การประยุกต์ระบบ Milk Run เพื่อการจัดเส้นทางการขนส่งในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชุดสายไฟรถยนต์

นพรัตน์ อยู่ยืน

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2555

MILK RUN SYSTEM FOR ROUTING MANAGEMENT ON AUTOMOTIVE PART INDUSTRIAL A CASE STUDY OF WIRING HARNESS FACTORY

Nopparat Yuyuen

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management
Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology
Academic Year 2012

หัวข้อสารนิพนธ์	การประยุกต์ระบบ Milk Rum เพื่อการจัดเส้นทางการขนส่งในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชุดสายไฟรถยนต์
โดย	นพรัตน์ อยู่ยืน
สาขาวิชา	การจัดการอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร. พิศุทธิ์ พงศ์ชัยฤกษ์)

..... กรรมการ
(ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

นพรัตน์ อยู่ยืน : การประยุกต์ระบบ Milk Run เพื่อการจัดเส้นทางการขนส่งในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชุดสายไฟรถยนต์. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน, 67 หน้า.

การขนส่งสินค้าทางถนน เป็นวิธีการขนส่งในระบบโลจิสติกส์ที่มีการใช้มากที่สุดและมีผลกระทบกับชีวิตประจำวันของผู้ใช้ถนนที่ต้องใช้ถนนในการสัญจร

สารนิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการนำหลักการ Milk Run โดยเฉพาะทฤษฎี Saving Matrix และทฤษฎี Traveling Salesman Problem (TSP) โดยใช้วิธี Vehicle Routing Problem มาประยุกต์ใช้กับการจัดเส้นทางการขนส่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดเส้นทางรถขนส่งแบบรวมเส้นทาง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและปริมาณรถขนส่งในการทำงาน

ผลที่ได้ คือ ค่าขนส่งลดลงจากเดิมเฉลี่ย 60% จากวิธีการแบบที่ 1 ลูกค้า 1 คัน และปริมาณรถขนส่งที่เข้ามาปฏิบัติงานจากเดิม 15 คันต่อวัน เหลือรถ 6 ล้อ 7.2 เมตรเพียง 2 คันต่อวันส่งผลให้ลดปริมาณความหนาแน่นของการจราจรภายในคลังสินค้าลง

บัณฑิตวิทยาลัย ลายมือชื่อนักศึกษา .....
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2555

NOPPARAT YUYUEN: AN APPLICATION OF MILK RUN PRINCIPLE FOR TRANSPORTATION ROUTING MANAGEMENT OF AUTOMOTIVE PART INDUSTRIAL: A CASE STUDY OF A WIRING HARNESS FACTORY. ADVISOR: DR. DUMRONGKIAT RATANA-AMORNPIN, 67 PP.

Road transportation is the most widely selected logistic method. It has affected daily lives of the people on the road.

In this study, milk run principle, specifically, saving matrix and Traveling Salesman Problem (TSP), is employed by vehicle routing problem method in an application of transportation routing management. The objective of this study is to manage the transportation route by route combining in order to reduce transportation cost, and the number of delivery trucks.

As a result, transportation cost is reduced by 60% in average. In the past, one delivery truck is assigned for a specific customer. Therefore, there were 15 delivery trucks serving 15 customers per day. Presently, only 2 6-wheel trucks are able to serve the customers resulting in less traffic congestion in the company warehouse.

Graduate School Student's Signature .....

Field of Study Industrial Management Advisor's Signature .....

Academic Year 2012

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำหลักการของระบบ Milk Run เข้ามาใช้ในระบบการจัดเส้นทางการขนส่ง โดยการศึกษานี้ได้รับความร่วมมือจากบริษัทไทยแอโรว์ จำกัด โดยมีผู้จัดการทั่วไปฝ่ายวางแผนกลยุทธ์ธุรกิจของบริษัทฯ และทีมงานแผนกโลจิสติกส์ เซ็นเตอร์ ที่ช่วยสนับสนุนให้การศึกษาดำเนินการมาแต่ต้นจนเสร็จสิ้นโครงการ ซึ่งผู้ศึกษาขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ที่ให้ความรู้และข้อมูลสนับสนุนทางวิชาการ อันได้แก่ อาจารย์ทุกท่านจากสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น โดยเฉพาะอาจารย์ผู้สอนวิชา Advanced Logistics Management ซึ่งเป็นวิชาที่ผู้ศึกษาใช้เป็นแนวทางหลักในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน ที่ได้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการใช้ประโยชน์จากสารนิพนธ์นี้

ผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะเกิดแนวทางประยุกต์การส่งมอบที่สามารถลดต้นทุนที่สูญเปล่าในการขนส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต่อไปในอนาคต

นพรัตน์ อยู่ยืน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญรูป..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการทำสารนิพนธ์..... 4
ขอบเขตของการทำสารนิพนธ์..... 4
เป้าหมายของงานศึกษา..... 4
ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 5
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน..... 6
นิยามศัพท์..... 7

2 หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9
หลักการพื้นฐาน..... 9
ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการขนส่ง..... 9
ประสิทธิภาพการให้บริการขนส่ง (Efficiency of Transportation)..... 10
การจัดรถขนส่ง (Transportation Management) 11
วิธี Saving Algorithm ของ Clarke and Wright..... 12
ปัญหา Traveling Salesman Problem (TSP)..... 13
ปัญหา Vehicle Routing Problem (VRP)..... 13
วิธี Saving Matrix..... 15
ทฤษฎี Milk Run..... 16

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2	ผลประโยชน์ที่ได้รับจากระบบการขนส่งแบบ Milk Run.....	18
	ระบบ Milk Run กับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของประเทศไทย.....	18
	การจัดส่งสินค้าในรูปแบบของระบบ Milk Run.....	18
3	ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา.....	21
	ศึกษาข้อมูลต้นทุนรถบรรทุกชนิดปิคอัพตู้ทึบและรถ 6 ล้อตู้ทึบ ขนาด 7.2 เมตร.....	21
	ศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของแผนกจัดส่งสินค้าสำเร็จรูป โรงงานกรณีศึกษา.....	24
	ศึกษาเงื่อนไขการส่งมอบระหว่างบริษัทกับลูกค้า.....	28
	การวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของค่าใช้จ่ายการขนส่ง.....	31
	ตั้งสมมติฐานสาเหตุที่เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง.....	32
	เก็บข้อมูลและศึกษากระบวนการจัดเส้นทางขนส่ง.....	34
	การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า.....	35
	การกำหนดการจัดการเงื่อนไขการส่งมอบของลูกค้า.....	36
	ตรวจสอบและวิเคราะห์รูปแบบจำลอง.....	44
	สรุปคำนวณหาค่าขนส่ง โดยเลือกทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด.....	47
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	48
	สภาพปัจจุบัน.....	48
	การศึกษาขั้นตอนการส่งมอบ.....	48
	วิธีการจัดการรถขนส่งที่เหมาะสมด้วยวิธี VRP.....	48
	สรุปผลการปรับปรุงจากการปฏิบัติงานจริง.....	48
	ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์.....	52
	ข้อเสนอแนะ.....	53
บรรณานุกรม.....		54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	57
ภาคผนวก ก. แสดงลำดับขั้นตอนการเลือกเส้นทางขนส่ง.....	58
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์.....	67

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แผนงานและขั้นตอนการดำเนินงาน.....	5
2	เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบการส่งวัตถุดิบแบบเดิม และแบบ Milk Run.....	19
3	มาตรฐานการคิดต้นทุนค่าขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา.....	23
4	แสดงวันและเวลาในการรับสินค้าของลูกค้า.....	28
5	แสดงค่าขนส่งตั้งแต่เดือนเมษายน-กรกฎาคม 2555.....	31
6	แสดงจำนวนเที่ยวการส่งมอบตั้งแต่เดือน เมษายน-กรกฎาคม 2555.....	32
7	แสดงค่าขนส่งต่อพาเลทของการขนส่งในรถบรรทุกแต่ละชนิด.....	33
8	แสดงระยะทางระหว่างจุดของโรงงานลูกค้าแต่ละรายในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร.....	36
9	แสดงค่า Saving Matrix.....	38
10	การจัดเรียงค่า Saving จากตาราง Saving Matrix.....	39
11	ผลการจัดเส้นทางตามคู่อันดับ (x, y).....	40
12	ค่าใช้จ่ายคิดเป็นกิโลเมตร ตามวิธี Saving Matrix.....	40
13	แสดงเส้นทางการขนส่งภายใต้ข้อจำกัดการบรรทุกสินค้า 12 แห่ง ด้วยวิธีการ Saving Matrix.....	41
14	แสดงค่าขนส่งคิดตามกิโลเมตรระหว่างคลังสินค้ากับนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร.....	42
15	เส้นทางการขนส่งแบบประหยัด คิดค่าขนส่งตามระยะทาง.....	43
16	แสดงเส้นทางการขนส่งภายใต้ข้อจำกัดการบรรทุกสินค้า 12 แห่ง ด้วยวิธี VRP.....	44
17	การจัดลำดับเส้นทางการขนส่งเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธี.....	49
18	ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าตั้งแต่วันที่1-24 สิงหาคม 2555.....	50
19	แสดงผลการคิดค่าขนส่งตามการขนส่งจริง.....	51
20	ตัวอย่างการจัดเส้นทางการขนส่งจากปัญหา VRP ของวันที่ 8 สิงหาคม 2555.....	52
21	แสดงผลการคิดค่าขนส่งตามเงื่อนไขเวลารับสินค้า.....	52
22	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 1	59
23	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 2	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
24	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 3	60
25	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 4	60
26	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 5	61
27	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 6	61
28	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 7	62
29	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 8	62
30	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 9	63
31	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 10	63
32	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 11	64
33	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 12	64
34	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 13	65
35	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 14	65
36	การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 15	66

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	แผนภาพแสดงปริมาณเส้นทางการขนส่งแยกตามพื้นที่ส่งมอบ.....	2
2	เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายในการขนส่งแยกตามพื้นที่การส่งมอบ.....	3
3	เครือข่ายเส้นทางยานพาหนะแบบ VRP.....	14
4	แผนภาพแสดงการไหล ของทฤษฎี Milk Run.....	16
5	แผนภาพแสดงการไหลของรถ Milk Run Delivery System.....	17
6	แผนภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมการส่งมอบ.....	25
7	แผนผังพื้นที่คลังสินค้าสำเร็จรูป.....	26
8	แผนภาพแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานของ 3PL.....	27
9	มาตรฐานการจัดวางสินค้าเพื่อเตรียมการส่งมอบ.....	30
10	บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด.....	30
11	แผนภาพขั้นตอนการเรียกใช้งานรถขนส่งสินค้า.....	33
12	เส้นทางระหว่างคลังสินค้ากับนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร.....	35
13	สถานที่ตั้งโรงงานลูกค้า 15 รายภายในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร.....	35
14	แผนภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมการส่งมอบ เพิ่มเติมขั้นตอนการจัดเส้นทาง.....	46

TNI
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการที่ประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง การผลิตยานยนต์ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์สำเร็จรูป และชิ้นส่วนยานยนต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้กลุ่มบริษัทประกอบรถยนต์ มีความตื่นตัวและพยายามปรับตัวเองให้เข้ากับสถานการณ์ที่เป็นอยู่เพื่อให้ได้มาซึ่งความได้เปรียบเชิงการแข่งขัน ส่งผลทำให้การบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์เข้ามามีส่วนสำคัญตลอดห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่กระบวนการนำชิ้นส่วนเข้าสู่ระบบการผลิต ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ไปจนถึงกระบวนการสุดท้ายจนเป็นรถยนต์ออกมา โดยใช้กลยุทธ์การบริหารห่วงโซ่อุปทาน ในการร่วมมือกันระหว่างบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ และบริษัทผู้ได้รับว่าจ้างให้ทำการผลิตชิ้นส่วน ตลอดจนบริษัทผู้ผลิตวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตชิ้นส่วน ซึ่งเป็นสมาชิกในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์ ซึ่งพยายามที่จะตอบสนองความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้าแต่ละรายซึ่งเป็นจุดสุดท้ายของห่วงโซ่อุปทาน

จากสถิติเฉลี่ยปี 2548-2551 ข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ปี 2553 การขนส่งสินค้าทางถนนเป็นวิธีการขนส่งที่มีการใช้มากที่สุดในระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทยถึง 80% ของรูปแบบการขนส่งทั้งหมด

และจากข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก ในปี 2554 มีการจดทะเบียนการขนส่งของรถบรรทุกทั้งสิ้น 77,219 คัน รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รถปิคอัพ) มียอดจดทะเบียนจำนวน 293,614 คัน ส่งผลให้ปริมาณการใช้รถขนส่งสินค้ามีปริมาณมากขึ้นทำให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อระบบโลจิสติกส์ อาทิ การจราจรติดขัด โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนที่เพิ่มขึ้น การใช้ทรัพยากรน้ำมันที่เพิ่มขึ้นและปัญหามลพิษจากการใช้รถขนส่ง ปัญหาต่างๆ เหล่านี้จะมีมากขึ้นตามปริมาณรถที่เพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้น การพิจารณาความเหมาะสมในการใช้รถเพื่อการขนส่งที่มีประสิทธิภาพคือ การใช้งานรถบรรทุกที่มีปริมาณการบรรทุกที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งาน ปริมาณการใช้รถบรรทุกที่อยู่ในระบบการขนส่งสินค้าอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ จึงเป็นส่วนสำคัญในการแข่งขันทางธุรกิจ

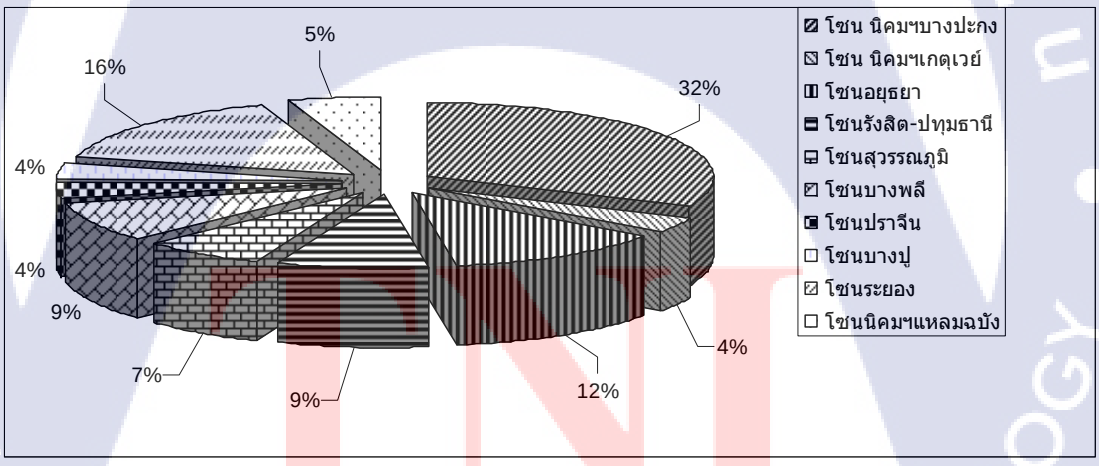
และเนื่องจากนโยบายในการดำเนินการจัดทำ Green Logistics ของผู้ผลิตรถยนต์ เช่น ระบบ Milk-Run ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ต้องปรับตัว เพื่อสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ผลิตรถยนต์ ด้วนการทำ Green Logistics ด้วยเช่นกัน โดยที่การทำ Green Logistics นั้นสามารถดำเนินการได้ทั้งภายในกระบวนการและภายนอกกระบวนการผลิต แต่หากพิจารณาถึงความสำเร็จที่บริษัทโตโยต้าได้ดำเนินการไปแล้ว นั่นคือ การทำระบบ Milk-Run ซึ่งได้

ดำเนินการไปแล้วพบว่า สามารถลดปริมาณการใช้รถบรรทุกในระบบลงได้ ลดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ อีกทั้งยังสามารถลดการปล่อยมลพิษได้ตามเป้าหมายของ Green Logistics

จากการแข่งขันใน ในกลุ่มธุรกิจยานยนต์ที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้โรงงานผู้ผลิตยานยนต์จำเป็นต้องหามาตรการลดต้นทุนของชิ้นส่วน เช่น การขอลดราคาชิ้นส่วนในทุกปี การออกแบบรถยนต์ราคาถูก ที่เน้นเรื่องการประหยัดพลังงานโดยกำหนดเป็นนโยบายให้แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องลดราคาชิ้นส่วน ทำให้โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จำเป็นต้องหาวิธีการปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่รอดได้ในธุรกิจ

แนวทางการปรับตัวของโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ พยายามปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การวางระบบโซ่อุปทานที่สอดคล้องกับปริมาณความต้องการของโรงงานผู้ผลิตยานยนต์ จะส่งผลให้เกิดปริมาณสต๊อกที่ลดลง รวมทั้งการบริหารงานส่งมอบที่ประหยัดที่สุดและสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า โดยไม่ส่งผลกระทบต่อเงื่อนไขการส่งมอบ

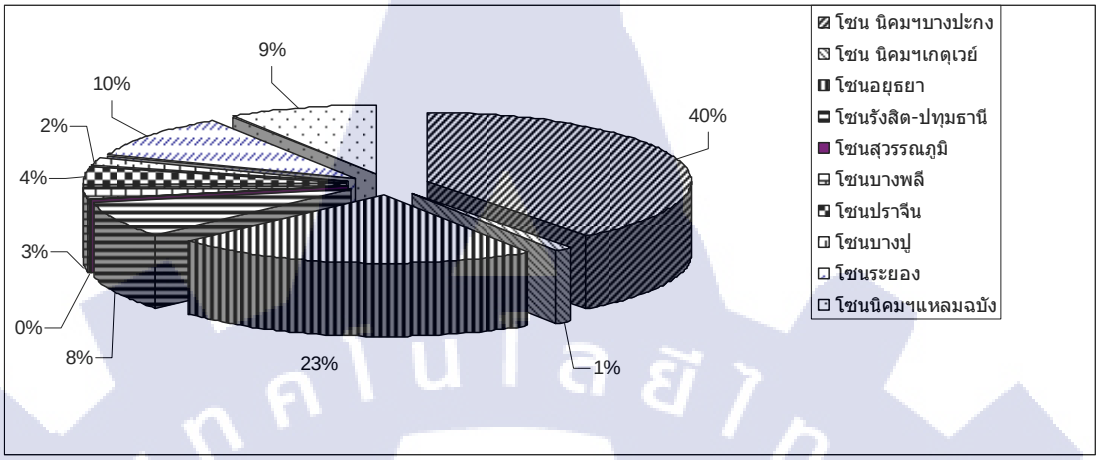
บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่มชุดสายไฟภายในรถยนต์ มีลูกค้าซึ่งเป็นทั้งผู้ผลิตรถยนต์และลูกค้าที่ซื้อชุดสายไฟรถยนต์เพื่อนำไปประกอบในกระบวนการถัดไปก่อนส่งให้ผู้ผลิตรถยนต์ ซึ่งในปี 2554 บริษัทกรณีศึกษา มีลูกค้าทั้งสิ้น 84 ราย มีต้นทุนการขนส่งสินค้าประมาณ 1.2 ล้านบาทต่อเดือน



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงปริมาณเส้นทางการขนส่งแยกตามพื้นที่ส่งมอบ

จากจำนวนเส้นทางการขนส่งทั้งสิ้น 54 เส้นทางแบ่งออกเป็น 10 โซนการขนส่ง เมื่อแบ่งเขตการส่งมอบแล้ว พบว่า เส้นทางที่มีปริมาณการขนส่งมากที่สุดคือ เส้นทางโซนนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร บางปะกง มีปริมาณเส้นทาง 18 เส้นทาง คิดเป็นร้อยละ 32 ของ

เส้นทางการส่งมอบทั้งหมด ดังรูปที่ 1 และมีค่าใช้จ่ายการขนส่งเฉลี่ยประมาณ 478,000 บาทต่อเดือนหรือคิดเป็น ร้อยละ 40 ของค่าขนส่งทั้งหมด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายในการขนส่งแยกตามพื้นที่การส่งมอบ

