์มากกว่าแบบระยะยาว โดยการประเมินจะทำการเปรียบเทียบมูลค่าต้นทุนต่อเดือนจากระบบที่คำนวณได้จากโครงสร้างต้นทุนที่ได้ระบุไว้

<u>รูปแบบของระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้</u> คือ GPS on-line

<u>โครงสร้างต้นทุนของระบบติดตามยานพาหนะในแต่ละรูปแบบ</u>

1. GPS on-line แบบซื้อขาด

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line แบบซื้อขาดประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnP บาท/เครื่อง

- ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะหรือระยะเวลาการเช่าใช้ยานพาหนะ) N เดือน
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($C_{G1.1}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnP(A|P, i\%, N) + F + S = C_{G1.1}$$

สมการที่ 14

2. GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าเช่าตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnR บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเช่าใช้ยานพาหนะ) R เดือน
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($C_{G1.2}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnR + F + S = C_{G1.2}$$

สมการที่ 15

3.2.2.4 ประเภทการขนส่งแบบ D

ในการขนส่งแบบ D นั้น คือแบบ เช่าใช้ยานพาหนะขนส่ง ไม่มีการเปลี่ยนแผนงานขนส่ง และมีฐานการขนส่งเดียว

เนื่องจากเป็นแบบเช่าใช้ยานพาหนะ สามารถเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะได้สองแบบคือ แบบซื้อขาด กับแบบเช่าใช้อุปกรณ์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเช่าใช้ยานพาหนะ ถ้าหากเป็นแบบระยะสั้น จะมีแนวโน้มที่จะใช้ระบบแบบเช่าใช้อุปกรณ์มากกว่าแบบระยะยาว โดยการประเมินจะทำการเปรียบเทียบมูลค่าต้นทุนต่อเดือนจากระบบที่คำนวณได้จากโครงสร้างต้นทุนที่ได้ระบุไว้

<u>รูปแบบของระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้</u> คือ GPS on-line, GPS off-line, Check-in system

<u>โครงสร้างต้นทุนของระบบติดตามยานพาหนะในแต่ละรูปแบบ</u>

1. GPS on-line

   a. GPS on-line แบบซื้อขาด

   โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line แบบซื้อขาดประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ดังนี้

   - ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnP บาท/เครื่อง
   - ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F บาท/เครื่อง/เดือน
   - ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

   โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

   - ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน
   - อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

   สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($D_{G1.1}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnP(A|P, i\%, N) + F + S = D_{G1.1}$$

สมการที่ 16

b. GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าเช่าตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnR บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเช่าใช้ยานพาหนะ) R เดือน
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($D_{G1.2}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnR + F + S = D_{G1.2}$$

สมการที่ 17

2. GPS off-line

a. GPS off-line แบบซื้อขาด

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS off-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GoP บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน

- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($D_{G2.1}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GoP(A|P, i\%, N) + S = D_{G2.1}$$

สมการที่ 18

b. GPS off-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS off-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าเช่าตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GoR บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($D_{G2.1}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GoR + S = D_{G2.2}$$

สมการที่ 19

3. Check-in system

เนื่องจากระบบCheck-in ที่เป็นไปได้มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบRFID และระบบCheck-inผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ณ ฐานและที่หมาย โดยการที่จะเลือกใช้งานระบบใดระบบหนึ่งนั้น จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบ

a. RFID

โครงสร้างต้นทุนของระบบ RFID ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID รวมถึงคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อ เป็นมูลค่า R บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อการ์ดRFID เป็นมูลค่า C บาท/การ์ด
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ n เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID ได้ D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (D_{C1}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$C(A|P, i\%, n) + R \times D\frac{(A|P, i\%, n)}{M} + S = D_{C1}$$

สมการที่ 20

b. ระบบCheck-in ผ่าน Computer

โครงสร้างต้นทุนของระบบCheck-in ผ่าน Computer ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งComputer ณ สถานที่ๆจะทำการ Check-in เป็นมูลค่า Com บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเช่าใช้ยานพาหนะ) N เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งComputerสำหรับCheck-in D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (D_{C2}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$Com \times D\frac{(A|P,i\%,n)}{M} + S = D_{C2}$$

สมการที่ 21

3.2.2.5 ประเภทการขนส่งแบบ E

ในการขนส่งแบบ E นั้น คือแบบ เช่าใช้ยานพาหนะขนส่ง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแผนงานขนส่ง และมีหลายฐานการขนส่ง

เนื่องจากเป็นแบบเช่าใช้ยานพาหนะ สามารถเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะได้สองแบบคือ แบบซื้อขาด กับแบบเช่าใช้อุปกรณ์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเช่าใช้ยานพาหนะ ถ้าหากเป็นแบบระยะสั้น จะมีแนวโน้มที่จะใช้ระบบแบบเช่าใช้อุปกรณ์มากกว่าแบบระยะยาว โดยการประเมินจะทำการเปรียบเทียบมูลค่าต้นทุนต่อเดือนจากระบบที่คำนวณได้จากโครงสร้างต้นทุนที่ได้ระบุไว้ โดยการที่มีหลายฐานการขนส่ง และรถไม่จำเป็นต้องกลับมายังฐานเมื่อเสร็จสิ้นงานขนส่ง ทำให้การวางระบบจำเป็นต้องมีcomputerสำหรับถ่ายโอนข้อมูลหลายแห่ง ตามจำนวนฐานการขนส่ง

<u>รูปแบบของระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้</u> คือ GPS on-line, GPS off-line, Check-in system

<u>โครงสร้างต้นทุนของระบบติดตามยานพาหนะในแต่ละรูปแบบ</u>

1. GPS on-line

   a. GPS on-line แบบซื้อขาด

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line แบบซื้อขาดประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnP บาท/เครื่อง
- ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($E_{G1.1}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnP(A|P, i\%, N) + F + S = E_{G1.1}$$

สมการที่ 22

b. GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าเช่าตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnR บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($E_{G1.2}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnR + F + S = E_{G1.2}$$

สมการที่ 23

2. GPS off-line

a. GPS off-line แบบซื้อขาด

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS off-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GoP บาท/เครื่อง
- ค่าคอมพิวเตอร์สำหรับถ่ายโอนข้อมูล มูลค่า T บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งคอมพิวเตอร์ถ่ายโอนข้อมูล D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($E_{G2.1}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GoP(A|P, i\%, N) + T \times D\frac{(A|P, i\%, N)}{M} + S = E_{G2.1}$$

สมการที่ 24

b. GPS off-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS off-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าเช่าตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GoR บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าคอมพิวเตอร์สำหรับถ่ายโอนข้อมูล มูลค่า T บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเช่าใช้ยานพาหนะ) R เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งคอมพิวเตอร์ถ่ายโอนข้อมูล D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line ($E_{G2.1}$) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GoR + T \times D \frac{(A|P, i\%, R)}{M} + S = E_{G2.2}$$

สมการที่ 25

3. Check-in system

เนื่องจากระบบCheck-in ที่เป็นไปได้มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบRFID และระบบCheck-inผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ณ ฐานและที่หมาย โดยการที่จะเลือกใช้งานระบบใดระบบหนึ่งนั้น จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบ

a. RFID

โครงสร้างต้นทุนของระบบ RFID ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID รวมถึงคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อ เป็นมูลค่า R บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อการ์ดRFID เป็นมูลค่า C บาท/การ์ด
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) n เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID ได้ D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (E_{C1}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$C(A|P,i\%,n) + R \times D\frac{(A|P,i\%,n)}{M} + S = E_{C1}$$

สมการที่ 26

b. ระบบCheck-in ผ่าน Computer

โครงสร้างต้นทุนของระบบCheck-in ผ่าน Computer ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งComputer ณ สถานที่ๆจะทำการ Check-in เป็นมูลค่า Com บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) n เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งComputerสำหรับCheck-in D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (E_{C2}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$Com \times D\frac{(A|P,i\%,n)}{M} + S = E_{C2}$$

สมการที่ 27

3.2.2.6 ประเภทการขนส่งแบบ F

ในการขนส่งแบบ F นั้น คือแบบ การจ้างขนส่งเป็นรายเที่ยว

เนื่องจากเป็นแบบการจ้างขนส่งรายเที่ยว ยานพาหนะทั้งหมดจึงเป็นทรัพย์สินของผู้ให้บริการ ผู้ว่าจ้างไม่สามารถดำเนินนโยบายหรือนำอุปกรณ์ใดๆไปติดตั้งบนยานพาหนะได้สะดวก นอกจากนี้ยังไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการบริหารทรัพยากรในการขนส่งเองแต่อย่างใด และไม่มีการจัดตารางเส้นทาง

การขนส่งอีกด้วย จึงเหลือทางเลือกของรูปแบบระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้คือระบบแบบ Check-in กับการไม่ติดตั้งระบบใดๆเลย

รูปแบบของระบบติดตามยานพาหนะที่เป็นไปได้ คือ Check-in system

โครงสร้างต้นทุนของระบบติดตามยานพาหนะในแต่ละรูปแบบ

เนื่องจากระบบCheck-in ที่เป็นไปได้มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบRFID และระบบCheck-inผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ณ ฐานและที่หมาย โดยการที่จะเลือกใช้งานระบบใดระบบหนึ่งนั้น จำเป็นต้องเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของแต่ละระบบ

1. RFID

โครงสร้างต้นทุนของระบบ RFID ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID รวมถึงคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อ เป็นมูลค่า R บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อการ์ดRFID เป็นมูลค่า C บาท/การ์ด
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนงานขนส่งโดยประมาณภายใน 1 วัน (จะแสดงถึงจำนวนการ์ดRFIDที่ต้องใช้) M งาน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ N เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID ได้ D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (F_{C1}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$C(A|P,i\%,N) + R \times D\frac{(A|P,i\%,N)}{M} + S = F_{C1}$$

สมการที่ 28

2. ระบบCheck-in ผ่าน Computer

โครงสร้างต้นทุนของระบบCheck-in ผ่าน Computer ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ ดังนี้

- ค่าลงทุนติดตั้งComputer ณ สถานที่ๆจะทำการ Check-in เป็นมูลค่า C บาท/เครื่อง
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานในระบบ M คัน
- ระยะเวลาการใช้งานระบบ N เดือน
- จำนวนที่หมายรวมถึงฐานการขนส่งที่จะสามารถติดตั้งComputerสำหรับCheck-in D ตำแหน่ง
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (F_{C2}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$C \times D\frac{(A|P,i\%,N)}{M} + S = F_{C2}$$

สมการที่ 29

4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าจากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ

หลังจากที่ได้ทำการแบ่งประเภทของระบบขนส่งแล้ว จะเห็นว่ามีเพียงมุมมองด้านค่าใช้จ่ายในการใช้งานระบบเท่านั้นที่นำมาพิจารณา ซึ่งยังไม่เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบ ซึ่งในส่วนนี้จะทำการศึกษาถึงลักษณะของงานขนส่งที่จะส่งผลให้การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะมีประโยชน์ที่ได้รับแตกต่างกัน โดยจะสร้างเป็นแบบสอบถามเพื่อหาว่า การใช้ระบบติดตาม

ยานพาหนะของแต่ละประเภทงานขนส่ง จะมีประเด็นที่เป็นประโยชน์ที่ได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะในด้านใดบ้าง และทำการเปรียบเทียบความสามารถระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบเพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์คู่ไปกับค่าใช้จ่ายในการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะที่ได้จากส่วนก่อนหน้า

4.1 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่า

ในการวิเคราะห์หาความคุ้มค่านั้น จากที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นว่าการที่จะประเมินความคุ้มค่าออกเป็นค่าเงินหรือเป็นลักษณะของต้นทุนที่จะประหยัดได้จากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบนั้นทำได้ยาก จึงได้เสนอแนวทางและประโยชน์ที่ได้จากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะ โดยทำการวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ 3 ด้านที่ได้วางไว้คือ การบริหารทรัพยากรในงานขนส่ง การวางแผนและจัดตารางงานขนส่ง และการติดตามสินค้า โดยในเรื่องการบริหารทรัพยากรในงานขนส่งนั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการจัดเตรียมยานพาหนะให้พร้อมสำหรับงานขนส่งในต้นทุนที่ต่ำที่สุด จึงอาศัยการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนของงานขนส่งเพื่อทำการหาประเด็นที่เกี่ยวข้อง ส่วนด้านการบริหารวางแผนและจัดตารางงานขนส่งนั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากยานพาหนะสูงสุด (maximum utilization) ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ถึงประเด็นที่ส่งผลต่อจุดมุ่งหมายดังกล่าว และในด้านของการติดตามสินค้า มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สินค้าดังกล่าวไปถึงยังมือลูกค้าในสภาพสมบูรณ์ ปลอดภัย และตรงเวลา

จากแนวทางการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะทั้ง 3 ด้านข้างต้น จะทำการวิเคราะห์ประเด็นของลักษณะงานขนส่งที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ เพื่อทำการหาแนวทางในการประเมินความคุ้มค่า และประโยชน์ที่จะได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะในด้านต่างๆ

4.1.1 การบริหารทรัพยากรในงานขนส่ง

จากที่กล่าวไว้ข้างต้น จะทำการวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนของงานขนส่ง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักๆคือ ในด้านต้นทุนคงที่ และต้นทุนแปรผัน ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆดังนี้

ต้นทุนคงที่ เป็นต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าปริมาณงานขนส่งจะมากหรือน้อย กล่าวคือ เป็นต้นทุนที่จะต้องจ่ายเป็นประจำทุกเดือน โดยไม่ขึ้นกับจำนวนงานขนส่ง ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าเสื่อมยานพาหนะ ค่าต่อทะเบียน ค่าประกันภัย เงินเดือนพนักงานขับรถ(กรณีจ่ายเป็นเงินเดือน) และค่าติดตั้งอุปกรณ์ติดยานพาหนะอื่นๆที่ช่วยในการขนส่งสินค้า[16, 17]

ต้นทุนแปรผัน เป็นต้นทุนที่ขึ้นกับปริมาณการขนส่ง หากมีงานขนส่งที่มาก หรือมีระยะทางไกล ก็จะมีต้นทุนแปรผันมากขึ้นไปด้วย โดยต้นทุนแปรผันจะประกอบไปด้วย ค่าเชื้อเพลิง ค่ายางยานพาหนะ ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงานขับรถ(กรณีจ่ายเบี้ยเลี้ยงตามงาน) และค่าบำรุงรักษา[16, 17]

จากต้นทุนที่กล่าวมาทั้งหมดได้ทำการเลือกประเด็นที่เกี่ยวข้องและสามารถใช้ข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะเพื่อช่วยในการบริหารได้ คือ ด้านค่าเสื่อมราคายานพาหนะ ค่าเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษา ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะงานขนส่งในด้านระดับความเป็นเจ้าของยานพาหนะ และด้านการบริหารเชื้อเพลิงในงานขนส่ง

- ค่าเสื่อมราคา : ในด้านระดับความเป็นเจ้าของจะแสดงถึงความต้องการในการวิเคราะห์ค่าเสื่อมราคา ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินการทดแทนยานพาหนะขนส่ง เพื่อที่จะวิเคราะห์ว่าการใช้ยานพาหนะเดิม กับจัดซื้อยานพาหนะใหม่ วิธีใดจะมีความคุ้มค่ามากกว่ากัน ซึ่งหากผู้ประกอบการมีการเป็นเจ้าของยานพาหนะเอง จะจำเป็นต้องทำการประเมินในด้านการทดแทนยานพาหนะ แต่ถ้าหากไม่มีการเป็นเจ้าของเอง หรือเป็นลักษณะของการเช่าใช้ยานพาหนะ และการจ้างขนส่งรายเที่ยว จะไม่จำเป็นต้องทำการประเมินดังกล่าว

- ค่าบำรุงรักษา : ในด้านระดับความเป็นเจ้าของจะแสดงถึงความต้องการในการวิเคราะห์ค่าบำรุงรักษา เพื่อที่จะตรวจสอบว่า ยานพาหนะแต่ละคัน จำเป็นที่จะต้องทำการบำรุงรักษาในส่วนใดบ้าง และเมื่อไหร่ ซึ่งในแบบที่ผู้ประกอบการมีการเป็นเจ้าของยานพาหนะเอง จำเป็นที่จะต้องมีการดูแลด้านการบำรุงรักษาด้วย แต่ถ้ามีลักษณะเป็นการเช่าใช้ยานพาหนะ จะต้องทำการบำรุงรักษาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับสัญญาเช่าที่ทำไว้ และในส่วนการจ้างขนส่งรายเที่ยว ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการประเมินด้านดังกล่าว

- ค่าเชื้อเพลิง : ในด้านระดับความเป็นเจ้าของ ลักษณะการขนส่งแบบจ้างขนส่งรายเที่ยวจะไม่มีความจำเป็นที่ต้องคำนึงถึงมุมมองทางด้านเชื้อเพลิง เนื่องจากส่วนมากแล้ว ผู้รับจ้างขนส่งจะเป็นผู้บริหารเชื้อเพลิงเอง ส่วนในแบบเช่าใช้ยานพาหนะนั้น จำเป็นที่จะต้องดูลักษณะของสัญญาเช่าว่าค่าเชื้อเพลิงในการขนส่ง ใครจะเป็นผู้รับผิดชอบระหว่างผู้เช่าหรือผู้ให้เช่า ส่วนในแบบที่เป็นเจ้าของยานพาหนะเอง จะจำเป็นที่จะต้องมีการบริหารเชื้อเพลิงด้วย โดยลักษณะของการบริหารเชื้อเพลิงนั้น แบ่งได้เป็น 3 ประเภทตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ3.1.1.2 โดยที่ประเภทที่ 2 นั้น จะจัดอยู่ในลักษณะของการรับจ้างขนส่งรายเที่ยวและการเช่าใช้ที่ไม่ต้องมีการบริหารเชื้อเพลิงเอง ส่วนประเภทที่ 1 และ 3 นั้น เป็นการบริหารเชื้อเพลิงสำหรับแบบที่เป็นเจ้าของยานพาหนะเอง และแบบเช่าใช้ยานพาหนะแบบที่ต้องบริหารเชื้อเพลิงเอง ซึ่งจากที่กล่าวไว้แล้วในแบบที่ 1 ที่จะคำนวณเส้นทางในการขนส่งและ

ทำการจ่ายเชื้อเพลิงให้พอดีกับปริมาณที่ใช้ จึงไม่จำเป็นที่จะต้องมีมาตรการป้องกันการทุจริตเชื้อเพลิง ส่วนในแบบที่ 3 ที่เป็นการจ่ายค่าเชื้อเพลิงตามใบเสร็จ หรือการใช้fleet card จำเป็นที่จะต้องมีการป้องกันการลักลอบขโมยเชื้อเพลิง

4.1.2 การวางแผนและจัดตารางงานขนส่ง

ในด้านการวางแผนการขนส่งนั้น จะเกี่ยวข้องกับลักษณะของการวางแผนตามหัวข้อ3.1.2.2 ด้านรอบในการวางแผนงานขนส่ง ซึ่งคือ ลักษณะของงานขนส่งแบบเป็นรอบที่แน่นอนตายตัว ลักษณะที่มีการวางแผนงานขนส่งแบบเป็นรอบ และลักษณะของการจัดตารางสำหรับงานที่มีความไม่แน่นอนสูงว่าจะเข้ามาเมื่อไหร่ ซึ่งในแบบแรกนั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องทำการวางแผนการขนส่งใดเลย เนื่องจากว่าเป็นแผนการขนส่งรอบตายตัวอยู่แล้ว แต่ในลักษณะการวางแผนแบบที่ 2 และ 3 นั้น การทราบข้อมูลตำแหน่งยานพาหนะ ณ เวลาใดๆ จะช่วยให้การวางแผนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะทำการรวมแบบที่ 2 และ 3 เข้าด้วยกัน และเรียกว่าแบบที่ไม่มีรอบในการขนส่ง เพื่อให้สะดวกต่อการจัดประเภทต่อไป

4.1.3 การติดตามสินค้า

ในมุมมองด้านการติดตามสินค้าที่จะเกี่ยวข้องกับระบบติดตามยานพาหนะนั้น จะเกี่ยวข้องกับหัวข้อ 3.1.3.2 ประเภทของสินค้า ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทของสินค้า คือ สินค้าทั่วไป ซึ่งจะต้องการระดับในการติดตามต่ำสุด สินค้ามูลค่าสูง ต้องทำการติดตามเพื่อรักษาความปลอดภัยของสินค้า และสินค้าที่ต้องการควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างขนส่ง จะต้องทำการติดตามเพื่อตรวจสอบว่าสินค้ามีโอกาสที่จะเสียหายระหว่างการขนส่งหรือไม่

4.1.4 สรุปผลแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าจากการติดระบบติดตามยานพาหนะ

4.1.4.1 การบริหารทรัพยากรในงานขนส่ง

4.1.4.1.1 การบริหารด้านการซ่อมบำรุงยานพาหนะในงานขนส่ง

ในประเด็นด้านการบริหารการซ่อมบำรุงยานพาหนะในงานขนส่งนั้น หมายถึง การที่ผู้บริหารงานขนส่งจำเป็นต้องทำการบริหารจัดการ วางแผน และจัดตารางสำหรับการซ่อมบำรุงยานพาหนะ ทั้งในมุมของการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(Preventive Maintenance) และ การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข(Corrective Maintenance) ซึ่งจากประเภทการขนส่งเบื้องต้นตามที่ได้แบ่งไว้แล้วในแบบสอบถามที่ 1 ส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับงานซ่อมบำรุงยานพาหนะคือระดับความเป็นเจ้าของยานพาหนะขนส่ง โดยไล่จากระดับน้อยที่สุดคือการจ้างขนส่งรายเที่ยว ซึ่งจะเห็นได้ว่า ไม่มีความจำเป็นใดๆในการซ่อมบำรุงยานพาหนะ เนื่องจากภาระดังกล่าวจะตกไปอยู่กับผู้ให้บริการงานขนส่งเองอยู่แล้ว ในทางกลับกัน รูปแบบการขนส่งที่เป็นเจ้าของรถเองจะต้องนั้น จำเป็นต้องมีการ

วางแผนสำหรับการซ่อมบำรุงยานพาหนะ แต่ในรูปแบบของการเช่าใช้ยานพาหนะขนส่งนั้น จะขึ้นอยู่กับลักษณะของสัญญาเช่าที่ได้ตกลงกันไว้ตั้งแต่ต้นว่าในด้านของการบำรุงรักษาจะตกเป็นภาระของผู้เช่า หรือเป็นของผู้ให้เช่า ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะและประโยชน์ที่จะได้รับต่อไป

4.1.4.1.2 การบริหารการทดแทนยานพาหนะในการขนส่ง

ในประเด็นด้านการวิเคราะห์ในเรื่องการทดแทนยานพาหนะในการขนส่งนั้น จะเห็นได้ว่าเป็นเรื่องของผู้ให้บริการงานขนส่งที่มีลักษณะเป็นเจ้าของยานพาหนะเองเท่านั้น ในมุมของการเช่าใช้ยานพาหนะกับการจ้างขนส่งรายเที่ยวนั้น ไม่จำเป็นต้องมีการประเมินการทดแทนยานพาหนะ

4.1.4.1.3 การบริหารการใช้เชื้อเพลิงในงานขนส่ง

ในเบื้องต้น งานขนส่งที่ได้แบ่งประเภทไว้เบื้องต้นนั้น รูปแบบที่เป็นเจ้าของยานพาหนะเองจะจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนการใช้เชื้อเพลิงเองด้วยเช่นกัน แต่ในกรณีการเช่าใช้ยานพาหนะ ถ้าหากลักษณะของสัญญาเป็นแบบที่ผู้เช่ามีหน้าที่ในการจัดตารางและเส้นทาง รวมถึงการออกคำสั่งงานขนส่งเองเท่านั้น ส่วนภาระงานในการบริหารทรัพยากรอื่นๆทั้งหมดจะตกเป็นภาระของผู้ให้เช่า ซึ่งในลักษณะดังกล่าว ผู้เช่าจะไม่จำเป็นต้องมีการใช้ข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะในการจะบริหารการใช้เชื้อเพลิงในงานขนส่ง แต่ถ้าหากสัญญาระบุว่าผู้เช่าจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในด้านเชื้อเพลิงเอง ในกรณีนี้ จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนการใช้เชื้อเพลิง ซึ่งในจุดนี้การใช้ระบบติดตามยานพาหนะสามารถเข้ามาสนับสนุนข้อมูลต่างๆในการวางแผนได้ โดยสามารถแบ่งลักษณะการบริหารการใช้เชื้อเพลิงได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

- มีลักษณะการจ่ายเชื้อเพลิงตามระยะทางวิ่งรถ กล่าวคือ ผู้ควบคุมงานขนส่งจะคำนวณระยะทางโดยประมาณ และนำอัตราการกินน้ำมันเฉลี่ยของยานพาหนะนั้นๆมาประเมินเพื่อหาปริมาณเชื้อเพลิงที่เพียงพอต่องานขนส่งเที่ยวนั้นๆ และทำการเติมเชื้อเพลิงให้ตามปริมาณดังกล่าวโดยอาจมีการเติมเผื่อเล็กน้อยเพื่อความปลอดภัยและมั่นใจได้ว่าจะมีเชื้อเพลิงเพียงพอ
- มีลักษณะจ่ายเงินตามใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง กล่าวคือ พนักงานขับรถจะสามารถดูแลการใช้เชื้อเพลิงเอง และทำการเติมเชื้อเพลิงเมื่อถึงจุดที่สมควรหรือจุดที่กำหนดไว้โดยผู้ดูแลงานขนส่ง ซึ่งพนักงานขับรถจะต้องนำใบเสร็จรับเงินที่ได้จากการชำระค่าเชื้อเพลิงมาเบิกค่าใช้จ่ายกับผู้ดูแลงานขนส่งอีกทีหนึ่ง หรือในบางแห่ง อาจมีการทำสัญญากับผู้ให้บริการเติมเชื้อเพลิงเจ้าต่างๆในลักษณะของฟลีตการ์ด(Fleet card) ซึ่งพนักงานขับรถสามารถใช้บัตรนี้แทนเงินสดในการเติมเชื้อเพลิง และ

ผู้ดูแลงานขนส่งสามารถตรวจสอบยอดการเติมเชื้อเพลิงได้ผ่านระบบที่ได้มีการจัดเตรียมไว้

4.1.4.2 การจัดตารางและเส้นทางในการขนส่ง

ในการจัดตารางและเส้นทางในการขนส่งนั้น จากที่ได้ทำการแบ่งประเภทไว้ในการแบ่งประเภทเบื้องต้น จะแบ่งออกเป็นแบบไม่มีการเปลี่ยนแผน และแบบมีการเปลี่ยนแผน ซึ่งที่มีการเปลี่ยนแผนนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลแบบreal-time ในการวางแผน ในขณะที่แบบไม่มีการเปลี่ยนแผน สามารถใช้ข้อมูลล่าสุดในการวางแผนได้ แต่ในขณะเดียวกัน การที่มีข้อมูลแบบreal-time ก็จะช่วยในการวางแผนงานขนส่งได้ ผู้ใช้จึงจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลที่ได้จากแต่ละระบบ โดยผลที่ได้นั้น จะแตกต่างออกไปตามแต่ละลักษณะการวางแผนและเส้นทางในการขนส่งดังนี้

4.1.4.2.1 รอบในการวางแผนงานขนส่ง

รอบในการวางแผนงานขนส่งนั้น จะสามารถบ่งบอกถึงลักษณะงานขนส่งได้บางส่วน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นการขนส่งที่มีรอบตายตัว และการขนส่งที่ไม่มีรอบตายตัว โดยจะมีความแตกต่างกันดังนี้

- แบบมีรอบตายตัว กล่าวคือ เป็นงานขนส่งที่ได้ทำการวางแผนไว้ล่วงหน้าแล้วในระยะยาว เช่น ลักษณะของการที่ศูนย์กระจายสินค้า ทำการวิ่งรถเพื่อรับสินค้าสำเร็จรูปจากโรงงานต่างๆทุกๆ 2 วัน โดยจะวิ่งวนในเส้นทางเดิม หรือลักษณะของรถที่ขนส่งวัตถุดิบจากโรงงานหลักเพื่อส่งไปยังโรงงานอื่นๆในเครือข่ายที่ตั้งอยู่ไกลออกไป โดยจะจัดรถวิ่งไปยังโรงงานดังกล่าวสัปดาห์ละ 1 รอบ เป็นต้น ซึ่งในลักษณะของการขนส่งดังกล่าว การมีระบบติดตามยานพาหนะนั้น จะไม่ได้มีส่วนช่วยในการวางแผนเท่าใดนัก

- แบบไม่มีรอบตายตัว กล่าวคือ เป็นงานขนส่งที่ไม่สามารถวางแผนได้ล่วงหน้าในระยะยาว อาจสามารถวางแผนได้ในระยะสั้น หรือไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าสำหรับวางแผนได้เลย เช่น ลักษณะของการรับและส่งงานระหว่างผลิตจากผู้รับจ้างผลิตภายนอก(outsource) ซึ่งผู้วางแผนงานขนส่งไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่าจะต้องไปรับงานดังกล่าวเมื่อใด จึงไม่สามารถวางแผนตายตัวได้ หรือกรณีที่เป็นงานส่งสินค้าให้กับลูกค้า ซึ่งจะมารายการคำสั่งซื้อมาล่วงหน้า ผู้วางแผนงานขนส่งจะต้องทำการจัดตารางล่วงหน้าสำหรับคำสั่งซื้อทั้งหมด โดยอาจมีการวางแผนล่วงหน้า หรือการตัดยอดรายการสั่งซื้อตามรอบเวลาที่กำหนดได้ โดยไม่ถือว่าการมีรอบการตัดรายการสั่งซื้อเป็นลักษณะของงานขนส่งแบบมีรอบตายตัว เนื่องจากว่า ในแต่ละรอบของการวิ่งรถ ไม่ได้วิ่งบนเส้นทางเดิม

4.1.4.3 การติดตามสินค้าในงานขนส่ง

4.1.4.3.1 ลักษณะของสินค้าในงานขนส่ง

ลักษณะของสินค้าในงานขนส่งนั้นจะส่งผลกระทบถึงความเสี่ยงของสินค้าในระหว่างขนส่ง ซึ่งการมีระบบติดตามยานพาหนะเข้ามาช่วยในการตรวจสอบ จะสามารถลดความเสี่ยงที่จะเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวลงได้ ซึ่งลักษณะของสินค้าที่ต่างกัน จะทำให้ประโยชน์ที่จะได้จากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะแตกต่างกันไปด้วย

- สินค้าทั่วไป กล่าวคือ เป็นลักษณะของสินค้าที่ไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยต่างๆในระหว่างขนส่ง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงอาทิตย์ เป็นต้น และไม่ได้เป็นสินค้าที่มูลค่าสูง เช่น น้ำมัน ธนบัตร เป็นต้น

- สินค้ามูลค่าสูง กล่าวคือ เป็นลักษณะของสินค้าที่มีมูลค่าสูง ผู้ขนส่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีมาตรการในการป้องกันการสูญหายของสินค้า เนื่องจากหากมีการสูญหายเกิดขึ้น จะก่อให้เกิดผลเสีย และมีค่าใช้จ่ายตามมาเป็นจำนวนมาก หรือในบางกรณี ความสูญเสียดังกล่าวอาจจะไม่สามารถประเมินเป็นตัวเงินได้ แต่มีผลกระทบร้ายแรง ซึ่งผู้ใช้งานระบบจะต้องทำการตัดสินใจเองว่าสินค้าที่ขนอยู่นั้น มีความจำเป็นที่จะต้องทำการป้องกันมากน้อยแค่ไหน ซึ่งถ้าหากมีความต้องการในการป้องกันมาก สามารถจัดอยู่ในประเภทสินค้ามูลค่าสูงได้

- สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างขนส่ง กล่าวคือ เป็นลักษณะของสินค้าที่จำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยต่างๆในระหว่างขนส่ง เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น หรือสินค้าบางชนิดที่จำเป็นต้องเก็บไว้ในที่มืด รวมไปถึงสภาพแวดล้อมอื่นๆที่จะส่งผลกระทบต่อสินค้า ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายทั้งต่อสินค้า ต่อผู้ขนส่ง และต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

4.1.5 จัดทำแบบสอบถาม แนวทางในการประเมินระบบติดตามยานพาหนะ

จากแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าที่จะได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะ สามารถสรุปทั้งหมดผลทั้งหมดออกมาได้เป็นแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าทั้งหมด 6 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยที่ผู้ประกอบการหนึ่งราย อาจมีแนวทางที่เกี่ยวเนื่องได้หลายแนวทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของธุรกิจ โดยลักษณะของงานขนส่งแบบใดที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเลือกใช้ระบบติดตามยานพาหนะก็จะไม่ปรากฏแนวทางขึ้นในแบบสอบถาม