ในปัจจุบันการขนส่งของลูกค้าหลายราย ดำเนินวิธีการขนส่งแบบ Milk-Run Logistics กล่าวคือ ลูกค้าจะเข้ามารับสินค้าของ Supplier ด้วยรถขนส่งที่อยู่ในความรับผิดชอบของลูกค้าเอง โดยที่ลูกค้าจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการขนส่งเองทั้งหมด โดยนำค่าขนส่งหักลบออกจากราคาขายของสินค้าที่ลูกค้าซื้อ ซึ่งในการศึกษานี้จะกล่าวถึงเฉพาะการขนส่งที่ บริษัทกรณีศึกษา ต้องส่งมอบสินค้าให้ถึงโรงงานของลูกค้าในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ซึ่งมีปริมาณลูกค้าทั้งสิ้น 15 ราย

กระบวนการส่งมอบทั้งหมดจะเริ่มต้นที่ คลังสินค้าที่ตั้งอยู่ ณ ซอยวัดพิมพา ข้างนิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ บางนา-ตราด กิโลเมตรที่ 37 และมีรถขนส่งหลากหลายประเภทที่ใช้ในการขนส่ง อาทิ รถปิคอัพตู้ทึบและรถ 6 ล้อชนิดตู้เปิดข้างความยาว 7.2 เมตร ซึ่งมีการควบคุมการส่งมอบโดยใช้เวลาส่งมอบซึ่งกำหนดโดยลูกค้า โดยมีรถปิคอัพที่จะเข้ามารับงานเพื่อไปส่งมอบให้ลูกค้าในช่วงเวลาเช้า ประมาณ 30-40 คันต่อวัน ในรอบเวลาเช้า 07:00 น. ในทุกวัน หากไม่มีการวางแผนระบบการปฏิบัติการที่ดีพอ จะทำให้ช่วงเข้ารับสินค้าเกิดการจราจรหนาแน่นในช่วงเช้าและส่งผลกระทบต่อการส่งมอบแก่ลูกค้าปลายทาง

วัตถุประสงค์ของการทำสารนิพนธ์

ศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณการขนส่งที่เหมาะสม โดยอาศัยทฤษฎี Milk-Run มาประยุกต์ใช้เพื่อทดแทนการจัดการขนส่งแบบเก่า และศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม ด้วยวิธีการกำหนดแบบจำลองการขนส่งโดยอาศัยวิธีการคำนวณ เพื่อเปรียบเทียบความประหยัดในการขนส่งต่อวัน ที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานและเกิดผลในทางปฏิบัติ

ขอบเขตของการทำสารนิพนธ์

งานศึกษานี้เป็นการออกแบบวิธีการประเมินการตัดสินใจเลือกใช้รถขนส่ง เพื่อการส่งมอบสินค้าให้เกิดความคุ้มค่าในการขนส่ง ระหว่างคลังสินค้าสำเร็จรูปไปส่งมอบให้ลูกค้าในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรีและกำหนดให้ใช้รถบรรทุก 2 รูปแบบ คือ การใช้รถปิคอัพในการขนส่งสินค้าโดยเป็นลักษณะการส่งสินค้าแบบขนส่ง 1 ครั้งต่อลูกค้า 1 ราย และรูปแบบการใช้รถ 6 ล้อ ชนิดตู้ทึบขนาด 7.2 เมตรในการขนส่งสินค้าให้ลูกค้าหลายรายในรอบเดียวกัน ภายใต้เงื่อนไขที่ต้องครอบคลุมความต้องการของลูกค้าทุกราย ในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จ. ชลบุรี 15 ราย

การศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่ง ไม่คำนึงถึงกระบวนการสั่งซื้อที่อยู่นอกเหนือแผนการสั่งซื้อปกติ โดยกำหนดว่า มีสินค้าพร้อมส่งมอบให้แก่ลูกค้าตามที่ลูกค้าต้องการทั้งปริมาณและเวลาการส่งมอบกำหนด

เป้าหมายของงานศึกษา

โดยมีเป้าหมาย ลดปริมาณรถขนส่งที่เข้ารับสินค้าในแต่ละวันและเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการใช้งานรถบรรทุกโดยการสร้างวิธีการกำหนดแผนการเดินรถที่เหมาะสม เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งในภาพรวม ซึ่งในปัจจุบัน บริษัทกรณีศึกษาใช้วิธีการว่าจ้างขนส่งจากผู้รับจ้างขนส่ง (Third Party Logistics: 3PL) ซึ่งทำให้ผู้รับจ้างขนส่ง สามารถนำรถขนส่งที่ไม่ได้ใช้งานไปรับจ้างเพื่อให้เกิดรายได้เพิ่มขึ้น และรถขนส่งที่ยังใช้งานอยู่กับบริษัทกรณีศึกษา ก็จะสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานศึกษา ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาแผนกขนส่งสินค้า ของบริษัท กรณีศึกษา โดยประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลต้นทุนรถบรรทุกชนิดปิคอัพตู้ทึบและรถ 6 ล้อตู้ทึบ ขนาด 7.2 เมตร
2. ศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของแผนกจัดส่งสินค้าสำเร็จรูป โรงงานกรณีศึกษา
3. ศึกษาเงื่อนไขการส่งมอบระหว่างบริษัทกับลูกค้า
4. วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของค่าใช้จ่ายจากการขนส่ง
5. ตั้งสมมติฐานสาเหตุที่เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง
6. เก็บข้อมูลและศึกษากระบวนการจัดเส้นทางขนส่ง
7. ทำการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า
8. ทำการจัดการเงื่อนไขการส่งมอบของลูกค้า
9. ตรวจสอบและวิเคราะห์แบบจำลอง
10. ทำการสรุปคำนวณหาค่าขนส่ง โดยเลือกทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินการ	Apr-12				May-12				Jun-12				Jul-12				Aug-12				Sep-12			
	Week1	Week2	Week3	Week4	Week1	Week2	Week3	Week4	Week1	Week2	Week3	Week4	Week1	Week2	Week3	Week4	Week1	Week2	Week3	Week4	Week1	Week2	Week3	Week4
1. ศึกษาข้อมูลต้นทุนรถบรรทุกชนิดปิคอัพตู้ทึบและรถ 6 ล้อตู้ทึบ ขนาด 7.2 เมตร																								
2. ศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของแผนกจัดส่งสินค้าสำเร็จรูป โรงงานผลิตชุดสายไฟรถยนต์																								
3. ศึกษาเงื่อนไขการส่งมอบระหว่างบริษัทกับลูกค้า																								
4. วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของค่าใช้จ่ายจากการขนส่ง																								
5. สมมติฐานสาเหตุที่เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง																								
6. ทดสอบสมมติฐาน																								
7. ทำการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า																								
8. ทำการจัดการเงื่อนไขการส่งมอบของลูกค้า																								
9. ตรวจสอบและวิเคราะห์แบบจำลอง																								
10. ทำการสรุปคำนวณหาค่าขนส่ง โดยเลือกทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ																								
11. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย																								

จากการศึกษาตามขั้นตอนการดำเนินงาน เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้นำเทคนิคการจัดเส้นทางการเดินทางด้วยวิธี Saving Matrix และวิธี Traveling Salesman Problem มาทดลองใช้งานแล้วทำการเปรียบเทียบทั้งสองวิธี เพื่อหาวิธีที่ค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีแบบดั้งเดิม และค้นหาวิธีการที่เหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติตามทฤษฎี Milk Run

จากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของปัญหา พบว่าในการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้านั้น บริษัทกรณีศึกษา ได้ดำเนินการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าภายใต้เงื่อนไขที่ฝ่ายขายของบริษัทกรณีศึกษา ตกลงไว้กับฝ่ายจัดซื้อของลูกค้า คือ ต้องมีการส่งมอบตามจำนวนที่ลูกค้ากำหนด โดยลูกค้าจะส่งข้อมูลที่จะยืนยันการรับสินค้า ทั้งวันที่และเวลารับสินค้าให้กับฝ่ายขายล่วงหน้า 7 วัน

ฝ่ายขายจะส่งข้อมูลความต้องการของลูกค้าให้กับแผนกจัดส่ง เพื่อเตรียมสินค้าเพื่อการส่งมอบโดยแจ้งขนาดและปริมาณรถบรรทุกแก่ผู้รับจ้างขนส่ง (3PL) แบบรถปิคอัพ 1 คันต่อลูกค้า 1 ราย โดยไม่มีการคำนวณความถี่ของการใช้งานและประมาณงานที่จะส่งให้กับลูกค้าเพื่อการวางแผนการส่งมอบ จึงทำให้มีปริมาณรถที่เข้ามารับงานในช่วง 7:00 น. มีปริมาณมากทำให้เกิดความล่าช้าในการจัดคิวเข้ารับงาน ส่งผลกระทบต่อการส่งสินค้าให้ลูกค้าปลายทางอีกทั้งยังเกิดการขนส่งสูญเปล่า คือ ลักษณะการขนส่งแบบไม่เต็มคัน ซึ่งทำให้บริษัทมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งมากเกินความจำเป็น

ผู้ศึกษาได้ทำการประเมินเวลาการเดินทางจากคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ไปยังเขตนิคมอุตสาหกรรมตัวอย่าง ซึ่งมีผลดังนี้ (นับเฉพาะเวลาเข้ารับงานที่คลังสินค้าเวลา 7:00 น. เท่านั้น)

คลังสินค้าถึงทางเข้านิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จ.ชลบุรี ระยะทาง 20 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทาง 30 นาทีสำหรับรถปิคอัพ และ 50 นาที สำหรับรถ 6 ล้อขนาด 7.2 เมตร

นิยามศัพท์

Transportation Model หมายถึง แบบจำลองปัญหาการขนส่ง เป็นการจำลองปัญหาการขนส่งในรูปแบบต่างๆ อาทิ การขนส่งสินค้าระหว่างคลังสินค้าไปยังลูกค้า โดยมีเงื่อนไขให้ต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด

Capacity หมายถึง ความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่ง โดยในการศึกษานี้จะกำหนดให้มี Capacity ของรถปิคอัพเท่ากับ 1 พาเลต และ 12 พาเลตสำหรับรถ 6 ล้อ 7.2 เมตร

Savings Matrix หมายถึง การจัดตารางการขนส่งแบบประหยัดเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับเส้นทางกระจายสินค้าและการจัดทำตารางค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

Milk Run หมายถึง การขนส่งด้วยวิธีการรับสินค้าจากซัพพลายเออร์หลายแห่งไปส่งที่โรงงานผลิตโดยมีวัตถุประสงค์ในการลดปริมาณสต็อกในโรงงานผลิต

Third Party Logistics (3PL) หมายถึง ผู้รับจ้างขนส่ง (Third Party Logistics) เป็นผู้ที่มีหน้าที่ในการรับจ้างขนส่งสินค้าและวัตถุดิบ

Traveling Salesman Problem (TSP) หมายถึง วิธีการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยการกำหนดเงื่อนไข โดยใน 1 รอบการเดินทางนั้นจะต้องผ่านจุดหมายทุกจุดหมายในเส้นทางและกลับมาที่จุดเริ่มต้นโดยใช้เส้นทางที่สั้นที่สุด

Vehicle Routing Problem (VRP) หมายถึง วิธีการจัดเส้นทางการขนส่งโดยเพิ่มเงื่อนไขการรับสินค้าจากวิธี TSP ให้ไม่เกินความจุของรถบรรทุก โดยใช้วิธีการเพิ่มจำนวนรถให้เพียงพอความต้องการในการส่งสินค้า

Cost Insurance Freight Discharging Port (CIF) หมายถึง การกำหนดความรับผิดชอบ โดยผู้ขายเป็นผู้รับผิดชอบ ราคาสินค้า ค่าจัดส่งถึงผู้ซื้อ ค่าประกันภัยสินค้าเสียหายในขณะขนส่ง

Ex Works (EXW) หมายถึง ผู้ขายส่งมอบของให้แก่ผู้ซื้อ ณ ที่ทำการของผู้ขาย เช่น โรงงานหรือโรงพักสินค้า

บทที่ 2
หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการพื้นฐาน

ในบทนี้ผู้ศึกษาจะกล่าวถึงหัวข้องานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ เพื่อให้เข้าใจถึงความหมายและที่มาของหลักการและกระบวนการหาคำตอบของงานศึกษา และสามารถนำเครื่องมือต่าง ๆ ในการค้นหาคำตอบไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการขนส่ง

ความหมายของการขนส่ง

ตามพระราชบัญญัติการขนส่ง พ.ศ.2547 ได้บัญญัติ นิยามศัพท์ในมาตรา 4 ว่าการขนส่ง หมายความว่า การลำเลียงหรือเคลื่อนย้ายบุคคลหรือสิ่งของด้วยเครื่องอุปกรณ์การขนส่ง เครื่องอุปกรณ์การขนส่งนี้ หมายถึง ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง รวมทั้งเครื่องทุ่นแรงด้วยและในพระราชบัญญัติเดียวกันนี้ยังได้แบ่งลักษณะของการประกอบ การขนส่งออกเป็น

- การขนส่งสาธารณะ หมายความว่า การขนส่งเพื่อสินจ้างโดยไม่จำกัดเส้นทาง
- การขนส่งประจำทาง หมายความว่า การขนส่งเพื่อสินจ้างตามเส้นทางที่กำหนด
- การขนส่งส่วนบุคคล หมายความว่า การขนส่งเพื่อกิจการค้าของตนเอง
- การรับจัดขนส่ง หมายความว่า การรับจ้างรวบรวมข้อมูล หรือสิ่งของและจัดให้บุคคลอื่นทำการขนส่งจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง ในความรับผิดชอบของผู้จัดส่ง

ตามความหมายของวิชาเศรษฐศาสตร์ คำว่า การขนส่ง เป็นกิจกรรมทางด้านเศรษฐศาสตร์อย่างหนึ่ง ที่จะจัดให้มีการเคลื่อนย้ายคน สัตว์ และสิ่งของ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง การขนส่ง หมายถึง การจัดให้มีการเคลื่อนย้ายบุคคล สัตว์ หรือสิ่งของต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ในการขนส่งจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง ตามความประสงค์และเกิดอรรถประโยชน์ตามต้องการ

ประเภทของการขนส่ง

ปัจจุบันมีประเภทของการขนส่งทั้งหมด 5 ทางคือทางน้ำ รถไฟ รถบรรทุก ทางอากาศ หรือทางท่อส่ง (Pipeline) ซึ่งการขนส่งแต่ละประเภทมีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบแตกต่างกันไป การที่จะเลือกขนส่งสินค้าจากการขนส่งประเภทใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของสินค้าที่จะทำการขนส่ง ที่ลูกค้าต้องการและต้นทุนในการใช้บริการขนส่งสินค้าสามารถแบ่งได้ 5 ประเภท ได้แก่

1. การขนส่งทางน้ำ ส่วนมากใช้ขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักมาก และเป็นสินค้าที่ไม่สูญเสียง่าย เช่น ถ่านหิน เหล็ก แร่ การขนส่งทางน้ำเป็นการขนส่งที่ราคาถูกที่สุดแต่ใช้เวลานานที่สุด

2. การขนส่งทางรถไฟ ใช้ขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักมากเช่นกัน สินค้ามักจะมีมูลค่าต่ำเมื่อเทียบกับน้ำหนัก เช่น ถ่านหิน ทราย หรือผลิตผลทางการเกษตร ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเป็นรถพ่วงพ่วงไปกับขบวนรถไฟ รถพ่วงนี้สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับสินค้าได้ เมื่อไปถึงสถานีปลายทางแล้วจะเปลี่ยนรถพ่วงไปพ่วงเข้ากับรถบรรทุกแล้วนำส่งไปยังลูกค้าได้ จึงไม่ต้องมีการโยกย้ายสินค้า การขนส่งทางรถไฟนับว่าเป็นการขนส่งที่ประหยัด แต่เป็นการขนส่งที่ไม่ยืดหยุ่น เพราะไม่สามารถส่งไปยังจุดหมายปลายทางได้โดยตรง เพราะส่งไปถึงแค่สถานีปลายทางเท่านั้น และยังมีปัญหาเรื่องความล่าช้า จึงไม่เป็นที่นิยม

3. การขนส่งโดยรถยนต์หรือรถบรรทุก เป็นการขนส่งที่สามารถยืดหยุ่นได้มากที่สุด และเป็นการขนส่งที่ค่อนข้างรวดเร็ว จึงเป็นการขนส่งที่นิยมมากที่สุด

4. การขนส่งทางอากาศ เป็นการขนส่งที่รวดเร็วที่สุด และแพงที่สุด ดังนั้นจึงมักส่งสินค้าที่มีมูลค่าสูง สินค้าที่สูญเสียง่าย เช่น ดอกไม้ ผลไม้ มีบริษัทหลายแห่งที่ใช้การขนส่งทางอากาศในการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า ในกรณีที่ลูกค้าต้องการสินค้าด่วนในภาวะฉุกเฉินเพราะบริษัทดังกล่าวจะได้ประโยชน์ความนิยมของลูกค้า มีผู้ชำนาญในการขนส่งกล่าวว่า ถ้าหากเป็นการขนส่งที่มีระยะทางมากกว่า 500 ไมล์ แล้ว ขนส่งทางอากาศจะมีความประหยัด

5. การขนส่งทางท่อ นิยมใช้ในการขนส่งน้ำมัน เช่น ในตะวันออกกลางใช้ส่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ เป็นการขนส่งที่ประหยัดชนิดหนึ่ง แต่เหมาะกับสินค้าบางประเภทเท่านั้น (ปรียา วอนขอพร. 2534 : 106)

ประสิทธิภาพการให้บริการขนส่ง (Efficiency of Transportation)

การพัฒนาการขนส่งได้มุ่งที่จะพัฒนาให้การขนส่งมีคุณภาพ มีมาตรฐาน และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติดังรายละเอียดดังนี้

1. รวดเร็ว การขนส่งที่มีความรวดเร็ว สามารถที่จะทำให้สินค้าและบริการต่าง ๆ ไปสู่ตลาดได้อย่างรวดเร็วทันเวลา และทันต่อความต้องการ ดังนั้นการขนส่งที่ดีและมีประสิทธิภาพจะต้องมุ่งไปที่ความรวดเร็วในการเดินทางเป็นสำคัญ

2. ประหยัด การขนส่งที่มีประสิทธิภาพ จะต้องทำให้เกิดการประหยัด ซึ่งอาจจะหมายถึง สองลักษณะ คือ เกิดความประหยัดในต้นทุนการขนส่งและประหยัดในราคาค่าบริการถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ

3. ปลอดภัย คือ ความปลอดภัยของผู้โดยสารและความปลอดภัยจากการสูญเสียหรือเสียหายของสินค้าและค่าบริการต่างๆ ตลอดจนความปลอดภัยของวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ใน

การขนส่งด้วย ถือได้ว่าสำคัญมากสำหรับระบบการขนส่งซึ่งผู้ประกอบการขนส่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญเสียและเสียหายทุกอย่างที่เกิดขึ้นต่อสินค้าและบริการ

4. สะดวกสบาย การขนส่งที่ดีจะต้องให้ความสะดวกในการขนส่งสินค้าและบริการ ในด้านสินค้าและบริการจะต้องมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ไว้อย่างครบถ้วนพร้อมที่นำมาใช้ในการเคลื่อนย้ายได้ทันที กล่าวได้ว่า การขนส่งที่ดีและมีประสิทธิภาพจะต้องมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสมบูรณ์

5. ความแน่นอนเชื่อถือได้และตรงต่อเวลา ถือเป็นเรื่องสำคัญประการหนึ่งสำหรับการขนส่ง เพราะการขนส่งที่ดีและมีประสิทธิภาพ จะต้องมีกำหนดเวลาในการเดินทางที่แน่นอนเชื่อถือได้และตรงต่อเวลา จะต้องมีกำหนดเวลาในการเดินทางไว้อย่างแน่นอน มีจำนวนเที่ยวที่วิ่ง เวลาที่จะออกเดินทางจากต้นทาง เวลาที่จะเดินทางถึงปลายทาง ระยะเวลาในการเดินทาง เวลาที่จะผ่านจุดที่สำคัญต่าง ๆ ซึ่งจะต้องมีระบุไว้ และจะต้องรักษาเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ จึงจะถือว่ามีประสิทธิภาพ (คำนาย อภิปรัชญาสกุล. 2548 : 34-36)

การจัดรถขนส่ง (Transportation Management)

ปัจจุบันการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภท ทั้งในส่วนการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขาย และการจัดจำหน่าย ในหลายๆ ธุรกิจ ต้นทุนการขนส่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญและกระทบต่อต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์และบริการ ซึ่งโครงสร้างต้นทุนของผู้ประกอบการขนส่งประกอบด้วยต้นทุนดังต่อไปนี้ ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการขนส่ง เช่น ค่าเช่าสถานที่จอดรถ เงินเดือนพนักงานขับรถ เป็นต้น ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่มีการเปลี่ยนแปลง ตามปริมาณการให้บริการการขนส่ง เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น และต้นทุนรวม (Total Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่รวมเอาต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรเข้าไว้ด้วยกัน ถือเป็นต้นทุนการบริการขนส่งทั้งหมด ทั้งนี้รวมถึงต้นทุนเที่ยวกลับ (Backhauling Cost) ด้วย ต้นทุนของผู้ประกอบการขนส่ง จะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำหนด ราคาค่าขนส่ง ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการขนส่งเที่ยวเปล่า ปริมาณหรือน้ำหนักของสินค้าที่บรรทุก ระยะเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายขึ้นและลง รวมถึงค่าใช้จ่ายในส่วนที่เกี่ยวกับระยะเวลาในการรอ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับระยะทางในการขนส่ง ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับความรับผิดชอบต่อความเสียหายจึงจำเป็นต้องมีการบวกค่าใช้จ่าย ในส่วนที่เป็นเรื่องของการประกันภัย จากภาวะเศรษฐกิจโลกที่ผันผวนส่งผลให้เกิดการปรับตัวของราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ธนิต โสรัตน์. 2550)

วิธี Saving Algorithm ของ Clarke and Wright

คาลร์ก ; และ ไรท์ (Clarke ; and Wright. 1964) ได้พิจารณาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายแห่งยานพาหนะมีความจุหลายขนาด ส่งสินค้าออกจากคลังสินค้าแห่งเดียวซึ่งได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางของยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ขนส่ง และปริมาณสินค้าที่ขนส่งของยานพาหนะแต่ละคัน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. เลือกจุดเริ่มต้นจากคลังสินค้าขึ้นมาหนึ่งปุ่มให้เป็นปุ่มที่หนึ่ง

2. คำนวณค่าของระยะเวลา ระยะทางหรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ประหยัด (Saving Cost)

$$Sij = Cil + Clj - Cij \quad \text{สำหรับ } i, j = 2,3,.....,n$$

3. เรียงลำดับค่า Sij จากมากไปหาน้อย

4. สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมปุ่ม i และ j ที่มีค่า Sij มากที่สุด

5. ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางแต่ละยานพาหนะจะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาในการเดินทาง ไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด

Saving Algorithm ของ คาลร์ก และไรท์ (Clarke ; and Wright. 1964) เป็นทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับในการจัดการปัญหาการขนส่งยานพาหนะและใจความของทฤษฎีไม่ซับซ้อน คือ พิจารณาการส่งจากคลังสินค้า D ไปยังลูกค้า n ราย และใช้พาหนะ m คัน โดยคิดว่า หากรถ 1 คันไปส่งสินค้าให้ลูกค้า 1 ราย ในจำนวน n ราย ระยะทางที่เกิดขึ้นจะเป็น

$$\Sigma = d\,(D, i)$$

และถ้าใช้รถ 1 คัน วิ่งส่งสินค้าให้ลูกค้า 2 ราย (i และ j) ในเที่ยวเดียวกันระยะทางทั้งหมดจะลดลง

$$S(i, j) = 2d(D, i) + 2d(D, j) - [d(D, i) + d(i, j) + d(D, j)] = d(D, i) - d(D, j) - d(i.j)$$

ค่า Saving s (i, j) ที่ได้คือระยะทางที่สามารถลดได้หากระยะทางระหว่างลูกค้าใด ทำให้เกิดค่า saving สูงก็หมายความว่าสามารถลดระยะทางได้มาก

ปัญหา Traveling Salesman Problem (TSP)

เกน ; และ เชง (Gen ; and Cheng. 1997) ได้กำหนดปัญหาการจัดเส้นทางแบบ TSP เป็นปัญหาของพนักงานขาย (Salesman) ในการจัดการเส้นทางที่สั้นที่สุด เพื่อเดินทางไปยังลูกค้าเมืองต่างๆ จำนวน n เมือง ในปี ค.ศ. 1950 มีการตีพิมพ์วารสารเกี่ยวกับ TSP จำนวนมากมาย ได้กล่าวถึงงานวิจัยที่สำคัญต่างๆ ในยุคนั้น และในช่วงที่ผ่านมา ได้มีวิวัฒนาการอย่างมากในการจัดการปัญหา TSP และได้กำหนดเป้าหมายในการวิจัยด้วยเทคนิคการหาคำตอบต่างๆ (Algorithm) เช่น Heuristic, Simulated Algorithm, Tabu Search

ธเนศ ทักษิณวราจาร (2543) ปัญหาการจัดเส้นทางออกจากศูนย์กระจายสินค้าเป็นปัญหาในการจัดเส้นทางและหาลำดับในการเดินทางไปยังลูกค้า โดยมีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในทางธุรกิจเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด แนวทางการวิเคราะห์ปัญหาด้วยวิธีการแบบจำลองปัญหามีอยู่ 3 รูปแบบ คือ

1. การจัดเส้นทางเดินรถแบบ TSP เป็นปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทางในการส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว ไม่มีข้อจำกัดของเวลาและความจุของรถ โดยผลลัพธ์ของเส้นทางที่จัดได้จะเริ่มและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้าและผ่านลูกค้าแต่ละรายในครั้งเดียว

2. การจัดเส้นทางเดินรถแบบ Multiple Traveling Salesman Problem หรือ MTSP เป็นปัญหาการจัดลำดับการส่งสินค้าโดยใช้เส้นทางหลายเส้นทางให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวโดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความจุของรถ

3. การจัดเส้นทางแบบ Classical Vehicle Route Problem (Classical VRP) ปัญหาในระดับนี้เป็นการหาจำนวนเส้นทางและลำดับในการส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว โดยทราบปริมาณสินค้าของแต่ละลูกค้า ภายใต้ข้อจำกัดของรถซึ่งบรรทุกสินค้าไม่เกินความจุที่กำหนดไว้

ปัญหา Vehicle Routing Problem (VRP)

ปัญหา VRP เป็นรูปแบบของปัญหาที่ประยุกต์มาจากวิธี Traveling Salesman Problem (TSP) ซึ่งข้อแตกต่างที่สำคัญ คือ ใน VRP จะมีการพิจารณา Capacity เข้ามาเกี่ยวข้องลักษณะข้อเปรียบเทียบ เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนจึงอธิบายได้ดังนี้

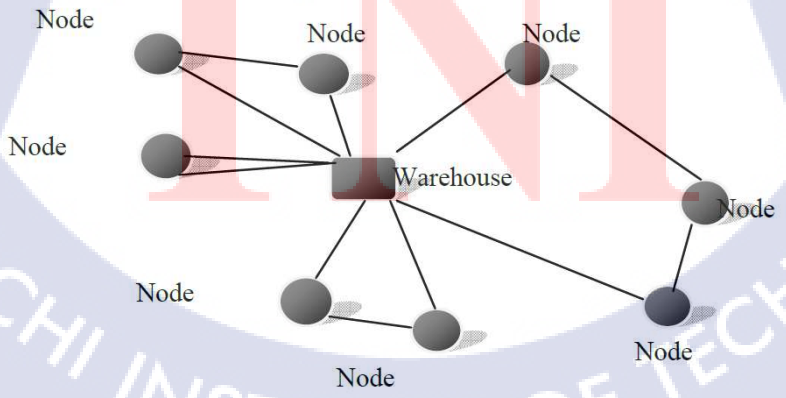
TSP - พิจารณาว่ามีนักเรียน n คน อาศัยใกล้ภายในบริเวณโรงเรียน คุณครูที่ปรึกษา 1 คน ต้องการไปพบผู้ปกครองของนักเรียนทั้งหมด โดยออกจากโรงเรียนแล้วไปเยี่ยมบ้านนักเรียนบ้านละ 1 ครั้งแล้วกลับมาที่โรงเรียน

VRP - พิจารณาว่ามีนักเรียน n คน อาศัยใกล้ภายในบริเวณโรงเรียน มีรถรับส่งนักเรียนซึ่งมีที่นั่งจำกัดต้องการไปรับนักเรียนทั้งหมด โดยออกจากโรงเรียน แล้วไปรับนักเรียน

เมื่อเต็มความสามารถในการบรรทุกแล้วจึงกลับมาส่งที่โรงเรียน จากนั้นจึงออกไปรับนักเรียนใหม่

สำหรับพื้นฐานของปัญหา VRP หรือในกรณีที่มีรถขนส่งเพียงคันเดียวนั้น ปัญหา VRP สามารถเทียบได้กับปัญหาการจัดเส้นทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในแวดวงวิชาการ และปัญหา TSP ได้รับการพิสูจน์ทางทฤษฎีแล้วว่าเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนในการหาผลเฉลย (Savelsbergh. 1985) สำหรับปัญหา VRP ประกอบด้วยรถขนส่งจำนวนมากขึ้น ทำให้เกิดเส้นทางเดินรถหลายเส้นทาง หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า VRP ประกอบด้วย TSP ที่มีความเป็นอิสระต่อกันจำนวนหลายเส้นทาง เพราะฉะนั้น VRP จึงถูกจัดเป็นปัญหาแบบ NP-Complete โดยมิต้องมีการพิสูจน์ทางทฤษฎี ตัวอย่างปัญหาจริงที่สามารถจัดเป็น VRP ได้แก่ การจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักเรียน การส่งไปรษณีย์ การส่งหนังสือพิมพ์ การขนส่งน้ำมัน หรือการขนส่งสินค้าทั่วไป โดยมีเงื่อนไขสำคัญ คือ รถขนส่งทุกคันต้องออกจากคลังสินค้าเพื่อบริการลูกค้าให้ครบทุกจุด และกลับมายังคลังสินค้าเดิมทุกครั้ง โดยจะต้องส่งสินค้าให้ครบตามจำนวนความต้องการของลูกค้าภายใต้ขีดจำกัดความสามารถในการบรรทุกสินค้า โดยทั่วไปลักษณะของปัญหา VRP จะแสดงในรูปแบบของทิศทางการเดินรถจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า ณ จุดต่างๆ

โกลเด้น ; แมกแนนติ ; และ เหวียน (Golden; Magnanti ; and Nguyen. 1977) ได้เสนอปัญหาการจัดเส้นทางของยานพาหนะจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าหลายจุด ซึ่งมีปริมาณความแตกต่างกัน เพื่อจะให้ครอบคลุมลูกค้าทุกจุดโดยให้มีระยะทางต่ำที่สุด โดยมีข้อจำกัดในความจุของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งและระยะเวลาสูงสุดในการขนส่ง 1 รอบของเส้นทางการจัดส่ง เมื่อทุกยานพาหนะจะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่จุดเดียวกัน คือ คลังสินค้ากลาง ถ้าไม่คำนึงถึงข้อจำกัดในระยะเวลาสูงสุดในการขนส่ง จะเป็นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมาตรฐาน (Standard Vehicle Routing Problem : Standard VRP)



รูปที่ 3 เครือข่ายเส้นทางยานพาหนะแบบ VRP

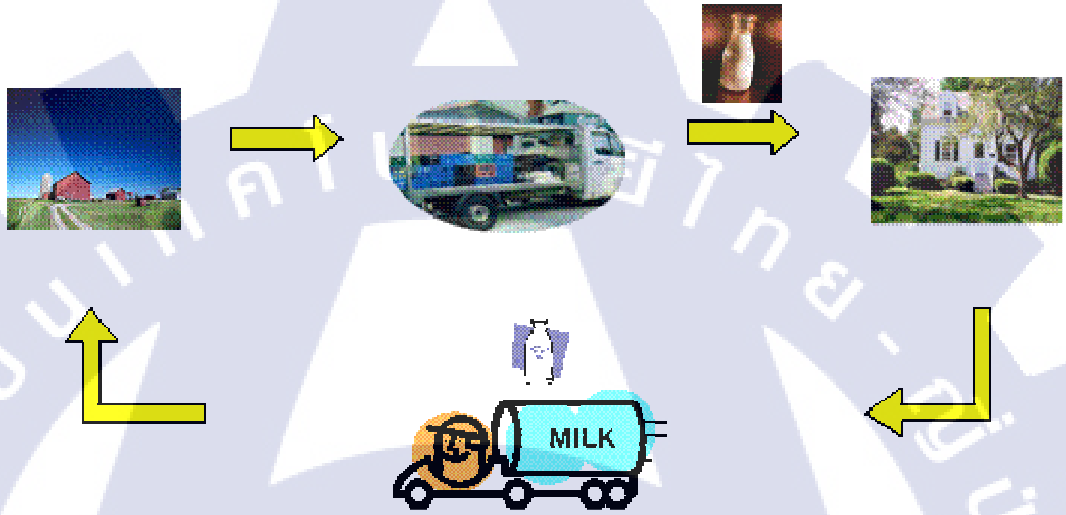
กิลเบริ์ท; และคนอื่นๆ (Gilbert ; et al. 2000) ได้มีการสรุปแนวทางในการหาคำตอบของปัญหา Vehicle Routing Problem (VRP) ด้วยวิธีการทาง ฮิวริสติก โดยได้แบ่งวิธีการออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มวิธีการแบบ Classical ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่มีการปรับปรุงคำตอบที่ได้ และกลุ่มวิธีการแบบ Modern ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการปรับปรุงคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด ผลจากการเปรียบเทียบวิธีการแบบ Classical (Clarke ; and Wright. 1964) ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยที่สุด ผลจากการเปรียบเทียบวิธีการแบบ Modern วิธีของ Granular Tabu Search (GTS) มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (G. Nikolakopoulou ; et al. 2004) นำเสนอรูปแบบของวิธีการแก้ปัญหา VRP โดยใช้วิธีการ (Balancing the Vehicles Time Utilization) ซึ่งเป็นวิธีการที่พิจารณาในส่วนของการจัดสรรเวลาของพาหนะที่ใช้ในระบบ โดยทดสอบสมมติให้ระบบมีจำนวนรถตั้งแต่ 2-5 คัน แบ่งการพิจารณาเส้นทางออกเป็น 2 กลุ่ม ผลเฉลยจากการวิจัยสรุปออกมาอยู่ในรูปของเวลาที่ใช้ในการดำเนินการขนส่งทั้งหมด จากนั้นจึงนำผลที่ได้ของระบบการใช้รถแต่ละคันมาเปรียบเทียบกัน

วิธี Saving Matrix

ศศิชา สิทธกุล (2553) ได้เสนอกระบวนการโลจิสติกส์ของการขนส่งชิ้นส่วน ประกอบรถยนต์ จากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบรถยนต์ (Suppliers) ไปยังบริษัทประกอบยานยนต์ โดยศึกษากรณีของบริษัทไทยรุ่งยูเนียนคาร์ จำกัด (มหาชน) โดยบริษัทใช้รูปแบบการขนส่งโดยตรง ตามเงื่อนไขการตกลงซื้อขายแบบ Cost Insurance Freight Discharging Port (CIF) โดยผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบรถยนต์เป็นผู้รับผิดชอบการขนส่งด้วยตนเอง การศึกษาได้วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนโลจิสติกส์แบบ CIF กับรูปแบบการขนส่งแบบวนรับ ซึ่งต้องใช้เงื่อนไขการตกลงซื้อขายแบบ Ex Work (EXW) โดยพิจารณาเฉพาะกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดชลบุรีและระยอง ด้วยการสร้างแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรง และใช้เครื่องมือ Solver ในโปรแกรม Excel ประมวลผลข้อมูลเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด การวิเคราะห์ตัวอย่างข้อมูลพบว่า ต้นทุนการขนส่งรวมทั้งหมด 7 ครั้ง ของวิธีการขนส่งโดยตรงมีค่าเท่ากับ 58,313 บาท โดยเมื่อพิจารณาพาหนะที่มีการบรรทุกไม่เต็มคันรถแล้วใช้วิธี Savings matrix ทำการกำหนดเส้นทางและจัดลำดับ เพื่อลดระยะทางและจำนวนพาหนะที่ไม่จำเป็นลง ทำให้รูปแบบการขนส่งแบบวนรับมีต้นทุนการขนส่ง 33,236 บาท ซึ่งลดลงเท่ากับ 25,078 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 43 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการขนส่งแบบวนรับจะช่วยลดต้นทุนการขนส่งลงได้

ทฤษฎี Milk Run

ระบบการขนส่งแบบ Milk Run มีแนวความคิดเริ่มต้นมาจากฟาร์มนมโดยจะมีรถรับ – ส่งนม ที่วิ่งส่งนมในตอนเช้า ไปจอดรออยู่ที่หน้าบ้านในแต่ละหลัง ที่มีการนำขวดนมเปล่ามาวางไว้หน้าบ้านตามจำนวนที่ต้องการ เพื่อเป็นสัญลักษณ์ว่าบ้านหลังนี้ต้องการรับนมจำนวนกี่ขวด จากนั้นรถรับส่งจะทำการเก็บขวดนมเปล่ากลับไป และส่งขวดนมใหม่ให้กับลูกค้าซึ่งจะเป็นอย่างนี้ในตอนเช้าของทุก ๆ วัน ดังรูปที่ 4



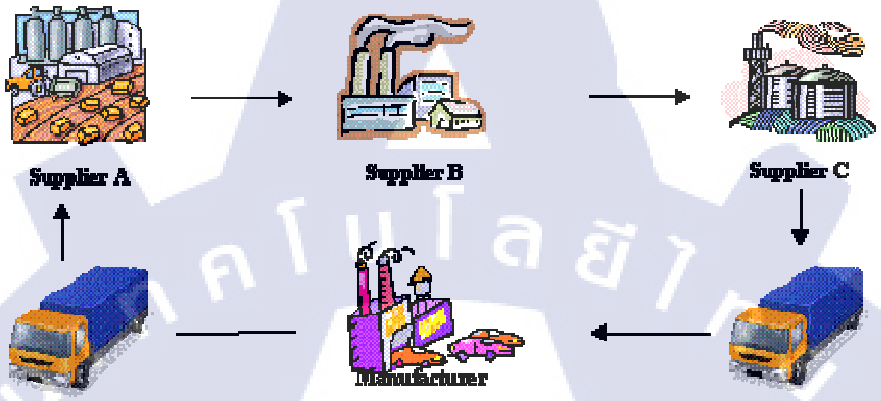
รูปที่ 4 แผนภาพแสดงการไหลของทฤษฎี Milk Run

การประยุกต์ นำทฤษฎี Milk Run มาใช้ จึงเป็นรูปแบบการจัดการงานจัดส่งที่บริหารโดยทางบริษัทผู้ผลิตทำการสั่งซื้อวัตถุดิบหรือชิ้นส่วน เพื่อนำไปใช้ทำการประกอบ ซึ่งความสามารถในการบรรทุก ในการออกแบบ Supply Part ของ Milk Run Delivery System ดังรูปที่ 5 จะต้องยึดหลักทางด้านการเคลื่อนย้ายหรือจัดส่ง (Logistics) โดยมีหัวข้อหลักดังนี้

- Cyclic Rotation รูปแบบการจัดส่งจะต้องเป็นลักษณะวงรอบ สามารถหมุนเวียนได้
- Short Lead-Time ในการ Supply Part จะต้องสั้นมาก แม่นยำกับการผลิตที่แท้จริง
- High Loading Efficiency มีขีดความสามารถสูงในรถบรรทุก
- Flexible to Change สามารถยืดหยุ่นในรูปแบบการจัดส่งได้

การดำเนินงานของระบบ Milk Run ในช่วงแรกเป็นการสำรวจและเก็บรวบรวมด้านข้อมูลพื้นฐานของ Supplier ทั้งในเรื่องของข้อมูลการผลิต ข้อมูลการจัดส่ง ข้อมูลเส้นทาง Supply Part สู่บริษัทผู้ผลิต แล้วทำการกำหนดตารางเวลาการเดินรถ (Schedule) ว่าจะต้องออกบริษัทผู้ผลิตแล้วจะต้องไปรับชิ้นส่วนที่ Supplier ที่ใด เวลาเท่าไหร่ ซึ่งการกำหนดตารางเวลาการเดินรถจะมีการใช้ระบบ e-Kaban ที่เชื่อมโยงระหว่างบริษัทผู้ผลิตและ Supplier