4.1.5.1 แบบสอบถามที่ 2 : ประเภทการขนส่งแบบ A

1. มีการบริหารการซ่อมบำรุงเอง แนวทาง ก
2. มีการบริหารการทดแทนยานพาหนะ แนวทาง ข
3. ลักษณะการจ่ายน้ำมันเป็นแบบใด
   - ☐ ลักษณะการจ่ายเชื้อเพลิงตามระยะทางวิ่งรถ
   - ☐ ลักษณะจ่ายเงินตามใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง แนวทาง ค
4. รอบในการขนส่ง
   - ☐ มีรอบตายตัว
   - ☐ ไม่มีรอบตายตัว แนวทาง ง
5. ลักษณะของสินค้าในงานขนส่ง
   - ☐ สินค้าทั่วไป
   - ☐ สินค้ามูลค่าสูง แนวทาง จ
   - ☐ สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างขนส่ง แนวทาง ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.5.2 แบบสอบถามที่ 2 : ประเภทการขนส่งแบบ B

1. มีการบริหารการซ่อมบำรุงเอง แนวทาง ก
2. มีการบริหารการทดแทนยานพาหนะ แนวทาง ข
3. ลักษณะการจ่ายน้ำมันเป็นแบบใด
   - ☐ ลักษณะการจ่ายเชื้อเพลิงตามระยะทางวิ่งรถ
   - ☐ ลักษณะจ่ายเงินตามใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง แนวทาง ค
4. รอบในการขนส่ง
   - ☐ มีรอบตายตัว
   - ☐ ไม่มีรอบตายตัว แนวทาง ง
5. ลักษณะของสินค้าในงานขนส่ง
   - ☐ สินค้าทั่วไป
   - ☐ สินค้ามูลค่าสูง แนวทาง จ
   - ☐ สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างขนส่ง แนวทาง ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.5.3 แบบสอบถามที่ 2 : ประเภทการขนส่งแบบ C

1. มีการบริหารการซ่อมบำรุงเองหรือไม่

   ☐ มี แนวทาง ก

   ☐ ไม่มี

2. มีการบริหารการทดแทนยานพาหนะหรือไม่

   ☐ กรณีเป็นเจ้าของรถเอง แนวทาง ข

   ☐ กรณีรถเช่า

3. ลักษณะการจ่ายน้ำมันเป็นแบบใด

   ☐ เป็นรถเช่า เหมาน้ำมัน

   ☐ ลักษณะการจ่ายเชื้อเพลิงตามระยะทางวิ่งรถ

   ☐ ลักษณะจ่ายเงินตามใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง แนวทาง ค

4. ลักษณะของสินค้าในงานขนส่ง

   ☐ สินค้าทั่วไป

   ☐ สินค้ามูลค่าสูง แนวทาง จ

   ☐ สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างขนส่ง แนวทาง ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.5.4 แบบสอบถามที่ 2 : ประเภทการขนส่งแบบ D

1. มีการบริหารการซ่อมบำรุงเองหรือไม่

   ☐ มี แนวทาง ก

   ☐ ไม่มี

2. ลักษณะการจ่ายน้ำมันเป็นแบบใด

   ☐ เป็นรถเช่า เหมาน้ำมัน

   ☐ ลักษณะการจ่ายเชื้อเพลิงตามระยะทางวิ่งรถ

   ☐ ลักษณะจ่ายเงินตามใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง แนวทาง ค

3. รอบในการขนส่ง

   ☐ มีรอบตายตัว

   ☐ ไม่มีรอบตายตัว แนวทาง ง

4. ลักษณะของสินค้าในงานขนส่ง

   ☐ สินค้าทั่วไป

   ☐ สินค้ามูลค่าสูง แนวทาง จ

   ☐ สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างขนส่ง แนวทาง ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.5.5 แบบสอบถามที่ 2 : ประเภทการขนส่งแบบ E

1. มีการบริหารการซ่อมบำรุงเอง

   ☐ มี แนวทาง ก

   ☐ ไม่มี

2. ลักษณะการจ่ายน้ำมันเป็นแบบใด

   ☐ เป็นรถเช่า เหมาน้ำมัน

   ☐ ลักษณะการจ่ายเชื้อเพลิงตามระยะทางวิ่งรถ

   ☐ ลักษณะจ่ายเงินตามใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง แนวทาง ค

3. รอบในการขนส่ง

   ☐ มีรอบตายตัว

   ☐ ไม่มีรอบตายตัว แนวทาง ง

4. ลักษณะของสินค้าในงานขนส่ง

   ☐ สินค้าทั่วไป

   ☐ สินค้ามูลค่าสูง แนวทาง จ

   ☐ สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างขนส่ง แนวทาง ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะสำหรับแต่ละแนวทาง

4.2.1 แนวทาง ก การบริหารการซ่อมบำรุง

เนื่องจากบริษัทต้องมีการบริหารจัดการ การซ่อมบำรุงยานพาหนะเอง ซึ่งระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆจะมีส่วนช่วยเหลือในการบริหารการซ่อมบำรุงดังตารางที่ 3 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำตารางดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกระบบติดตามยานพาหนะได้ ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในด้านการซ่อมบำรุงสามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. สามารถตรวจสอบระยะวิ่งรถได้แบบ real time ทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่ายานพาหนะดังกล่าวมีการวิ่งรถไปแล้วมากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุง ซึ่งการสามารถรับรู้ถึงระยะวิ่งรถได้แบบ real time นั้น จะช่วยอำนวยความสะดวกในกรณีที่ลักษณะการขนส่งเป็นแบบไม่มีฐานในการขนส่ง เพราะในแบบดังกล่าว ไม่สามารถคาดเดาได้ว่ารถจะไปจอด ณ ฐานไหน และเมื่อไหร่บ้าง การมีระบบแบบ real-time จะสามารถทำให้รู้ได้ตลอดเวลาว่ารถมีการใช้งานไปมากน้อยเพียงใดแล้ว

2. สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการขับรถได้ ทำให้สามารถรู้ได้ว่า ยานพาหนะคันใดๆก็ตาม ที่มีการติดตั้งระบบ GPS ได้มีการใช้งานในลักษณะใดบ้าง เช่น หากเป็นรถเก่า ก็ไม่ควรใช้ความเร็วสูงในระหว่างการทำงาน เพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ ซึ่งการมีระบบติดตามจะช่วยในการตรวจสอบพฤติกรรมของคนขับในด้านที่กล่าวมา

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารการซ่อมบำรุง

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in system
สามารถตรวจสอบระยะวิ่งรถได้แบบ real time	✓		
สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการขับรถได้	✓	✓	

4.2.2 **แนวทาง ข การบริหารการทดแทนยานพาหนะ**

เนื่องจากบริษัทต้องมีการตัดสินใจในด้านการทดแทนยานพาหนะ ซึ่งระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆ จะมีส่วนช่วยเหลือในการตัดสินใจดัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำตารางดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกระบบติดตามยานพาหนะได้ ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารกาดทดแทนยานพาหนะสามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆดังนี้

1. สามารถดูอัตราการใช้เชื้อเพลิงและวิเคราะห์หาแนวโน้มได้ เนื่องจากต้นทุนในการขนส่ง ส่วนหนึ่งจะมาจากค่าเชื้อเพลิง ซึ่งยานพาหนะใหม่ มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ประหยัดกว่ายานพาหนะเก่า ดังนั้น ปัจจัยในด้านอัตราการใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะจึงเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการตัดสินใจซื้อยานพาหนะใหม่เพื่อทดแทน เพราะเหตุนี้ การที่มีระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS จะช่วยให้สามารถเห็นอัตราการใช้เชื้อเพลิงจริงได้ แต่ทั้งนี้ การที่จะได้ข้อมูลอัตราการใช้เชื้อเพลิงจะต้องติดอุปกรณ์วัดระดับเชื้อเพลิงในถังเพิ่ม ซึ่งจะอธิบายต่อไปในข้อ4.2.3

2. สามารถดูข้อมูลการทำงานย้อนหลังของยานพาหนะคันดังกล่าวและเลือกยานพาหนะใหม่ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของยานพาหนะนั้นมีหลายปัจจัย การที่ทราบถึงปัจจัยดังกล่าวจะช่วยให้สามารถเลือกยานพาหนะใหม่ที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานมากยิ่งขึ้น เช่น กรณีที่จำเป็นต้องมีการวิ่งนอกถนนบ่อยครั้ง การเลือกใช้ยานพาหนะและยางก็จะแตกต่างออกไปจากแบบที่วิ่งในถนนเป็นหลัก

3. สามารถตรวจสอบเลขไมล์และระยะเวลาได้ ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณาทดแทนยานพาหนะ ซึ่งไม่ว่าระบบใดก็ตาม สามารถตรวจสอบได้ แต่กรณีระบบCheck-in จำเป็นต้องอาศัยการสำรวจข้อมูลเอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารการทดแทนยานพาหนะ

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in system
สามารถดูอัตราการใช้เชื้อเพลิงและวิเคราะห์หาแนวโน้มได้	✓	✓	✓ ต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจ
สามารถดูข้อมูลการทำงานย้อนหลังของยานพาหนะคันดังกล่าวและเลือกยานพาหนะใหม่ที่เหมาะสมได้	✓	✓	
สามารถตรวจสอบเลขไมล์และระยะเวลาได้ใช้งานได้	✓	✓	✓ ต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจ

4.2.3 แนวทาง ค ลักษณะการจ่ายค่าเชื้อเพลิงตามใบเสร็จ หรือระบบFleet card

ลักษณะการจ่ายค่าเชื้อเพลิงตามใบเสร็จ หรือการใช้ระบบFleet card โดยที่หากไม่มีระบบในการติดตามลักษณะการใช้เชื้อเพลิง อาจเกิดกรณีพนักงานขับรถลักลอบขโมยเชื้อเพลิงได้ ซึ่งหากมีระบบที่สามารถติดตามปริมาณเชื้อเพลิงในถัง ก็จะสามารถตรวจสอบถึงสิ่งผิดปกติได้ โดยระบบที่สามารถติดได้คือ GPS on-line และ GPS off-line ทั้งนี้ ผู้ใช้งานระบบจะต้องตัดสินใจเองว่าจะทำการติดระบบติดตามปริมาณเชื้อเพลิงในถังเพิ่มหรือไม่ โดยระบบดังกล่าว จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการวางระบบเพิ่มขึ้น

หากกำหนดให้ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นนั้น แทนด้วยตัวแปร F ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นดังนี้

กรณี G1.1(GPS on-line แบบซื้ออุปกรณ์) $F(A|P, i\%, N)$

กรณี G1.1(GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์) F

กรณี G2.1(GPS off-line แบบซื้ออุปกรณ์) $F(A|P, i\%, N)$

กรณี G2.2(GPS off-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์) F

โดยการติดตั้งระบบตรวจวัดปริมาณเชื้อเพลิงในถัง จะช่วยในการบริหารเชื้อเพลิงดังตารางที่ 5 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำตารางดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกระบบติดตามยานพาหนะได้ ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารการใช้เชื้อเพลิงสามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆดังนี้

1. สามารถตรวจสอบปริมาณเชื้อเพลิงในถังได้แบบ real time ซึ่งจะช่วยในการบริหารงานขนส่งได้ เช่น สามารถให้ข้อมูลช่วยในการตัดสินใจว่าควรให้รถเข้าสถานีบริการเพื่อเติมเชื้อเพลิง ณ สถานีใด และเมื่อไหร่ โดยจะส่งผลกระทบต่อการทำงานน้อยที่สุด นอกจากนี้ ยังสามารถตรวจสอบว่าพนักงานได้มีการลักลอบขโมยเชื้อเพลิงหรือไม่
2. สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการใช้เชื้อเพลิงได้ย้อนหลัง โดยจะช่วยตรวจสอบได้ว่ามีการทุจริตลักลอบขโมยเชื้อเพลิงหรือไม่ โดยการดูจากปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลงแบบผิดปกติ

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารเชื้อเพลิง

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in system
สามารถตรวจสอบปริมาณเชื้อเพลิงในถังได้แบบ real time	✓		
สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการใช้เชื้อเพลิงได้ย้อนหลัง	✓	✓	

4.2.4 แนวทาง ง กรณีไม่มีรอบในการขนส่งตายตัว

กรณีไม่มีรอบในการขนส่งตายตัวนั้นทำให้การวางแผนงานขนส่ง ณ เวลาใดๆ จำเป็นต้องทราบว่ายานพาหนะคันใดที่ว่าง และสามารถทำงานขนส่งดังกล่าวได้ ซึ่งยานพาหนะที่ว่างนั้นแบ่งออกเป็นสองจำพวกคือ แบบที่จอดรอ ณ ฐานการขนส่งอยู่แล้ว กับแบบที่กำลังอยู่ในระหว่างการทำงาน ณ ช่วงเวลาที่วางแผน แต่มีโอกาสที่จะกลับมายังฐานการขนส่งทันงานที่กำลังวางแผนอยู่ ซึ่งการที่มีระบบติดตามยานพาหนะนั้น จะช่วยในการวางแผนงานขนส่งดังตารางที่ 6 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำตารางดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกระบบติดตามยานพาหนะได้ ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในด้านการบริหารการวางแผนงานขนส่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆดังนี้

1. ในกรณีของรถที่กำลังอยู่ในระหว่างทำงาน การที่มีระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS on-line จะทำให้ทราบถึงตำแหน่งและที่หมายจริงของยานพาหนะ ซึ่งผู้วางแผนจะสามารถประเมินได้ว่ายานพาหนะดังกล่าวจะกลับมาทันงานขนส่งถัดไปหรือไม่ ซึ่งการมีข้อมูลดังกล่าว จะช่วยลดโอกาสในการปฏิเสธงานลงได้ ซึ่งในระบบแบบ GPS off-line และ Check-in ไม่สามารถทราบข้อมูลดังกล่าวได้ ส่งผลให้เกิดเป็นต้นทุนค่าเสียโอกาสขึ้นจากการปฏิเสธงานที่สามารถทำได้แต่ไม่ได้ทำ

2. ในการวางแผน จะต้องทำการทราบว่ารถคันใดบ้างที่ว่างและจอดอยู่ ณ ฐานการขนส่งและพร้อมสำหรับการทำงาน โดยระบบ GPS on-line และ Check-in นั้น จะสามารถทราบข้อมูลดังกล่าวได้ทันที ถึงแม้ว่าระบบ Check-in แบบผ่านคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องทำการลงทะเบียนผ่านระบบก็ตาม แต่ว่าก็ใช้เวลาไม่มากนัก แต่ในกรณีของการใช้ GPS off-line จำเป็นที่จะต้องรอการถ่ายโอนข้อมูลจากเครื่องเข้าสู่ระบบ ซึ่งกินเวลามาก ทำให้อาจเกิดกรณีที่รถเข้าสู่ฐานและพร้อมทำงานขนส่ง แต่ผู้วางแผนไม่ทราบได้

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการวางแผนงานขนส่ง

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in system
สามารถช่วยลดโอกาสในการปฏิเสธงานขนส่งที่สามารถทำได้ แต่ตัดสินใจไม่ทำเนื่องจากไม่ทราบว่าทำได้	✓		
สามารถทราบถึงการกลับฐานของยานพาหนะได้ทันที	✓		✓

4.2.5 แนวทาง จ สินค้ามูลค่าสูง

กรณีของสินค้ามูลค่าสูงนั้น จำเป็นต้องมีการวางแผนเพื่อป้องกัน และตรวจสอบการขโมยสินค้า ซึ่งการตรวจสอบดังกล่าว สามารถทำได้หลายวิธี โดยจะมีแนวทางต่างๆดังนี้

- การติดเครื่องตรวจจับการเปิดปิดประตูตู้สินค้า

- การติดกล้องถ่ายภาพนิ่งภายใน หรือภายนอกตู้สินค้า
- การติดเครื่องตรวจจับการใช้งานเครนยกของ กรณีรถติดเครน

ซึ่ง แนวทางดังกล่าวเป็นลักษณะของระบบเบื้องต้น ผู้ใช้งานจะต้องเลือกระบบที่เหมาะสมเอง หากกำหนดให้ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นนั้น แทนด้วยตัวแปร V ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นดังนี้