เข้าด้วยกันกับระบบเครือข่าย ทำให้ Supplier สามารถที่จะรับใบสั่งซื้อล่วงหน้าจากผู้ผลิตได้ ส่วนระยะเวลาในการส่งสินค้าตามใบสั่งซื้อล่วงหน้านั้นจะขึ้นอยู่กับ Lead Time และความสามารถในการผลิตของ Supplier แต่ละราย ในส่วนของการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนโดยปกติจะใช้เวลาครั้งละประมาณ 20 นาที



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงการไหลของรถ Milk Run Delivery System

การนำแนวความคิด Milk Run ไปปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จนั้น มีองค์ประกอบหลัก อยู่ 3 ประการ คือ

1. การจัดเตรียมบุคลากรที่ใช้เพื่อการจัดส่งแบบ Milk Run สามารถแบ่งได้สองส่วน คือ ส่วนวางแผนและส่วนปฏิบัติการ โดยทั้งสองกลุ่มจะมีรูปแบบของงานที่ต่างกัน แต่ต้องมีการติดต่อสื่อสารถึงกันอยู่เสมอ

2. การออกแบบบรรจุภัณฑ์ ก่อนที่จะมีการนำแนวคิดนี้มาใช้ ผู้จัดส่งแต่ละรายใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะและขนาดต่าง ๆ กันออกไป ความแตกต่างของบรรจุภัณฑ์เหล่านี้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อระบบการขนส่งแบบ Milk Run ถ้าไม่มีระเบียบปฏิบัติในการดำเนินงานมาตรฐานของการบรรจุภัณฑ์ของกลุ่มผู้จัดส่ง จะทำให้ประสิทธิภาพในการขนส่ง ไม่เป็นไปตามที่กำหนด

3. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ ในการขนส่งแบบ Milk Run การนำเทคโนโลยีและระบบต่าง ๆ เข้ามาใช้ในการสั่งซื้อสินค้าไปยังผู้จัดส่ง ทำให้ข้อมูลแม่นยำและรวดเร็วขึ้น ระบบต่างๆ เหล่านี้มีการเชื่อมต่อและเกี่ยวข้องกัน เช่น ระบบ EDI (Electronic Data Interchange) หรือระบบ Intranet เพื่อเป็นการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างบริษัทผู้ผลิต และ Supplier ในแต่ละราย

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากระบบการขนส่งแบบ Milk Run

1. ในแง่ของระบบการผลิต

- เป็นการลดInventoryของบริษัทผู้ผลิตและSupplier
- ทำให้ต้นทุนทางด้านการจัดส่งลดลงซึ่งเป็นผลดีทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย
- การเข้าส่งของชิ้นส่วน จึงเป็นลักษณะที่มีความสม่ำเสมอ การเข้าของเวลาสามารถกำหนดได้ ทำให้จุดรับสินค้าสามารถแบ่งปริมาณงานได้อย่างเหมาะสม

2. ในแง่ของสิ่งแวดล้อม สามารถช่วยลดจำนวนรถที่มาส่งชิ้นส่วนให้น้อยลง เป็นผลทำให้ก๊าซาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศที่เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงและเป็นการช่วยลดปัญหาโลกร้อน

ระบบ Milk Run กับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของประเทศไทย

แนวโน้มของการใช้ระบบการขนส่งแบบ Milk Run สำหรับโรงงานประกอบรถยนต์รายใหญ่ที่มีฐานการผลิตอยู่ในประเทศไทย มีแนวโน้มการใช้ที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งสัดส่วนของการใช้ Milk Run Supplier ในระบบของบริษัท Toyota Motor ประเทศไทย ประมาณ 65% (อรุณ บริรักษ์. 2549) และมีความมุ่งหวังที่จะให้ Supplier ทุกรายเป็นระบบ Milk Run ฉะนั้น ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการพัฒนาระบบการผลิต เทคโนโลยีการผลิต และการจัดการของตนเอง ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับบริษัทของตนเองได้ทำการแข่งขันในตลาดให้มากขึ้น โดยการตอบสนองให้กับลูกค้าอย่างรวดเร็ว ซึ่งตัวอย่างของเทคนิคในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต เช่น ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) ซึ่งเป็นระบบการผลิตสินค้าที่ต้องการ ตามจำนวนที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ หรือการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity Improvement) เป็นต้น (ศูนย์สารสนเทศยานยนต์. 2553)

การจัดส่งสินค้าในรูปแบบของระบบ Milk Run

เป็นรูปแบบในการจัดการงานขนส่งสินค้าซึ่งยึดหลักการทางด้านโลจิสติกส์มาใช้ โดยมีรูปแบบการจัดส่งเป็นวงรอบ สามารถหมุนเวียนได้ ใช้เวลาในการจัดส่งสินค้าน้อย แต่แม่นยำต่อกระบวนการผลิต รวมทั้งมีขีดความสามารถสูงในการบรรทุกสินค้า ซึ่งมีระบบการรับวัตถุดิบจากผู้ขายวัตถุดิบ โดยผู้ซื้อเป็นผู้ไปรับวัตถุดิบที่โรงงานของผู้ขายเอง เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน ซึ่งแต่เดิมผู้ขายแต่ละรายจะมีหน้าที่ในการนำวัตถุดิบมาส่งยังโรงงานของผู้ซื้อเอง

ระบบ Milk Run จะมุ่งเน้นให้เกิดการประหยัดต้นทุนการขนส่งวัตถุดิบเป็นหลัก นอกจากนี้ก็ยังมีผลประโยชน์ทางอ้อมอื่นๆ โดยสามารถสรุปเป็นข้อดีและข้อเสียของการนำ

ระบบการรับวัตถุดิบเข้าโรงงานแบบ Milk Run เปรียบเทียบกับวิธีการแบบเดิมได้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบการส่งวัตถุดิบแบบเดิม และแบบ Milk Run

ระบบการส่งวัตถุดิบแบบเดิม	**ระบบการส่งวัตถุดิบแบบ Milk Run**
ข้อดี	**ข้อดี**
1. ผู้ซื้อไม่ต้องดูแลเรื่องการขนส่งวัตถุดิบ	1. สามารถลดต้นทุนการขนส่งวัตถุดิบได้ เนื่องจากสามารถรับของจากผู้ขายหลายรายในเวลาเดียวกัน ทำให้ค่าขนส่งต่อหน่วยต่ำลง 2. ลดการจราจรติดขัดในโรงงานลงได้ 3. ลดปริมาณการเก็บวัตถุดิบและพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบลง เนื่องจากส่งของถี่ขึ้น 4. ทำให้การจัดส่งตรงเวลามากขึ้น 5. ลดมลพิษทางอากาศได้ เนื่องจากมีการลดปริมาณรถขนส่งที่ต้องมาส่งของได้
ข้อเสีย	**ข้อเสีย**
1. ผู้ขายต้องมาส่งของเองซึ่งปริมาณการส่งแต่ละครั้งอาจไม่ใช่ปริมาณที่จะทำให้ค่าขนส่งต่ำสุดจึงมีค่าขนส่งสูง 2. การจราจรติดขัดเนื่องจากมีรถจากผู้ขายจำนวนมากมาส่งของ 3. มีการจัดเก็บวัตถุดิบมากเกินความต้องการ เนื่องจากผู้ขายต้องพยายามส่งของปริมาณมาก เพื่อประหยัดค่าขนส่ง 4. อาจมีการจัดส่งล่าช้า เนื่องจากความล่าช้าของผู้ขาย	1. ผู้ซื้อต้องทำการดูแลเรื่องการขนส่งวัตถุดิบเอง

พณพงษ์ วงศ์วาณิชศิลป์ (2548) พบว่า บริษัทได้ทำการเก็บข้อมูลการจัดส่งสินค้าที่ล่าช้าของซัพพลายเออร์แต่ละประเภทวัตถุดิบ ในระยะเวลา 1 ปี แล้วจึงได้กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา 2 แนวทาง คือ การใช้วิธีการ Milk Run กับวิธีการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าให้กับซัพพลายเออร์ โดยทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายกับรายรับที่เพิ่มขึ้นของบริษัท การทำระบบ

Milk Run ทำให้บริษัทได้รับวัตถุดิบที่ตรงเวลา ทำให้สามารถประหยัดต้นทุนวัตถุดิบ และทำให้บริษัทมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการประหยัด 55,272 บาทต่อเดือน ส่วนวิธีการการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าให้กับทางซัพพลายเออร์ ทำให้บริษัทมีความสะดวกและได้รับวัตถุดิบในการผลิตที่ตรงเวลา วิธีนี้ทำให้บริษัทมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 28,600 บาทต่อเดือน

ทวินันท์ สิมะจารึก ; และคณะ (2552) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่องการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง กรณีศึกษาโรงงานเคมีภัณฑ์ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในการขนส่งและหาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายการขนส่งสินค้า พบว่า ค่าเชื้อเพลิงเป็นปัญหาที่ทำให้ต้นทุนของบริษัทสูง ซึ่งมีสาเหตุมาจากปัจจัยภายใน คือ การกำหนดเส้นทางที่เป็นมาตรฐานและปัจจัยภายนอก คือ อัตราค่าเชื้อเพลิงในตลาดโลกที่มีความผันผวน คณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดเส้นทางการขนส่งสินค้าแบบใหม่ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบวิธีการแบบจำลองการขนส่ง (Transportation Model) และวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับรถบรรทุก (Truck Routing) รวบรวมสินค้าเพื่อจัดเส้นทางให้ลูกค้าที่มีเส้นทางการขนส่งในทางเดียวกันรวมเข้าด้วยกัน เพื่อลดจำนวนเที่ยวและระยะทางในการขนส่งสินค้า หลังจากนั้นนำมาเปรียบเทียบหาวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดและเหมาะสมที่สุด จากผลการดำเนินงาน พบว่า วิธีการแบบจำลองการขนส่งและวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับรถบรรทุก ทำให้จำนวนเที่ยว ระยะทางในการขนส่งสินค้า ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงจากการดำเนินงานแบบเดิม

ผู้ศึกษา ได้ศึกษาทฤษฎีและแนวทางในการนำวิธีการจัดเส้นทางการขนส่ง เพื่อให้ผู้ศึกษาได้เข้าใจกระบวนการทำงานและปัจจัยต่างๆ มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งและทราบปัญหาและข้อจำกัดต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะลดค่าใช้จ่ายก็ต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น อาทิ ข้อจำกัดเรื่อง Capacity ของการบรรทุก ระยะเวลาในการเดินทางต่อรอบการขนส่งเทียบกับเวลาการรับสินค้า และหาวิธีแก้ไขข้อจำกัดต่างๆ โดยการศึกษานี้ ใช้วิธีการหาเส้นทางที่สั้นและมีข้อจำกัดด้านเวลา ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทางน้อยที่สุด

ดังนั้นเมื่อต้องการพัฒนาประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อขนส่งสินค้า การใช้วิธีการจัดตารางการขนส่งแบบประหยัดหรือวิธี Savings Matrix นั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาศึกษาและสามารถใช้จัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้ลูกค้า ได้ตรงกับยานพาหนะขนส่งได้ และยังสามารถจัดเส้นทางยานพาหนะให้เหมาะสมกับช่วงเวลาที่สามารถส่งของได้ ณ สถานที่รับสินค้าและข้อจำกัดอื่นๆ ซึ่งเทคนิคนี้มีความเรียบง่าย ไม่ซับซ้อนและสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับข้อจำกัดต่างๆ มากมายได้ อีกทั้งสามารถจัดการกับปัญหาการจัดเส้นทางได้เป็นอย่างดีและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา

ศึกษาข้อมูลต้นทุนรถบรรทุกชนิดปิคอัพตู้ทึบและรถ 6 ล้อตู้ทึบ ขนาด 7.2 เมตร

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนการขนส่ง ของการให้บริการขนส่ง ของรับจ้าง ขนส่ง 6 รายของบริษัท 3PL ทำให้ผู้ศึกษาสามารถรวบรวมข้อมูลมาจัดทำมาตรฐานการคิดโครงสร้างต้นทุนค่าบริการของเส้นทาง ระหว่างคลังสินค้าไปที่นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร โดยสามารถกำหนดเป็นมาตรฐานวิธีการคิดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ได้ดังนี้

1. Fixed Cost
   - 1.1 ต้นทุนคงที่ระบบบริหาร
     - ค่าจ้างพนักงานขับรถรายเดือน
     - ค่าเบี้ยเลี้ยง
     - ค่าบริหารจัดการ
     - ค่าเช่าสำนักงาน
   - 1.2 ต้นทุนคงที่ต่อคัน
     - ค่าทะเบียนและใบอนุญาต
     - ค่าประกันภัย (สินค้า + ตัวรถ) + ประกันพรบ.บุคคลที่3
     - ค่าประกันสังคม
     - ค่าเสื่อมของราคารถ
     - ค่าเสื่อมของราคาอุปกรณ์
     - ค่า GPS
     - ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
2. Variable Cost
   - 2.1 ต้นทุนผันแปรต่อระยะทาง
     - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
     - ค่าซ่อมบำรุง
     - ค่ายางรถยนต์
     - ค่าน้ำมันหล่อลื่น
   - 2.2 ต้นทุนแปรผันต่อเที่ยววิ่ง
     - ค่าผ่านทางพิเศษ
     - ค่าด่านชั่งน้ำหนัก

วิธีการคิดต้นทุนค่าขนส่ง

ต้นทุนค่าขนส่ง = ต้นทุนคงที่ระบบบริหาร + ต้นทุนคงที่ต่อคัน+ ต้นทุนผันแปรต่อระยะทาง+ ต้นทุนแปรผันต่อเที่ยววิ่ง + ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมอื่นๆ

ตัวแปรการคิดต้นทุนการขนส่ง

1. ราคาขายน้ำมันดีเซล
2. ระยะทางในการขนส่ง
3. จำนวนเที่ยว ไป-กลับ
4. อายุการใช้งาน
5. จำนวนวันที่วิ่งรถ
6. ราคารถ

การประเมินต้นทุนค่าขนส่งของรถปิคอัพและรถบรรทุกขนาด 7.2 เมตร นั้นให้คิดฐานของวันทำงานที่ 220 วันทำงาน อายุการใช้งานรถบรรทุกเท่ากับ 4 ปี เวลาการทำงานของรถบรรทุกใช้เงื่อนไขเวลาการทำงาน ณ เวลาปกติที่ 8.00 น. ถึง 17.00 น. หรือ 8 ชั่วโมงต่อวัน เงื่อนไขอื่นๆ เพิ่มเติมคือ ลักษณะการใช้บริการรถขนส่งจะมีรูปแบบการใช้งาน 2 รูปแบบ คือ 1.การจ้างเป็นรายเที่ยว และ 2.การจ้างเป็นรายวัน ซึ่งในแต่ละเงื่อนไขดังกล่าว จะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. การจ้างรถขนส่งแบบรายเที่ยว จะมีความยืดหยุ่นสูง โดยมีลักษณะการขนส่งแบบ 1:1 โดยลักษณะการขนส่งจะไม่เกี่ยวข้องกับเส้นทางการขนส่งอื่น ทำให้ง่ายต่อการควบคุมแต่จะมีข้อเสียคือ จะมีต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยบรรจุภัณฑ์สูง

2. การจ้างขนส่งแบบรายวัน จะมีความยืดหยุ่นต่ำ โดยมีลักษณะการขนส่งแบบกึ่ง Milk-Run โดยจะมีผลต่อเนื่องกับเส้นทางอื่นที่เกี่ยวข้องในงาน แต่มีข้อดี คือ ต้นทุนต่อหน่วยบรรจุภัณฑ์ต่ำ หากมีปริมาณการใช้หลายงานในเส้นทางเดียวกัน

จากข้อมูลข้างต้น ทางบริษัทจึงมีการทำข้อตกลงเกี่ยวกับลักษณะการจ้างขนส่งไว้เพื่อความเหมาะสมดังนี้

ตารางที่ 3 มาตรฐานการคิดต้นทุนค่าขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา

มาตรฐานการคิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งตามขนาดรถ

ชื่อเส้นทาง Warehouse~นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร

ค่าเชื้อเพลิงดีเซล	U	อัตราการคิดกำไร	V
	29.83		15%

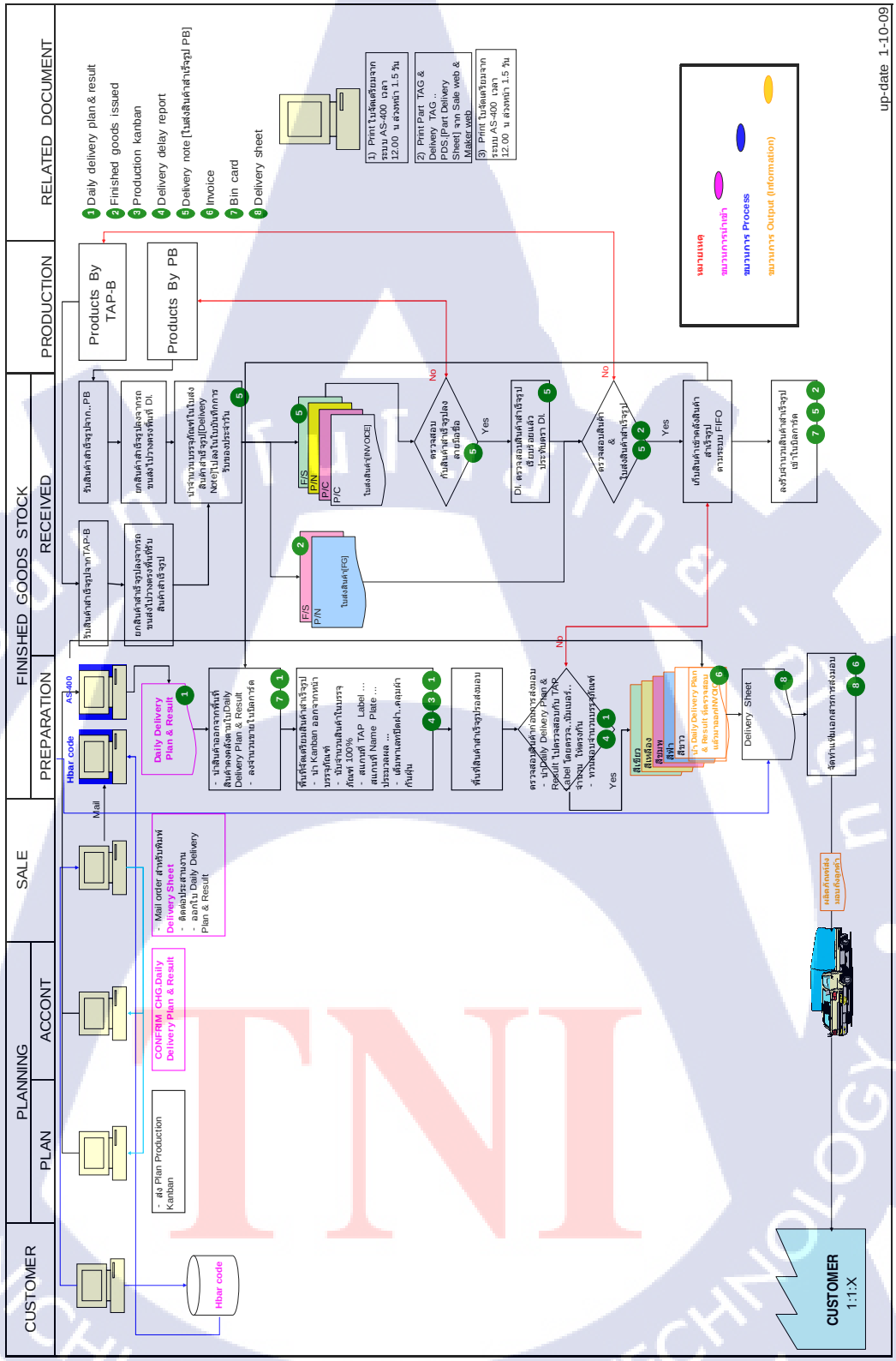
Diesel	มูลค่ารถ+ตู้+ดอกเบี้ย (อายุการใช้งานไม่เกิน 4 ปีวันทำงาน 220 วัน)			650,000	2,400,000
Q	จำนวนพนักงานขับ		1	รถปิคอัพ	รถ 6 ล้อ 7 เมตร
R	ระยะทาง(กม.)		58		
S	วันที่ใช้ทำงาน		1		
A	ต้นทุนคงที่	เงินเดือน (บาท/วัน)		180	180
B		ค่าเบี้ยเลี้ยง (บาท/วัน)		120	120
C		ค่าเสื่อม (บาท/วัน)		739	2,727
D		ค่าประกันภัย (สินค้า + ตัวรถ) + พรบ.(บาท/วัน)		45	94
E		ค่าบริหารจัดการ(บาท/วัน)		67	67
T		ค่าGPS (20,000/(220*4))+((800*12)/220)		66	66
F		ค่าจูงใจพนักงานขับรถ (OT)			
		ค่าจ้างพนักงานขนสินค้า (ต่อ1รอบ)			400
G	รวมต้นทุนคงที่(บาท) (A+B+C+D+E+F)			1,217	3,654
H	ต้นทุนผันแปร	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน		10.0	5.00
I		ค่าเชื้อเพลิง (บาท/กม.) ((R/H)*U)		173	346
J		ค่าสารหล่อลื่น (บาท/กม.)		0.7	1.4
		(J*R)		41	81
K		ค่าซ่อมบำรุง (บาท/กม.)		0.23	0.46
		(K*R)		13	27
L		ค่ายาง (บาท/กม.)		0.18	0.78
		(L*R)		10	45
M	รวมต้นทุนผันแปร (บาท) (I+J+K+L)			247	504
N	รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท) (G+M)			1,464	4,158
O	กำไร (N*V)			220	624
P	ค่าขนส่ง (N+O)			1,684	4,782
		กำหนดค่าขนส่งของ Logistics Center		1,680	4,780