กรณี G1.1(GPS on-line แบบซื้ออุปกรณ์) $V(A|P, i\%, N)$

กรณี G1.1(GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์) V

กรณี G2.1(GPS off-line แบบซื้ออุปกรณ์) $V(A|P, i\%, N)$

กรณี G2.2(GPS off-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์) V

โดยการติดตั้งระบบดังกล่าว จะช่วยในการตรวจสอบสินค้ามูลค่าสูงดังตารางที่ 7 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำตารางดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกระบบติดตามยานพาหนะได้ ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในการติดตามสินค้าสามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. สามารถตรวจสอบพฤติกรรมที่ผิดปกติของพนักงานขับรถได้แบบ real time ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวเป็นพฤติกรรมที่ส่อแววไปในทางทุจริต เช่น การจอดรถในที่เปลี่ยว การเปิดประตูตู้สินค้านอกสถานที่ๆกำหนดไว้ เป็นต้น โดยการทราบข้อมูลดังกล่าว จะช่วยให้ผู้ควบคุมดูแลงานขนส่งสามารถติดตามความเป็นไป และทำการแจ้งผู้เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการต่อไปได้อย่างทันท่วงที
2. กรณีที่เกิดเหตุสินค้าสูญหายไปแล้ว สามารถเรียกข้อมูลการวิ่งรถย้อนหลังเพื่อตรวจสอบว่ามีโอกาสเกิดจากการโจรกรรมหรือไม่ โดยดูจากพฤติกรรมที่ผิดปกติของพนักงานขับรถ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการติดตามสินค้า

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in system
สามารถตรวจสอบพฤติกรรมที่ผิดปกติที่มีโอกาสเกิดการขโมยสินค้าได้แบบ real time	✓		
กรณีสินค้าสูญหายสามารถเรียกดูข้อมูลเพื่อทำการสอบสวนถึงสาเหตุได้	✓	✓	

4.2.6 แนวทาง ฉ สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างการขนส่ง

กรณีของสินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างการขนส่งนั้น จำเป็นต้องมีการวางแผนเพื่อป้องกันและตรวจสอบสภาพภายในตู้สินค้า ซึ่งการตรวจสอบดังกล่าว สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของสภาพแวดล้อมที่ต้องการควบคุม โดยจะมีแนวทางต่างๆดังนี้

- การติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิภายในตู้สินค้า
- การติดตั้งเครื่องวัดความชื้นภายในตู้สินค้า
- การติดตั้งเครื่องวัดแสงสว่างภายในตู้สินค้า

ซึ่ง แนวทางดังกล่าวเป็นลักษณะของระบบเบื้องต้นการจะเลือกใช้งานต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของสินค้าที่ทำการขน ผู้ใช้งานจะต้องเลือกระบบที่เหมาะสมเอง

หากกำหนดให้ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นนั้น แทนด้วยตัวแปร E ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นดังนี้

กรณี G1.1(GPS on-line แบบซื้ออุปกรณ์) $E(A|P, i\%, N)$

กรณี G1.1(GPS on-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์) E

กรณี G2.1(GPS off-line แบบซื้ออุปกรณ์) $E(A|P, i\%, N)$

กรณี G2.2(GPS off-line แบบเช่าใช้อุปกรณ์) E

โดยการติดตั้งระบบดังกล่าว จะช่วยในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในตู้สินค้าดังตารางที่ 8 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำตารางดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกระบบติดตามยานพาหนะได้ ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในการติดตามสินค้าสามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆดังนี้

1. สามารถตรวจสอบสภาพภายในตู้สินค้าได้แบบ real-time ซึ่งจะส่งผลให้ทราบว่า สภาพมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง และมีความเสี่ยงต่อการทำให้สินค้าเสียหายมากน้อยเพียงใด ซึ่งกรณีที่มีความเสี่ยงมาก เช่น อุณหภูมิภายในรถห้องเย็นมีการเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ผู้ดูแลงานขนส่งอาจตัดสินใจส่งรถไปเปลี่ยนใหม่อย่างทันท่วงที ซึ่งส่งผลให้ลดโอกาสที่สินค้าจะเสียหายระหว่างการขนส่งลง

2. กรณีที่ตรวจสอบและพบว่าสินค้าเสียหาย สามารถตรวจดูข้อมูลย้อนหลังได้ว่าสินค้าดังกล่าวเสียหายจากความผิดพลาดในการขนส่งในด้านอุปกรณ์ เช่น เครื่องทำความเย็นเสียหาย ประตูตู้สินค้าชำรุด เป็นต้น หรือเกิดจากพฤติกรรมที่ผิดปกติในการขับรถ เช่น การขับรถเร็วส่งผลให้สินค้าเสียหาย การเบรกกะทันหัน เป็นต้น

3. กรณีที่มีการตรวจพบว่าสินค้าอาจเกิดการเสียหายภายหลังที่ได้ส่งมอบไปแล้ว เช่น มีการตรวจพบว่าอุณหภูมิในห้องเย็นสูงกว่าปกติในช่วงหนึ่งของการขนส่ง แต่สินค้าได้ทำการส่งมอบไปแล้ว อาจมีการดำเนินการเพื่อเรียกคืนสินค้าดังกล่าวเพื่อกลับมาตรวจสอบ ซึ่งจะช่วยลดโอกาสที่จะส่งสินค้าที่เสียหายไปยังผู้บริโภค สามารถรักษาชื่อเสียงของบริษัทได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะในด้านการติดตามสินค้า

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in system
ตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในตู้สินค้าแบบ real time	✓		
สามารถตรวจสอบหาสาเหตุกรณีตรวจพบสินค้าเสียหาย	✓	✓	
สามารถตรวจพบความผิดปกติที่อาจทำให้สินค้าเสียหาย และแก้ปัญหาได้ทันท่วงที	✓	✓	

4.3 การสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ

จากการที่ได้วิเคราะห์ในด้านต่างๆ ทั้งในส่วนที่ 4 และ 5 แล้วนั้น สามารถนำผลลัพธ์ของทั้งสองส่วน คือ มูลค่าต้นทุนรายเดือนต่อคันของแต่ละระบบติดตามยานพาหนะ และความแตกต่างของระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบ เพื่อทำการประเมินถึงความแตกต่างด้านค่าใช้จ่าย เทียบกับประโยชน์ที่จะได้รับมากขึ้น แต่ละผู้ประกอบจากจะต้องทำการตัดสินใจบนพื้นฐานของธุรกิจตนเอง โดยอาศัยความแตกต่างได้การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะที่ให้ไว้ วิเคราะห์ว่า จากลักษณะธุรกิจขนส่งของบริษัท จะมีความเป็นไปได้มากน้อยแค่ไหนที่จะประหยัดต้นทุนในด้านนั้นๆ เช่น ลักษณะความแตกต่างด้านการให้ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงของ GPS on-line, GPS off-line และ Check-in system พบว่าทั้งสามแบบนั้น สามารถทำการเช็คปริมาณเชื้อเพลิงในถังได้ ณ ตำแหน่งฐานการขนส่ง หรือคือก่อนและหลังงานขนส่ง ซึ่งบางกรณียานพาหนะจะไม่ได้กลับฐานการขนส่งทันทีที่เสร็จงานใดงานหนึ่ง เนื่องจากมีงานถัดไปต้องทำต่อ ทำให้ไม่สามารถทราบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้จริงสำหรับงานขนส่งนั้นๆ และทำให้ยากที่จะประเมินต้นทุนค่าขนส่งสำหรับงานใดงานหนึ่ง ในขณะที่การใช้ระบบแบบ GPS on-line และ GPS off-line นั้นสามารถตรวจสอบปริมาณเชื้อเพลิงที่เหลือในถังย้อนหลังได้ และเมื่อเทียบข้อมูลดังกล่าวกับตำแหน่งของยานพาหนะ ณ เวลาใดๆ ทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่า สำหรับงานขนส่งใดๆ มีปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นเท่าไหร่ ซึ่งสามารถนำไปคิดเป็นต้นทุนในการขนส่งได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ จากกราฟแสดงปริมาณเชื้อเพลิงในถังย้อนหลัง ทำให้ทราบว่ามีการทุจริตน้ำมันหรือไม่ โดยสังเกตุได้จากปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลงแบบผิดปกติ นอกจากนี้ใน

แบบ On-line สามารถตรวจสอบปริมาณเชื้อเพลิงในถังได้แบบตลอดเวลา ซึ่งหากมองในมุมของการป้องกันการทุจริตน้ำมันแล้ว อาจทำได้ดีขึ้นเพราะสามารถเห็นข้อมูลแบบทันทีทันใด และสามารถดำเนินการได้ทันท่วงที แต่ถ้าหากบริษัทไม่มีนโยบายที่จะตามไปจับพนักงานถึงที่เกิดเหตุ การใช้ข้อมูลแบบ real-time ก็อาจจะไม่เป็นประโยชน์เท่าใดนัก เพราะฉะนั้นในกรณีนี้ระบบแบบ GPS on-line และ GPS off-line มีคุณสมบัติไม่ต่างกันเท่าใด ทำให้แนวโน้มในการตัดสินใจจะเอนเอียงไปทางระบบแบบ GPS off-line กับ Check-in ซึ่งจำเป็นที่จะต้องดูเหตุผลประกอบในแนวทางอื่นๆเพื่อทำการตัดสินใจ

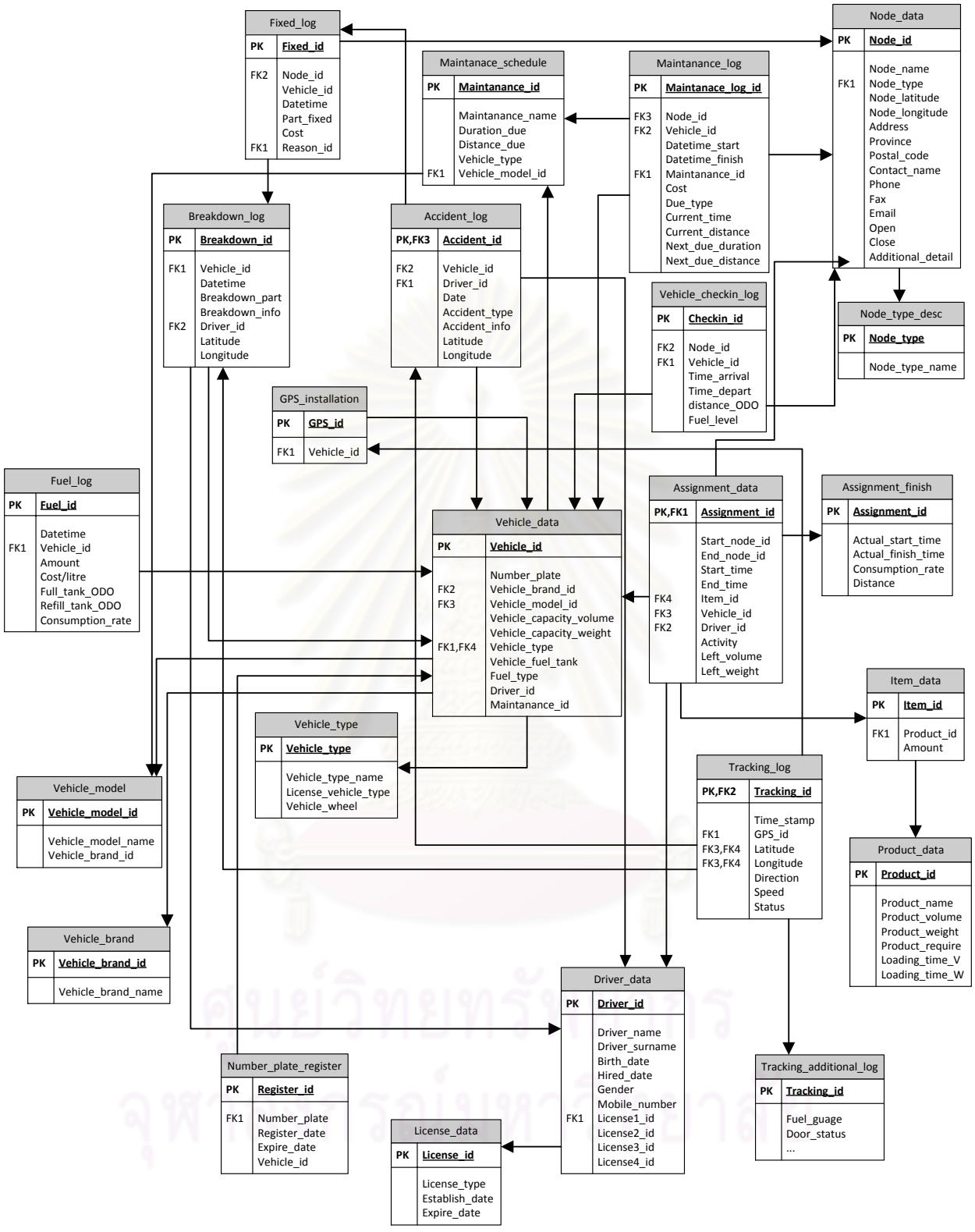
5 การออกแบบระบบสารสนเทศ

5.1 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล

เนื่องจากระบบติดตามยานพาหนะสำหรับงานขนส่งนั้น มีอยู่ด้วยกันทั้งสิ้น 3 แบบ ซึ่งจะต้องสามารถทำงานร่วมกันบนฐานข้อมูลเดียวกันได้ เพื่อให้ระบบที่ประกอบไปด้วยระบบติดตามยานพาหนะหลายๆรูปแบบนั้น สามารถรวมศูนย์ข้อมูล เพื่อให้สะดวกต่อการบริหารงานขนส่ง โดยลักษณะของฐานข้อมูลนั้น จะแบ่งออกไปด้วยกันทั้งหมด 3 ส่วน คือ ส่วนข้อมูลพื้นฐานของงานขนส่ง ส่วนข้อมูลที่ได้จากการติดตามยานพาหนะ และส่วนข้อมูลการขนส่งสินค้า ซึ่งจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งาน 3 ด้าน คือ การบริหารทรัพยากรในการขนส่ง การวางแผนจัดตารางงานขนส่ง และการติดตามสินค้า โดยได้ลักษณะของฐานข้อมูลดังรูปที่ 15 แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูลระบบติดตามยานพาหนะ

ฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้นั้น จะถือเป็นเพียงต้นแบบเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบติดตามยานพาหนะต่อไป ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องทำการวิเคราะห์ลักษณะการทำงานขององค์กรและประยุกต์ใช้งานฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถสนับสนุนการทำงานได้ดีที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 15 แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูลระบบติดตามยานพาหนะ

พร้อมกันนี้ได้อธิบายถึงลักษณะของข้อมูลในแต่ละตารางไว้ดังนี้

ตารางที่ 9 ตารางข้อมูลยานพาหนะ

Table Name	Vehicle_data				
Table Description	รายละเอียดของยานพาหนะที่มี				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Vehicle_id	INT	PK	not null	1	idของยานพาหนะในระบบ
Number_plate	String		not null	34-2033	ป้ายทะเบียนของยานพาหนะ
Vehicle_brand_id	INT		not null	1	idของยี่ห้อยานพาหนะ
Vehicle_model_id	INT		not null	1	idของรุ่นยานพาหนะ
Vehicle_capacity_volume	INT		null	30	ปริมาตรบรรทุกมากสุดขนได้(ลูกบาศก์เมตร)
Vehicle_capacity_weight	INT		null	20	น้ำหนักบรรทุกมากสุดขนได้(ตัน)
Vehicle_type	INT		not null	1	idของประเภทยานพาหนะ
Vehicle_fuel_tank	INT		not null	200	ขนาดถังบรรจุน้ำมัน(ลิตร)
Fuel_type	INT		not null	1	idประเภทของน้ำมันที่ใช้
Driver_id	INT		null	1	idคนขับประจำรถ(กรณีไม่ประจำให้ว่างได้)

ตารางที่ 10 ตารางข้อมูลป้ายทะเบียนยานพาหนะ

Table Name	Number_plate_register				
Table Description	รายละเอียดการต่อทะเบียนของยานพาหนะ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Number_plate	String		not null	34-2033	ป้ายทะเบียนของยานพาหนะ
Register_date	Date		not null	20/10/2011	วันที่ทำการต่อทะเบียน
Expire_date	Date		not null	19/10/2012	วันที่หมดอายุ

ตารางที่ 11 ตารางประเภทยานพาหนะ

Table Name	Vehicle_type				
Table Description	รายละเอียดประเภทของยานพาหนะ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Vehicle_type	INT		not null	1	idของประเภทยานพาหนะ
Vehicle_type_name	String			รถบรรทุก10ล้อ	ชื่อประเภทของยานพาหนะ
License_vehicle_type	INT			1	ประเภทของยานพาหนะตาม พรบ.
Vehicle_wheel	INT			10	จำนวนล้อ

ตารางที่ 12 ตารางยี่ห้อยานพาหนะ

Table Name	Vehicle_brand				
Table Description	รายละเอียดยี่ห้อยานพาหนะ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Vehicle_brand_id	INT	PK	not null	1	idของยี่ห้อยานพาหนะ
Vehicle_brand_name	String		not null	Susuki	ชื่อยี่ห้อยานพาหนะ

ตารางที่ 13 ตารางรุ่นยานพาหนะ

Table Name	Vehicle_model				
Table Description	รายละเอียดรุ่นยานพาหนะ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Vehicle_model_id	INT	PK	not null	1	idของรุ่นยานพาหนะ
Vehicle_brand_id	INT		not null	1	idของยี่ห้อยานพาหนะ
Vehicle_model_name	String		not null	Super truck	ชื่อรุ่นยานพาหนะ

ตารางที่ 14 ตารางบันทึกรายละเอียดรถที่เสียหาย

Table Name	Breakdown_log				
Table Description	สถิติยานพาหนะเสียหาย				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Breakdown_id	string	PK	not null	BD201011001	idของการเสียหายที่เกิด
Vehicle_id	INT		not null	1	idยานพาหนะ
Driver_id	INT		not null	1	idพนักงานขับรถ
Date	date		not null	20/10/2011	วันที่ยานพาหนะเสียหาย
Breakdown_part	string		not null	แบตเตอรี่	ชิ้นส่วนที่เสียหาย
Breakdown_info	string		not null	แบตหมด...	ข้อมูลเพิ่มเติม
Latitude	double		null	13.768376	ตำแหน่งที่รถเสีย
Longitude	double		null	100.26123	ตำแหน่งที่รถเสีย

ตารางที่ 15 ตารางบันทึกการซ่อมแซมยานพาหนะ

Table Name	Fixed_log				
Table Description	ข้อมูลการซ่อมยานพาหนะ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Fixed_id	INT	PK	not null	1	idของการซ่อม
Vehicle_id	INT		not null	1	idยานพาหนะ
Date	date		not null	20/10/2011	วันที่ซ่อม
Part_fixed	string		not null	แบตเตอรี่	ชิ้นส่วนที่ซ่อม
Cost	double		not null	300	ราคาค่าซ่อม(บาท)
Reason_id	string		not null	BD201011001	idของการเสียหาย/อุบัติเหตุที่เกิด
Node_id	INT		not null	1	idสถานที่ซ่อม

ตารางที่ 16 ตารางบันทึกอุบัติเหตุ

Table Name	Accident_log				
Table Description	สถิติการเกิดอุบัติเหตุ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Accident_id	string	PK	not null	AC20102011001	idของอุบัติเหตุ
Vehicle_id	INT		not null	1	idยานพาหนะ
Driver_id	INT		not null	1	idพนักงานขับรถ
Date	date		not null	20/10/2011	วันที่เกิดอุบัติเหตุ
Accident_type	INT		not null	1	ประเภทของอุบัติเหตุ
Accident_info	string		not null	ชนตูด...	ข้อมูลเพิ่มเติม
Latitude	double		null	13.768376	ตำแหน่งที่เกิดอุบัติเหตุ
Longitude	double		null	100.26123	ตำแหน่งที่เกิดอุบัติเหตุ

ตารางที่ 17 ตารางการซ่อมบำรุงตามแผน

Table Name	Maintenance_schedule				
Table Description	รายละเอียดแผนการซ่อมบำรุง				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Maintenance_id	INT	PK	not null	1	idของงานซ่อมบำรุง
Vehicle_model	INT		null	1	idของรุ่นยานพาหนะ
Vehicle_type	INT		null	1	idของประเภทยานพาหนะ
Maintenance_name	String		not null	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	คำอธิบายงานซ่อมบำรุงที่ต้องทำ
Duration_due	INT		not null	6	ระยะเวลาที่กำหนดต้องทำการซ่อม(เดือน)
Distance_due	INT		not null	10000	ระยะทางที่กำหนดต้องทำการซ่อม(km)

ตารางที่ 18 ตารางการซ่อมบำรุงจริง

Table Name	Maintenance_log				
Table Description	รายละเอียดการซ่อมบำรุง				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Maintenance_log_id	INT	PK	not null	1	idของงานซ่อมบำรุงที่ทำจริง
Vehicle_id	INT		not null	1	idยานพาหนะที่ทำการซ่อมบำรุง
Date_start	Date		not null	20/10/2011	วันที่ทำการซ่อมบำรุง
Date_finish	Date		not null	22/10/2011	วันเสร็จสิ้นการซ่อมบำรุง
Maintenance_id	INT		not null	1	idของงานซ่อมบำรุง
Cost	INT		not null	2000	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง
Due_type	INT		not null	1	ประเภทกำหนดที่ถึง(0=เวลา,1=ระยะทาง)
Current_time	INT		not null	3	ระยะเวลาที่ใช้ไปแล้วจนถึงปัจจุบัน(เดือน)
Current_distance	INT		not null	11000	ระยะทางที่ขับไปแล้วจนถึงปัจจุบัน(km)
Next_due_time	INT		not null	9	ระยะเวลากำหนดซ่อมครั้งต่อไป(เดือน)
Next_due_distance	INT		not null	21000	ระยะทางกำหนดซ่อมครั้งต่อไป(km)
Node_id	INT		not null	1	idสถานที่ที่เข้ารับการบำรุงรักษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ตารางข้อมูลพนักงานขับรถ

Table Name	Driver_data				
Table Description	รายละเอียดพนักงานขับรถ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Driver_id	INT		not null	1	idของพนักงานขับรถหรือรหัสบัตรประชาชน
Driver_name	string		not null	somsuck	ชื่อของพนักงานขับรถ
Driver_surename	string		not null	lertsupakit	นามสกุลของพนักงานขับรถ
Birth_date	date		not null	20/10/1988	วันเกิดพนักงานขับรถ
Hired_date	date		not null	20/10/2000	วันเข้าทำงานวันแรกของพนักงานขับรถ
Gender	INT		not null	0	0=ผู้ชาย, 1=ผู้หญิง
Mobile_number	string		null	081-123-4567	เบอร์ติดต่อ
License1_id	INT		null	12345678	หมายเลขใบอนุญาติขับรถประเภท1
License2_id	INT		null	23456789	หมายเลขใบอนุญาติขับรถประเภท2
License3_id	INT		null	34567890	หมายเลขใบอนุญาติขับรถประเภท3
License4_id	INT		null	45678901	หมายเลขใบอนุญาติขับรถประเภท4

ตารางที่ 20 ตารางข้อมูลใบอนุญาติขับขี่ของพนักงานขับรถ

Table Name	License_data				
Table Description	รายละเอียดใบอนุญาติขับขี่				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
License_id	INT	PK	not null	12345678	หมายเลขใบอนุญาติขับขี่
License_type	INT		not null	1	ประเภทใบอนุญาติ
Establish_date	date		not null	20/10/2011	วันที่ออกใบอนุญาติ
Expire_date	date		not null	20/10/2014	วันที่ใบอนุญาติหมดอายุ

ตารางที่ 21 ตารางข้อมูลสถิติด้านเชื้อเพลิง

Table Name	Fuel_log				
Table Description	รายละเอียดการเติมน้ำมัน				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Fuel_id	INT	PK	not null	1	idของการเติมน้ำมัน
Datetime	datetime		not null	20/10/2011 11:12	วันและเวลาที่เติมน้ำมัน
Vehicle_id	INT		not null	1	idของรถที่ทำการเติมน้ำมัน
Amount	INT		not null	35	ปริมาณน้ำมันที่เติม(ลิตร)
Cost/litre	Double		not null	30.12	ราคาน้ำมัน ณ เวลาที่เติม
Full_tank_ODO	INT		not null	11000	เลขไมล์ ณ ปัจจุบันที่เติมน้ำมัน
Refill_tank_ODO	INT		not null	11030	เลขไมล์
Consumption_rate	Double		not null	4.5	อัตราการใช้เชื้อเพลิง(km/ลิตร)

ตารางที่ 22 ตารางข้อมูลงานขนส่ง

Table Name	Assignment_data				
Table Description	รายละเอียดงานขนส่ง				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Assignment_id	INT	PK	not null	1	idรหัสงานขนส่ง
Start_node_id	INT		not null	1	idจุดเริ่มต้นงานขนส่ง
End_node_id	INT		not null	1	idจุดสิ้นสุดงานขนส่ง
Start_time	datetime		not null	20/10/2011 11:00	เวลาเริ่มต้น
End_time	datetime		not null	20/10/2011 12:00	เวลาสิ้นสุด
Item_id	INT		null	201020110001	idรหัสlotสินค้าที่ต้องส่ง
Vehicle_id	INT		not null	1	idยานพาหนะ
Driver_id	INT		not null	1	idพนักงานขับรถ
Activity	INT		not null	1	0=pick up, 1=delivery
Left_volume	double		not null	1.4	ปริมาตรบรรทุกที่เหลือ(ลูกบาศก์เมตร)
Left_weight	double		not null	300	น้ำหนักบรรทุกที่เหลือ(kg)

ตารางที่ 23 ตารางข้อมูลรายการสินค้าที่ต้องส่ง

Table Name	Item_data				
Table Description	รายละเอียดสินค้าที่ขนส่ง				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Item_id	INT	PK	not null	201020110001	idรหัสlotสินค้าที่ต้องส่ง
Product_id	INT		not null	1	idรหัสสินค้า
Amount	INT		not null	20	จำนวนสินค้าที่ต้องส่ง

ตารางที่ 24 ตารางข้อมูลสินค้า

Table Name	Product_data				
Table Description	รายละเอียดเกี่ยวกับสินค้า				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Product_id	INT	PK	not null	1	idรหัสสินค้า
Product_name	string		not null	ม้วนผ้า	ชื่อสินค้า
Product_volume	double		not null	0.01	ปริมาตรสินค้า(ลูกบาศก์เมตร)
Product_weight	double		not null	0.01	น้ำหนักสินค้า(ตัน)
Product_require	INT		null	1	ข้อกำหนดพิเศษสำหรับการขนส่ง
Loading_time_V	double		null	1	เวลาในการloading(นาทีต่อลูกบาศก์เซน)
Loading_time_w	double		null	2	เวลาในการloading(นาทีต่อkg)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 ตารางบันทึกผลการทำงาน

Table Name	Assignment_finish				
Table Description	รายละเอียดเกี่ยวกับงานขนส่งที่เสร็จสิ้นแล้ว				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Assignment_id	INT	PK	not null	1	idรหัสงานขนส่ง
Actual_start_time	datetime		not null	20/10/54 12:10	เวลาเริ่มต้นจริง
Actual_finish_time	datetime		not null	20/10/54 13:10	เวลาสิ้นสุดจริง
Consumption_rate	double		not null	10	อัตราการกินน้ำมัน(km/ลิตร)
Distance	INT		not null	250	ระยะทางที่ขนส่ง(km)

ตารางที่ 26 ตารางบันทึกข้อมูลการติดตามตำแหน่ง

Table Name	Tracking_log				
Table Description	สถิติการติดตามยานพาหนะ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Tracking_id	INT	PK	not null	1	idของการtracking
Time_stamp	Datetime		not null	20/10/54 12:10	วันและเวลาของการtracking
GPS_id	INT		not null	1	idเครื่องGPSที่รับสัญญาณ
Latitude	double		not null	13.768376	ตำแหน่งละติจูด
Longitude	double		not null	100.26123	ตำแหน่งลองจิจูด
Direction	INT		not null	18	ทิศทางของยานพาหนะ
Speed	INT		not null	60	ความเร็วของยานพาหนะ(km/ชั่วโมง)
Status	INT		not null	1	สถานะ 0=จอดรถ 1=รถวิ่ง 2=จอดติดเครื่อง

ตารางที่ 27 ตารางข้อมูลเพิ่มเติมอื่นๆ

Table Name	Tracking_additional_lag				
Table Description	สถิติการติดตามเพิ่มเติม				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Tracking_id	INT	PK	not null	1	idของการtracking
Fuel_guage	INT		null	40	ปริมาณเชื้อเพลิงที่เหลือในถัง(ลิตร)
Door_status	INT		null	1	0=ประตูปิด 1=ประตูเปิด
Temperature	INT		null	-4	อุณหภูมิภายในตู้สินค้า
...others					สามารถเพิ่มเติมข้อมูลอื่นๆได้

ตารางที่ 28 ตารางบันทึกรายละเอียดการใช้งานระบบGPS

Table Name	GPS_installation				
Table Description	บันทึกยานพาหนะที่ติดGPS				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
GPS_id	INT	PK	not null	1	idของเครื่องGPS
Vehicle_id	INT		not null	1	idยานพาหนะ
GPS_type	INT		not null	1	ประเภทGPSที่ติด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 ตารางข้อมูลสถานที่

Table Name	Node_data				
Table Description	ข้อมูลสถานที่สำคัญต่างๆ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Node_id	INT	PK	not null	1	idของสถานที่
Node_name	string		not null	อู่พรชัย	ชื่อสถานที่
Node_type	INT		not null	1	รหัสประเภทสถานที่
Node_latitude	double		not null	13.768376	ตำแหน่งละติจูด
Node_longitude	double		not null	100.26123	ตำแหน่งลองจิจูด
Address	string		null	20/151 ถนน....	ที่อยู่
Province	string		null	กรุงเทพ	จังหวัด
Postal_code	INT		null	10330	รหัสไปรษณีย์
Contact_name	string		null	พรชัย การช่าง	ชื่อผู้ติดต่อ
Phone	string		null	024567890	หมายเลขติดต่อ
Fax	string		null	024567891	หมายเลขโทรสาร
Email	string		null	Pon@gmail.com	อีเมล์
Open	Time		null	8.00 น.	เวลาเปิด
Close	Time		null	19.00 น.	เวลาปิด
Additional_detail	string		null	รับซ่อมรถบรรทุก	รายละเอียดเพิ่มเติม(ถ้ามี)

ตารางที่ 30 ตารางประเภทสถานที่

Table Name	Node_type_desc				
Table Description	คำอธิบายชื่อประเภทสถานที่ต่างๆ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Node_type	INT	PK	not null	1	รหัสประเภทสถานที่
Node_type_name	string		not null	อู่ซ่อมรถ	ชื่อประเภทสถานที่

ตารางที่ 31 ตารางการลงทะเบียนของยานพาหนะ

Table Name	Vehicle_checkin_log				
Table Description	สถิติการลงทะเบียนของยานพาหนะ				
Field Name	Data Type	Key	Null	Example Value	Description
Checkin_id	INT	PK	not null	1	idการลงทะเบียน
Vehicle_id	INT		not null	1	idยานพาหนะ
node_id	INT		not null	1	idสถานที่
Time_arrival	datetime		not null	20/10/54 12:10	เวลาเข้า
Time_depart	datetime		not null	20/10/54 12:50	เวลาออก
Distance_ODO	INT		not null	12340	ระยะทางบนเข็มไมล์
Fuel_level	INT		not null	60	ปริมาณเชื้อเพลิงในถัง(ลิตร)

จากฐานข้อมูลเบื้องต้นนั้น สามารถแบ่งกลุ่มฐานข้อมูลออกได้เป็น 4 ส่วนดังนี้

1. ฐานข้อมูลการติดตามยานพาหนะ ประกอบไปด้วยตารางTracking_log ตาราง Tracking_additional_log และตารางGPS_installation ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS on-line และ GPS off-line

2. ฐานข้อมูลยานพาหนะ ประกอบไปด้วยตารางVehicle_data ตารางVehicle_type ตาราง Vehicle_brand ตารางVehicle_model ตารางNumber_plate_register และตาราง Maintanance_schedule ซึ่งฐานข้อมูลนี้จะเป็นฐานข้อมูลที่ว่าด้วยข้อมูลยานพาหนะในงานขนส่ง ซึ่งจะต้องทำการนำเข้าสู่ระบบเป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น

3. ฐานข้อมูลพนักงานขับรถ ประกอบไปด้วยตารางDriver_data และLicense_data ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลพนักงานขับรถในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงข้อมูลใบอนุญาติขับรถ 4 ประเภทตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก[18]