กรอกข้อมูล

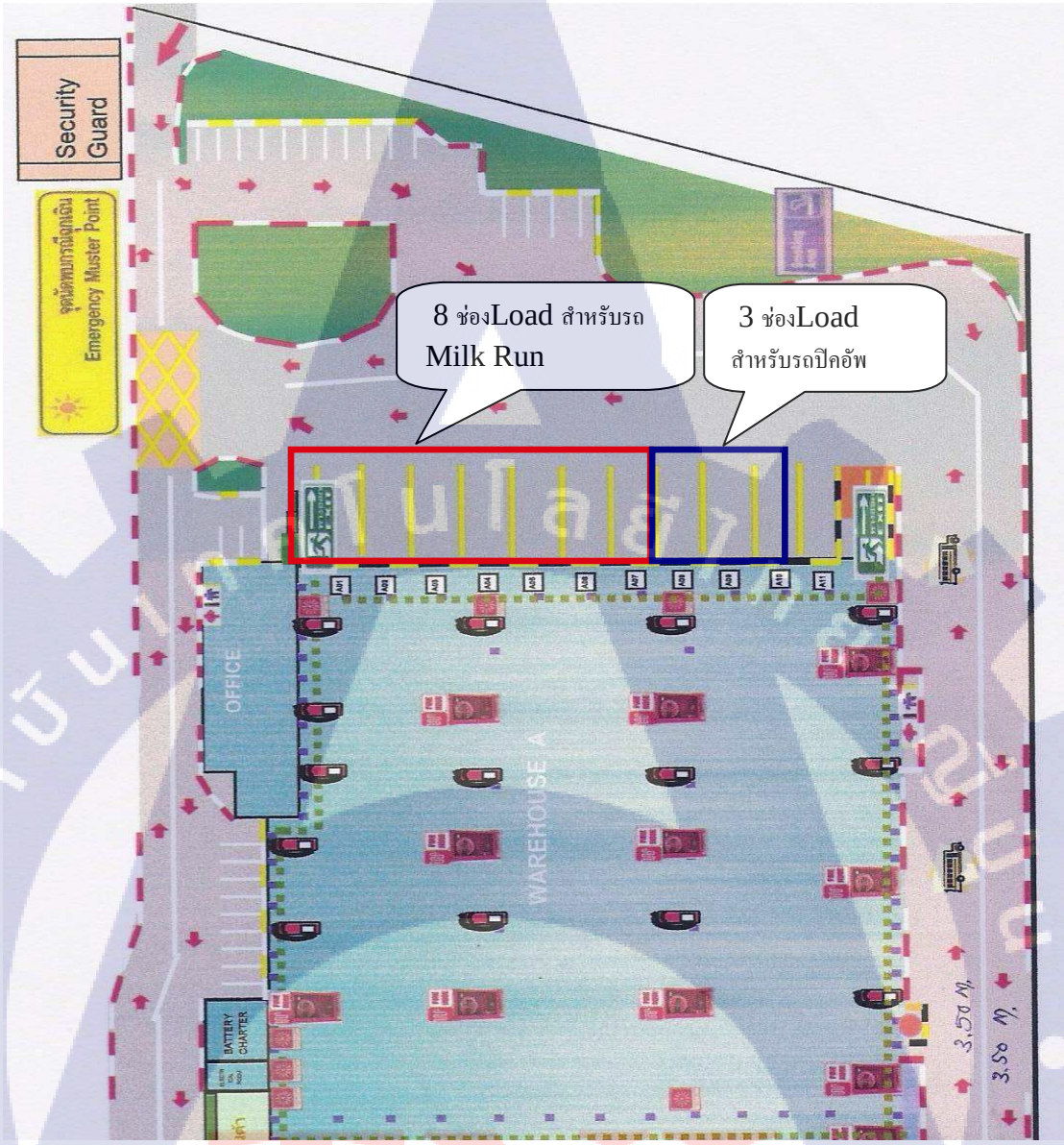
ศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของแผนกจัดส่งสินค้าสำเร็จรูป โรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนการเตรียมการส่งมอบของแผนกจัดส่ง

ในกระบวนการจัดเตรียมสินค้าเพื่อรอการส่งมอบ แผนกคลังสินค้าจะรับใบจัดเตรียมสินค้าหรือเรียกว่า ใบ Daily Delivery Check Sheet เพื่อทำการดึงสินค้าออกจากชั้นเก็บ แล้วนำสินค้าที่ดึงลงมาทำการจัดเตรียมบนพาเลทขนาด 110 x 110 ซม. ตามมาตรฐานการจัดเรียงที่กำหนด โดยต้องแบ่งสินค้าแยกพาเลทตามรายชื่อลูกค้าแต่ละราย เพื่อป้องกันความสับสน เมื่อจัดเตรียมเรียบร้อยแล้ว จึงพิมพ์ใบ Invoice นำใส่แฟ้มจัดเป็นชุดลูกค้า เพื่อรอ 3PL เข้ามารับงานต่อไป



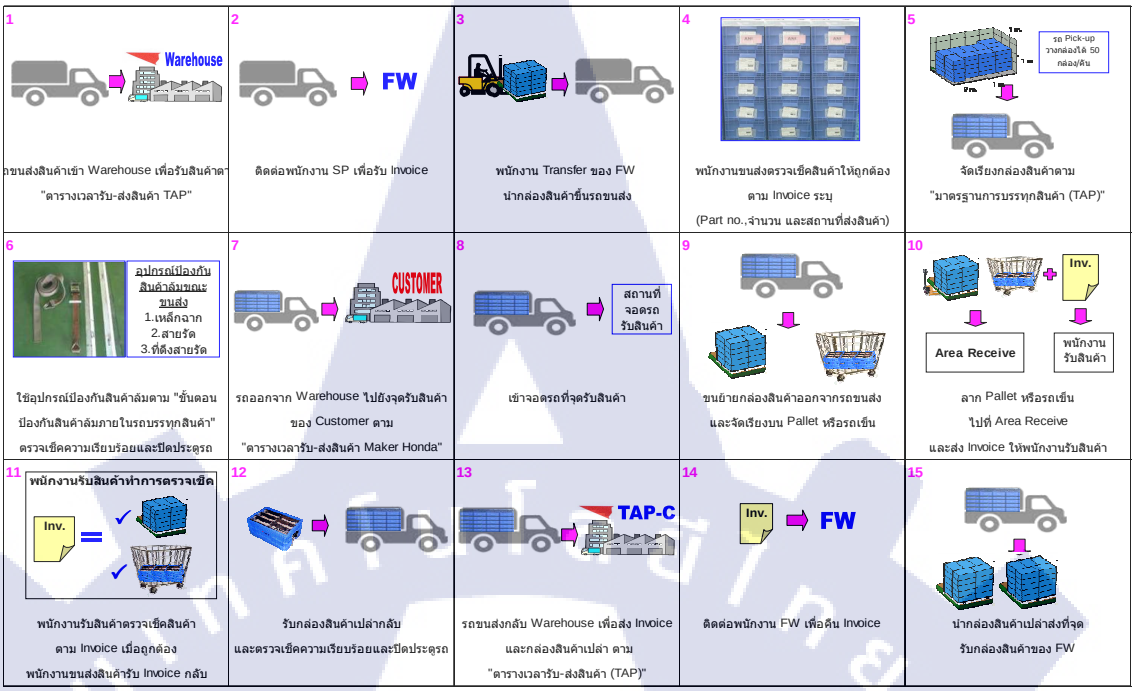
รูปที่ 6 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมการส่งมอบ



รูปที่ 7 แผนผังพื้นที่คลังสินค้าสำเร็จรูป

<u>พื้นที่คลังสินค้าในการเตรียมการส่งมอบ</u>

จากรูปที่ 7 แสดงถึง พื้นที่คลังสินค้าของบริษัท จะมีช่องจอดเพื่อการโหลดสินค้าขึ้นตู้จำกัด เพียง 3 ช่องเท่านั้น ในช่วงเวลา 07:00 น. เนื่องจากช่องโหลดอื่นๆ จะมีไว้สำหรับงาน Milk-Run ของลูกค้ารายอื่นที่เข้ามารับสินค้าเอง ถึง 8 ช่องโหลด จากจำนวนช่องโหลดทั้งสิ้น 11 ช่องโหลด ทำให้การจราจรในช่วงเช้าของทุกๆ วันจึงมีรถปิคอัพเข้ามารอรับสินค้าเป็นจำนวนมาก



รูปที่ 8 แผนภาพแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานของ 3PL

<u>ขั้นตอนการสั่งงานระหว่างแผนกคลังสินค้ากับผู้รับจ้างขนส่ง (3PL)</u>

ขั้นตอนการเข้ารับสินค้าของ 3PL

1. 3PL นำรถปิคอัพเข้าจอดตามจุดรอโหลดตามที่กำหนด
2. พนักงานขับรถต้องส่งเอกสารใบบันทึกเที่ยวการขนส่งและใบจัดเที่ยวการขนส่งแก่พนักงาน Finished Goods Stock Warehouse (FW)
3. พนักงาน FW ใช้รถโฟล์คลิฟท์ ตักสินค้าไว้ที่ท้ายตู้สินค้า
4. พนักงานขับรถตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารกับสินค้า ตาม Invoice
5. หลังจากพนักงานขับรถตรวจสอบและเซ็นรับสินค้าเป็นที่เรียบร้อยแล้ว พนักงาน FW ทำการเซ็นเอกสารตรวจปล่อย โดยให้พนักงานขับรถนำสินค้าเข้าตู้
6. พนักงานขับรถทำการ Load และ Pack สินค้าภายในตู้สินค้าตามมาตรฐาน
7. พนักงานขับรถนำสินค้าไปส่งมอบให้ลูกค้าตามที่กำหนดใน Invoice
8. เมื่อถึงสถานที่ส่งสินค้า พนักงานขับรถจะนำรถเข้าช่องจอดตามที่ลูกค้ากำหนด
9. พนักงานขับรถทำการยกสินค้าออกจากตู้มาวางเรียงบนพาเลท หรือรถเข็นของลูกค้าเพื่อรอการตรวจสอบ
10. พนักงานขับรถนำพาเลทสินค้า/รถเข็นสินค้าไปที่จุด Receiving และยื่น Invoice ให้ลูกค้าเพื่อรับการตรวจสอบ

11. พนักงานลูกค้าตรวจรับสินค้าและเซ็น Invoice ให้พนักงานขับรถนำกลับส่งบริษัทกรณีศึกษา

12. พนักงานขับรถเข้าไปนำบรรจุภัณฑ์เปล่ากลับคืนเพื่อส่งคืนบริษัทกรณีศึกษา

13. พนักงานขับรถขับรถกลับมาที่คลังสินค้าเพื่อส่งบรรจุภัณฑ์เปล่าและ Invoice

14. พนักงานขับรถติดต่อพนักงาน FW เพื่อคืน Invoice

15. พนักงานขับรถนำบรรจุภัณฑ์เปล่าส่งคืนที่คลังสินค้า

โดยกระบวนการส่งมอบที่คลังสินค้าจะใช้เวลาครั้งละ 30 นาที เวลาการเดินทางระหว่างคลังสินค้าไปที่นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี จะใช้เวลาประมาณ 30 นาที โดยการส่งมอบในสถานที่ส่งมอบให้ลูกค้าจะใช้เวลาประมาณ 30 นาที และการเดินทางกลับมาส่งบรรจุภัณฑ์เปล่าจะใช้เวลา 30 นาที การส่ง Invoice และการคืนบรรจุภัณฑ์เปล่าจะใช้เวลา 30 นาที ดังนั้น ในการขนส่งต่อ 1 รอบจะใช้เวลาการปฏิบัติงานทั้งสิ้น 2 ชั่วโมง 30 นาที

ศึกษาเงื่อนไขการส่งมอบระหว่างบริษัทกับลูกค้า

การกำหนดความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละราย ในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร มีความต้องการในการรับสินค้าเป็นช่วงเวลาที่แตกต่างกัน สามารถรวบรวมข้อมูลตามความต้องการดังตารางที่ 4 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงวันและเวลาในการรับสินค้าของลูกค้า

	Customer	Time	Delivery
1	SONY TECHNOLOGY	8:00-17:00	MON - FRI
2	SIAM KYOSAN DENSO CO.,LTD	8:00-12:00	MON, WED, FRI
3	DAIKYO CORPORATION (THAILAND)	8:00-16:00	MON - SAT
4	SIAM KUBOTA TRACTOR CO.,LTD.	9:50-10:10	MON - FRI
5	UCHIMURA (THAILAND) CO.,LTD.	9:00-12:00	MON - FRI
6	TOYOTA BOSHOKU ASIA	8:00-17:00	MON - FRI
7	AGC Automotive (Thailand)	8:00-17:00	MON - FRI
8	BANGKOK KOMATSU CO.,LTD.	9:00-11:00	MON - FRI
9	DAIWA ASIA CO.,LTD.	8:00-17:00	MON - FRI
10	DENSO (THAILAND) CO.,LTD	9:00น.	MON, WED , FRI
11	HONDA LOCK THAI CO.,LTD.	8:00-17:00	MON - FRI
12	TOYOTA TSUSHO(THAILAND)CO.,LTD	8:00-17:00	MON - FRI
13	VALEO SIAM THERMAL SYSTEMS CO.	8:00-17:00	MON - FRI
14	FUKUI KASEI (THAILAND)CO.,LTD.	8:00-16:00	MON - SAT
15	HINO MOTOR (THAILAND)CO.,LTD.	9:30,20:50	MON - FRI

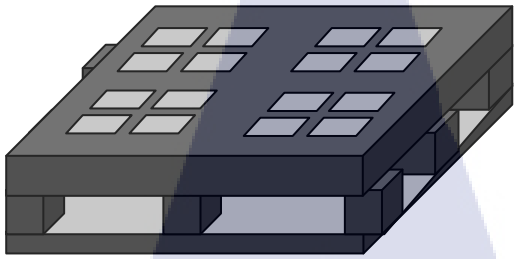
จากข้อมูลดังกล่าวสามารถจัดกลุ่มความต้องการของลูกค้าได้ดังนี้

- ความต้องการสินค้าของลูกค้า 2 ราย ต้องการสินค้าทุกวันทำงาน จันทร์-เสาร์
- ลูกค้า 11 รายต้องการสินค้าทุกวัน จันทร์-ศุกร์และ
- ลูกค้า 2 ราย ต้องการสินค้า วันจันทร์ พุธ ศุกร์ รวม 15 ราย
- เวลาที่ลูกค้าต้องการเข้าส่งงานตั้งแต่เวลา 8:00-17:00 น. มี 7 ราย
- เวลาที่ลูกค้าต้องการเข้าส่งงานตั้งแต่เวลา 8:00-16:00 น. มี 2 ราย
- เวลาที่ลูกค้าต้องการเข้าส่งงานตั้งแต่เวลา 8:00-12:00 น. มี 3 ราย
- เวลาที่ลูกค้าต้องการเข้าส่งงานแบบกำหนดเวลาเข้าส่งแบบจำกัดเวลา มี 3 ราย รวม 15 ราย

แต่มีลูกค้า 1 รายที่ต้องการให้มีการส่งมอบมากกว่าวันละ 1 ครั้ง โดยลูกค้า HINO มีความต้องการในการรับสินค้าหลังเวลา 17:00 น. แต่ในการศึกษานี้จะกำหนดกรอบเวลาทำงานเท่ากับ 7:00น.-18:00 น. เท่านั้น ดังนั้น ในรอบการส่งมอบที่ 20:50 น. ผู้ศึกษาจึงไม่นำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณ

ดังนั้น การจัดการความต้องการที่เหมาะสมเพื่อการจัดการรถขนส่งนั้น ผู้ศึกษาจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของปริมาณการขนส่งของลูกค้าแต่ละราย ควบคู่ไปกับการเก็บข้อมูลความผันแปรของปริมาณการสั่งสินค้า ตามสภาพความเป็นจริง เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณการบรรทุกและเวลาการส่งมอบที่สอดคล้องกัน

เมื่อผู้ศึกษาได้ทราบความต้องการของลูกค้าแล้ว ผู้ศึกษาได้กำหนดมาตรฐานการบรรทุกสินค้าบนพาเลท เพื่อกำหนดเป็นค่ามาตรฐานในการคำนวณพื้นที่การเตรียมการส่งมอบได้ดังรูปที่ 9 โดยพาเลทขนาด 110x110 ซ.ม. จะบรรทุกตะกร้า CREAM ได้ 30 ตะกร้าต่อพาเลท บรรทุกตะกร้า TP-363 ได้ 20 ตะกร้า และบรรทุกตะกร้า TP-362 ได้ 32 ตะกร้า



110*110 CM

มาตรฐานวางฐาน
Cream = 6
TP-362 = 4
TP-363 = 4
มาตรฐาน/พาเลท
Cream = 30
TP-363 = 20
TP-362 = 32

มาตรฐานการวางพาเลทบนรถแต่ละชนิด
รถปิคอัพวางได้ 1 พาเลท
รถ 6 ล้อ 7 เมตรวางได้ 12 พาเลท/ตู้

รูปที่ 9 มาตรฐานการจัดวางสินค้าเพื่อเตรียมการส่งมอบ

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ในฐานข้อมูลมี 3 ชนิด คือ TP-362 TP-363 และ ตะกร้าครีม ดังรูปที่ 10

รูปที่ 10 บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด

การวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของค่าใช้จ่ายจากการขนส่ง

จากการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการขนส่งของลูกค้าในเขตนิคมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกรกฎาคม 2555 ได้บันทึกข้อมูลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าขนส่งตั้งแต่เดือน เมษายน-กรกฎาคม 2555

เที่ยว/เดือน	**245**	**309**	**307**	**277**
Route	Apr-12	May-12	Jun-12	Jul-12
SONY TECHNOLOGY	28,560	35,280	35,280	31,920
SIAM KYOSAN DENSO	16,800	21,840	21,840	20,160
DAIKYO CORPORATION	31,920	43,680	42,000	36,960
SIAM KUBOTA TRACTOR	28,560	35,280	35,280	31,920
UCHIMURA (THAILAND).	28,560	35,280	35,280	31,920
TOYOTA BOSHOKU ASIA	28,560	35,280	35,280	31,920
AGC Automotive (Thailand)	28,560	35,280	35,280	31,920
BANGKOK KOMATSU	28,560	35,280	35,280	31,920
DAIWA ASIA	28,560	35,280	35,280	31,920
DENSO (THAILAND)	16,800	21,840	21,840	20,160
HONDA LOCK THAI	28,560	35,280	35,280	31,920
TOYOTA TSUSHO	28,560	35,280	35,280	31,920
VALEO SIAM THERMAL	28,560	35,280	35,280	31,920
FUKUI KASEI (THAILAND)	31,920	43,680	42,000	36,960
HINO MOTER (THAILAND)	28,560	35,280	35,280	31,920
รวมค่าขนส่งต่อเดือน (บาท)	411,600	519,120	515,760	465,360

หมายเหตุ : ค่าขนส่งของเส้นทางดังกล่าวเท่ากับ 1,680 บาท/เที่ยว

และการเก็บข้อมูลจำนวนเที่ยวการส่งมอบตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนกรกฎาคม 2555 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนเที่ยวการส่งมอบตั้งแต่เดือน เมษายน-กรกฎาคม 2555

Route	Apr-12	May-12	Jun-12	Jul-12
SONY TECHNOLOGY	17	21	21	19
SIAM KYOSAN DENSO	10	13	13	12
DAIKYO CORPORATION	19	26	25	22
SIAM KUBOTA TRACTOR	17	21	21	19
UCHIMURA (THAILAND).	17	21	21	19
TOYOTA BOSHOKU ASIA	17	21	21	19
AGC Automotive (Thailand)	17	21	21	19
BANGKOK KOMATSU	17	21	21	19
DAIWA ASIA	17	21	21	19
DENSO (THAILAND)	10	13	13	12
HONDA LOCK THAI	17	21	21	19
TOYOTA TSUSHO	17	21	21	19
VALEO SIAM THERMAL	17	21	21	19
FUKUI KASEI (THAILAND)	19	26	25	22
HINO MOTER (THAILAND)	17	21	21	19
รวมเที่ยวการขนส่งต่อเดือน	245	309	307	277

จากการเก็บข้อมูลพบว่า ปริมาณความต้องการสินค้าในแต่ละวันของลูกค้าแต่ละราย จะมีปริมาณความต้องการไม่เกินจำนวน 1 พาเลท ต่อครั้ง ต่อลูกค้า 1 ราย โดยพิจารณาจากจำนวนวันทำงานกับจำนวนครั้งในการส่งมอบ

ตั้งสมมติฐานสาเหตุที่เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง

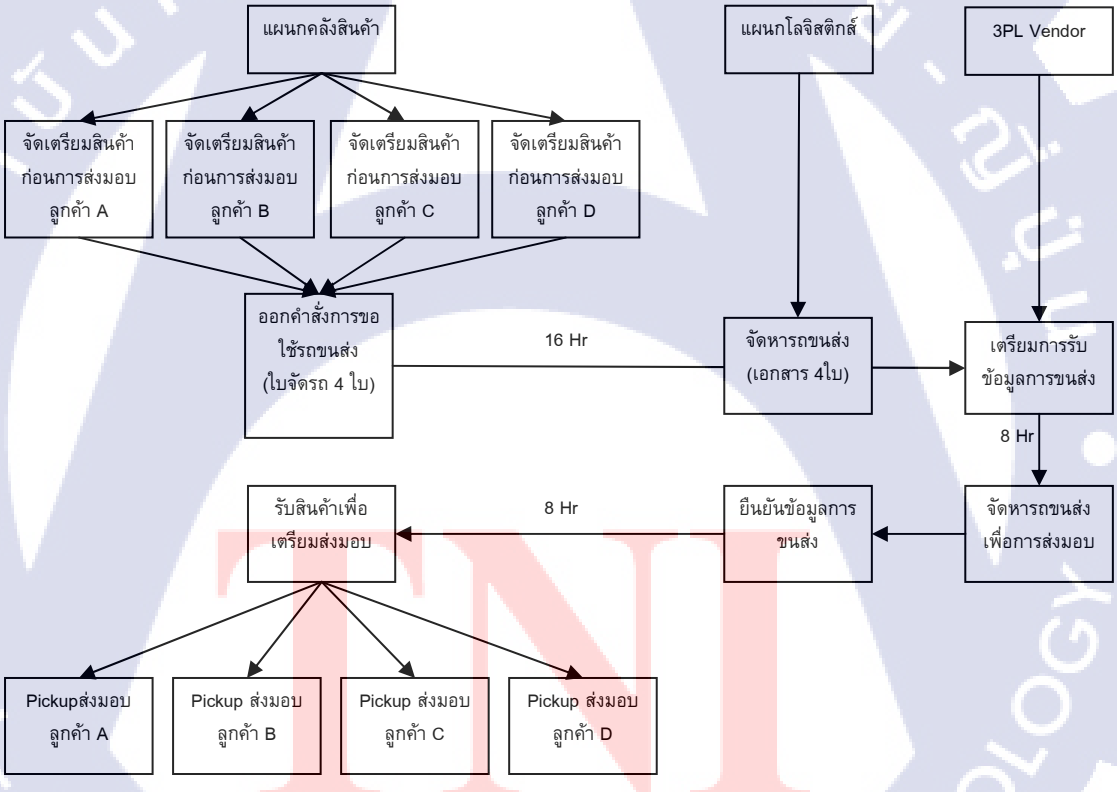
ปัจจัยที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง คือ การที่ผู้ใช้งานไม่มีการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการขนส่ง โดยวิธีการปฏิบัติแบบเดิมๆ และไม่มีการชี้วัดความเหมาะสมของค่าขนส่งต่อหน่วยของสินค้า ดังมีรูปแบบจำลองข้อมูลปริมาณการบรรทุกของรถทั้ง 2 ชนิด ดังตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงค่าขนส่งต่อพาเลทของการขนส่งในรถบรรทุกแต่ละชนิด

ปริมาณการบรรทุก	Packing/Trips	Cost/Trips	Cost(Baht)/Pallet
Pickup	1 พาเลท	1,680	1,680
Truck	12 พาเลท	4,780	398

จากการขนส่งรูปแบบเดิม โดยการใช้รถปิคอัพในการขนส่ง โดยที่กำหนดจากปริมาณการบรรทุกสินค้าของรถปิคอัพต่อลูกค้าหนึ่งรายเพียงอย่างเดียว ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งมีปริมาณสูงเมื่อเทียบจากข้อมูลสมมติฐานในการใช้งานรถบรรทุก 6 ล้อขนาด 7.2 เมตรที่มีค่าขนส่งต่อพาเลทอยู่ที่ 398 บาท ในขณะที่ค่าขนส่งต่อชิ้นงานของรถปิดอัพเท่ากับ 1,680 บาท

ขั้นตอนในการเรียกใช้รถขนส่งก็มีผลในการทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้นโดย ขั้นตอนในการเรียกใช้รถขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 11 แผนภาพขั้นตอนการเรียกใช้งานรถขนส่งสินค้า

ดังนั้นการที่ผู้ใช้รถขนส่งไม่ได้ให้ความสำคัญ ในเรื่องความสูญเปล่าของค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากการใช้รถปิคอัพในการขนส่ง เนื่องจากความรับผิดชอบในการค้าระหว่างบริษัทกรณีศึกษากับลูกค้าเป็นการซื้อขายในข้อตกลงแบบ CIF (ความรับผิดชอบเป็นของผู้ขายทั้งหมดจนถึงลูกค้า) และจากลักษณะงานที่ต้องมีการจัดเตรียมสินค้าไว้บนพาเลทเพื่อรอการตรวจสอบและมีการแยกพื้นที่การส่งมอบเป็นรายลูกค้า เพื่อป้องกันความสับสนในการเข้ามารับงานของ Vendor เมื่อมีการเข้ามาตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณงานก่อนการขนส่ง กระบวนการรวบรวมข้อมูล เพื่อการจัดการรถขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ จึงขาดช่วงไป ณ ขั้นตอนการจัดเตรียมงานส่งมอบ โดยที่เอกสารที่ใช้ในการจัดรถก็จะแยกขาดกันอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 11 แผนภาพตัวอย่างการสั่งงานและขั้นตอนการเรียกใช้งานรถขนส่งสินค้า จะเห็นได้ว่ามีการใช้เอสารใบแจ้งเที่ยวการขนส่งทั้งสิ้น 4 ใบ ในการเรียกใช้รถขนส่งเพื่อไปส่งลูกค้า 4 ราย

เก็บข้อมูลและศึกษากระบวนการจัดเส้นทางขนส่ง

ในการเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูล ทั้งข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อศึกษาถึงสภาวะปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาโดยแหล่งข้อมูลครั้งนี้ได้มาจาก 2 แหล่งคือ

1. ข้อมูลปฐมภูมิ ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการบริหารงาน

1.1 การเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบการปฏิบัติงานของบริษัททุกขั้นตอน ตั้งแต่การสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าจนกระทั่งส่งสินค้าถึงลูกค้า ดังนี้

- ประเภทและลักษณะของสินค้า
- ขั้นตอนและกระบวนการรับคำสั่งซื้อ
- ขั้นตอนกระบวนการจัดส่งสินค้า
- ข้อมูลของการเตรียมการส่งมอบ ที่ใช้เป็นข้อมูลตลอดสี่เดือนของการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ในช่วงเวลา 21 เมษายน 2555 ถึง 20 กรกฎาคม 2555

1.2 วิธีการสังเกตการณ์ เป็นการเข้าไปสังเกตการณ์ทำงานของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการและบริหารคลังสินค้า

2. ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลที่ช่วยในการสนับสนุนงานวิจัยอีกทางหนึ่งนอกเหนือจากข้อมูลปฐมภูมิ การศึกษานี้ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งทุติยภูมิ ดังนี้

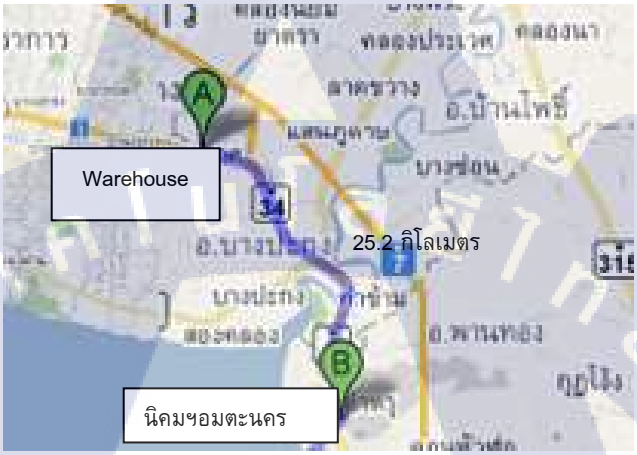
2.1 หนังสือ บทความ งานวิจัย และวารสารเชิงวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการโลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน ในส่วนของการขนส่งและกระจายสินค้า

2.2 คู่มือการปฏิบัติงานและเอกสาร วิธีการที่ใช้ในการดำเนินการเตรียมการส่งมอบของแผนกคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา

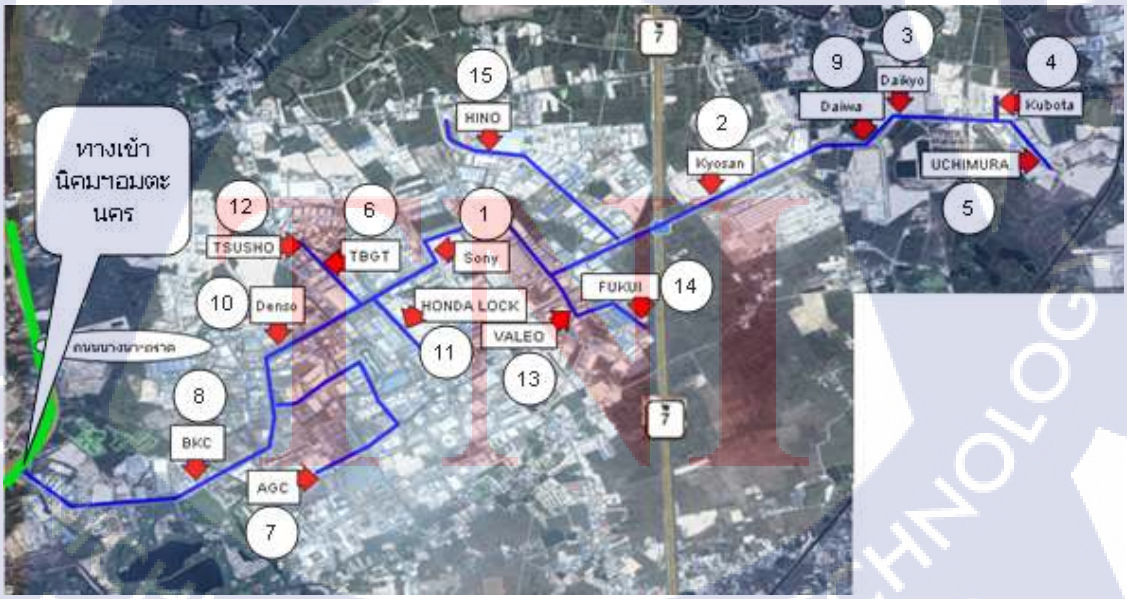
2.3 ข้อมูลการส่งมอบที่เกิดขึ้นจริงย้อนหลัง ตามขอบเขตของงานศึกษานี้

การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า

จากการเก็บข้อมูลระยะทางการขนส่ งจากจุดเริ่มต้นที่คลังสินค้าจนถึงหน้านิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ซึ่งมีระยะทาง 25.2 กิโลเมตร ดังรูปที่ 12 และผู้ศึกษาได้ทำการบันทึกระยะทางเพิ่มเติมของเส้นทางระหว่างจุดของลูกค้าแต่ละรายในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ได้ดังรูปที่ 12 และตารางที่ 8



รูปที่ 12 เส้นทางระหว่างคลังสินค้ากับนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร



รูปที่ 13 สถานที่ตั้งโรงงานลูกค้า 15 รายภายในนิคมอมตะนคร

ตารางที่ 8 แสดงระยะทางระหว่างจุดของโรงงานลูกค้าแต่ละรายในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร

ระยะทาง(กิโลเมตร)		1 Warehouse Km.36	2 SONY	3 KYOSAN	4 DAIKYO	5 KUBOTA	6 UCHIMURA	7 TBGT	8 AGC	9 KOMATSU	10 DAIWA	11 DENSO	12 HONDA LOCK	13 TSUSHO	14 VALEO	15 FUKUI	16 HINO
1	Warehouse Km.36	0.0	29.8	32.7	34.7	35.8	36.2	29.6	27.6	26.8	34.3	28.4	29.5	30.2	31.8	32.4	33.5
2	SONY		0.0	2.8	4.8	5.8	6.2	1.3	3.8	3.1	4.3	1.5	1.0	1.6	1.8	2.4	3.5
3	KYOSAN			0.0	2.0	3.0	3.1	4.1	6.6	6.0	1.5	5.0	3.8	4.4	1.8	1.4	2.2
4	DAIKYO				0.0	0.3	1.1	6.1	8.6	7.9	0.5	6.3	5.8	6.4	3.8	4.4	4.8
5	KUBOTA					0.0	0.7	5.7	8.3	7.6	1.5	5.9	5.5	6.0	4.8	5.4	5.6
6	UCHIMURA						0.0	7.2	9.7	9.0	1.6	7.4	6.9	7.5	4.9	5.5	5.3
7	TBGT							0.0	3.5	0.8	5.6	1.3	0.8	0.3	3.1	3.7	4.8
8	AGC								0.0	2.7	9.1	2.3	3.4	3.9	5.7	6.2	7.3
9	KOMATSU									0.0	7.4	1.6	2.7	3.2	5.0	5.6	6.7
10	DAIWA										0.0	5.8	5.3	5.8	3.3	3.9	3.7
11	DENSO											0.0	1.0	1.6	3.3	3.9	5.0
12	HONDA LOCK												0.0	1.1	3.4	4.0	5.1
13	TSUSHO													0.0	3.4	4.0	5.1
14	VALEO														0.0	0.6	2.5
15	FUKUI															0.0	3.1
16	HINO																0.0

จากตารางที่ 8 พบว่า ระยะทางระหว่างจุดโรงงานลูกค้า ที่ไกลที่สุดในนิคมอุตสาหกรรม คือ 9.7 กิโลเมตร คือ ระหว่าง AGC และ UCHIMURA และด้วยอัตราความเร็วเฉลี่ยในนิคมอุตสาหกรรม ที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำให้สามารถคำนวณเวลาในการเดินทางที่นานที่สุด คือ (9.7/30)*60 = 19.4 นาที

ดังนั้น การกำหนดระยะเวลาเดินทางที่เหมาะสม คือ 20 นาทีต่อการเดินทาง 1 จุดลูกค้าในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร

การกำหนดการจัดการเงื่อนไขการส่งมอบของลูกค้า

ผู้ศึกษาได้ทำการทดลองออกแบบ วิธีการจัดทำรูปแบบจำลองการขนส่งที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการค้นหาคำตอบ 3 วิธี ได้แก่

1. วิธีการจัดตารางแบบดั้งเดิม โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน
2. วิธี Saving Matrix
3. ปัญหา Traveling Salesman Problem โดยใช้เงื่อนไข Vehicle Routing Problem (VRP)

<u>1. วิธีการจัดตารางแบบดั้งเดิม โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน</u>

จากการสังเกตวิธีการปฏิบัติงานของผู้ทำหน้าที่จัดตารางเดินรถ ผู้ศึกษา พบว่า ผู้ปฏิบัติงานเลือกใช้วิธีการที่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนรถขนส่งให้น้อยที่สุด โดยจากการบันทึกข้อมูล ตั้งแต่เดือน เมษายนถึงเดือนกรกฎาคม 2555 พบว่า ผู้ปฏิบัติงาน ใช้การคำนวณปริมาณ

รถปิคอัพ ตามจำนวนวันทำงานของลูกค้าทั้ง 15 รายใน นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ทำให้ค่าเฉลี่ยในการใช้รถขนส่งแต่ละเดือนจะมีวิธีการคิดดังนี้

(วันทำงานของลูกค้าแต่ละราย x จำนวนรถที่ใช้) x ค่าขนส่ง (เที่ยว) = ค่าขนส่งประเมินต่อเดือน

ตัวอย่างการคำนวณ ปริมาณเที่ยวการขนส่งและค่าใช้จ่ายในการขนส่งประจำเดือนเมษายน 2555

((17+10+19+17+17+17+17+17+17+10+17+17+17+19+17) x 1) x 1,680 = 411,600 บาท

โดยวิธีการดังกล่าว จะเป็นการตอบสนองความต้องการรับสินค้าของลูกค้าในแต่ละรายได้รับการบริการตรงตามความต้องการ 100% โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดการส่งมอบได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ก่อให้เกิดปัญหาขึ้น คือ ปริมาณรถขนส่งในช่วงเวลา 07:00 น. ที่รถขนส่งจะต้องเข้ามารับสินค้านั้น ทำให้คลังสินค้ามีปริมาณรถมาก จากการจับเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานขับรถแล้ว พบว่า จำนวนครั้งที่รถปิคอัพ 1 คัน สามารถเข้ามารับและออกจากจุดโหลดที่คลังสินค้า จะใช้เวลาเฉลี่ยรวมทั้งสิ้น 30 นาที ต่อคัน ดังนั้น เมื่อมีลูกค้าที่อยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนครถึง 15 ราย และมีข้อจำกัด ด้านพื้นที่การโหลด ซึ่งมีช่องทางโหลด เพียง 3 ช่องโหลด เท่านั้น จึงทำให้ปริมาณรถที่เข้ารับงานในแต่ละช่องโหลด จะมีคิว 5 คิว หรือมีเวลาล่าช้า เท่ากับ (30x4) = 120 นาที หรือเท่ากับเวลาล่าช้า 2 ชั่วโมง ดังนั้น รถปิคอัพที่เข้ามารับสินค้าช้าที่สุดคือเวลา 09:00น. เวลาต่อ 1 รอบการขนส่ง จะเท่ากับ 4 ชั่วโมง ดังนั้น รถปิคอัพ 1 คัน จะสามารถเข้ามารับสินค้าเพื่อไปส่ง ให้ทันเวลารับสินค้าของโรงงานลูกค้า ก่อน 17:00 น. ได้มากที่สุดวันละ 2 รอบ คือ รอบเช้า 07:00 น.และรอบบ่าย 13:00 น. โดยการปรับเวลาการขนส่งดังกล่าว สามารถรองรับการจราจรหนาแน่นภายใน Warehouse ได้ แต่ยังไม่สามารถลดค่าขนส่งได้

2. วิธี Saving Matrix

Saving Matrix เป็นการแทนค่าการประหยัดที่เกิดจากการรวมลูกค้าสองราย ในรถบรรทุกคันเดียว การประหยัดอาจสามารถให้อยู่ในรูปแบบของระยะทาง การเดินทาง A ถูกบ่งชี้ดังลำดับของสถานีที่ๆ พาหนะจะต้องจอดส่งสินค้า เส้นทาง DC ---Cust X --- DC คือ เริ่มจาก ศูนย์กระจายสินค้า การประหยัด S (X, Y) คือ ระยะทางที่ประหยัดได้ถ้าเส้นทาง DC----Cust X----DC----Cust Y ถ้าศูนย์กระจายสินค้าถูกรวมเข้าไปในการเดินทางครั้งเดียวจะได้ DC----Cust X ----Cust Y ----DC และการประหยัดนี้สามารถคำนวณได้โดยสูตรต่อไปนี้

$$S(X,Y) = Dist.(DC,X) + Dist.(DC,Y) - (Dist.(X,Y))$$

ผู้ศึกษานำข้อมูลระยะทางตามตารางที่ 8 และใช้สูตรการหาค่า Saving คำนวณค่า Saving ได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่า Saving Matrix