4. ฐานข้อมูลการใช้งานยานพาหนะ ประกอบไปด้วยตารางMaintenance_log ตาราง Fixed_log ตารางAccident_log ตารางBreakdown_log และตารางFuel_log ซึ่ง ฐานข้อมูลนี้จะเป็นฐานข้อมูลที่ทำการบันทึกลักษณะต่างๆที่เกิดจากการใช้งานยานพาหนะ

ตั้งแต่การเติมน้ำมัน อุบัติเหตุที่เกิด ความเสียหายที่เกิด การซ่อมแซม และการซ่อมบำรุงยานพาหนะ

5. ฐานข้อมูลการลงทะเบียนยานพาหนะ ประกอบไปด้วย ตารางVehicle_register_log ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลการcheck-inของยานพาหนะ

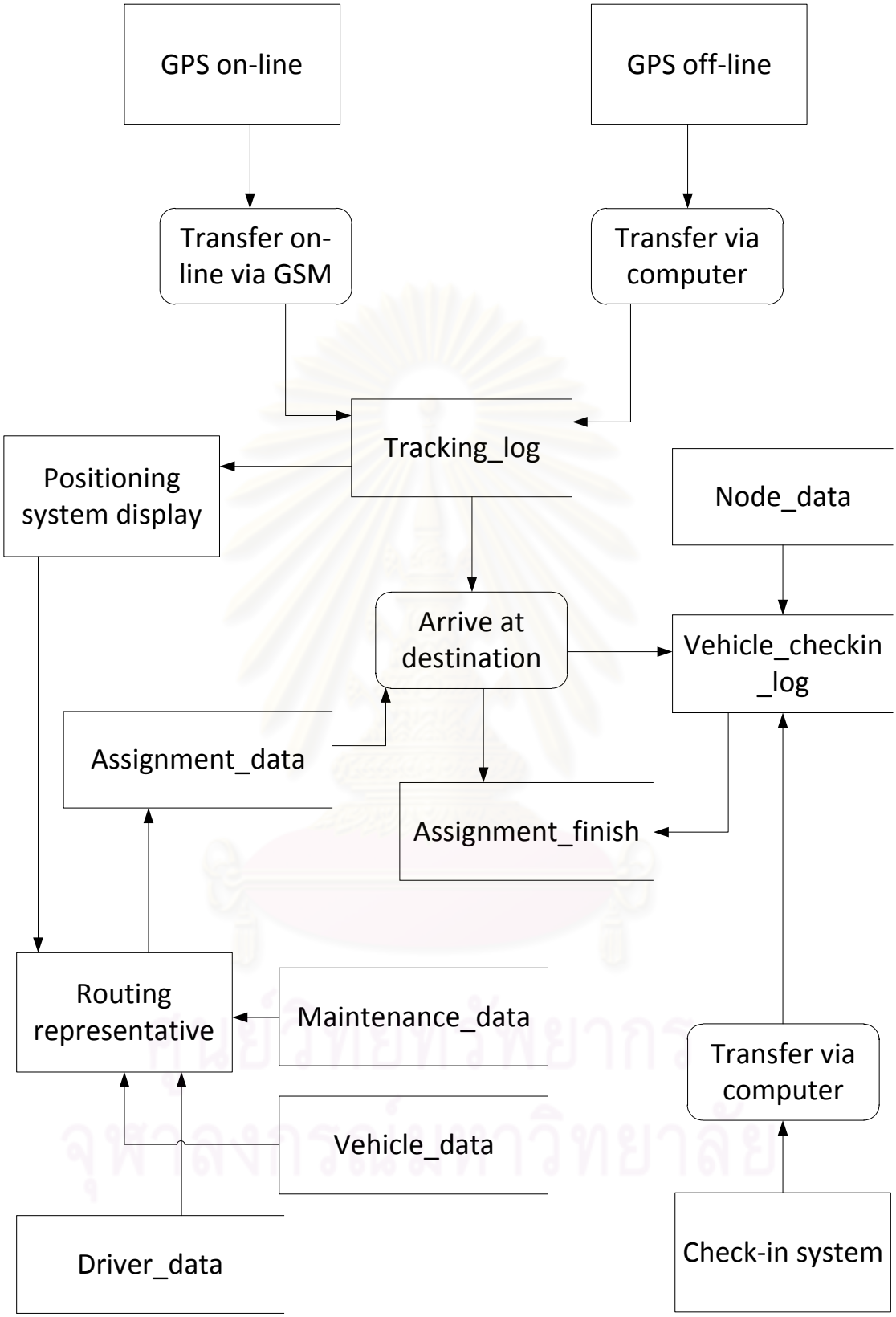
6. ฐานข้อมูลสถานที่ ประกอบไปด้วย ตารางNode_data และตารางNode_type_desc ซึ่งจะทำหน้าที่บันทึกข้อมูลถึงสถานที่ที่สำคัญและเกี่ยวเนื่องกับระบบขนส่ง

7. ฐานข้อมูลงานขนส่ง ประกอบไปด้วยตารางAssisgnment_data ตารางItem_data ตาราง Product_data และตารางAssignment_finish ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลงานขนส่งทั้งหมด รวมไปถึงรายละเอียดข้อมูลงานขนส่งที่ทำเสร็จแล้ว

5.2 ผังการไหลของข้อมูล

จากโครงสร้างฐานข้อมูลข้างต้น จะมีลักษณะการไหลของข้อมูลดังรูปที่ 16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 16 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูล

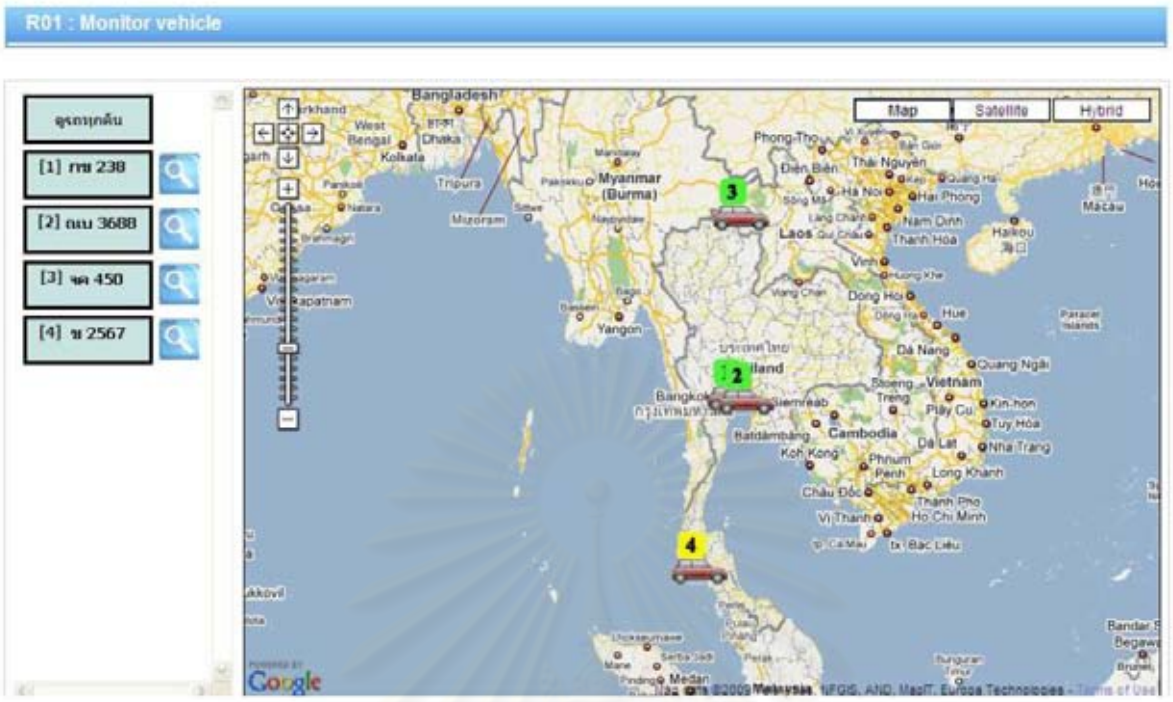
ข้อมูลสถานะต่างๆที่ได้จากระบบGPS on-line จะถูกส่งผ่านทางระบบเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สายเพื่อมาเก็บยังฐานข้อมูลTracking_log ส่วนข้อมูลจากระบบ GPS off-line จะถูกถ่ายโอนผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่ระบบเพื่อนำไปเก็บยังฐานข้อมูล Tracking_log เช่นเดียวกัน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปแสดงผลบนหน้าจอเพื่อระบุตำแหน่งของยานพาหนะและข้อมูลสถานะอื่นๆ ณ เวลาใดๆ(Positioning system display) โดยระบบจะทำการประมวลผลสถานะตามเวลาต่างๆ และเมื่อถึงที่หมาย จะทำการลงทะเบียนไปยังฐานข้อมูล Vehicle_checkin_log ให้อัตโนมัติ แต่สำหรับระบบแบบ Check-in จะต้องทำการลงทะเบียนโดยแบบRFIDนั้น จะสามารถทำการลงทะเบียนได้อัตโนมัติ แต่ในระบบcomputer check-in จะต้องทำการลงทะเบียนเอง โดยข้อมูลการลงทะเบียนจะถูกถ่ายโอนผ่านคอมพิวเตอร์ไปยังฐานข้อมูล Vehicle_checkin_log เช่นเดียวกัน ซึ่งหากที่หมายดังกล่าวที่ลงทะเบียนเป็นจุดสิ้นสุดงานขนส่ง ก็จะทำการประเมินงานขนส่งดังกล่าวและจัดเก็บลงไปในฐานข้อมูล Assignment_finish โดยส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางงานขนส่ง(Routing representative) จะอาศัยข้อมูลต่างๆจากฐานข้อมูล Maintenance_data, Vehicle_data และ Driver_data รวมไปถึงข้อมูลที่ได้จากหน้าจอแสดงตำแหน่ง เพื่อใช้ในการวางแผน จากนั้นจะส่งข้อมูลแผนดังกล่าวเข้าสู่ฐานข้อมูล Assignment_data และทำการติดตามงานขนส่งผ่านข้อมูลการติดตามยานพาหนะส่วนอื่นๆได้ต่อไป

5.3 การประยุกต์ใช้ข้อมูล

การนำระบบติดตามยานพาหนะมาใช้งานนั้น จะสามารถช่วยในการติดตามการทำงานของยานพาหนะ ซึ่งมีประโยชน์หลายด้าน และได้ยกตัวอย่างการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะเพื่อแสดงผลข้อมูลต่างๆ 5 แบบเบื้องต้นดังนี้

1. การติดตามตำแหน่งยานพาหนะแบบ Real-time

จากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS on-line ทำให้สามารถระบุตำแหน่งยานพาหนะแบบ Real-time ได้ โดยการนำข้อมูลจาก Tracking_log เข้ามาประมวลผลร่วมกับฐานข้อมูลแผนที่ และนำเสนอผลในลักษณะของตำแหน่งยานพาหนะบนแผนที่ รวมไปถึงสถานะต่างๆของยานพาหนะ ณ เวลาใดๆ เช่น การติดเครื่อง ความเร็ว ปริมาณเชื้อเพลิงในถัง รวมไปถึงรายละเอียดข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น งานขนส่งที่ทำอยู่ สินค้าในยานพาหนะ ขนาดบรรทุกที่เหลือ เป็นต้น โดยขึ้นอยู่กับว่าความต้องการของผู้ใช้งานจะติดตามข้อมูลด้านใดบ้าง นอกจากนี้ ยังสามารถประยุกต์ใช้เพิ่มเติม เช่น การกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่ยานพาหนะจะวิ่งได้ โดยจะแจ้งเตือนเมื่อยานพาหนะออกจากบริเวณดังกล่าว การจำกัดความเร็วของยานพาหนะ การสั่งเปิดและปิดเครื่องยนต์ เป็นต้น

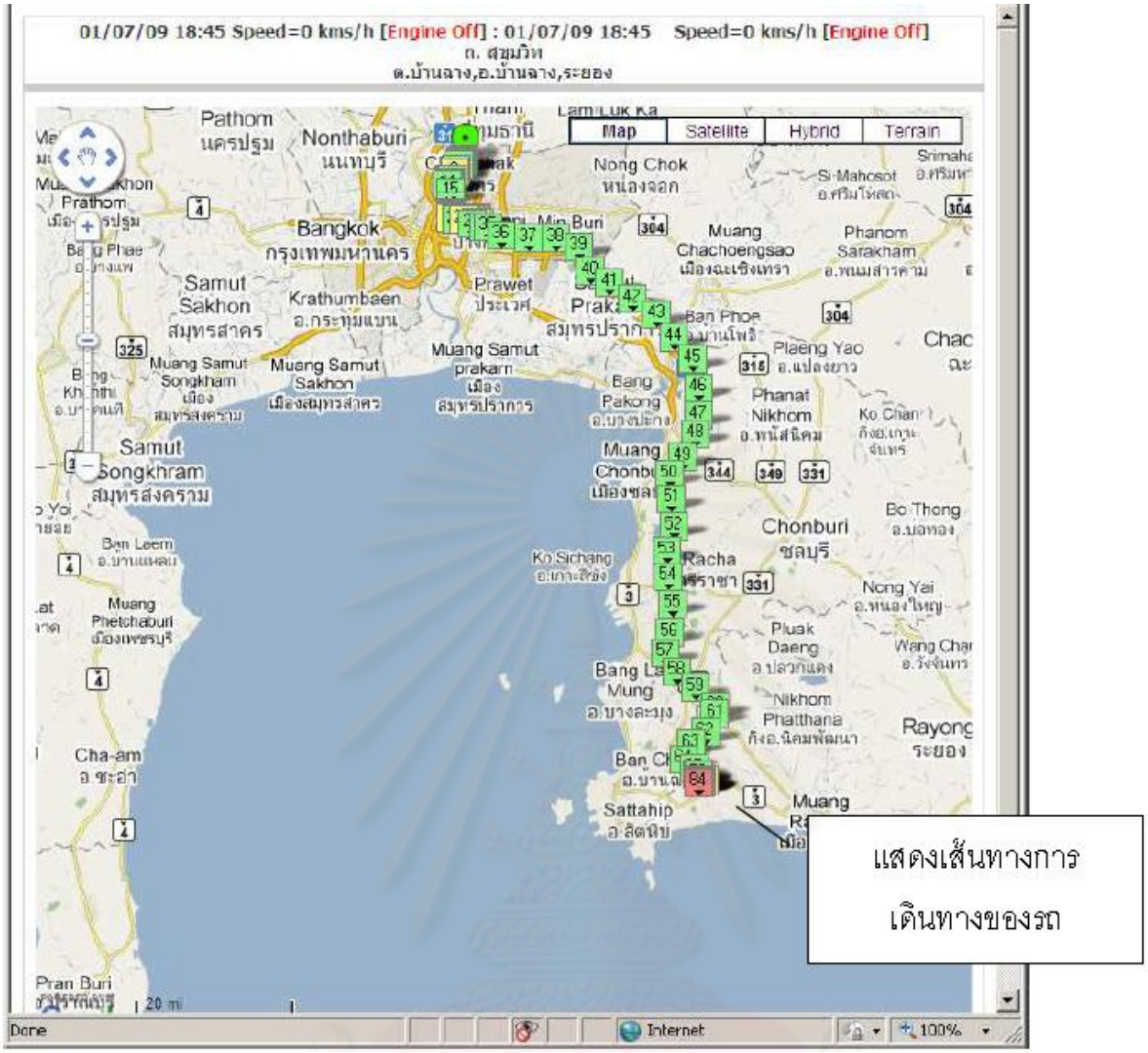


รูปที่ 17 ตัวอย่างหน้าจอการติดตามยานพาหนะแบบReal-time

2. การติดตามการทำงานย้อนหลัง

จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS on-line และ GPS off-line สามารถเรียกดูการทำงานของยานพาหนะต่างๆย้อนหลังได้ โดยนำข้อมูลจาก Tracking_log มาประมวลผล เพื่อดูว่า ณ เวลาต่างๆ ยานพาหนะอยู่ ณ ตำแหน่งใดบ้าง และมีสถานะอย่างไร ซึ่งข้อมูลการทำงานย้อนหลังนี้ สามารถตรวจสอบการออกนอกเส้นทาง การจอดในที่ๆไม่ควรจอด หรือพฤติกรรมที่ผิดปกติอื่นๆ เป็นต้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่ไม่เกิดมูลค่าออกไป ทั้งนี้ ผู้ใช้งานสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานของตนเพื่อให้สอดคล้องมากขึ้น เช่น จัดให้มีการแสดงตำแหน่งที่อุณหภูมิในตู้สินค้าต่ำกว่าปกติ ซึ่งอาจมีผลต่อคุณภาพสินค้าที่ได้ทำการจัดส่ง และสามารถเรียกตรวจสอบสินค้าดังกล่าวได้ทันท่วงที

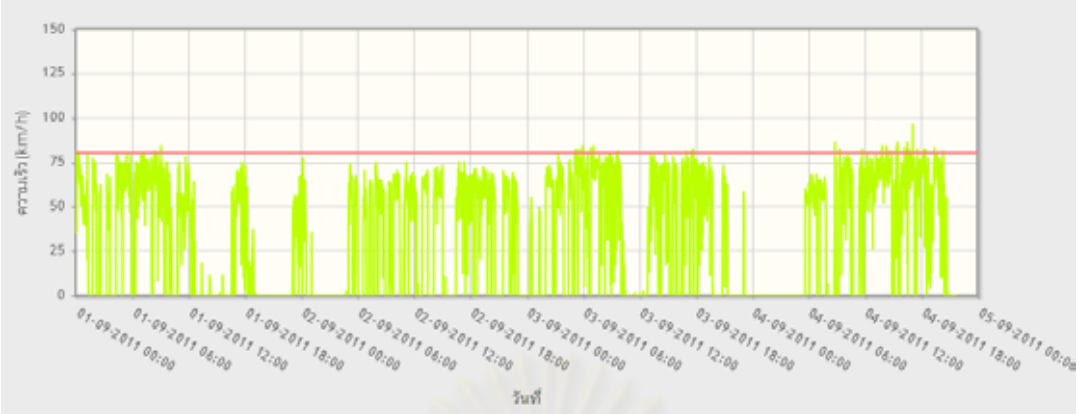
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 18 ตัวอย่างหน้าจอการติดตามการทำงานย้อนหลัง

3. การติดตามพฤติกรรมการขับรถ

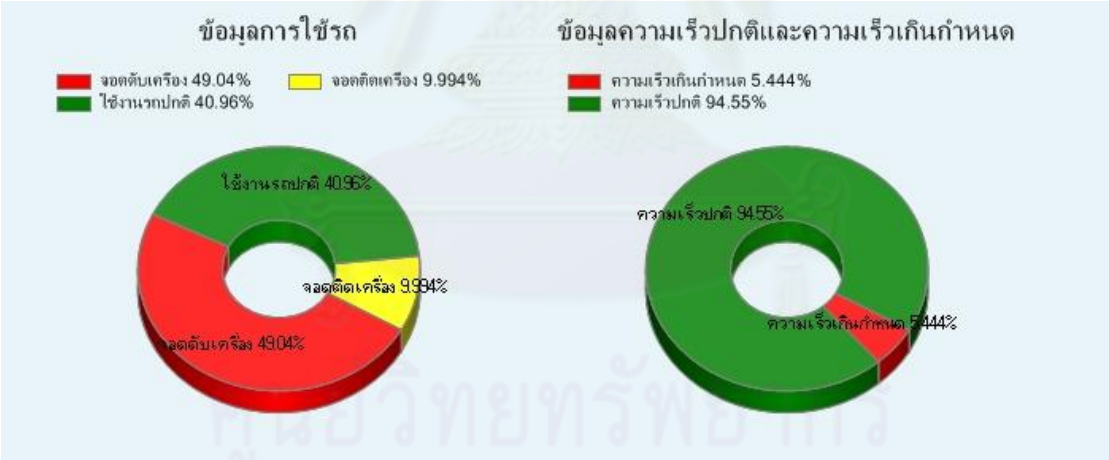
จากการใช้งานระบบติดตามแบบ GPS on-line และ Off-line สามารถเรียกดูพฤติกรรมการขับรถของพนักงานขับรถในด้านของความเร็ว เพื่อดูว่ามีการเร่งเครื่องยนต์ที่ผิดปกติ หรือว่ามีการใช้ความเร็วเกินกำหนดหรือไม่ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในงานขนส่งที่สูงขึ้น เนื่องจากว่าจะส่งผลให้มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่สูง นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุอีกด้วย



รูปที่ 19 ตัวอย่างหน้าจอแสดงกราฟความเร็ว

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานยานพาหนะ

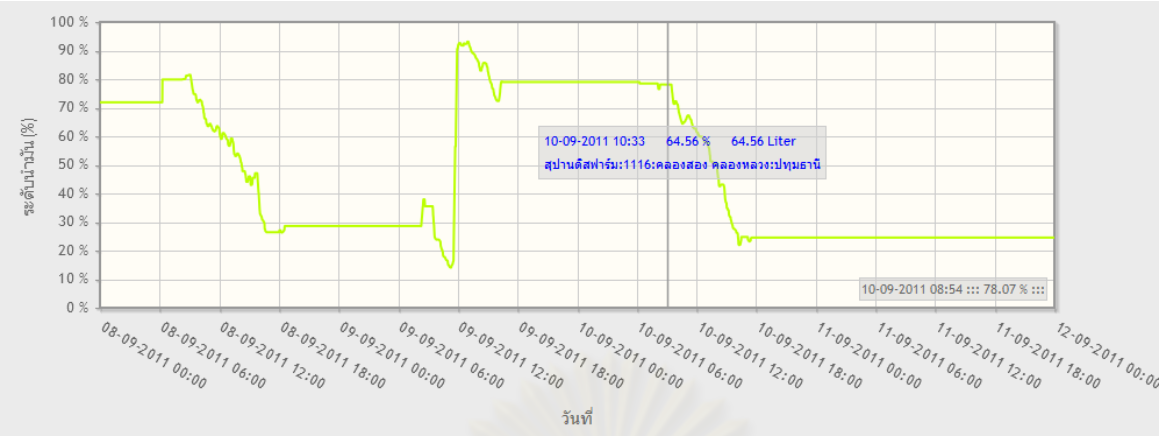
จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบGPS off-line และ GPS on-line สามารถนำข้อมูลมาประมวลผลหาค่าอัตราการใช้งานยานพาหนะในมุมของการใช้งานปกติ การจอดรถดับเครื่อง และการจอดรถติดเครื่องได้ โดยเปรียบเทียบกับช่วงเวลาทั้งหมด ซึ่งสามารถแสดงถึงประสิทธิภาพในด้านการบริหารจัดการการใช้งานยานพาหนะว่าดีหรือไม่



รูปที่ 20 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการใช้งานยานพาหนะ

5. การแสดงอัตราการใช้เชื้อเพลิง

จากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบGPS off-line และ GPS on-line สามารถนำข้อมูลที่ได้มาแสดงผลในรูปของกราฟปริมาณเชื้อเพลิงในถัง ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า ณ ช่วงเวลาต่างๆ มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเท่าใดบ้าง และเพื่อตรวจสอบปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลงแบบผิดปกติ ซึ่งอาจแสดงถึงการทุจริตน้ำมันของพนักงานขับรถ



รูปที่ 21 หน้าจอตัวอย่างแสดงกราฟเชื้อเพลิงในถัง

6 การทดสอบระบบ

ในด้านการทดสอบระบบ จะทำการทดลองนำแนวทางในการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะไปใช้ในการตัดสินใจกับโรงงานตัวอย่าง

6.1 การกำหนดข้อมูลเบื้องต้น

จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น พบว่าโรงงานดังกล่าวมียานพาหนะทั้งสิ้น 9 คัน แบ่งออกเป็นงานขนส่งต่างๆดังนี้

ใช้ในงานขนส่งวัตถุดิบระหว่างโรงงานใกล้เคียง 2 คัน

ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบระหว่างโรงงานที่ห่างไกล 2 คัน

ที่เหลือ 5 คัน ใช้ในการรับวัตถุดิบ และขนส่งสินค้าสำเร็จ

โดยที่มีลักษณะของการว่าจ้างผู้รับเหมาภายนอกในการดูแลเรื่องการซ่อมบำรุงยานพาหนะทั้งหมด แต่บริษัทจะเป็นผู้กำหนดตารางการซ่อมบำรุงเอง เพื่อให้สามารถดูแลด้านการใช้งานยานพาหนะให้มีประสิทธิภาพที่สุด และการบริหารเชื้อเพลิง จะให้ใช้Fleet card โดยจะกำหนดวงเงินที่ใช้ได้ต่อเดือน

ในด้านของการจัดตารางการขนส่ง การส่งของระหว่างโรงงานจะมีการทำเป็นรอบ สัปดาห์ละสองรอบ และในส่วนของการส่งสินค้าสำเร็จนั้น จะส่งสัปดาห์ละรอบ หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับปริมาณงาน เนื่องจากการส่งสินค้าสำเร็จนั้น จะส่งไปยังท่าเรือ ซึ่งมีการกำหนดวันและเวลาของแต่ละสินค้าไว้แล้ว และจะต้องส่งให้ทันกำหนด

6.2 การจำลองสถานการณ์

จากข้อมูลข้างต้น นำมาทดลองใช้งานแนวทางการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะได้ดังนี้

ขั้นที่ 1

หาค่า MARR ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณโดยวิธีที่ 3 ซึ่งทำการตั้งเป้าไว้ว่าจากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะจะต้องทำการลดต้นทุนการขนส่งลงได้ 10% ซึ่งทำให้นำไปแทนค่าในสมการที่ 4.1 ได้ว่าจะต้องใช้ค่า i% เท่ากับ 9.57% ต่อเดือน

ทำการแบ่งกลุ่มยานพาหนะแยกจากกันตามลักษณะของงานขนส่ง โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 รถบรรทุก 6 ล้อ 2 คันในการขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงงานที่ห่างไกล

กลุ่มที่ 2 รถกระบะ 2 คัน ในการขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงงานบริเวณใกล้เคียง

กลุ่มที่ 3 รถกระบะ 5 คัน ในการขนส่งสินค้าสำเร็จรูปไปยังท่า และใช้งานอื่นๆ

โดยที่ยานพาหนะทั้งหมดจัดอยู่ในประเภท A

จากข้อมูลข้างต้นสามารถหาค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง server ได้ โดยกำหนดให้ค่าserver เท่ากับ 30,000 บาท และมีอายุการใช้งาน 5 ปี หรือ 60 เดือน

นำข้อมูลดังกล่าวไปแทนค่าในสมการ $S = \frac{Server \times (A|P,i\%,m)}{T}$ โดยที่

ค่าคอมพิวเตอร์server	Server	บาทต่อเครื่อง
ระยะเวลาที่คาดว่าจะใช้งานserver	m	เดือน
จำนวนยานพาหนะทั้งหมด	T	คัน
อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(MARR)	i%	

และ $(A|P, i\%, m) = \frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m - 1}$

สามารถหาค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง server เท่ากับ 320 บาทต่อคันต่อเดือน

ขั้นที่ 2

ทำการหาค่าใช้จ่ายในการใช้ระบบติดตามยานพาหนะแต่ละกลุ่ม ซึ่งยานพาหนะทั้งหมดนั้น จัดอยู่ในประเภท A ดังนี้

GPS on-line

โครงสร้างต้นทุนของระบบ GPS on-line ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆดังนี้

- ค่าจัดซื้อตัวเครื่อง GPS เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ GnP=16,000 บาท/เครื่อง
- ค่าเช่าสัญญาณรายเดือน เท่าจำนวนรถที่มีการใช้งานในระบบ F= 500 บาท/เครื่อง/เดือน
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งserver เป็นมูลค่า S=320 บาท/คัน/เดือน

โดยจำเป็นต้องทราบ Factor ต่างๆดังนี้

- ระยะเวลาการใช้งานระบบ(ขึ้นอยู่กับการประเมินอายุการใช้งานของยานพาหนะ) N=60 เดือน
- อัตราผลตอบแทนที่ดึงดูดน้อยที่สุด(Minimum Acceptable Rate of Return : MARR) i=6.57 %

สมการต้นทุนลงทุนสำหรับ GPS on-line (A_{G1}) โดยค่าใช้จ่ายที่ได้ จะเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนต่อคัน

$$GnP(A|P, i\%, N) + F + S = A_{G1.1}$$
$$16{,}000(A|P, 6.57\%, 60) + 500 + 320 = A_{G1.1}$$

จากการคำนวณดังกล่าว ได้ว่าค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS-online สำหรับงานขนส่งประเภท A มีค่าใช้จ่าย 2,357 บาทต่อคันต่อเดือน

ทั้งนี้ได้ทำการคำนวณมูลค่าต้นทุนต่อเดือนในการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆสำหรับงานขนส่งประเภท A และ B ของบริษัทตัวอย่างได้ผลดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ตารางเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆ

กลุ่ม	ประเภท	GPS on-line	GPS off-line	RFID	Computer
1	ประเภท A	2,357	1,761	2,242	2,049
2	ประเภท A	2,357	1,761	2,242	2,049
3	ประเภท A	2,357	1,761	705	608

จากตารางมูลค่าต้นทุนเปรียบเทียบข้างต้นจะเห็นว่าในกลุ่มที่ 1 และ 2 นั้น มีค่าใช้จ่ายในการวางระบบแบบ RFIDและComputer check-in ที่สูง เนื่องจากจำเป็นที่จะต้องตั้งเครื่องรับสัญญาณ RFID และคอมพิวเตอร์สำหรับcheck-in ซึ่งมีราคาแพง ในขณะที่จำนวนยานพาหนะที่จะใช้งานนั้นมีน้อย(กลุ่มละ 2 คัน) ทำให้ค่าใช้จ่ายต่อคันสูง จึงสามารถตัดตัวเลือกทางด้านการใช้งานระบบ RFID และ Computer check-inได้ก่อน

ขั้นที่ 3

ในขั้นตอนต่อไป จะทำการประเมินความคุ้มค่าที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะโดยการทำแบบสอบถาม ดังนี้

แบบสอบถามสำหรับประเภทการขนส่ง A

1. มีการบริหารการซ่อมบำรุงเอง แนวทาง ก
2. มีการบริหารการทดแทนยานพาหนะ แนวทาง ข
3. ลักษณะการจ่ายน้ำมันเป็นแบบใด
   - ☐ ลักษณะการจ่ายเชื้อเพลิงตามระยะทางวิ่งรถ
   - ☐ ลักษณะจ่ายเงินตามใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง แนวทาง ค
4. รอบในการขนส่ง
   - ☐ มีรอบตายตัว
   - ☐ ไม่มีรอบตายตัว แนวทาง ง
5. ลักษณะของสินค้าในงานขนส่ง
   - ☐ สินค้าทั่วไป
   - ☐ สินค้ามูลค่าสูง แนวทาง จ
   - ☐ สินค้าควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างขนส่ง แนวทาง ฉ

โดยที่ได้ผลลัพธ์ดังตาราง

ตารางที่ 33 ผลการตอบแบบสอบถามกรณีตัวอย่าง

กลุ่ม	แนวทาง ก	แนวทาง ข	แนวทาง ค	แนวทาง ง	แนวทาง จ	แนวทาง ฉ
1	✓	✓	✓			
2	✓	✓	✓	✓		
3	✓	✓	✓	✓	✓	

6.3 การประมวลผลลัพธ์

จากการจำลองสถานการณ์ข้างต้น ซึ่งในด้านค่าใช้จ่ายของระบบได้ทำการวิเคราะห์ไปแล้วเบื้องต้นในหัวข้อ6.2 อย่างไรก็ดี การจะเลือกระบบติดตามยานพาหนะ จำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นกับความแตกต่างด้านการทำงานของระบบติดตามยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นมา โดยจะทำการวิเคราะห์แยกตามกลุ่มของยานพาหนะ 3 กลุ่มที่ได้แบ่งไว้

6.3.1 กลุ่มที่ 1

มีระบบติดตามยานพาหนะที่ได้ทำการเลือกไว้คือ GPS on-line และ GPS off-line โดยมีค่าใช้จ่ายต่อคันต่อเดือนเท่ากับ 2,357 และ 1,761 บาทต่อคันต่อเดือน ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้านผลการตอบแบบสอบถาม และวิเคราะห์หาแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะสำหรับแต่ละแนวทางนั้น พบว่า ในกลุ่ม 1 มีตารางเปรียบเทียบความคุ้มค่าและประโยชน์จากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 34 เปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะสำหรับกลุ่ม 1