	Saving Matrix	0 Warehouse Km.36	1 SONY	2 KYOSAN	3 DAIKYO	4 KUBOTA	5 UCHIMURA	6 TBGT	7 AGC	8 KOMATSU	9 DAIWA	10 DENSO	11 HONDA LOCK	12 TSUSHO	13 VALEO	14 FUKUI	15 HINO
1	SONY		0.0	59.7	59.7	59.8	59.8	58.1	53.6	53.4	59.8	56.7	58.2	58.4	59.8	59.8	59.8
2	KYOSAN			0.0	65.4	65.5	65.8	58.2	53.7	53.5	65.5	56.2	58.3	58.5	62.7	63.7	64.1
3	DAIKYO				0.0	70.2	69.8	58.2	53.7	53.5	68.5	56.8	58.3	58.5	62.7	62.7	63.4
4	KUBOTA					0.0	71.3	59.7	55.1	55.0	68.6	58.3	59.8	60.0	62.8	62.8	63.7
5	UCHIMURA						0.0	58.6	54.1	53.9	68.9	57.2	58.7	58.9	63.1	63.1	64.4
6	TBGT							0.0	53.7	55.5	58.3	56.7	58.2	59.4	58.3	58.3	58.3
7	AGC								0.0	51.7	52.8	53.7	53.7	53.9	53.8	53.8	53.8
8	KOMATSU									0.0	53.6	53.5	53.5	53.7	53.6	53.6	53.6
9	DAIWA										0.0	56.9	58.5	58.7	62.8	62.8	64.1
10	DENSO											0.0	56.8	57.0	56.9	56.9	56.9
11	HONDA LOCK												0.0	58.5	57.9	57.9	57.9
12	TSUSHO													0.0	58.6	58.6	58.6
13	VALEO														0.0	63.7	62.8
14	FUKUI															0.0	62.8
15	HINO																0.0

หลังจากนั้นทำการกำหนดเส้นทางการเดินรถ โดยพิจารณาเริ่มจากค่าที่มากที่สุดในตาราง Saving แล้วจัดทำตารางคู่อันดับ (x, y) เพื่อให้เข้าใจได้โดยง่าย ผู้ศึกษาใช้วิธีการแทนค่าจากชื่อบริษัทลูกค้าเป็นหมายเลข 1-15 และเมื่อทำการจัดอันดับข้อมูลจากค่า Saving จากมากที่สุดถึงน้อยที่สุด ดังในตารางที่ 10 ซึ่งมีค่า Saving ที่มากที่สุด (4, 5) = 71.3 ไปจนถึง ค่า Saving ที่น้อยที่สุด (7, 8) = 51.7 ด้วยการลำดับข้อมูลในตาราง ในโปรแกรม Microsoft Excel แล้วจึงทำการจัดเส้นทางเดินรถ โดยเรียงจากค่า Saving มากที่สุดไปหาค่า Saving น้อยที่สุด โดยกำหนดเงื่อนไขให้มีการเลือกการผ่านทุกจุดในเส้นทาง โดยไม่เลือกจุดที่ผ่านแล้วซ้ำ ดังในตารางที่ 11

ตารางที่ 10 การจัดเรียงค่า Saving จากตาราง Saving Matrix

แถวที่ 1

x	y	Saving
5	4	71.3
4	3	70.2
5	3	69.8
9	5	68.9
9	4	68.6
9	3	68.5
5	2	65.8
4	2	65.5
9	2	65.5
3	2	65.4
15	5	64.4
15	9	64.1
15	2	64.1
14	2	63.7
15	4	63.7
14	13	63.7
15	3	63.4
14	5	63.1
13	5	63.1
15	13	62.8
15	14	62.8
14	4	62.8
14	9	62.8
13	4	62.8
13	9	62.8
14	3	62.7

แถวที่ 2

x	y	Saving
13	2	62.7
13	3	62.7
12	4	60.0
15	1	59.8
14	1	59.8
13	1	59.8
9	1	59.8
5	1	59.8
4	1	59.8
11	4	59.8
3	1	59.7
2	1	59.7
6	4	59.7
12	6	59.4
12	5	58.9
12	9	58.7
11	5	58.7
15	12	58.6
14	12	58.6
13	12	58.6
6	5	58.6
12	2	58.5
12	3	58.5
12	11	58.5
11	9	58.5
12	1	58.4

แถวที่ 3

x	y	Saving
11	2	58.3
11	3	58.3
15	6	58.3
14	6	58.3
13	6	58.3
9	6	58.3
10	4	58.3
11	1	58.2
11	6	58.2
6	2	58.2
6	3	58.2
6	1	58.1
15	11	57.9
14	11	57.9
13	11	57.9
10	5	57.2
12	10	57.0
15	10	56.9
14	10	56.9
13	10	56.9
10	9	56.9
11	10	56.8
10	3	56.8
10	1	56.7
10	6	56.7
10	2	56.2

แถวที่ 4

x	y	Saving
8	6	55.5
7	4	55.1
8	4	55.0
7	5	54.1
8	5	53.9
12	7	53.9
14	7	53.8
13	7	53.8
15	7	53.8
12	8	53.7
11	7	53.7
7	2	53.7
7	3	53.7
7	6	53.7
10	7	53.7
15	8	53.6
14	8	53.6
13	8	53.6
9	8	53.6
7	1	53.6
11	8	53.5
10	8	53.5
8	2	53.5
8	3	53.5
8	1	53.4
9	7	52.8
8	7	51.7

แต่ในเงื่อนไขที่มีการขนส่งจากจุดเริ่มคือจุด Warehouse ดังนั้น ผู้ศึกษาต้องพิจารณาค่า Saving ที่สูงกว่าระหว่างจุด Warehouse ไปจุดที่ 4 หรือจุดที่ 5 ซึ่งผู้ศึกษาเลือกจุดที่ (0, 5) Warehouse → Uchimura (5) เป็นจุดเริ่มต้นเส้นทางเพราะมีค่าคนส่งคิดเป็นกิโลเมตรต่ำที่สุด (อ้างอิงตารางที่ 14) ขั้นตอนการจัดเส้นทางการขนส่งวิธี Saving Matrix หลังจากลำดับข้อมูล Saving แล้วจึงสรุปผลการจัดเส้นทางได้ดังนี้

ตารางที่ 11 ผลการจัดเส้นทางตามคู่อันดับ (x, y)

x	y	Saving	x,y
5	0	0.0	0,5
5	4	71.3	5,4
4	3	70.2	4,3
9	3	68.5	3,9
9	2	65.5	9,2
15	2	64.1	2,15
15	13	62.8	15,13
13	1	59.8	13,1
14	1	59.8	1,14
14	12	58.6	14,12
12	6	59.4	12,6
11	6	58.2	6,11
11	7	53.7	11,7
10	7	53.7	7,10
10	8	53.5	10,8
8	0	0.0	8,0

เมื่อจัดเส้นทางเดินรถแล้ว ผู้ศึกษาใช้การคิดค่าใช้จ่ายตามระยะทาง ตามตารางที่ 13 ได้ผลการคิดค่าใช้จ่ายเท่ากับ 4,981 บาท ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าใช้จ่ายคิดเป็นกิโลเมตรตามวิธี Saving Matrix

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
0	Warehouse Km.36	0					2,980										
1	SONY		0												151	199	
2	KYOSAN			0							123						180
3	DAIKYO				0	22					40						
4	KUBOTA					0	54										
5	UCHIMURA						0										
6	TBGT							0					66	25			
7	AGC								0			191	277				
8	KOMATSU									0		135					
9	DAIWA										0						
10	DENSO											0					
11	HONDA LOCK												0				
12	TSUSHO													0		328	
13	VALEO														0		208
14	FUKUI															0	
15	HINO																0

แต่เมื่อพบเงื่อนไขของปริมาณการบรรทุกที่ 12 พาเลท ผู้ศึกษาจึงต้องยกเลิกการจัดเส้นทางที่เกินปริมาณการบรรทุกออกไป คือลำดับที่ 7, 10 และ 8 ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงเส้นทางการขนส่งภายใต้ข้อจำกัดการบรรทุกสินค้า 12 แห่ง ด้วยวิธี Saving Matrix

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
0	Warehouse Km.36	0					2,980										
1	SONY		0												151	199	
2	KYOSAN			0							123						180
3	DAIKYO				0	22					40						
4	KUBOTA					0	54										
5	UCHIMURA						0										
6	TBGT							0					66	25			
7	AGC								0								
8	KOMATSU									0							
9	DAIWA										0						
10	DENSO											0					
11	HONDA LOCK												0				
12	TSUSHO													0		328	
13	VALEO														0		208
14	FUKUI															0	
15	HINO																0

โดยจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งเท่ากับ 4,378 บาท รวมกับการขนส่งแบบแยกคันรถโดยใช้รถปิคอัพ อีก 3 คัน คันละ 1,680 บาท เท่ากับมีค่าคนส่งรวม ตามเงื่อนไขการส่งมอบที่ถูกต้องเท่ากับ 9,418 บาทต่อวัน

เมื่อคิดตามวันทำงานเท่ากับ 19 วันทำงานซึ่งกำหนดให้ใช้วันทำงานที่มากที่สุดคือลูกค้า DaikyoและFukui จากข้อมูลตัวอย่างเดือนเมษายน จะมีค่าขนส่งทั้งสิ้น 9,418x19 = 178,972 บาทต่อเดือน

3. วิธี Traveling Salesman Problem โดยใช้เงื่อนไข Vehicle Routing Problem (VRP)

ผู้ศึกษากำหนดให้มีการคำนวณการคิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งตามระยะทางการขนส่ง ซึ่งสามารถกำหนดค่าขนส่งได้ตามตารางที่ 10 ดังนี้

กำหนดให้คิดค่าขนส่งโดยรถ 6 ล้อ ขนาด 7.2 เมตร ราคาเที่ยวละ 4,780 บาท (อ้างอิงตารางที่ 7) ระยะทางเฉลี่ยไปกลับเท่ากับ 58 กิโลเมตร คิดเป็นค่าขนส่ง 82.4 บาทต่อกิโลเมตร ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงค่าขนส่งคิดตามกิโลเมตรระหว่างคลังสินค้ากับนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1 Warehouse Km.36	2 SONY	3 KYOSAN	4 DAIKYO	5 KUBOTA	6 UCHIMURA	7 TBGT	8 AGC	9 KOMATSU	10 DAIWA	11 DENSO	12 HONDA LOCK	13 TSUSHO	14 VALEO	15 FUKUI	16 HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,859	2,948	2,980	2,437	2,276	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	458	105	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

หลังจากนั้นผู้ศึกษา ทำการเลือกเส้นทางการขนส่งโดยคำนึงถึงความสามารถในการบรรทุกสินค้าต่อ 1 รอบการขนส่ง เท่ากับ 12 พาเลท โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากจุดที่ (1) ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดซึ่งเริ่มต้นจากคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาโดยมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดไปยัง Komatsu (9) เท่ากับ 2,206 บาท ดังตารางที่ 22 ในภาคผนวก ก.

การหาจุดที่ 2 นำ Column และ Row ของ Komatsu มาพิจารณาดูค่าใช้จ่ายไปยังจุดถัดไป (จุดที่ 2) ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดเท่ากับ 66 บาท คือไปยัง TBGT ดังตารางที่ 23 ในภาคผนวก ก.

การหาจุดที่ 3 นำ Colum และ Row ของ TBGT มาพิจารราดูค่าใช้จ่ายไปยังจุดถัดไป (จุดที่ 3) ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดเท่ากับ 25 บาท คือไปยัง Tsusho ดังตารางที่ 24 ในภาคผนวก ก. และทำซ้ำตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น รายละเอียดดังในตารางที่ 25 - 36 ในภาคผนวก ก. ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เส้นทางการขนส่งแบบประหยัด คิดค่าขนส่งตามระยะทาง

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0								2,206							
2	SONY		0									124			151		
3	KYOSAN			0							123					115	
4	DAIKYO				0	22					40						
5	KUBOTA					0	54										
6	UCHIMURA						0										435
7	TBGT							0		66				25			
8	AGC								0								605
9	KOMATSU									0							
10	DAIWA										0						
11	DENSO											0	86				
12	HONDA LOCK												0	91			
13	TSUSHO													0			
14	VALEO														0	49	
15	FUKUI															0	
16	HINO																0

จากตารางที่ 15 ผู้ศึกษาได้เส้นทางเดินรถ เพื่อส่งสินค้าให้กับลูกค่าทั้ง 15 ราย ดังนี้ จุดเริ่มต้น Warehouse (1) → Komatsu (9) → TBGT (7) → TSUSHO (13) → HONDA LOCK (12) → DENSO (11) → SONY (2) → VALEO (14) → FUKUI (15) → KYOSAN (3) → DAIWA (10) → DAIKYO (4) → KUBOTA (5) → UCHIMURA (6) → HINO (16) → AGC (8)

โดยมีค่าขนส่งเทียบตามระยะทางทั้งสิ้น 4,191 บาท แต่ยังพบปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถ 6 ล้อ ที่รับสินค้าได้ 12 พาเลท เท่ากับการส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ 12 รายจึงทำให้ต้องเพิ่มรถบรรทุกเข้ามาในระบบอีก 1 คันเพื่อรับงาน UCHIMURA, HINO และ AGC ทำให้เกิดเส้นทางการขนส่งใหม่ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงเส้นทางการขนส่งภายใต้ข้อจำกัดการบรรทุกสินค้า 12 แห่ง ด้วยวิธี VRP

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0								2,206							
2	SONY		0									124			151		
3	KYOSAN			0							123					115	
4	DAIKYO				0	22					40						
5	KUBOTA					0	X										
6	UCHIMURA						0										X
7	TBGT							0		66				25			
8	AGC								0								X
9	KOMATSU									0							
10	DAIWA										0						
11	DENSO											0	86				
12	HONDA LOCK												0	91			
13	TSUSHO													0			
14	VALEO														0	49	
15	FUKUI															0	
16	HINO																0

ทำให้มีค่าขนส่งที่เกิดขึ้นตามเงื่อนไขการขนส่งเท่ากับ เส้นทางจุดเริ่มต้น Warehouse (1) → Komatsu (9) → TBGT (7) → TSUSHO (13) → HONDA LOCK (12) → DENSO (11) → SONY (2) → VALEO (14) → FUKUI (15) → KYOSAN (3) → DAIWA (10) → DAIKYO (4) → KUBOTA (5) มีค่าขนส่งเท่ากับ 3,097 บาท รวมกับการขนส่งแบบแยกคันรถโดยใช้รถปิคอัพ อีก 3 คัน คันละ1,680 บาท เท่ากับมีค่าคนส่งรวม ตามเงื่อนไขการส่งมอบที่ถูกต้องเท่ากับ 8,137 บาทต่อวัน

เมื่อคิดตามวันทำงานเท่ากับ 19 วันทำงานซึ่งกำหนดให้ใช้วันทำงานที่มากที่สุดคือลูกค้า Daikyo และFukui จากข้อมูลตัวอย่างเดือนเมษายน จะมีค่าขนส่งทั้งสิ้น 8,137x19 = 154,603 บาทต่อเดือน

ตรวจสอบและวิเคราะห์รูปแบบจำลอง

การประเมินผลการจัดตารางเดินรถจำเป็นต้องมีความสัมพันธ์กับทฤษฎี Milk-Run ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในวิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ระหว่างภายในองค์กรและภายนอกองค์กร โดยอาศัยวิธีการเดียวกับ Milk-Run ของ TOYOTA ที่ผู้กำหนดปริมาณรอบการส่งมอบคือ ผู้ซื้อโดยการส่งผ่านข้อมูลความต้องการที่เที่ยงตรงและถูกต้องเพื่อให้การจัดตารางเดินรถในแต่ละวันเกิดความประหยัด โดยผู้ศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบรูปแบบจำลองที่เกิดขึ้นกับวิธีการทั้ง 3 วิธี ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

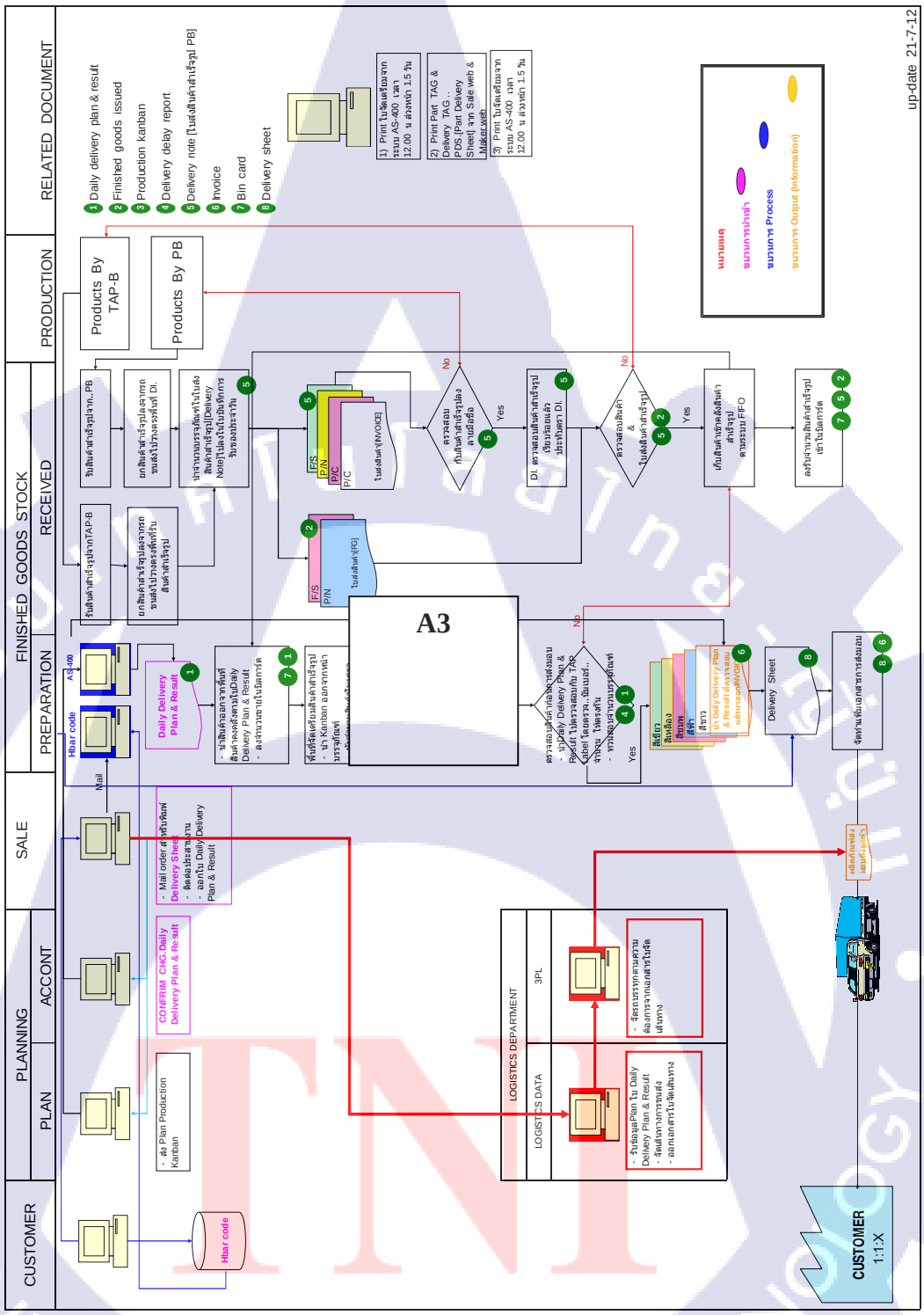
โดยวิธีที่ 1 วิธีการจัดตารางแบบดั้งเดิมโดยอาศัยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน มีค่าขนส่งเท่ากับ 411,600 บาท

วิธีที่ 2 วิธี Saving Matrix มีค่าขนส่งเท่ากับ 178,972 บาท

วิธีที่ 3 ปัญหาการจัดเส้นทาง Traveling Salesman Problem (TSP)โดยใช้เงื่อนไข Vehicle Routing Problem (VRP) มีค่าขนส่งเท่ากับ 154,603 บาท สรุปว่าวิธีที่ 3 คือการจัดเส้นทางจากปัญหา TSP ตามเงื่อนไข VRP ด้วยวิธี Nearest Routing และหลักการของระบบ Milk Run จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายการขนส่งเดือนละ 256,997 บาท หรือลดค่าขนส่งได้ถึง 62%

จากผลลัพธ์ที่ได้ทั้ง 3 วิธี ผู้ศึกษาได้ พบว่าการจัดเส้นทางจากปัญหา TSP โดยเงื่อนไข VRP มีค่าขนส่งต่ำที่สุด ผู้ศึกษาจึงนำวิธีดังกล่าวมาจัดเข้าระบบการขนส่งแบบวิธี Milk-Run โดยกำหนดให้ปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าต้องมีการสั่งล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ซึ่งมีข้อมูลจำนวนสินค้าตามความต้องการสินค้าของลูกค้า โดยปรับขั้นตอนการทำงานใหม่ ดังนี้

เพิ่มเติมกระบวนการจัดเส้นทางเดินรถไว้ในขั้นตอนการทำงานในเอกสารขั้นตอนการจัดสินค้าของ FW โดยกำหนดให้ หลังจากฝ่ายขายได้ออกเอกสาร Daily Delivery Check Sheet แล้ว ฝ่ายขายต้องส่งข้อมูลให้ฝ่าย Logistics จัดเส้นทางการเดินรถ เพื่อส่งข้อมูลความต้องการทั้งหมดให้กับ 3PL เพื่อเตรียมการจัดรถและรับข้อมูลความต้องการในการขนส่งที่ถูกต้อง ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมการส่งมอบ เพิ่มเติมขั้นตอนการจัดเส้นทาง

สรุปคำนวณหาค่าขนส่ง โดยเลือกทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

จากการใช้วิธีการคำนวณทั้ง 3 วิธี พบว่า ปัญหาการจัดเส้นทาง Traveling Salesman Problem และเงื่อนไขปัญหา VRP ที่แก้ปัญหาโดยวิธี Nearest Routing เป็นวิธีที่ลดค่าขนส่งได้มากที่สุด

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

บทที่ 4
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สภาพปัจจุบัน

พนักงานคลังสินค้าใช้วิธีเรียกรถขนส่งบริการแบบ 1 คันต่อ 1 ลูกค้า ค่าบริการขนส่งของรถปิคอัพ คือ 1,680 บาทต่อเที่ยว มีการขนส่งตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ ทำให้มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนเฉลี่ยอยู่ที่ 411,600 บาทต่อเดือน โดยการคิดการขนส่งแบบ 1 คันต่อ 1 ลูกค้า โดยลูกค้า 1 รายจะมีการจัดรถปิคอัพสำหรับการขนส่ง 1 คันทุกวัน

การศึกษาขั้นตอนการส่งมอบ

ในการส่งมอบของลูกค้าแต่ละรายในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ซึ่งมี ลูกค้า 15 ราย ดังกล่าวแล้วนั้น มีขั้นตอนการส่งมอบในรูปแบบเดียวกัน กล่าวคือ หากมีการพิจารณาเปลี่ยนแปลงขั้นตอนละวิธีการส่งมอบ จะไม่มีผลกระทบต่อขั้นตอนการส่งมอบในรูปแบบเดิม

วิธีการจัดการรถขนส่งที่เหมาะสมด้วยวิธี VRP

ใช้วิธีการคำนวณปริมาณการบรรทุกสินค้าที่เหมาะสม และสอดคล้องกับเงื่อนไขของลูกค้า โดยกำหนดให้ใช้พาเลทในการโหลดสินค้าของลูกค้า 1 ราย ต่อ 1 พาเลท และกำหนดเส้นทางการขนส่งเป็นมาตรฐาน สามารถลดค่าขนส่งได้ เฉลี่ย 256,997 บาท/เดือน หรือคิดเป็น 62% จากค่าขนส่งเดิม ดังกล่าวแล้วในบทที่ 3

สรุปผลการปรับปรุงจากการปฏิบัติงานจริง

ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลที่คำนวณได้ทั้ง 3 วิธีมาทำการจัดลำดับเส้นทางการขนส่งโดยใช้ลำดับตัวเลขเป็นเครื่องชี้บ่ง อาทิ จุดเริ่มต้นใช้เลข “0” ปลายทางใช้เลข “1” และลำดับการส่งมอบไปจนครบเลข “15” สรุปได้ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การจัดลำดับเส้นทางการขนส่งเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธี

	วิธีตามประสบการณ์	วิธีSaving Matrix	วิธี VRP
Warehouse Km.36	0	0	0
SONY	1	8	6
KYOSAN	1	5	9
DAIKYO	1	3	11
KUBOTA	1	2	12
UCHIMURA	1	1	13
TBGT	1	11	2
AGC	1	13	15
KOMATSU	1	15	1
DAIWA	1	4	10
DENSO	1	14	5
HONDA LOCK	1	12	4
TSUSHO	1	10	3
VALEO	1	7	7
FUKUI	1	9	8
HINO	1	6	14

เมื่อได้มาตรฐานการจัดเส้นทางการส่งมอบทั้ง 3 วิธีแล้ว ผู้ศึกษาจึงนำข้อมูลความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละวันมาบันทึกข้อมูลเพื่อจัดจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสม ตามเงื่อนไขปริมาณการส่งมอบ 12 พาเลทของรถ 6 ล้อและ 1 พาเลทของรถปิคอัพ ตามตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าตั้งแต่วันที่ 1-24 สิงหาคม 2555

ความต้องการ (พาเลท)																							
	1/8/2012	6/8/2012	7/8/2012	8/8/2012	9/8/2012	13/8/2012	14/8/2012	15/8/2012	16/8/2012	17/8/2012	20/8/2012	21/8/2012	22/8/2012	23/8/2012	24/8/2012
Warehouse Km.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SONY	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1
KYOSAN	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
DAIKYO	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
KUBOTA	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1
UCHIMURA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
TBGT	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1
AGC	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1
KOMATSU	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
DAIWA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DENSO	3	0	2	0	4	2	0	2	0	3	1	0	3	0	2
HONDA LOCK	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
TSUSHO	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
VALEO	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
FUKUI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HINO	4	4	4	3	5	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3
รวม	22	19	20	18	22	22	17	20	17	23	20	17	22	18	20

ผู้ศึกษาใช้การสุ่มตัวอย่างการขนส่ง 3 วันในตารางที่ 18 เพื่อคำนวณค่าขนส่งจากทั้ง 3 วิธี โดยผู้ศึกษาเลือก วันที่ 8, 13 และ 17 สิงหาคม 2555 มาเป็นตัวอย่างการคำนวณค่าขนส่งได้ผลลัพธ์ตามตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แสดงผลการคิดค่าขนส่งตามการขนส่งจริง

วิธีการ	8/8/2012	13/8/2012	17/8/2012	เฉลี่ย
วิธี ดั้งเดิม	30,240	36,960	38,640	35,280
วิธี Saving Matrix	7,137	7,284	7,284	7,235
ปัญหา VRP	7,076	6,895	6,773	6,915

หน่วย : บาท

ดังผลการทดสอบข้างต้น พบว่า หากใช้วิธี Saving Matrix สามารถลดค่าขนส่งจากวิธีประสบการณ์ได้ 79% และหากใช้วิธี VRP จะสามารถลดค่าขนส่งจากวิธีประสบการณ์ได้ 80%

โดยการนำวิธี Saving Matrix มาใช้นั้น จะต้องมีตาราง Saving เพื่อการจัดตารางเส้นทางเบื้องต้น ก่อนที่จะทำการคิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากการคิดระยะทางรวมในการทำงาน ดังนั้น การใช้วิธี Saving Matrix จะมีขั้นตอนมากกว่าวิธี VRP ซึ่งสร้างเงื่อนไขเพียงการนำข้อมูลค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากการคิดระยะทาง มาจัดเส้นทางการขนส่งโดยคำนึงถึงความสามารถในการรับสินค้าของรถบรรทุก 6 ล้อ

และเมื่อพิจารณาถึงความต้องการของลูกค้า ที่กำหนดความต้องการสินค้าแบบกำหนดเวลา อันได้แก่ ลูกค้า Kubota ที่ต้องการสินค้าเวลา 9:50 น. ลูกค้า Denso ที่ต้องการสินค้าเวลา 9:00 น.และลูกค้า HINO ที่ต้องการสินค้าเวลา 9:30 น. ผู้ศึกษาจึงทดลองการจัดเส้นทางการขนส่งใหม่ในรูปแบบปัญหา VRP เพื่อทบทวนค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ตรงตามความต้องการของลูกค้า โดยที่ไม่ต้องมีการเจรจาในการปรับเปลี่ยนเวลาการส่งมอบ ซึ่งทำให้เกิดค่าขนส่งดังนี้

ตารางที่ 20 ตัวอย่างการจัดเส้นทางการขนส่งจากปัญหา VRP ของวันที่ 8 สิงหาคม 2555

8/8/2012				
เวลา	จุดรับ-ส่ง	พาเลท	รถ 6ล้อ 7.2 เมตร	
7:00	Warehouse Km.36	0	คันที่ 1	คันที่ 2
9:00	DENSO	0	2,341	
9:50-10:10	KUBOTA	2	489	
9:00-11:00	KOMATSU	2	624	
8:00-17:00	TBGT	1	25	
8:00-17:00	TSUSHO	2	91	
8:00-17:00	HONDA LOCK	1	86	
8:00-17:00	SONY	1	124	
8:00-17:00	VALEO	1	151	
8:00-16:00	FUKUI	1	49	
9:30	HINO	3		2,762
8:00-12:00	KYOSAN	0		180
8:00-17:00	DAIWA	1		123
8:00-16:00	DAIKYO	1		40
8:00-17:00	UCHIMURA	1		91
8:00-17:00	AGC	1		801
		ค่าขนส่งต่อคัน	3,980	3,997
		ค่าขนส่งรวมต่อวัน		7,977

ตารางที่ 21 แสดงผลการคิดค่าขนส่งตามเงื่อนไขเวลารับสินค้า

วิธีการ	8/8/2012	13/8/2012	17/8/2012	เฉลี่ย
ปัญหา VRP	7,977	7,977	8,174	8,043

ซึ่งเห็นได้ว่า ค่าขนส่งจากการจัดเส้นทางที่กำหนดเงื่อนไขเวลาส่งสินค้าที่เกิดขึ้นจะเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย จากเฉลี่ย 6,915 บาทในตารางที่ 19 เป็นเฉลี่ย 8,043 บาท ในตารางที่ 21

ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์

จากผลการศึกษาพบว่า จากการเปลี่ยนแปลงชนิดรถขนส่งให้เหมาะสมกับการใช้งานขนส่งแบบประหยัดจาก รถปิคอัพ 15 คันต่อวัน เป็นรถ 6 ล้อขนาด 7.2 เมตรจำนวน 2 คันแบบ Milk Run โดยปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมตามความต้องการของลูกค้าแต่ละราย โดยจัดลำดับ

ความสำคัญจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร โดยวิธี Nearest สำหรับการจัดเส้นทางเพื่อแก้ปัญหา VRP จะได้ค่าขนส่งที่ต่ำที่สุดจากทั้ง 3 วิธี ที่ผู้ศึกษาเลือก และจะสามารถลดปริมาณรถที่เข้ารับงานและในขณะเดียวกันก็ยังสามารถลดค่าขนส่งได้

และการบริหารจัดการความต้องการที่ต้องอาศัยเงื่อนไขของเวลา ในการรับสินค้าของลูกค้าบางราย หากมีการเจรจาที่ดีที่สามารถปรับเปลี่ยนเวลาเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ การใช้วิธี Nearest เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง VRP สามารถลดค่าขนส่งได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การที่องค์กรจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ด้วยวิธีการออกแบบเส้นทางการขนส่งที่ประหยัดนั้น ต้องอาศัยความร่วมมือและความเข้าใจกันหลายฝ่าย เพื่อประสานข้อมูลให้เกิดประโยชน์ร่วมกันสูงที่สุดโดยจะสามารถแบ่งประโยชน์ที่จะได้รับเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มลูกค้าผู้รับสินค้า – จะสามารถรับสินค้าได้ตรงตามเวลาที่ต้องการ ตามจำนวนที่กำหนด และไม่เกิดความเสียหายต่อสินค้า
2. กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วน – สามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ควบคุมปริมาณรถที่จะเข้ารับงานให้เหมาะสม และลดโอกาสที่จะเกิดสินค้าเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้ายให้แก่ลูกค้า
3. ผู้ขนส่ง 3PL – สามารถควบคุมปริมาณรถที่เข้ารับงานให้เกิดประสิทธิภาพต่องานได้สูงขึ้น รถที่เหลือยังสามารถรับงานอื่นเพื่อสร้างผลกำไรให้กับบริษัทขนส่งได้อีกทางหนึ่ง

อีกทั้งการออกแบบการจัดเส้นทางการขนส่งแบบประหยัด จะยังสามารถนำผลที่ได้ไปต่อยอดความคิดในการลดต้นทุนการขนส่งด้วยการใช้พลังงานทดแทน คือ ก๊าซธรรมชาติ (CNG) โดยที่รถบรรทุก 1 คัน สามารถวิ่งขนส่งในระยะทาง 400 กิโลเมตรด้วยการเติมก๊าซเพียง 1 ครั้ง (ใช้ถังก๊าซทั้งหมด 8 ถัง)

ปัจจัยอีกประการหนึ่ง ในการพิจารณาให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในกระบวนการคิดและวิเคราะห์ของพนักงานในแผนกคลังสินค้า คือ ขจัดข้อจำกัดต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน อีกทั้งต้องหาคำตอบในการเปลี่ยนแปลงและการสร้างทางเลือกในการใช้งานให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้งานให้มากที่สุด ผู้ปฏิบัติจึงจะยอมรับความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว หากการดำเนินการศึกษาที่ซับซ้อนแต่พิสูจน์ได้ว่า สามารถดำเนินการให้เกิดการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ในทางปฏิบัติจริง วิธีการที่ง่ายที่สุดในการดำเนินการคือการให้ผู้ใช้งาน ปฏิบัติงานได้ง่ายที่สุด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2548). **การจัดการขนส่ง (Transport Management).** กรุงเทพฯ : โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิ่ง.

ทวินันท์ สิมะจารึก; และคณะ. (2552). **การลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง กรณีศึกษาโรงงานเคมีภัณฑ์.** สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2555, จาก http://bal.buu.ac.th/vcml2009/paper/P007.pdf

ธนิต โสรัตน์. (2550). **การประยุกต์ใช้โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน: How to Apply Logistics and Supply Chain Management.** กรุงเทพฯ : วี-เซิร์ฟ โลจิสติกส์.

ธเนศ ทักษิณวราจาร. (2543). **การจัดเส้นทางการเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการกระจายสินค้า.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมโยธา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรียา วอนขอพร. (2534). **การบริหารการขาย.** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พณพงษ์ วงศ์วาณิชศิลป์. (2548). **การศึกษาปัญหาและการกำหนดกลยุทธ์ เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดส่งสินค้าไม่ตรงตามเวลาที่กำหนดของซัพพลายเออร์ บริษัท PAINT(ประเทศไทย) จำกัด.** การค้นคว้าอิสระด้วยตนเอง บธ.ม. (การจัดการโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ศศิชา สิทธกุล. (2553). **การลดต้นทุนโลจิสติกส์ระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนและผู้ประกอบยานยนต์ในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศูนย์สารสนเทศยานยนต์. (2553). **ระบบการจัดส่ง Part แบบ Milk Run.** สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2555, จาก http://data.thaiauto.or.th/IU3/index.php?view=items&cid=24%3A2010-11-11-10-56-23&id=259%3A-part-milk-run&pop=1&tmpl=component&print=1&option=com_flexicontent&Itemid=9

อรุณ บริรักษ์. (2549). **Logistics Case Study in Thailand.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริรักษ์ พับลิสชิ่ง.

Clarke, G. ; and Wright, J. W. (1964). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. **Operations Research**. 12 : 568-581.

G. Nikolakopoulou; et al. (2004). Solving a Vehicle Routing Problem by Balancing The Vehicles Time Utilization. **European Journal of Operational Research**. 152 : 520–527.

Gen M.; Cheng R. (1997). **Genetic Algorithms and Engineering Design**. New York : Wiley.

Gilbert Laporate; et al. (2000). Classical and Modern Heuristics for The Vehicle Routing Problem. **International Transactions In Operational Research**. 7 : 285-300.

Golden, B. L.; Magnanti, T. L. ; and Nguyen, H. Q. (1977). Implementing Vehicle Routing Algorithms. **Networks.** 7 : 113-148.

Savelsbergh, M. (1985). Local Search for Routing Problems with Time Windows. **Ann. of Operations Research.** 4 : 285-305.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แสดงลำดับขั้นตอนการเลือกเส้นทางขนส่ง

ตารางที่ 22 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 1

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1 Warehouse Km.36	2 SONY	3 KYOSAN	4 DAIKYO	5 KUBOTA	6 UCHIMURA	7 TBGT	8 AGC	9 KOMATSU	10 DAIWA	11 DENSO	12 HONDA LOCK	13 TSUSHO	14 VALEO	15 FUKUI	16 HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,690	2,859	2,946	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	458	105	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 23 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 2

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1 Warehouse Km.36	2 SONY	3 KYOSAN	4 DAIKYO	5 KUBOTA	6 UCHIMURA	7 TBGT	8 AGC	9 KOMATSU	10 DAIWA	11 DENSO	12 HONDA LOCK	13 TSUSHO	14 VALEO	15 FUKUI	16 HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,690	2,859	2,946	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	458	105	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 24 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 3

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,659	2,948	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	456	163	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 25 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 4

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,659	2,948	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	456	163	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 26 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 5

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,659	2,948	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	456	165	86	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	139	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 27 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 6

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,659	2,948	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	456	165	86	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	139	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 28 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 7

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,659	2,946	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	65	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	436	165	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 29 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 8

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,659	2,946	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	65	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	436	165	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 30 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 9

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,690	2,659	2,948	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	663	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	436	165	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 31 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 10

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,690	2,659	2,948	2,980	2,437	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	408	316	360	150	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	663	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	436	165	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 32 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 11

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,859	2,948	2,980	2,457	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	466	316	360	130	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	456	165	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	368	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 33 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 12

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,859	2,948	2,980	2,457	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	85	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	466	316	360	130	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	456	165	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	368	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 34 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 13

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,859	2,948	2,980	2,457	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	83	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	466	316	366	130	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	456	105	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	487	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 35 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 14

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,859	2,948	2,980	2,457	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	83	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	466	316	366	130	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	469	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	456	105	66	25	255	303	394
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	487	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0

ตารางที่ 36 การหาเส้นทางการขนส่งจุดที่ 15

ค่าขนส่งคิดเป็นกิโลเมตร		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Warehouse Km.36	SONY	KYOSAN	DAIKYO	KUBOTA	UCHIMURA	TBGT	AGC	KOMATSU	DAIWA	DENSO	HONDA LOCK	TSUSHO	VALEO	FUKUI	HINO
1	Warehouse Km.36	0	2,456	2,696	2,659	2,946	2,980	2,457	2,270	2,206	2,826	2,341	2,427	2,486	2,623	2,671	2,762
2	SONY		0	232	395	476	508	104	315	259	354	124	65	129	151	199	290
3	KYOSAN			0	163	245	255	335	546	490	123	446	316	360	180	115	180
4	DAIKYO				0	22	91	499	709	653	40	518	480	523	313	362	398
5	KUBOTA					0	54	483	680	624	122	489	450	494	395	443	460
6	UCHIMURA						0	590	801	745	132	610	571	615	405	453	435
7	TBGT							0	287	66	458	165	66	25	255	303	364
8	AGC								0	221	751	191	277	321	466	514	605
9	KOMATSU									0	613	135	221	265	410	458	549
10	DAIWA										0	478	437	474	273	321	303
11	DENSO											0	86	129	274	323	414
12	HONDA LOCK												0	91	279	328	419
13	TSUSHO													0	279	328	419
14	VALEO														0	49	208
15	FUKUI															0	257
16	HINO																0