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line
สามารถตรวจสอบสถานะของยานพาหนะได้แบบ real-time	✓ จะเกิดประโยชน์กรณี over capacity	
สามารถตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง	✓	✓
สามารถติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบต่างๆเพิ่มเติมได้	✓	✓
สามารถตรวจสอบที่หมายล่าสุดที่ไปถึงและจุดหมายต่อไปได้	✓	✓
สามารถตรวจสอบได้ว่าสินค้าที่ขนอยู่ในรถคันใด	✓	✓
สามารถตรวจสอบระยะวิ่งรถได้แบบ real time	✓	
สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการขับรถได้	✓	✓
สามารถดูอัตราการใช้เชื้อเพลิงและวิเคราะห์หาแนวโน้มได้	✓	✓
สามารถดูข้อมูลการทำงานย้อนหลังของยานพาหนะคันดังกล่าวและเลือกยานพาหนะใหม่ที่เหมาะสมได้	✓	✓
สามารถตรวจสอบเลขไมล์และระยะเวลาได้ใช้งานได้	✓	✓
สามารถตรวจสอบปริมาณเชื้อเพลิงในถังได้แบบ real time	✓	
สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการใช้เชื้อเพลิงได้ย้อนหลัง	✓	✓

ซึ่งจากการเปรียบเทียบข้างต้น จะเห็นว่า ค่าใช้จ่ายจากระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS on-line นั้นมีค่าสูงกว่าแบบ off-line อยู่ที่ประมาณ 500 บาทต่อคันต่อเดือน ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากระบบติดตาม

ยานพาหนะนั้น มีความคล้ายคลึงกันมาก แต่ในระบบแบบ GPS on-line จะได้ประโยชน์ในด้านการตรวจสอบสถานะของยานพาหนะแบบreal-time การตรวจสอบระยะวิ่งรถได้แบบreal-time และตรวจสอบปริมาณเชื้อเพลิงในถังได้แบบreal-time ซึ่งในประเด็นดังกล่าว จากการวิเคราะห์จากสภาพการทำงานขนส่งแล้วพบว่าข้อมูลดังกล่าวไม่ได้ช่วยงานขนส่งเท่าใดนัก จึงมีแนวโน้มที่จะเลือกระบบติดตามยานพาหนะแบบ GPS off-line มากกว่า

6.3.2 **กลุ่มที่** 2

เนื่องจากว่ายานพาหนะในกลุ่มที่ 2 นั้นมีลักษณะงานขนส่งใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 1 และมีค่าใช้จ่ายต่อเดือนเท่ากัน แต่จะแตกต่างกันตรงที่กลุ่มที่ 2 จะมีแนวทางในการประเมินความคุ้มค่า แนวทาง ง เพิ่มขึ้นมา ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์เพิ่มเติมเฉพาะด้านดังกล่าว

ตารางที่ 35 ตารางเปรียบเทียบความสามารถที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะ แนวทาง ง

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line
สามารถช่วยลดโอกาสในการปฏิเสธงานขนส่งที่สามารถทำได้ แต่ตัดสินใจไม่ทำเนื่องจากไม่ทราบว่าทำได้	✓	
สามารถทราบถึงการกลับฐานของยานพาหนะได้ทันที	✓	

จากตารางข้างต้น จะเห็นว่าการมีระบบ GPS on-line นั้นจะช่วยในด้านของการวางแผนการขนส่ง แต่ในกรณีศึกษานั้น กลุ่มที่ 2 เป็นลักษณะของการขนส่งวัตถุดิบระหว่างโรงงานในบริเวณใกล้เคียง มุมมองด้านการจัดตาราง รวมถึงที่กล่าวว่าจะลดโอกาสในการปฏิเสธงานนั้นจึงไม่มีน้ำหนักพอที่จะทำให้การตัดสินใจเปลี่ยนจากระบบ off-line มาใช้งานเป็นระบบ on-line ที่มีมูลค่าต้นทุนต่อเดือนสูงกว่า

6.3.3 **กลุ่มที่** 3

มีระบบติดตามยานพาหนะที่ได้ทำการเลือกไว้คือ GPS on-line, GPS off-line, RFID และระบบ Computer check-in โดยมีค่าใช้จ่ายต่อคันต่อเดือนเท่ากับ 2,357 1,761 705 และ 608 บาทต่อคันต่อเดือน ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้านผลการตอบแบบสอบถาม และวิเคราะห์หาแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าที่ได้จากระบบติดตามยานพาหนะสำหรับแต่ละแนวทางนั้น พบว่า ในกลุ่มที่ 3 มีตารางเปรียบเทียบความคุ้มค่าและประโยชน์จากการใช้ระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆดังนี้

ตารางที่ 36 ตารางเปรียบเทียบความสามารถของระบบติดตามยานพาหนะสำหรับกลุ่มที่ 3

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in
สามารถตรวจสอบสถานะของยานพาหนะได้แบบ real-time	✓ จะเกิดประโยชน์กรณี over capacity		
สามารถตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง	✓	✓	
สามารถติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบต่างๆเพิ่มเติมได้	✓	✓	
สามารถตรวจสอบที่หมายล่าสุดที่ไปถึงและจุดหมายต่อไปได้	✓	✓	✓
สามารถตรวจสอบได้ว่าสินค้าที่ขนอยู่ในรถคันใด	✓	✓	✓
สามารถตรวจสอบระยะวิ่งรถได้แบบ real time	✓		
สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการขับรถได้	✓	✓	
สามารถดูอัตราการใช้เชื้อเพลิงและวิเคราะห์หาแนวโน้มได้	✓	✓	✓ ต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจ
สามารถดูข้อมูลการทำงานย้อนหลังของยานพาหนะคันดังกล่าวและเลือกยานพาหนะใหม่ที่เหมาะสมได้	✓	✓	
สามารถตรวจสอบเลขไมล์และระยะเวลาได้ใช้งานได้	✓	✓	✓ ต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจ
สามารถตรวจสอบปริมาณเชื้อเพลิงในถังแบบreal time	✓		

หัวข้อ	GPS on-line	GPS off-line	Check-in
สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการใช้เชื้อเพลิงได้ย้อนหลัง	✓	✓	
สามารถช่วยลดโอกาสในการปฏิเสธงานขนส่งที่สามารถทำได้ แต่ตัดสินใจไม่ทำเนื่องจากไม่ทราบว่าทำได้	✓		
สามารถทราบถึงการกลับฐานของยานพาหนะได้ทันที	✓		✓
สามารถตรวจสอบพฤติกรรมที่ผิดปกติที่มีโอกาสเกิดการขโมยสินค้าได้แบบ real time	✓		
กรณีสินค้าสูญหาย สามารถเรียกดูข้อมูลเพื่อทำการสอบสวนถึงสาเหตุได้	✓	✓	

จะเห็นได้ว่า ลักษณะของการเปรียบเทียบความสามารถนั้นมีความซับซ้อนมากขึ้นกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์เทียบกับลักษณะของงานขนส่ง โดยจะพบว่า ในกลุ่มที่ 3 นั้น ยานพาหนะส่วนใหญ่จะใช้ในการขนส่งสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งจากการประเมินพบว่าสินค้าดังกล่าวเป็นสินค้าแบรนด์ต่างประเทศ และถ้าหากเกิดการสูญหาย จะต้องเสียค่าปรับเป็นมูลค่ามหาศาล การที่มีระบบในการตรวจสอบสินค้าและสถานการณ์ต่างๆได้จะช่วยให้สามารถลดความเสี่ยงที่สินค้าจะถูกโจรกรรมได้ ซึ่งทำให้แนวโน้มในการตัดสินใจนั้น จะเอียงไปทางการใช้ระบบ GPS on-line และ GPS off-line

7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

แนวทางในการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะที่เหมาะสมต่อวัตถุประสงค์การใช้งานระบบและลักษณะของงานขนส่งจะแบ่งระดับการตัดสินใจออกเป็นสองส่วน ในส่วนแรกจะทำการประเมินลักษณะของงานขนส่งเบื้องต้นในมุมมองสามด้านคือ ระดับของความเป็นเจ้าของ ระดับความแน่นอนของแผนการขนส่ง และจำนวนฐานการขนส่ง ซึ่งในการแบ่งประเภทตามมุมมองข้างต้น จะทำให้ทราบถึงลักษณะเบื้องต้นและสามารถคำนวณหามูลค่าต้นทุนเปรียบเทียบรายเดือนได้ โดยจะออกมาในรูปของค่าใช้จ่ายใน

การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะแบบต่างๆ ต่อเดือนต่อคัน และในส่วนที่สองจะทำการแบ่งลักษณะของงานขนส่งเพิ่มเติมตามแบบสอบถามที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีปัจจัยในการแบ่งประเภททั้งหมด 5 ด้านคือ การบริหารการซ่อมบำรุงยานพาหนะ บริหารหารการทดแทนยานพาหนะ การบริหารเชื้อเพลิงที่ใช้ในงานขนส่ง รอบในการจัดตารางงานขนส่ง และลักษณะของสินค้าที่ขน ซึ่งการแบ่งประเภทดังกล่าว สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ 3 ด้านคือ การบริหารทรัพยากรในงานขนส่ง การวางแผนและจัดตารางงานขนส่ง และสุดท้าย ด้านการติดตามสินค้าในงานขนส่ง ซึ่งจากการตอบแบบสอบถามดังกล่าว จะได้เป็นแนวทางในการประเมินความคุ้มค่าจากการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะทั้งหมด 6 แนวทาง ซึ่งในแต่ละกลุ่มของยานพาหนะสามารถมีได้หลายแนวทาง ผู้ใช้งานจะทำการศึกษาถึงประโยชน์ที่ได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบ ในแต่ละแนวทาง และเมื่อทำการรวมข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกัน สามารถเปรียบเทียบถึงมูลค่าต้นทุนที่แตกต่างกันของแต่ละระบบ และประโยชน์ที่ได้รับจากแต่ละระบบเพื่อทำการเลือกว่า ระบบติดตามยานพาหนะแบบใดที่เหมาะสมกับงานขนส่งของตนที่สุด และสุดท้าย เมื่อสามารถเลือกใช้งานระบบติดตามยานพาหนะได้แล้ว จะสามารถนำต้นแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่ได้ทำการออกแบบไว้ไปประยุกต์ใช้งานกับระบบติดตามยานพาหนะต่อไป

7.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

- ช่วยให้สามารถเลือกระบบติดตามยานพาหนะที่เหมาะสมกับลักษณะงานขนส่งได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากมีการพิจารณาถึงลักษณะงานขนส่ง และวัตถุประสงค์การใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในการออกแบบแนวทางการประเมินความคุ้มค่าจากระบบติดตามยานพาหนะ
- สามารถนำค่าใช้จ่ายที่คำนวณได้จากการวางระบบติดตามยานพาหนะไปใช้เป็นนโยบายในการวางแผนการลดต้นทุนค่าขนส่งได้
- ช่วยชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากระบบติดตามยานพาหนะแต่ละแบบ รวมไปถึงความแตกต่าง ข้อดีข้อเสียของแต่ละระบบติดตามยานพาหนะ
- ระบบฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบสามารถรองรับระบบติดตามยานพาหนะได้ในหลายรูปแบบ ทำให้สามารถรวมศูนย์ข้อมูลได้ สะดวกต่อการบริหารจัดการยานพาหนะและงานขนส่ง
- ระบบติดตามยานพาหนะที่เหมาะสมจะช่วยในการลดแรงงานคนในงานที่ไม่จำเป็น และให้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่างๆ ซึ่งจะสามารถลดต้นทุนในการขนส่งได้

7.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

- เนื่องจากแนวทางการออกแบบยานพาหนะนี้ทำบนพื้นฐานของเทคโนโลยี และลักษณะการขนส่งที่ทำการสำรวจในปัจจุบันทำให้แนวทางที่ได้สร้างไว้อาจมีการล้าหลังไปตามเวลาได้

- ฐานข้อมูลที่ออกแบบไม่ได้รวมฐานข้อมูลแผนที่เอาไว้ด้วยซึ่งการจะใช้งานระบบให้แสดงภาพตำแหน่งของยานพาหนะบนแผนที่นั้น จำเป็นต้องมีการออกแบบฐานข้อมูลแผนที่เพิ่มเติมซึ่งมีความซับซ้อน และต้องอาศัยความรู้ทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS)

- การแบ่งประเภทของงานขนส่งและการคิดมูลค่าต้นทุนต่อเดือนต่อคันสำหรับแต่ละประเภทงานขนส่งอาจไม่ใช่การสะท้อนภาพค่าใช้จ่ายที่เป็นจริงเนื่องจากว่าหากแต่ละประเภทมีการเลือกระบบติดตามยานพาหนะแบบเดียวกัน และสามารถใช้ส่วนประกอบของระบบบางส่วนร่วมกันได้อาจทำให้ค่าใช้จ่ายของระบบต่ำลง ส่งผลให้การตัดสินใจไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง

- แนวทางการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะนี้ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นเพียงการให้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเลือกระบบติดตามยานพาหนะที่เหมาะสม การตัดสินใจจริงจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวว่ามีความสอดคล้องกับการทำงานมากน้อยแค่ไหน และจะให้ประโยชน์กับงานขนส่งของตนเพียงใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

[1] ธีรเกียรติ มั่นคง, "การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลการปฏิบัติงานผลิตสำหรับโรงงานผลิตเครื่องนุ่งห่ม," วิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2552.

[2] มาตรฐานป้าย *RFID class* 3. Available: http://www.xsense.co.th/gps/มาตราฐานป้าย-rfid-class-3

[3] สายใจ ชูวารี และ อังกูร ลาภธเนศ, "การศึกษาปัญหา และกำหนดกลยุทธ์การลดต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์ กรณีศึกษา บริษัท เอสพี เทรดดิ้ง(ประเทศไทย) จำกัด," การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำปี 2549 การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 6, 2549.

[5] ทศพล ประเสริฐโส, และคณะ, "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี GPS Vehicle Tracking System ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งและกระจายสินค้า กรณีศึกษา : โรงงานขนมปังและเบเกอรี่," การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ครั้งที่ 7, 2550.

[16] ภคิน พิทักษ์ และ พงษ์ธนา วณิชย์กอบจินดา, "การศึกษาปัญหาและกำหนดกุลยุทธ์เพื่อการแข่งขันของธุรกิจผู้ประกอบการขนส่ง หจก.พีแอนด์จี."

[17] ธนิต โสรัตน์, คู่มือการจัดการคลังสินค้าและการกระจายสินค้า. กรุงเทพ: วี-เซิร์ฟ โลจิสติกส์, 2552.

[18] พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ.2522, มาตราที่ 95.

ภาษาอังกฤษ

[4] G. A. Giannopoulos, "The application of information and communication technologies in transport," *European Journal of Operational Research,* vol. 152, pp. 302-320, 2004.

[6] J. Ko*, et al.*, "Analysis of effects of driver/vehicle characteristics on acceleration noise using GPS-equipped vehicles," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour,* vol. 13, pp. 21-31, 2010.

[7] H. Jung*, et al.*, "Integration of GIS, GPS, and optimization technologies for the effective control of parcel delivery service," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 51, pp. 154-162, 2006.

[8] G. Mintsis*, et al.*, "Applications of GPS technology in the land transportation system," *European Journal of Operational Research,* vol. 152, pp. 399-409, 2004.

[9] N. Samama, *Global positioning : technologies and performance*. Hoboken, Newjersey: Wiley & Sons, Inc., 2008.

[10] G. Derekenaris*, et al.*, "Integrating GIS, GPS and GSM technologies for the effective management of ambulances," *Computers, Environment and Urban Systems,* vol. 25, pp. 267-278, 2001.

[11] F. J. Zarazaga-Soria*, et al.*, "Examples of vehicle location systems using CORBA-based distributed real-time GPS data and services," *Computers, Environment and Urban Systems,* vol. 25, pp. 293-305, 2001.

[12] T. G. Crainic*, et al.*, "Intelligent freight-transportation systems: Assessment and the contribution of operations research," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies,* vol. 17, pp. 541-557, 2009.

[13] R. Zantout*, et al.*, "Fleet management automation using the global positioning system," presented at the Proceedings of the 6th international conference on Innovations in information technology, Al-Ain, United Arab Emirates, 2009.

[14] B. Sadoun and O. Al-Bayari, "Location based services using geographical information systems," *Computer Communications,* vol. 30, pp. 3154-3160, 2007.

[15] L. Blank and A. Tarquin, *Engineering Economy*. NewYork: McGraw-Hill, 2005.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย