



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมกรรมการอาหาร)

ปริญญา

วิศวกรรมอาหาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการ การกระจายสินค้า OTOP โดยยานพาหนะส่วนบุคคลเบื้องต้น ในจังหวัดนครปฐม

Preliminary Study for Distribution Management of OTOP Product by Private Vehicles
in Nakhon Pathom Province

นามผู้วิจัย นายพีระพงษ์ จันทร์ชุกุลิน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ย้งศัฒกา วงศ์รัตน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สมยศ เชื้ออุทัย, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์รังสิณี โสภรวิทย์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการ การกระจายสินค้า OTOP
โดยยานพาหนะส่วนบุคคลเบื้องต้น ในจังหวัดนครปฐม

Preliminary Study for Distribution Management of OTOP Product
By Private Vehicles in Nakhon Pathom Province

โดย

นายพีระพงษ์ จันทรชุกกลิ่น

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอาหาร)

พ.ศ. 2555

พระพงษ์ จันทรัฐกลิ่น 2555: การศึกษาความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการ การกระจาย
สินค้า OTOP โดยยานพาหนะส่วนบุคคลเบื้องต้น ในจังหวัดนครปฐม ปริญญาวิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอาหาร) สาขาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรม
การอาหาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ยงศักดิ์ วงศ์รัตน์, Ph.D. 175 หน้า

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการบริหารจัดการการกระจายสินค้า ใน
จังหวัดนครปฐม โดยยานพาหนะส่วนบุคคล เพื่อให้ได้รูปแบบเบื้องต้นของการบริหารจัดการ
ซึ่งประกอบ ด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ การค้นหาสินค้า OTOP ภายในรัศมีการค้นหาที่กำหนด โดย
ใช้วิธีการหาระยะทางแบบยูคลิดีียน (Euclidean distance) ภายใต้ข้อจำกัดของขนาดบรรจุของ
ยานพาหนะส่วนบุคคล การหาชนิดและปริมาณของสินค้าที่จะทำการขนส่งที่ทำให้ได้กำไรมาก
ที่สุด ด้วยวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) สุดท้ายจะเป็นการจัดเส้นทางการวิ่ง
รับสินค้าที่สั้นที่สุด โดยใช้วิธี Nearest Neighbor

จากผลการศึกษา กรณีศึกษาของข้อมูลตัวอย่างสินค้า OTOP ประเภทอาหาร ในอำเภอเมือง
จังหวัดนครปฐม จำนวน 65 แห่ง พบแหล่งผลิตสินค้าจำนวน 8 แห่ง 9 แห่ง และ 13 แห่ง ที่
รัศมีพื้นที่การค้นหาสินค้าเป็น 3 กม. 5 กม. และ 10 กม. ตามลำดับ นอกจากนี้ หารัศมีการค้นหา
ทั้งสามนี้ กำไรในการขนส่งที่มากที่สุดที่พบ คือ 32,896 บาท 33,897 บาท และ 34,583 บาท และ
เส้นทางรวมในการวิ่งรับสินค้าที่สั้นที่สุด เป็น 6.56 กม. 8.42 กม. และ 35.51 กม. ตามลำดับ

ผลการสำรวจความสนใจแนวคิดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล เพื่อเป็นทางเลือกในการ
กระจายสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม พบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างมีผู้สนใจในโครงการร้อยละ 40.8

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

____ / ____ / ____

Phiraphong Chanchuklin 2012: Preliminary Study for Distribution Management of OTOP Product by Private Vehicles in Nakhon Pathom Province. Master of Engineering (Food Engineering), Major Field: Food Engineering, Department of Food Engineering. Thesis Advisor: Miss Wongphaka Wongrat, Ph.D. 175 pages.

The objective of this work is to propose preliminary management technique to distribute OTOP products in Nakhon Pathom province by a private vehicle. The technique includes 3 main steps; searching OTOP products within a defined searching radiance using Euclidean distance method to calculate the distance; finding types and quantities of transported products which give the maximum profit while meeting space limitation of a private vehicle using the optimization technique; finally, finding the shortest route to pick up the products using the Nearest Neighbor method.

The results from the case study of 65 OTOP products in the food category of Amphoe Muang in Nakhon Pathom province found 8, 9 and 13 product types at searching radiance of 3, 5 and 10 kilometer, respectively. Also, from these three radiances, that maximum profits to obtained are 32,896, 33,897 and 34,583 bath and the total transportation route are 6.56, 8.42 and 35.51 kilometer, respectively.

The survey results of the interest in using of private vehicles as an alternative method to distribute OTOP products the in Nakhon Pathom province show that 40.8 percent of population interest in this concept.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อ.ดร.วงศ์ผกา วงศ์รัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
รศ.ดร.สมยศ เชิญอักษร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และ อ.ชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบ ที่ได้ให้
คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี
ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอบพระคุณ ผศ.ดร.มนต์ทิพย์
ข้าของ และ รศ.ทรงศักดิ์ มีมกระโทก ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์
ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบ
ความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่
สนับสนุนทุนในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนในการเรียนการศึกษามาสำเร็จลุล่วง และขอ
ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจ ชี้แนะ และสนับสนุนการทำ
วิทยานิพนธ์ได้จนสำเร็จ

พีระพงษ์ จันทรชุกติ
มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	49
อุปกรณ์	49
วิธีการ	50
ผลและวิจารณ์	62
สรุปและข้อเสนอแนะ	102
สรุป	102
ข้อเสนอแนะ	104
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	105
ภาคผนวก	111
ภาคผนวก ก ข้อมูลทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552	
ประเภทอาหารของอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม	112
ภาคผนวก ข ผลการค้นหาแหล่ง OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB	121
ภาคผนวก ค Code โปรแกรม การค้นหาแหล่งผลิตสินค้า OTOP	
ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB	140
ภาคผนวก ง การสร้างตารางเมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix)	
ของแหล่งสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม	145
ภาคผนวก จ Code Heuristic Method การจัดเส้นทางมารับสินค้า OTOP	
ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB	148
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างการคำนวณจากกรณีศึกษา	151

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข ภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งสินค้า OTOP	
ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB	161
ภาคผนวก ซ แบบสอบถามเพื่อการวิจัย สำหรับทดสอบความสนใจ	
ของประชากร จ.นครปฐม	163
ภาคผนวก ฌ ผลการสำรวจความเป็นไปได้ของข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม	168
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	175

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สรุปข้อมูลการขึ้นทะเบียนผู้ผลิตและผู้ประกอบการ OTOP ปี 2552 จังหวัดนครปฐม	6
2 ลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ	23
3 ข้อกำหนดของกรณีศึกษาในงานวิจัย	51
4 สรุปข้อมูลการขึ้นทะเบียนผู้ผลิตและผู้ประกอบการ OTOP ประเภทอาหาร และ เครื่องดื่มปี 2552 จังหวัดนครปฐม	53
5 สรุปประเภทและจำนวนผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม	55
6 สรุปการทำงานการค้นหาแหล่ง OTOP	63
7 ผลลัพธ์การคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร	67
8 ผลลัพธ์การคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX ที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร	67
9 ผลลัพธ์การคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX ที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร	68
10 ชนิดและจำนวนสินค้า OTOP ที่ถูกเลือกในการขนส่งที่ 3 กิโลเมตร	69
11 ชนิดและจำนวนสินค้า OTOP ที่ถูกเลือกในการขนส่งที่ 5 กิโลเมตร	71
12 ชนิดและจำนวนสินค้า OTOP ที่ถูกเลือกในการขนส่งที่ 10 กิโลเมตร	72
13 ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร	76
14 ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร	77
15 ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร	77
16 แสดงผลการเปรียบเทียบการจัดเส้นทาง (กม.) ด้วยวิธี Saving Method กับ วิธี Nearest Neighbor	78
17 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ 3 กิโลเมตร	79
18 ตารางจัดลำดับเส้นทางของพื้นที่กรณีศึกษาที่รัศมีค้นหา 3 กิโลเมตร	80
19 ตารางจัดลำดับเส้นทางของพื้นที่กรณีศึกษาที่รัศมีค้นหา 5 กิโลเมตร	82
20 ตารางจัดลำดับเส้นทางของพื้นที่กรณีศึกษาที่รัศมีค้นหา 10 กิโลเมตร	84
21 ตารางแสดงผลความแตกต่างการจัดเส้นทาง (กม.) ของระยะทางแบบ ยูคลิเดียน (Euclidean Distance) และ ระยะทางจริง	86

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
22 สรุปจำนวนร้อยละของปัจจัยที่มีความสนใจในแนวคิดการใช้นานพาทนะ ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP	101
23 สรุปผลของคำตอบ	103
ตารางผนวกที่	
ก1 ข้อมูลสินค้า OTOP ประเภทอาหาร ของอำเภอเมืองจังหวัดนครปฐม ที่ได้จากการสำรวจ	113
ข1 ผลการค้นหาแหล่ง OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB ที่รัศมี 3 กิโลเมตร	122
ข2 ผลการค้นหาแหล่ง OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB ที่รัศมี 5 กิโลเมตร	126
ข3 ผลการค้นหาแหล่ง OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB ที่รัศมี 10 กิโลเมตร	132
ง1 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ 3 กิโลเมตร	146
ง2 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ 5 กิโลเมตร	146
ง3 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ 10 กิโลเมตร	147
ฉ1 ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร	153
ฉ2 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ตัวอย่าง (km.)	154
ฉ3 ตัวอย่างการคำนวณ Saving Value ของพื้นที่	155
ฉ4 ตัวอย่างการจัดเรียงค่า Saving Value	156
ฉ5 ผลรวมของระยะทางของลำดับเส้นทางที่ใช้วิธี Saving Method	157
ฉ6 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ตัวอย่าง (km.)	159
ฉ7 การจัดลำดับเส้นทาง	160
ฅ1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม	169
ฅ2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มที่มีความสนใจในโครงการใช้รถยนต์ ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP	171
ฅ3 จำนวนความสนใจของตัวแปรต่างๆในแนวคิดการใช้นานพาทนะ ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP จนส่งสินค้าไปจำหน่าย	172

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงจำนวนประเภทของผู้ประกอบการสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม	7
2 โครงข่ายของโซ่อุปทาน	10
3 ระบบโลจิสติกส์	14
4 ความสัมพันธ์เวลานำกับต้นทุนโดยรวมการกระจายสินค้า	15
5 โครงสร้างต้นทุนโลจิสติกส์	18
6 เครือข่ายเส้นทางยานพาหนะ	22
7 การเชื่อมต่อแบบประหยัด (A) สถานะเริ่มต้น (B) สถานะหลังการเชื่อมต่อ (i, j)	35
8 การดำเนินการของวิธี Sweeping Approach	36
9 ผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ชนิดต่างๆ	54
10 แผนภาพการไหลของสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่ม	56
11 แสดงตำแหน่งพิกัดจุดเริ่มต้นของยานพาหนะ	59
12 ขั้นตอนการทำงานการค้นหาแหล่ง OTOP	60
13 แสดงผลของการค้นหาสินค้า OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB	62
14 ตัวอย่างการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL	65
15 ตัวอย่างการป้อนข้อมูลค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL	64
16 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง	66
17 การเปรียบเทียบผลกำไรสูงสุดของพื้นที่รัศมีการค้นหาแหล่งสินค้า OTOP	74
18 ผลของการจัดเส้นทางการวิ่งรับสินค้าด้วยวิธี Nearest Neighbor ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร	81
19 ผลของการจัดเส้นทางการวิ่งรับสินค้าด้วยวิธี Nearest Neighbor ที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร	83
20 ผลของการจัดเส้นทางการวิ่งรับสินค้าด้วยวิธี Nearest Neighbor ที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร	85
21 เส้นทางการรับสินค้า OTOP จาก Google Map ของรัศมีพื้นที่การค้นหา 3 กิโลเมตร	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
22 เส้นทางมารับสินค้า OTOP จาก Google Map ของรัศมีพื้นที่การค้นหา 5 กิโลเมตร	87
23 เส้นทางมารับสินค้า OTOP จาก Google Map ของรัศมีพื้นที่การค้นหา 10 กิโลเมตร	87
24 ปริมาณผู้ที่สนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือก สำหรับรับสินค้า OTOP	90
25 ปริมาณช่องทางที่สะดวกที่สุดในการหาข้อมูลของสินค้า OTOP ของผู้สำรวจ	91
26 สัดส่วนความนิยมสินค้า OTOP	92
27 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของเพศชายและหญิงในแนวคิดการใช้ยานพาหนะ ส่วนบุคคลเป็น ทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย	93
28 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มอายุในแนวคิดการใช้ยานพาหนะ ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย	94
29 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มอาชีพในแนวคิดการใช้ยานพาหนะ ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย	95
30 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มรายได้ในแนวคิดการใช้ยานพาหนะ ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย	96
31 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มภูมิลำเนาในแนวคิดการใช้ยานพาหนะ ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย	97
32 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มสถานที่ทำงานในแนวคิดการใช้ยานพาหนะ ส่วนบุคคล เป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
33 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มประเภทยานพาหนะในแนวคิดการใช้ ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้า ไปจำหน่าย	98
34 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มช่องทางการติดต่อรับข่าวสารในแนวคิดการ ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้า ไปจำหน่าย	99
35 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มประเภทสินค้าในแนวคิดการใช้ยานพาหนะ ส่วนบุคคล เป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย	100
ภาพผนวกที่	
น1 ตำแหน่งแหล่งสินค้า OTOP บนพิกัดภูมิศาสตร์ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร	152
น2 แสดงการจัดเส้นทางรับสินค้า OTOP ของรัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร	158
น3 การจัดลำดับการเดินทางขนส่งสินค้า OTOP	160
ช1 แสดงผลจากการพล็อตของตำแหน่งที่ตั้งแหล่งสินค้า OTOP	162

การศึกษาความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการ การกระจายสินค้า OTOP

โดยยานพาหนะส่วนบุคคลเบื้องต้น ในจังหวัดนครปฐม

Preliminary Study for Distribution Management of OTOP Product

By Private Vehicles in Nakhon Pathom Province

คำนำ

ในช่วงที่ประเทศไทยกำลังเผชิญปัญหาวิกฤตทางเศรษฐกิจ ประชาชนประสบปัญหาความยากจน ใน พ.ศ. 2544 รัฐบาลจึงได้จัดตั้งโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ OTOP เพื่อให้แต่ละชุมชนได้ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการพัฒนาสินค้า ซึ่งเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนกระบวนการพัฒนาท้องถิ่น สร้างชุมชนให้เข้มแข็งพึ่งตนเองได้ โดยให้ประชาชนมีส่วนร่วมด้วยการนำทรัพยากรภูมิปัญญาในท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และบริการที่มีคุณภาพมีจุดเด่นและมูลค่าเพิ่มเป็นที่ต้องการของตลาด โดยรัฐช่วยเหลือในด้านความรู้สมัยใหม่และการบริหารจัดการเพื่อเชื่อมโยงสินค้าจากชุมชนสู่ตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศด้วยระบบร้านค้าเครือข่ายและอินเทอร์เน็ต จากข้อมูลของสำนักงานพัฒนาชุมชน ปี 2552 พบว่า มีผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP รวมทั้งหมดกว่า 11,252 รายการทั่วประเทศ ในจำนวนนี้แบ่งเป็นของจังหวัดนครปฐม 258 รายการ (OTOP OPC 2009, 2552) ผู้ผลิตสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐมโดยมากเป็นผู้ผลิตรายย่อย ซึ่งมีกำลังการผลิตไม่มากนัก การขนส่งสินค้า OTOP ไปยังแหล่งจำหน่ายสินค้าจึงจำกัดอยู่บริเวณพื้นที่รอบๆ โรงงานที่ผลิตเท่านั้นหรือบางรายจะมีการผลิตสินค้าตามการสั่งซื้อ ดังนั้น ถ้ามีการบริหารจัดการการกระจายผลิตภัณฑ์ OTOP จากแหล่งผลิตไปสู่ผู้บริโภคที่มีรูปแบบที่ชัดเจนมากขึ้น หรือหาแนวทางในการจัดการเพิ่มช่องทางตลาดน่าจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้สินค้า OTOP มูลค่าทางการตลาดที่ดีขึ้น

อย่างไรก็ตามการบริหารจัดการเพื่อกระจายผลิตภัณฑ์ OTOP จากแหล่งผลิตในระดับชุมชนไปสู่ผู้บริโภคนั้น ต้องอาศัยการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้สินค้าไปสู่ผู้บริโภคได้อย่างทั่วถึง และเป็นกิจกรรมหลักในการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain Management) ที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการของโลจิสติกส์ (Logistic) ระหว่างองค์กรซึ่งก็คือการจัดส่งสินค้าไปสู่ลูกค้าหรือผู้บริโภคให้ทันต่อความต้องการ การขนส่งสินค้าในปัจจุบันมีหลายวิธี

เช่น ทางบก ทางเรือ ทางอากาศ สำหรับการขนส่งสินค้า OTOP ส่วนใหญ่จะใช้การขนส่งทางบกในรูปแบบการนำสินค้าไปจำหน่ายยังบริเวณร้านค้าใกล้เคียงแหล่งผลิต ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มช่องทางการกระจายสินค้าไปตามลูกค้าหรือร้านค้าต่างๆ ให้อย่างทั่วถึงนั้น ในบางรายที่มีกำลังการผลิตมากหรือกลุ่มผู้ผลิตมีขนาดใหญ่อาจมาการจัดจ้างยานพาหนะขนส่งสินค้าไปส่งในบริเวณที่อยู่ไกลออกไปจากแหล่งผลิต วิธีการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลที่วิ่งผ่านบริเวณใกล้เคียงแหล่งผลิต OTOP ในการรับสินค้าจึงน่าจะเป็นทางเลือก ทางเลือกหนึ่งเพื่อเพิ่มตลาดและโอกาสของการกระจายสินค้า OTOP ซึ่งเป็นลักษณะคล้ายคลึงการขายตรงจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภครายย่อย

การขนส่งสินค้าไปยังผู้บริโภครายย่อย ตามเส้นทางที่รถยนต์ส่วนบุคคลได้วิ่งผ่านนอกจากเป็นการกระจายสินค้าแล้วยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ขับยานพาหนะส่วนบุคคลด้วย อย่างไรก็ตามการออกแบบการบริหารจัดการการขนส่งตามแนวคิดนี้ได้ย่อมมีประสิทธิภาพเป็นปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน จึงเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายปัจจัย ทั้งเวลา สถานที่ ต้นทุน ความพึงพอใจ ปริมาณสินค้า และเส้นทางการขนส่งสินค้า เป็นต้น

ปัญหาการบริหารจัดการการขนส่งเป็นประเภทของปัญหาที่ เรียกว่า ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) ซึ่งเป็นปัญหาการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในการเคลื่อนย้ายวัตถุ โดยการหาวิธีการวางแผนจัดลำดับและเส้นทางการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าหรือผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในบริการ ซึ่งเป้าหมายสำคัญของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ คือ การพยายามออกแบบกลุ่มของยานพาหนะทุกคันให้มีการเดินทางโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุด (ณกร, 2548) ในกิจกรรมขนส่งโดยตรงการจัดเส้นทางที่มีประสิทธิภาพสามารถลดต้นทุนการขนส่งได้อย่างมาก ซึ่งปัญหาการจัดเส้นทางของยานพาหนะเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนมาก จึงต้องมีอาศัยเทคนิคโดยการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และมาวิเคราะห์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งที่ใช้ในปัจจุบันแล้วทำการหาคำตอบของปัญหาเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงมีความสนใจศึกษาแนวทางการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP โดยยานพาหนะส่วนบุคคล โดยการศึกษาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (Logistic) ของสินค้า OTOP จึงเป็นปัญหาที่น่าจะได้รับการวิจัยเพื่อเป็นทางเลือก และเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการกระจายสินค้า OTOP ตลอดจนวางแผนเส้นทางการรับสินค้าที่อยู่ตามแหล่งผลิตของตำบลต่างๆ โดยยานพาหนะส่วนบุคคลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคนิคการหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยใช้กรณีศึกษาของสินค้า OTOP ประเภทอาหารในจังหวัดนครปฐม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อนำเสนอแนวทางเบื้องต้นของการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP ใน
จังหวัดนครปฐมโดยยานพาหนะส่วนบุคคล
2. เพื่อเพิ่มทางเลือกในการขยายตลาดของสินค้า OTOP ไปสู่ผู้บริโภคอย่างทั่วถึงโดยใช้
ประโยชน์จากยานพาหนะส่วนบุคคลอย่างมีประสิทธิภาพ



การตรวจเอกสาร

สินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)

ในช่วงที่ประเทศไทย ได้เผชิญปัญหาทางเศรษฐกิจ ประชาชนระดับรากหญ้า ซึ่งเป็นคนกลุ่มใหญ่ของประเทศประสบปัญหาความยากจน รัฐบาลจึงได้ประกาศสงครามกับความยากจน โดยได้แถลงนโยบายเร่งด่วน 9 ประการ เพื่อแก้ปัญหาค่าความยากจน ต้องให้แต่ละชุมชนได้นำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการพัฒนาสินค้า ทางรัฐเข้าช่วยเหลือในด้านความรู้สมัยใหม่ และการบริหารจัดการเพื่อเชื่อมโยงสินค้าจากชุมชนสู่ตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ด้วยระบบร้านค้าเครือข่ายและอินเทอร์เน็ตเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนกระบวนการพัฒนาท้องถิ่น สร้างชุมชนให้เข้มแข็งพึ่งตัวเองได้ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการสร้างรายได้ด้วยการนำทรัพยากร ภูมิปัญญาในท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และบริการที่มีคุณภาพ มีจุดเด่น และมูลค่าเพิ่มเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ เป็นที่มาของโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)

โครงการ “หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)” เป็นแนวความคิดที่มาจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเกิดขึ้นมากกว่า 30 ปีแล้ว เริ่มต้นจากเมืองโออิตะ (Oita) ในช่วงปี พ.ศ. 2520 (ไทยตำบลคอตคอม, 2545) จากจุดเริ่มต้นสู่ความสำเร็จ โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ของประเทศญี่ปุ่น ประเทศไทยโดยรัฐบาลได้นำรูปแบบมาจัดการและปรับปรุงโดยได้กำหนดระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีขึ้นว่าด้วยคณะกรรมการอำนวยการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์แห่งชาติ พ.ศ. 2544 ประกาศ ณ วันที่ 7 กันยายน 2544 โดยกำหนดให้มีคณะกรรมการอำนวยการ หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ มีอำนาจในการกำหนดนโยบายยุทธศาสตร์และแผนแม่บทการดำเนินการ โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ กำหนดมาตรฐานและหลักเกณฑ์การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ โดยที่การผลิตหรือการจัดการทรัพยากรที่มีในท้องถิ่นให้กลายเป็นสินค้าที่มีคุณภาพมีจุดเด่นเป็นเอกลักษณ์ของตัวเองที่สอดคล้องกับวัฒนธรรมในแต่ละท้องถิ่นสามารถจำหน่ายในตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ โดยมีหลักการพื้นฐาน 3 ประการ คือ (คณะกรรมการอำนวยการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์แห่งชาติ, 2545)

1. ภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่สากล (Local Yet Global) ผลิตภัณฑ์และบริการที่ใช้ภูมิปัญญาและวัฒนธรรมท้องถิ่นให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
2. พึ่งตนเองและคิดอย่างสร้างสรรค์ (Self-Reliance Creativity) ทำความฝันให้เป็นจริงด้วยกระบวนการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์โดยสร้างกิจกรรมที่อาศัยศักยภาพของท้องถิ่น
3. การสร้างทรัพยากรมนุษย์ (Human Resource Development) พูมฝึกประชาชนให้ใช้ชีวิตด้วยความท้าทายและจิตวิญญาณแห่งการสร้างสรรค์

ผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ไม่ได้หมายถึงสินค้าเพียงอย่างเดียว แต่เป็นกระบวนการทางความคิดรวมถึงการดูแลการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การรักษาภูมิปัญญาไทย การท่องเที่ยว ศิลปวัฒนธรรมประเพณี การต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ มีจุดเด่น จุดขาย ที่รู้จักกันแพร่หลายไปทั่วประเทศ และทั่วโลก ทั้งมีการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของชุมชน ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยสอดคล้องกับวิถีชีวิตและวัฒนธรรมในท้องถิ่นในการดำเนินโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) นั้น รัฐเน้นการให้การสนับสนุนมากกว่าการให้เงินช่วยเหลือ หลักการของกระบวนการนี้ไม่เน้นการให้เงินสนับสนุนแก่ท้องถิ่น เพราะจะทำให้ลายความสามารถในการพึ่งพาตัวเอง รัฐเพียงให้การสนับสนุนแก่ชุมชนต่างๆ ด้านเทคนิค เพื่อที่จะพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ ด้านโฆษณา ประชาสัมพันธ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่รู้จักแพร่หลายในตลาดท้องถิ่นจะได้รับความช่วยเหลือในการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์อย่างภูมิใจ และด้านการตลาดเพื่อเพิ่มยอดขาย เป็นต้น

จังหวัดนครปฐมได้ดำเนินการโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ตามนโยบายรัฐบาลมาตั้งแต่ปี 2544 จนถึงปัจจุบัน โดยได้ดำเนินการส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP ให้มีคุณภาพมาตรฐาน มีรูปลักษณ์โดดเด่น เป็นที่น่าสนใจ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ OTOP สามารถยืนหยัดอยู่ในตลาด และครองครองใจผู้บริโภคผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐมมีมากมายหลายประเภท ซึ่งมีการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์สินค้าโดยกระจายตามชุมชนต่างๆ

จากการสำรวจของสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2552 ได้สรุปข้อมูลการขึ้นทะเบียนผู้ผลิตและผู้ประกอบการจากการดำเนินการโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ของจังหวัดนครปฐม มีสถิติผู้จำนวนผู้ประกอบการที่ขึ้นทะเบียนทั้งสิ้น 605 ราย แบ่งตามอำเภอต่างๆ โดยอำเภอเมืองนครปฐม 188 ราย อำเภอกำแพงแสน 77 ราย อำเภอนครชัยศรี 65 ราย

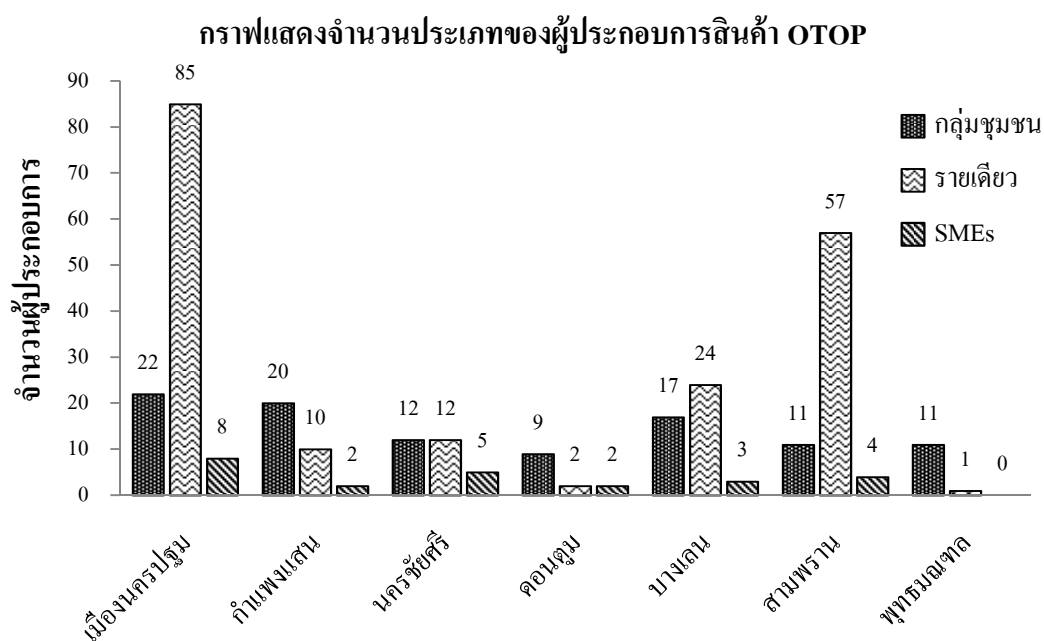
อำเภอคอนตูม 25 ราย อำเภอบางเลน 82 ราย อำเภอสามพราน 139 ราย อำเภอพุทธมณฑล 29 ราย และในจำนวนนี้มีประเภทผู้ประกอบการประเภทอาหารและเครื่องดื่ม ในจังหวัดทั้งหมด 317 ราย คิดเป็น 52.4% ของผู้ประกอบการทั้งหมด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลการขึ้นทะเบียนผู้ผลิตและผู้ประกอบการ OTOP ปี 2552 จังหวัดนครปฐม

อำเภอ	จำนวน ผู้ประกอบการ ที่ขึ้นทะเบียน	ประเภทผู้ประกอบการ (อาหารและเครื่องดื่ม)				จำนวนผลิตภัณฑ์		
		กลุ่มฯ	รายเดียว	SMEs	รวม	อาหาร	เครื่องดื่ม	รวม
1 เมือง	188	22	85	8	115	270	11	281
2 กำแพงแสน	77	20	10	2	32	44	3	47
3 นครชัยศรี	65	12	12	5	29	29	3	32
4 คอนตูม	25	9	2	2	13	34	2	36
5 บางเลน	82	17	24	3	44	67	6	73
6 สามพราน	139	11	57	4	72	95	12	107
7 พุทธมณฑล	29	11	1	0	12	12	2	14
รวม	605	102	191	24	317	551	39	590

ที่มา: สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดนครปฐม (2552)

จะเห็นได้ว่าผู้ประกอบการประเภทอาหารและเครื่องดื่ม มีจำนวนมากกว่า 50% ของผู้ประกอบการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) แสดงให้เห็นว่าจังหวัดนครปฐม มีผลิตผลทางการเกษตรที่มากพอสมควรที่จะทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ต่อไป เมื่อดูที่ผู้ประกอบการประเภทอาหารและเครื่องดื่ม จะเห็นว่าการจัดประเภทของผู้ประกอบการแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ประกอบด้วยประเภท กลุ่มชุมชน เจ้าของรายเดียว และ SMEs ได้ดังนี้ (สำนักงานพัฒนาชุมชน จังหวัดนครปฐม, 2552)



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนประเภทของผู้ประกอบการสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม

ที่มา: สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดนครปฐม, 2552

จากภาพที่ 1 เป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบจำนวนประเภทผู้ประกอบการสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม โดยแบ่งเป็นประเภทกลุ่มชุมชน เจ้าของรายเดียว และ SMEs ของแต่ละอำเภอ จะเห็นว่ามี อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม มีผู้ประกอบการจำนวนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแต่ละอำเภอ และผู้ประกอบการ OTOP ประเภทเจ้าของรายเดียวมีจำนวนสูงกว่าผู้ประกอบการ OTOP ประเภทกลุ่มชุมชนและ SMEs

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain Management)

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการกล่าวถึงการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานกันอย่างแพร่หลาย การบริหารจัดการในงานด้าน โลจิสติกส์และโซ่อุปทานนั้นมีบทบาทในการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันใน โลจิสติกส์ที่มีสภาวะการแข่งขันที่รุนแรงและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า และด้วยต้นทุนที่เหมาะสม (Stock and Lambert, 2001)

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management; SCM) คือ การออกแบบการวางแผน ปฏิบัติการควบคุมติดตามกิจกรรมในโซ่อุปทานโดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างคุณค่าในการแข่งขันและยกระดับงานสากลและการปรับโซ่อุปทานให้สอดคล้องกับอุปสงค์และการวัดการปฏิบัติงาน (สำนักงานพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน [สพส], 2546)

Stock (2004) ได้ทำการศึกษาระบบโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอาหารตั้งแต่เกษตรกร ผู้ผลิตผู้แทนจำหน่ายและร้านค้าขายปลีกจนถึงผู้บริโภคของสหรัฐอเมริกา พบว่า แรงผลักดันที่จะทำให้อุตสาหกรรมอาหารต้องเปลี่ยนไปเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในอนาคต

Bourlakis and Weightman (2004) ได้สรุปภาพของโซ่อุปทานอาหารของสหราชอาณาจักร พบว่า ปัจจัยสำคัญ 6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรับปรุงโซ่อุปทานอาหาร ประกอบด้วย ปัจจัยที่ 1 คุณภาพหรือข้อกำหนดทางด้านคุณภาพเป็นจัดการเพื่อให้อาหารปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยมีข้อกำหนดที่ใช้ในปัจจุบัน HACCP, ISO เป็นต้น ปัจจัยที่ 2 คือ เทคโนโลยี โดยในที่นี้หมายถึง เทคนิคหรือวิธีการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ โซ่อุปทาน ปัจจัยที่ 3 ได้แก่ การจัดการโลจิสติกส์ (Logistics management) เป็นการมุ่งเน้นให้นำเอาระบบจัดการ โลจิสติกส์เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อการใช้ข้อมูลร่วมกันหรือออกแบบระบบกระจายสินค้าที่ต้นทุนต่ำ เป็นต้น ปัจจัยที่ 4 ได้แก่ เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology) เช่น การนำเอา EDI (Electronic data interchange) มาประยุกต์ใช้ ปัจจัยที่ 5 เป็นประเด็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และปัจจัยที่ 6 ได้แก่ ผู้บริโภค

ค่านาย (2546) กล่าวว่า การจัดการโซ่อุปทาน หมายถึง กระบวนการบูรณาการประสานงาน และการควบคุมการเคลื่อนย้ายสินค้าคงคลังทั้งของวัตถุดิบและสินค้าแปรรูป และสารสนเทศที่เกี่ยวข้องในกระบวนการจากผู้ขายวัตถุดิบผ่านบริษัทไปยังผู้บริโภค เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค

1. กิจกรรมหลักห่วงโซ่อุปทาน

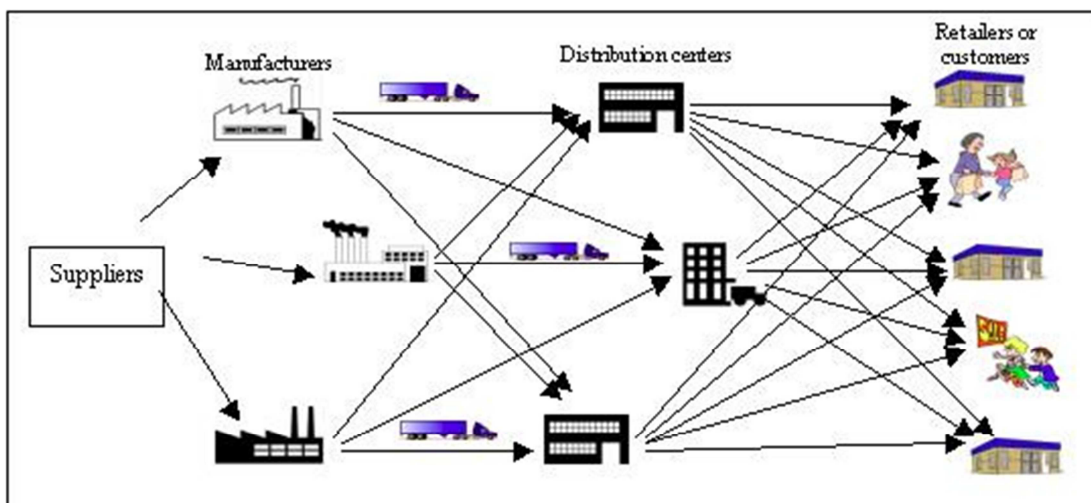
จากความหมายของการจัดการห่วงโซ่อุปทาน คือ การเชื่อมต่อของหน่วยหรือจุดต่างๆ ในการผลิตสินค้าหรือบริการที่เริ่มต้นจากวัตถุดิบไปยังจุดสุดท้าย คือ ลูกค้า โดยทั่วไปแล้วห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วยกิจกรรมหลักที่สำคัญๆ (ดังแสดงในภาพที่ 2) (วิทยา, 2545) คือ

1.1 ผู้ส่งมอบ (Suppliers) หมายถึงผู้ที่ส่งวัตถุดิบให้กับโรงงานหรือหน่วยบริการ เช่น เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังหรือปาล์มโดยที่เกษตรกรเหล่านี้จะนำหัวมัน ไปส่งโรงงานทำแป้งมัน หรือโรงงานทำกลูโคสหรือนำผลปาล์มไปส่งที่โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม เป็นต้น

1.2 โรงงานผู้ผลิต (Manufacturers) หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการแปรรูปวัตถุดิบที่ได้รับจากผู้ส่งมอบให้มีคุณค่าสูงขึ้น

1.3 ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Centers) หมายถึง จุดที่ทำหน้าที่ในการกระจายสินค้าไปให้ถึงมือผู้บริโภคหรือลูกค้าที่ศูนย์กระจายสินค้าหนึ่งๆ อาจจะมีสินค้าที่มาจากหลายโรงงานการผลิต เช่น ศูนย์กระจายสินค้าของซูเปอร์มาร์เก็ตต่างๆ จะมีสินค้ามาจากโรงงานที่ต่างๆ กัน เช่น โรงงานผลิตยาสระผม โรงฆ่าสัตว์ เบเกอรี่ เป็นต้น

1.4 ร้านค้าย่อยและลูกค้าหรือผู้บริโภค (Retailers or Customers) คือจุดปลายทางของโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นจุดที่สินค้าหรือบริการต่างๆ จะต้องถูกใช้จนหมดมูลค่าและ โดยที่ไม่มีการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าหรือบริการนั้นๆ



ภาพที่ 2 โครงข่ายของโซ่อุปทาน

ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ซึ่งจะพบว่าทุกกิจกรรมต่างๆ จากฝ่ายการจัดซื้อ ฝ่ายผลิต ฝ่ายกระจายสินค้า และฝ่ายการตลาด จะดำเนินการต่อเนื่องและสอดคล้องกันก็ต่อเมื่อมีการประสานงานกับทุกฝ่าย ทั้งผู้ขาย ปัจจัยการผลิต ผู้ผลิต และลูกค้า โดยการไหลของวัตถุดิบและสินค้า เรียกว่า “การจัดการโลจิสติกส์” ถ้ามีการไหลอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ทำให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น แต่ในความเป็นจริงเป็นเรื่องที่องค์กรประสบปัญหาในการสื่อสารและมีความซับซ้อนในการทำงานสูงแต่ก็สามารถแก้ไขปัญหาก็ได้

ในปัจจุบันโดยมีการสร้างเครื่องมือช่วยในการการไหลของสารสนเทศซึ่งการจัดการการไหลของข้อมูล เรียกว่า “การจัดการโซ่อุปทาน” ฉะนั้นการจัดโซ่อุปทานจึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงการนำเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ระบบเครือข่ายและซอฟต์แวร์จนถึงระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในทุกกิจกรรมทั้งภายในและภายนอกองค์กร เพื่อสร้างความถูกต้องและรวดเร็วโดยการที่เริ่มใช้การจัดการโซ่อุปทานได้ การจัดการโลจิสติกส์ในแต่ละองค์กรซึ่งเป็นการจัดการระดับยุทธวิธี (Tactical) ที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานต้องมีการดำเนินการที่ดีและเป็นระบบจึงจะทำให้ผลดำเนินงานตลอดโซ่อุปทานมีประสิทธิภาพ

2. ลักษณะของห่วงโซ่อุปทาน

2.1 การตัดสินใจส่วนใดส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อุปทาน (SCM) ย่อมมีผลต่อส่วนอื่น

2.2 การเปลี่ยนแปลงอุปสงค์จากผู้ซื้อหรือลูกค้าปลายทางมีผลกระทบต่อ SCM ซึ่งจะทำให้ขนาดความต้องการ (อุปสงค์) ในแต่ละองค์ประกอบที่ต้นทางของ SCM เปลี่ยนแปลงไป

2.3 ปรับปรุงห่วงโซ่อุปทานด้วยการลดเวลาในการเติมสต็อก การลดเวลานำทำให้ห่วงโซ่อุปทานสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ได้อย่างรวดเร็วและยังสามารถลดระดับการคงคลังได้ด้วย

2.4 การพยากรณ์ที่แม่นยำต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์และการจัดหาสารสนเทศของข้อมูลจริงจะช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นการจัดการอุปสงค์อย่างมีประสิทธิภาพสามารถช่วยแก้ปัญหาความแปรผันของอุปสงค์ได้

3. ตัวขับเคลื่อนโซ่อุปทาน

การที่องค์กรจะสามารถบรรลุถึงการจับสมดุลระหว่างการตอบสนองความต้องการของลูกค้าและประสิทธิภาพในโซ่อุปทานขององค์กร ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์ถึงตัวขับเคลื่อนโซ่อุปทานหลักๆ 4 ตัว ของสมรรถนะของโซ่อุปทานนั้น ก็คือ สินค้าคงคลัง การขนส่ง สิ่งอำนวยความสะดวก และข้อมูลสารสนเทศ โดยไม่เพียงแต่พิจารณาตัวขับเคลื่อนสมรรถนะของโซ่อุปทานในแง่ของความสามารถการตอบสนองความต้องการของลูกค้าและประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังพิจารณาถึงความเหมาะสมสอดคล้องกันด้านกลยุทธ์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดความสำเร็จตลอดโซ่อุปทานด้วย

3.1 สินค้าคงคลัง (Inventory) ประกอบด้วย วัตถุประสงค์งานระหว่างกระบวนการและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่มีอยู่ในโซ่อุปทาน สินค้าคงคลังถือเป็นตัวขับเคลื่อนโซ่อุปทานที่สำคัญอย่างมาก เพราะการเปลี่ยนแปลงนโยบายในการคงคลังสินค้านั้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพและความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าของโซ่อุปทานได้

3.2 การขนส่ง (Transportation) จากการที่มีการเคลื่อนย้ายของวัสดุคงคลังจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งในโซ่อุปทานนั้น การขนส่งจะสามารถเกิดขึ้นได้โดยมีวิธีการและเส้นทางในการขนส่งที่หลากหลายซึ่งในแต่ละเส้นทางเลือกนั้นก็จะมีลักษณะเด่นและข้อดีที่ไม่เหมือนกันทางเลือกในการขนส่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพและความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าของโซ่อุปทาน

3.3 สิ่งอำนวยความสะดวก (Facilities) เป็นสถานที่ในเครือข่ายของโซ่อุปทาน ซึ่งวัสดุคงคลังได้ถูกเก็บประกอบหรือทำการผลิตโดยสิ่งอำนวยความสะดวกของโรงงาน คือ สถานที่ในการผลิตและเก็บสินค้าไม่ว่าจะเป็นหน้าที่ของสิ่งอำนวยความสะดวกนั้น การตัดสินใจที่จะเกิดขึ้นจะต้องคำนึงถึง ทำเลที่ตั้ง ความสามารถในการผลิต และความยืดหยุ่นของโรงงาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลกระทบอย่างมากต่อสมรรถนะของโซ่อุปทาน

3.4 ข้อมูลสารสนเทศ (Information) ประกอบด้วย ข้อมูลดิบและการวิเคราะห์ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับวัตถุดิบ การขนส่ง สิ่งอำนวยความสะดวก ลูกค้า ตลอดทั้งโซ่อุปทาน ข้อมูลสารสนเทศของโซ่อุปทานนั้นอาจถือได้ว่าเป็นตัวขับเคลื่อนโซ่อุปทานที่ยิ่งใหญ่ที่สุด เพราะข้อมูลนั้นมีผลกระทบโดยตรงต่อตัวขับเคลื่อนโซ่อุปทานทุกตัว ข้อมูลสารสนเทศจะช่วยให้การจัดการกับโอกาสที่จะทำให้โซ่อุปทานมีความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าและประสิทธิภาพมากขึ้น

ระบบโลจิสติกส์ (Logistics System)

1. ความหมายของโลจิสติกส์

The Council of Logistics Management (CLM) ซึ่งเป็นองค์กรทางวิชาชีพทางด้านโลจิสติกส์ของสหรัฐอเมริกา ได้ให้คำนิยามของโลจิสติกส์ ดังนี้

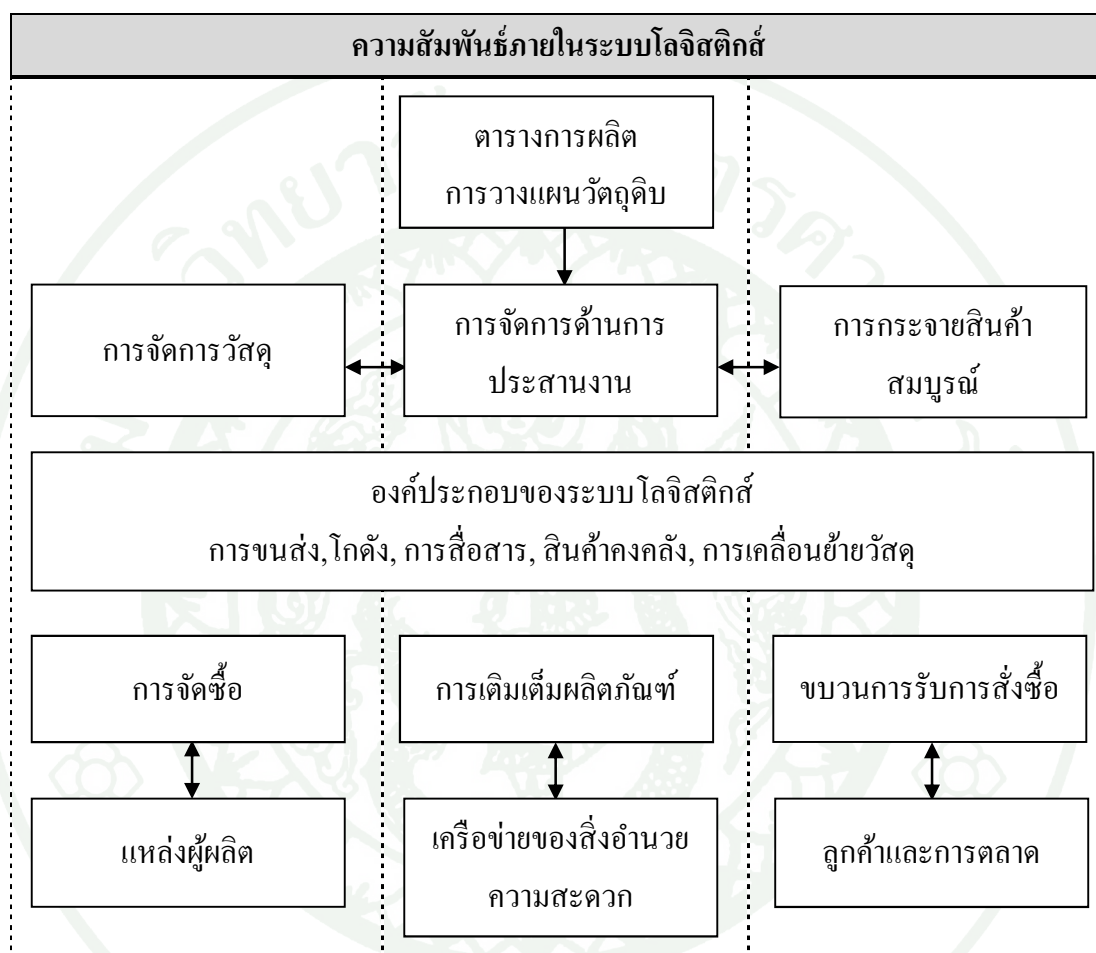
โลจิสติกส์ (Logistics) หมายถึง กระบวนการวางแผน การดำเนินงาน และการควบคุมการเคลื่อนย้ายทั้งไปและกลับ การเก็บรักษาสินค้า บริการ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผล ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการผลิตไปสู่จุดสุดท้ายของการบริโภคเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

โลจิสติกส์ (Logistics) หมายถึง การจัดลำเลียงสินค้าเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมในการกระจายสินค้าต่ำที่สุด โลจิสติกส์เกี่ยวข้องกับตั้งแต่กระบวนการจัดหาวัตถุดิบและไปสิ้นสุด ณ จุดที่มีการบริโภคสินค้านั้น หรือในอีกความหมายหนึ่ง โลจิสติกส์เป็นกระบวนการในการจัดการวางแผน จัดสายงานและควบคุมกิจกรรมทั้งในส่วนที่มีการเคลื่อนย้ายและไม่มีการเคลื่อนย้ายในการอำนวยความสะดวกของกระบวนการไหลของสินค้า ตั้งแต่จุดเริ่มจัดหาวัตถุดิบไปถึงจุดที่มีการบริโภค โลจิสติกส์ประกอบด้วย กิจกรรมต่างๆ 2 ลักษณะ คือ กิจกรรมหลัก และกิจกรรมสนับสนุน (กมลชนก และคณะ, 2547)

Bowersox (1974) ได้อธิบายระบบโลจิสติกส์ว่า เป็นส่วนสำคัญในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก คือ การขนส่งสินค้าสำเร็จและจัดสรรวัสดุให้ถูกต้องตามปริมาณกำหนดเวลา และสถานที่ที่กำหนด ในภาพที่ 3 ใช้งานได้ทั้งต้นทุนโดยรวมต่ำสุด ซึ่งรวมกระบวนการที่วัตถุดิบไหลผ่านกระบวนการผลิต จนสินค้ากระจายไปสู่ผู้บริโภค ระบบโลจิสติกส์ แบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ในการจัดการดังนี้คือ

- 1) การจัดการกระจายสินค้าสำเร็จ (Physical Distribution Management)
- 2) การจัดการวัสดุ (Material Management)
- 3) การจัดการด้านการประสานงาน (Logistic coordination) แสดงได้ดังภาพที่ 3

การจัดการกระจายสินค้าสำเร็จเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนของสินค้าคงคลังสำเร็จ (Finished Inventory) ไปยังลูกค้า การจัดการวัสดุคล้ายกับการจัดการกระจายสินค้าสำเร็จ แต่ต่างกันที่การจัดการวัสดุเกี่ยวข้องกับการสนองความต้องการของลูกค้า ส่วนการจัดการด้านการประสานงานนั้นเกี่ยวข้องกับการวางแผนและการดำเนินการรวมถึงการทำนาย

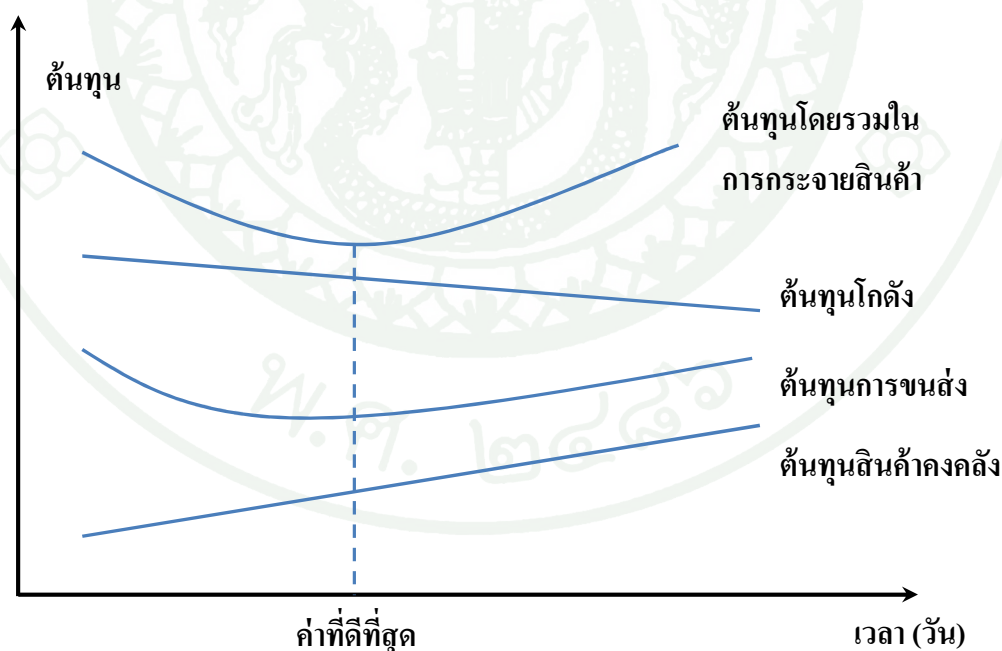


ภาพที่ 3 ระบบโลจิสติกส์

Bowersox and Closs (1996) ได้ให้คำจำกัดความหน้าที่ของระบบโลจิสติกส์ คือ รวบรวม การสนับสนุนเพื่อเป้าหมายในการสร้างคุณค่าให้กับลูกค้าที่ต้นทุนโดยรวมต่ำสุด ระบบโลจิสติกส์มี เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า โดยอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับขบวนการผลิต และขั้นตอน การดำเนินงานการตลาด ในส่วนนโยบาย ผู้จัดการโลจิสติกส์จะต้องหาหนทางในการไปถึงความพึงพอใจในคุณภาพของการบริการลูกค้าทั่วทุกขั้นตอน และ ให้เกิดความสมดุลระหว่างการบริการที่คาดหวังกับค่าใช้จ่ายโดยรวมเป็นหลัก เพื่อวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานทางธุรกิจการวัดประสิทธิภาพของการบริการสามารถวัดได้จากรูปของ (1) การมีสินค้าคงคลังที่ตรงกับความต้องการ

ของลูกค้า (2) กิจกรรมตั้งแต่ได้รับการสั่งซื้อจนกระทั่งสินค้าขนส่งถึงมือลูกค้า ซึ่งเกี่ยวกับความเร็วและความตรงต่อเวลา โดยทั่วไปลูกค้าส่วนใหญ่ต้องการการขนส่งที่รวดเร็ว (3) การบริการที่มีคุณภาพของการบริการซึ่งนำไปสู่ความไว้วางใจ (Reliability) ซึ่งการวางแผน การอบรม การวัดผล และพัฒนาที่ต่อเนื่อง

การกระจายสินค้าสำเร็จจะเป็นการบริการที่ไม่ได้สร้างรายได้โดยตรงแต่มีส่วนสำคัญในการดำเนินธุรกิจ ดังนั้นเป้าหมายหลักของการกระจายสินค้า คือ การลดต้นทุนในการส่งสินค้าไปยังลูกค้า ในส่วนของการพิจารณาต้นทุนโดยรวมของการกระจายสินค้า (Total cost of distribution) ต้นทุนโดยรวมสามารถนิยามเหมือนการรวมต้นทุนในการส่งสินค้าไปยังลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ คือการส่งผลิตภัณฑ์ถูกต้อง ถูกสถานที่ในเวลาที่ต้องการ เนื่องจากระบบถูกมองเป็นภาพรวม ดังนั้นแนวความคิดของต้นทุนโดยรวมจึงมีความสำคัญ เพื่อใช้เป็นส่วนการตัดสินใจกำหนดนโยบายการกระจายสินค้า โดยการพิจารณาต้นทุนโดยรวมนั้นจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเวลานำการกระจายสินค้า โดยเวลานำในการกระจายสินค้า จะแบ่งได้ 3 ส่วน คือ (1) ระยะเวลาขบวนการสั่งซื้อสินค้า (2) ระยะเวลาการผลิต (3) ระยะเวลาการขนส่งความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนโดยรวมการกระจายสินค้ากับเวลาแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์เวลานำกับต้นทุนโดยรวมการกระจายสินค้า

จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่ยาวนานก็จะทำให้สินค้าคงคลังมากขึ้น และต้นทุนโดยรวมจะเป็นผลรวมของต้นทุนในการขนส่ง ต้นทุนโกดัง ต้นทุนสินค้าคงคลัง ซึ่งการพิจารณาระยะเวลาที่ดีที่สุดจะแปรเปลี่ยนตามต้นทุนรวม แต่ต้นทุนรวมอย่างเดียวไม่สามารถสรุประยะเวลาที่ดีที่สุดได้ ต้องวิเคราะห์ในส่วนของการที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ขบวนการผลิตและด้านการตลาดซึ่งบ่อยครั้งการตัดสินใจ จะมีผลกระทบอย่างมากในประสิทธิภาพของการกระจายสินค้ามากกว่าการนำนโยบายในการกระจายสินค้าเอง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจำลองสถานการณ์สามารถช่วยให้มองภาพงานที่เกี่ยวข้อง และแสดงหลักฐานผลลัพธ์หรือพฤติกรรมต่างๆ เพื่อทำให้แสดงความน่าเชื่อถือของนโยบายใหม่จะนำความได้เปรียบเหนือคู่แข่ง

รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้ได้ในการควบคุมการทำงาน แต่เนื่องจากการทำงานของระบบมีการทำงานร่วมกับคนในแต่ละวัน รูปแบบทางคณิตศาสตร์จะไม่สามารถทำนายสถานการณ์ล่วงหน้าได้ ดังนั้นจึงต้องนำผู้มีประสบการณ์มาใช้ในการทำนายเหตุการณ์ โดยต้องมีความรอบรู้พื้นฐานทางเทคนิค (Knowledge-based techniques) จึงสามารถจะหน้าที่ในการทำนายแทนผู้มีประสบการณ์ได้

2. ต้นทุนระบบโลจิสติกส์ (Logistics Cost)

จากข้อมูลต้นทุนระบบโลจิสติกส์ (Logistics Cost) ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถนำมาแสดงสมการซึ่งจากแนวคิดของ (Douglas, 1975) ได้จัดกลุ่มต้นทุน โลจิสติกส์ออกเป็น 6 กิจกรรมหลักๆ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ต้นทุนการให้บริการลูกค้า (Customer Service Cost) ปัจจัยสำคัญในการกำหนดระดับการให้บริการลูกค้าที่สำคัญประกอบด้วย ต้นทุนค่าเสียโอกาสในการขายทั้งที่เป็นปัจจุบันและอนาคต เพราะความไม่พอใจของลูกค้าต่อการให้บริการขององค์กร เงินที่จ่ายไปเพื่อสนับสนุนการบริการแก่ลูกค้า ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการทำให้คำสั่งซื้อสมบูรณ์ การจัดหาอะไหล่และการให้บริการสนับสนุนอื่นๆรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าส่งคืนซึ่งกิจกรรมต่างๆ

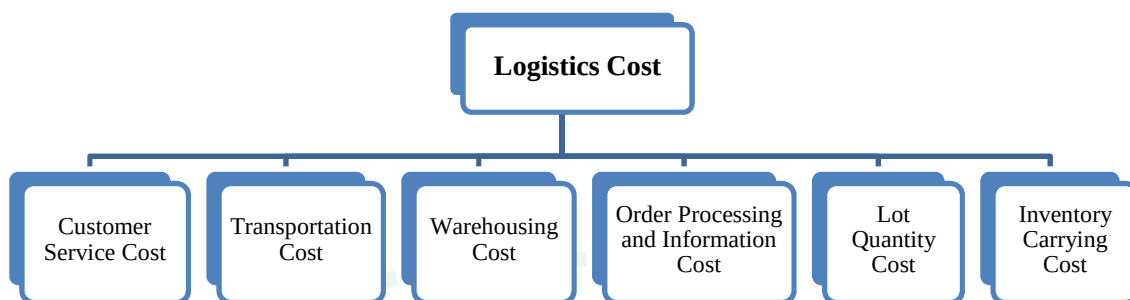
2.2 ต้นทุนค่าขนส่ง (Transportation Cost) กิจกรรมสนับสนุนการขนส่งที่ทำให้เกิดต้นทุนค่าขนส่งสามารถพิจารณาได้หลายทางขึ้นอยู่กับหน่วยในการวิเคราะห์และต้นทุนสามารถแบ่งได้ตามประเภทลูกค้า ผลิตภัณฑ์ ช่องทางการจัดจำหน่าย เช่น ต้นทุนขนส่งขาเข้ากับขาออก ซึ่งต้นทุนเหล่านี้แปรผันตามปริมาณการขนส่งน้ำหนัก ระยะทางและจุดต้นทางและจุดปลายทาง นอกจากนี้ต้นทุนและบริการยังผันแปรตามวิธีการและรูปแบบการขนส่งอีกด้วย

2.3 ต้นทุนคลังสินค้า (Warehousing Cost) เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในคลังสินค้าและการจัดเก็บสินค้าการเลือกสถานที่ตั้งโรงงานและคลังสินค้า ซึ่งต้นทุนเหล่านี้ผันแปรตามจำนวนและสถานที่ตั้งของคลังสินค้า

2.4 ต้นทุนการสั่งซื้อและข้อมูลการสั่งซื้อ (Order processing and information Cost) ต้นทุนการสั่งซื้อ ได้แก่ ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสั่งซื้อ การกระจาย การติดต่อสื่อสาร และการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ซึ่งต้นทุนเหล่านี้มีความสำคัญต่อการยกระดับการให้บริการลูกค้า และการควบคุมต้นทุนโลจิสติกส์ ส่วนต้นทุนข้อมูลการสั่งซื้อ ได้แก่ การส่งคำสั่งซื้อ การบันทึกคำสั่งซื้อ การประมวลคำสั่งซื้อ และต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับทั้งภายในและภายนอก เช่น การแจ้งข้อมูลเรื่องการขนส่งแก่ผู้ขนส่งและลูกค้ารวมทั้งปริมาณสินค้าที่มีอยู่ เป็นต้น ปัจจุบันทั้งผู้ส่งสินค้าและผู้ขนส่งสินค้าต่างๆให้ความสนใจลงทุนในระบบสารสนเทศ เช่น EDI เป็นต้น

2.5 ต้นทุนการจัดซื้อ (Lot Quantity Cost) จะขึ้นอยู่กับปริมาณสินค้าที่จัดหาและผลิต ต้นทุนนี้ ได้แก่ การจัดซื้อ และการผลิต ซึ่งแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงในปริมาณสินค้าหรือความถี่ในการสั่งซื้อ

2.6 ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (Inventory Carrying Cost) กิจกรรมที่ทำให้ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังเพิ่มสูงขึ้น ได้แก่ การควบคุมสินค้าคงคลัง การบรรจุภัณฑ์ การซ่อมแซม และการทำลายสินค้าที่มีความชำรุด ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ได้แก่ ต้นทุนเงินทุน (Capital cost) ต้นทุนค่าเสียโอกาส ต้นทุนในการดูแลสินค้า ต้นทุนพื้นที่จัดเก็บสินค้า และต้นทุนความเสี่ยงจากการจัดเก็บสินค้า



ภาพที่ 5 โครงสร้างต้นทุนโลจิสติกส์

ดังนั้นต้นทุนระบบโลจิสติกส์มีสมการดังนี้

$$L = C + T + W + O + Q + I$$

โดยที่ L = ต้นทุนโลจิสติกส์ (Logistics Cost)
 C = ต้นทุนการให้บริการลูกค้า (Customer Service Cost)
 T = ต้นทุนค่าขนส่ง (Transportation Cost)
 W = ต้นทุนคลังสินค้า (Warehousing Cost)
 O = ต้นทุนการสั่งซื้อและข้อมูลการสั่งซื้อ (Order Processing and Information Cost)
 Q = ต้นทุนการจัดซื้อ (Lot Quantity Cost)
 I = ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (Inventory Carrying Cost)

ปัญหาการขนส่งและการจัดเส้นทาง (Transport Problem and Routing)

1. ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem; TSP)

สำหรับปัญหาการจัดการเส้นทางมีอยู่หลายปัญหาแตกต่างกันไปตามรายละเอียดของปัญหานั้นๆ ปัญหาที่เป็นที่รู้จักกันอย่างดี ก็คือ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem; TSP) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยสามารถอธิบายลักษณะปัญหาการเดินทางของพนักงานขายได้ดังนี้ คือ จากพนักงานขาย 1 คน เริ่มต้นเดินทางจากเมืองหนึ่ง และไปแวะเยี่ยมเมืองต่างๆ จำนวน n เมือง โดยกำหนดให้ไปเพียงเมืองละครั้ง แล้วจึงกลับมาที่จุดเริ่มต้นที่เดิม จำนวนเส้นทางที่สามารถไปได้ทั้งหมด ก็คือ $(n - 1)!$ ซึ่งเป็นจำนวนที่มีปริมาณมาก ซึ่งจะเสียเวลาในการคำนวณมากและปัญหาลักษณะนี้เป็นปัญหาแบบ NP-Hard ซึ่งเป็นการยากในการคำนวณ

ถ้าทำการเพิ่มข้อจำกัดอื่นเข้าไปในปัญหา TSP เช่น ทำการเพิ่มข้อจำกัดด้านน้ำหนักการบรรทุกทุกเข้าไปจะเรียกปัญหานี้ว่า ปัญหาการจัดเส้นทางรถบรรทุก (Vehicle Routing Problem; VRP) (Clark and Wright, 1964) และถ้าคำนึงถึงว่าการขนส่งสินค้าต้องมาส่งที่ลูกค้าภายในช่วงเวลาที่กำหนดถ้ามาเร็วต้องรอคอยจนถึงเวลาและจะมาช้าเกินกว่าเวลาที่กำหนดไว้ไม่ได้จะเรียกปัญหานี้ว่า ปัญหาการจัดเส้นทางรถบรรทุกแบบมีช่วงระยะเวลาการขนส่ง (Vehicle Routing Problem with time windows; VRPTW) (Solomon, 1987)

2. ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem; VRP)

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem; VRP) เป็นปัญหาที่สำคัญในการจัดการด้านโลจิสติกส์อย่างหนึ่ง อาจหมายถึง การขนส่งวัตถุดิบจากผู้ผลิต (Supplier) ไปยังโรงงานที่ผลิตสินค้า (Factory plant) หรือการขนส่งสินค้าไปยังคลังเก็บสินค้า (Warehouse) หรือลูกค้า (Customer) บริษัทต้องการหาวิธีการขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน โดยวิธีการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานนั้นประกอบไปด้วยการใช้ยานพาหนะที่มีจำนวนน้อยลง การใช้ระยะทางในการขนส่งที่น้อยลง การลดระยะเวลาความล่าช้าในการขนส่งสินค้า และการเพิ่มระดับการให้บริการในการขนส่ง เป็นต้น (ณกร, 2548) โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งระดับการวางแผนการจัดการการขนส่งสินค้าได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

2.1 การตัดสินใจระดับกลยุทธ์ (Strategic Decision) เป็นส่วนของการวางแผนที่เกี่ยวข้องกับนโยบายหรือทิศทางในการบริหารและดำเนินการของบริษัท เช่น การออกแบบและกำหนดที่ตั้งของโรงรถ (Depot) หรือคลังเก็บสินค้า (Warehouse) ขอบเขตของพื้นที่การให้บริการ ส่วนแบ่งการตลาด เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อองค์กรในระยะยาว

2.2 การตัดสินใจเพื่อควบคุมการบริหาร (Management Control Decision) หรือเรียกว่าเป็นการตัดสินใจระดับเทคนิควิธี (Tactical Decision) เป็นการตัดสินใจของผู้บริหารระดับกลางเป็นการตัดสินใจวางแผนการทำงานในอนาคตขององค์กร มีผลต่อองค์กรในระยะเวลาที่กำหนด เช่น การที่บริษัทจะซื้อรถบรรทุกหรือยานพาหนะจำนวนกี่คัน เป็นรถบรรทุก 10 ล้อ 6 ล้อ หรือ รถพ่วง

2.3 การตัดสินใจระดับปฏิบัติการ (Operational Decision) เป็นการตัดสินใจของผู้บริหารระดับล่าง เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ มีผลกระทบต่อบางส่วนขององค์กรเท่านั้น และมีผลกระทบต่ออนาคตขององค์กรค่อนข้างน้อย เช่น จะต้องจัดการการขนส่งสินค้าหรือกระจายสินค้าอย่างไร และจะกำหนดเส้นทางของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งอย่างไร เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด

Toth and Vigo (2002) กล่าวว่า ลักษณะรูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งจะอาศัยการแก้ปัญหการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีข้อจำกัด (Capacitated Vehicle Routing Problem; CVRP) เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริง เมื่อนำโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางเดินรถไปประยุกต์ใช้โดยความยากง่ายจะแปรผันตามขนาดของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสามารถเขียนรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ (Object Function)

$$\text{Minimize } \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{k=1}^P C_{ij} X_{ij}^k \quad (1)$$

เงื่อนไขข้อจำกัด (Subject to)

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n X_{ij}^k d_i \leq Q^k \quad ; 1 \leq k \leq P \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij}^k = \sum_{j=1}^n X_{ji}^k \leq 1 \quad \text{for } i = 0 \text{ and } k \in \{1, \dots, P\} \quad (3)$$

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n X_{ij}^k \leq P \quad \text{for } i = 0 \quad (4)$$

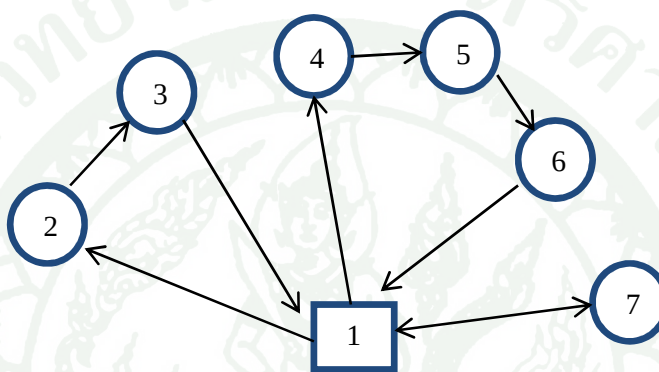
เมื่อ	C_{ij}	คือ ระยะทางจากจุด i ไปจุด j
	P	คือ จำนวนของยานพาหนะทั้งหมด
	k	คือ คำนวณลำดับของยานพาหนะ
	n	คือ จำนวนของลูกค้า
	Q_k	คือ ความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะ k
	d_i	คือ จำนวนความต้องการสินค้าของลูกค้า i

$X_{ij}^k \in 0$ และ 1 ($i \neq j$; $i, j \in 0, 1, \dots, N$) คือ ในกรณีเดินทางจากจุด i ไปจุด j จะให้ X_{ij}^k มีค่าเป็น 1 ถ้าเป็นกรณีอื่น ให้มีค่าเป็น 0

โดยที่ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีเป้าหมายคือต้องการระยะทางรวมของทุกเส้นทางมีผลลัพธ์ต่ำที่สุด ฟังก์ชันเงื่อนไขข้อจำกัด คือ ถ้ายานพาหนะ k ส่งจากจุด i ไปจุด j ตามจำนวนความต้องการสินค้าของลูกค้า ณ จุดนั้น ผลรวมของความต้องการสินค้าในเส้นทางนั้น จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะ k กำหนดให้ทุกเส้นทางจะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดที่คลังสินค้าและจำนวนเส้นทางทั้งหมดที่ใช้ในปัญหาจัดเส้นทางเดินรถขนส่งต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนรวมของยานพาหนะทั้งหมด

รูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งจะมี 4 ลักษณะคือ (1) ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีข้อจำกัด (Capacitated and Distance-Constrained VRP), (2) ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีกรอบเวลา (VRP with Time Windows), (3) ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีการขนส่งกลับมายังคลังสินค้าเดิม (VRP with Backhauls), (4) ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีการรับส่งสินค้า (VRP with Pickup and Delivery)

Golden et al. (1984) ได้อธิบายปัญหาการจัดการเส้นทางยานพาหนะจากคลังพัสดุไปยังลูกค้าหลายๆจุด ซึ่งมีปริมาณความต้องการต่างกัน เพื่อที่จะให้ระยะทางต่ำสุดที่ครอบคลุมลูกค้า และยังมีข้อจำกัดในความจุของยานพาหนะในการขนส่งและอาจมีข้อจำกัดระยะเวลาสูงสุดในการขนส่ง 1 รอบเส้นทางจัดส่ง ทุกยานพาหนะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่จุดเดียวกัน คือ คลังพัสดุกกลาง ถ้าข้อจำกัดระยะเวลาสูงสุดในการขนส่งถูกเพิกเฉย จะเป็นปัญหาการจัดการเส้นทางมาตรฐาน (Standard Vehicle Routing Problem; SVRP) ดังภาพที่ 6 เป็นเครือข่ายที่แสดงลักษณะเส้นทางยานพาหนะ โดยกลุ่มยานพาหนะ



ภาพที่ 6 เครือข่ายเส้นทางยานพาหนะ

Bodin and Golden (1981) ได้นำเสนอลักษณะเฉพาะของสิ่งที่ทำให้ปัญหาการจัดการเส้นทางขนส่งมีความแตกต่างกันโดยแสดงในตารางที่ 2 เนื่องจากปัญหาที่เกี่ยวกับการขนส่งนั้น มีขอบเขตที่หลากหลายและขึ้นกับการประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานทำให้การทำความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหาให้ดียิ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 2 ลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ

ลักษณะของปัญหา	ทางเลือกที่เป็นไปได้
1. จำนวนของยานพาหนะ (Fleet)	- จำนวน 1 คัน - จำนวนหลายคัน
2. ประเภทของยานพาหนะที่มี (Vehicle type)	- ประเภทเดียวกันหมด - หลายประเภท - ยานพาหนะแบบพิเศษ
3. ที่จอดยานพาหนะ (Depot) หรือคลังสินค้า (Warehouse)	- คลังสินค้ากลาง 1 แห่ง - คลังสินค้ากลางมากกว่า 1 แห่ง
4. ความต้องการในการขนส่ง (Transport demand)	- ความต้องการที่แน่นอน (Deterministic) - ความต้องการที่ไม่แน่นอน (Stochastic)
5. จุดกำเนิดความต้องการ (Demand location)	- ที่ตำแหน่ง (Node หรือ point) - ที่เส้นทาง (Arc หรือ route) - ที่ตำแหน่งและเส้นทาง (Mix)
6. ความสามารถในการบรรทุกยานพาหนะ (Vehicle capacity)	- เท่ากันหมด - ไม่เท่ากัน
7. เวลาในการขนส่งที่ยอมรับได้มากที่สุด (Maximum route time)	- กำหนด (เท่ากันทุกเส้นทาง) - กำหนด (ต่างกันตามเส้นทาง) - ไม่กำหนด (ไม่จำกัดความจุ)
8. ข้อจำกัดในด้านเวลาในการขนส่ง (Time windows)	- แบบด้านเดียว (Single-sided) - แบบสองด้าน (Double-sided)
9. ต้นทุน(Cost)	- ต้นทุนผันแปรหรือต้นทุนเส้นทาง - ต้นทุนคงที่หรือต้นทุนยานพาหนะ - ต้นทุนขนส่งรวม

ที่มา: Bodin and Golden (1981)

ส่วนปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีคลังสินค้าหลายแห่ง (The multi-depot vehicle routing problem; MDVRP) เป็นรูปแบบของปัญหาที่พัฒนามาจากปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem; VRP) ซึ่งมีคลังสินค้าเพียงแห่งเดียว โดยแสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ (Object Function)

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{v=1}^{NV} C_{ij} X_{ij}^v \quad (5)$$

เงื่อนไขข้อจำกัด (Subject to)

$$\sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^{NV} (X_{ij}^v) = 1 \quad j = \{M+1, \dots, n\} \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{v=1}^{NV} (X_{ij}^v) = 1 \quad i = \{2, 3, \dots, n\} \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n (X_{ip}^v) - \sum_{j=1}^n (X_{pj}^v) = 0 \quad v = \{1, 2, 3, \dots, NV\} \quad p = \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n (D_i) \sum_{j=1}^n (X_{pj}^v) \leq K_v \quad v = \{1, 2, 3, \dots, NV\} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n (T_i^v) \sum_{j=1}^n (X_{ij}^v) + \sum_{i=1}^n (T_{ij}^v) \sum_{j=1}^n (X_{ij}^v) \leq T_v \quad v = \{1, 2, 3, \dots, NV\} \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^M \sum_{j=M+2}^n (X_{ij}^v) \leq 1 \quad v = \{1, 2, 3, \dots, NV\} \quad (11)$$

$$\sum_{p=1}^M \sum_{i=M+2}^n (X_{ip}^v) \leq 1 \quad v = \{1, 2, 3, \dots, NV\} \quad (12)$$

$$X \in S \quad (13)$$

$$X_{ij}^v = 0 \text{ or } 1 \quad \text{for all } i, j, v \quad (14)$$

โดยที่	M	คือ จำนวนคลังสินค้า
	n	คือ จำนวนของปม (Node)
	NV	คือ จำนวนยานพาหนะ
	K_v	คือ ความจุยานพาหนะ (v)
	T_v	คือ ข้อจำกัดเวลาสูงสุดของเส้นทางยานพาหนะ v
	D_i	คือ ปริมาณความต้องการของปม i (จุดส่งสินค้า i) $d_i=0$
	T_i^v	คือ เวลาที่ต้องการสำหรับยานพาหนะ v ในการส่งมอบ ณ Node i
	$(T_i=0)$	
	Node $i=1$	คือ คลังพัสดุกลาง
	T_{ij}^v	คือ เวลาในการเดินทางสำหรับยานพาหนะ v จาก Node i ไปยัง Node j
	$(T_{ij}^v=\infty)$	
	C_{ij}	คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจาก Node i ไปยัง Node j ($C_{ij}=1$)
	S	คือ เส้นทางยานพาหนะแต่ละคัน ซึ่งไม่รวมจุดเริ่มต้น Node 1

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ทำการพิจารณามีวัตถุประสงค์ในการหาระยะทางที่น้อยที่สุดดังแสดงในสมการที่ (5) โดยมีสมการข้อจำกัดดังนี้ สมการที่ (6) และ (7) เป็นการควบคุมการส่งสินค้าไปยังลูกค้าด้วยยานพาหนะเพียงหนึ่งคัน และเพื่อให้การเดินทางเป็นไปอย่างต่อเนื่องนั้น จึงใช้สมการที่ (8) เป็นตัวควบคุม คือ เมื่อยานพาหนะเข้าไปส่งสินค้ายังลูกค้าเรียบร้อยแล้วจะต้องออกจากจุดส่งสินค้านั้นด้วย สมการที่ (9) คือ ข้อจำกัดในด้านความจุของยานพาหนะเช่นเดียวกับสมการที่ (10) ซึ่งที่ข้อจำกัดในด้านเวลาที่ให้ในการเดินทาง สมการที่ (11) และ (12) ยืนยันว่าความต้องการจะไม่เกินจำนวนยานพาหนะที่สามารถใช้งานได้ สมการที่ (13) คือ ข้อจำกัดในเรื่องของการเกิดเส้นทางย่อย (Subtour breaking) สมการที่ (14) แสดงการเชื่อมโยงระหว่างปม i และ j โดยจะให้ค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างปม i กับ j และให้ค่าเท่ากับ 0 เมื่อไม่เกิดการเชื่อมโยงเกิดขึ้น

ปัญหาการเกิดเส้นทางย่อยสามารถกำจัดออกไปได้โดยการเลือกใช้ข้อกำหนดใดๆ ดังต่อไปนี้

- (1) $S = \{x_{ij} : \sum_{i \in Q} \sum_{j \in Q} x_{ij} \geq 1 \text{ สำหรับ ทุกๆ เซตย่อย } Q = \{1, 2, \dots, n\} \text{ ซึ่งมีปม } 1, 2, \dots, M\}$

(2) $S = \{x_{ij} : \sum_{i \in R} \sum_{j \in R} x_{ij} \leq |R| - 1 \text{ สำหรับทุกๆ เซตย่อย } R \text{ ที่ไม่ใช่เซตว่างของปม } \{M+1, M+2, \dots, n\}\}$

(3) $S = \{x_{ij} : y_i - y_j + nx_{ij} \leq n - 1\}$ สำหรับ $M = 1 \leq i \neq j \leq n$ และจำนวนจริงใด y_i

3. ปัญหาการจัดตารางเวลายานพาหนะ (Vehicle Scheduling Problem: VSP)

Bodin et al. (1983) กล่าวว่า ปัญหาการจัดตารางเวลายานพาหนะมีความคล้ายคลึงกันกับ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (VRP) โดยมีเงื่อนไขของเวลาในแต่ละกิจกรรมเข้ามาเกี่ยวข้องจะมีการให้ความสำคัญกับลักษณะของแต่ละกิจกรรมที่เวลามีความเกี่ยวข้องกัน เช่น การไปส่งสินค้าแต่ละแห่งจะใช้เวลาไม่เท่ากัน ซึ่งลำดับของกิจกรรมเป็นสิ่งสำคัญในการจัดตารางเวลา

ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงจะมีเงื่อนไขต่างๆที่สำคัญส่งผลให้เกิดความซับซ้อนในการจัดตารางเวลาโดยมี

- (1) เงื่อนไขของช่วงเวลาหรือระยะทางโดยรวม
- (2) ในช่วงที่ยานพาหนะอยู่ระหว่างให้บริการก่อนที่จะกลับมายังคลังสินค้ากลาง
- (3) เงื่อนไขของงานที่สามารถทำได้เพียงในบางยานพาหนะเท่านั้น
- (4) เวลาที่มีสำหรับการให้บริการในแต่ละแห่ง (Time windows)
- (5) วิธีที่ใช้ในการให้บริการ เช่น ต้องมีการยกสินค้าขึ้นก่อนจะมีการส่ง
- (6) ความหลากหลายของคลังสินค้ากลางที่ยานพาหนะจะไปจอด

กำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programming)

1. ความหมาย

กำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programming) หมายถึง ระเบียบวิธีทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimum: ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด) ของเป้าหมายที่กำหนดภายใต้เงื่อนไขบางประการ โดยเป้าหมายจะต้องแสดงอยู่ในรูปสมการเส้นตรง สำหรับเงื่อนไขอาจจะอยู่ในรูปสมการหรืออสมการเส้นตรงก็ได้ และทั้งนี้ตัวแปรที่กำหนด (ทั้งหมดทุกตัวหรือบางตัว) จะต้องเป็นจำนวนเต็ม จากความหมายนี้จะเห็นได้ว่ากำหนดการจำนวนเต็มก็คือกำหนดการเชิงเส้นตรง (Linear programming) ที่ต้องการค่าตัวแปรที่กำหนดเป็นจำนวนเต็มนั่นเอง (บุญสม, 2549)

2. กระบวนการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาด้วยโปรแกรมเชิงเส้น

โปรแกรมเชิงเส้นเป็นการศึกษาเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด (Sultan, 1993) และทำการแก้ปัญหาซึ่งอยู่ในรูปฟังก์ชันเชิงเส้น โดยอาศัยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) (Hillier, 1990) กำหนดการเชิงเส้นเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบของปัญหาที่มีการระบุจุดประสงค์หรือเป้าหมาย โดยคำนึงถึงเงื่อนไขบังคับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป้าหมายและเงื่อนไขบังคับสามารถเขียนในรูปแบบของฟังก์ชันเชิงเส้นตรงได้ วิจิตร และคณะ (2548) ได้กล่าวว่า การตัดสินใจ คือกระบวนการในการเลือกทางเลือกในการปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งในการแก้ปัญหานั้นอาจมีวิธีที่เป็นไปได้หลายทางจึงจำเป็นต้องทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยมีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด เช่น กำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และแนวทางการดำเนินงานอื่นๆ ที่ให้ผลประโยชน์มากที่สุดต่อระบบนั้นๆ รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมีโครงสร้าง (บุญสม, 2549) ดังนี้

2.1 สมการกำหนดเป้าหมาย (Objective Function) คือ สมการแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุน, กำไรวัตถุประสงค์ของกำหนดการที่ต้องการค่าสูงสุดหรือต่ำสุด และต้องแสดงในรูปของสมการเส้นตรง

2.2 สมการแสดงขอบข่าย (Constraints) ซึ่งแสดงขีดจำกัดของปัจจัยหรือทรัพยากร ซึ่งอาจอยู่ในรูปสมการหรืออสมการเส้นตรงก็ได้

2.3 ตัวแปร (Decision variables) แสดงถึงตัวแปรซึ่งเป็นผลเฉลยทั้งหมดของกำหนดการว่าประกอบด้วยตัวแปรตัวใดบ้างและตัวแปรเหล่านั้นจะต้องไม่มีค่าในทางลบ (Non-negative value) ทั้งนี้ตัวแปรทุกตัวหรือบางตัวแปรที่กำหนดจะต้องเป็นจำนวนเต็ม

3. ประเภทของกำหนดการจำนวนเต็ม

ด้วยเหตุผลที่กำหนดการจำนวนเต็มคือกำหนดการเชิงเส้นตรงที่ต้องการค่าตัวแปรทั้งหมดทุกตัวหรือกำหนดเฉพาะเจาะจงบางตัวเป็นจำนวนเต็ม ดังนั้นกำหนดการจำนวนเต็มจึงมี 2 ประเภทตามลักษณะของการกำหนดค่าของตัวแปรดังนี้

3.1 กำหนดการจำนวนเต็มแท้ (Pure Integer Programming): กรณีที่กำหนดตัวแปรทั้งหมดทุกตัวต้องเป็นจำนวนเต็ม

3.2 กำหนดการจำนวนเต็มผสม (Mixed Integer Programming): กรณีที่กำหนดเฉพาะเจาะจงบางตัวแปรต้องเป็นจำนวนเต็ม (ผสมกันระหว่างตัวแปรที่ต้องการเป็นจำนวนเต็มกับตัวแปรที่ไม่จำเป็นต้องเป็นจำนวนเต็ม) (บุญสม, 2549)

4. การหาผลเฉลยของกำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programming Algorithms)

ขั้นตอนการหาผลเฉลยของกำหนดการจำนวนเต็มประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1: ผ่อนคลาย (relax) พื้นที่คำตอบของกำหนดการจำนวนเต็มโดยการแทนที่ตัวแปรไบนารี (Binary variables, y) บางตัวด้วยช่วงตัวเลขต่อเนื่อง (Continuous range) $0 \leq y \leq 1$ และจัดข้อจำกัดด้านจำนวนเต็มของตัวแปรจำนวนเต็ม (Integer variables) ทุกตัวผลลัพธ์ของการผ่อนคลายเป็นไปได้สมการเชิงเส้นตรงต่างๆไป

ขั้นตอนที่ 2: ทำการแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตรงนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นผลเฉลยต่อเนื่อง (Continuous optimum)

ขั้นตอนที่ 3: เริ่มจากจุดผลเฉลยต่อเนื่อง (Continuous optimum point) เพิ่มข้อจำกัดพิเศษ ซึ่งจะปรับเปลี่ยนพื้นที่คำตอบของสมการเชิงเส้นตรงผลลัพธ์สุดท้ายจะได้จุดของผลเฉลย ซึ่งเป็นจำนวนเต็มที่ต้องการ วิธีการสำหรับการสร้างข้อจำกัดพิเศษในขั้นตอนที่ 3 คือ วิธีbranch and bound (Branch and Bound method) หรือวิธีการตัดพื้นที่ (Cutting plane method) เป็นต้น

Taha (1997); Hiller and Lieberman (2001) กล่าวถึง งานวิจัยที่เกี่ยวกับกำหนดการจำนวนเต็ม (Integer programming) จำนวนมากที่ได้รับการตีพิมพ์จะมีการใช้เทคนิคที่เรียกว่า Branch and Bound ในการแก้ไขปัญหาส่วนเทคนิคอื่นๆ ที่มีการใช้แก้ปัญหาก็ได้เช่นกัน คือ Cutting-Plane, Fractional สำหรับกำหนดการจำนวนเต็มแท้ (Pure Integer Programming) หรือ Zero-One ถึงแม้ว่าวิธีการทั้งหมดจะมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาคำหนดการจำนวนเต็ม แต่จากประสบการณ์แสดงให้เห็นว่าวิธี Branch and Bound Method เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการอื่นๆ

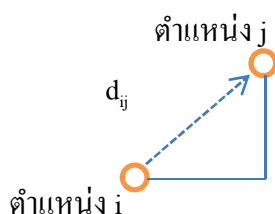
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

1. การหาระยะทาง (Distance Method)

เราสามารถแบ่งรูปแบบการคำนวณระยะทาง ตามรูปแบบตามความสัมพันธ์ระยะทางระหว่างคู่ตำแหน่งโดยให้ d_{ij} เป็นระยะทางระหว่างตำแหน่ง i และ j ได้ 4 รูปแบบ (ชวลิตร์, 2550) ดังนี้

1.1 ระยะทางแบบยูคลิดีเนียน (Euclidean distance) คือการหาเส้นทางระหว่างตำแหน่ง i และ j เป็นไปตามความสัมพันธ์

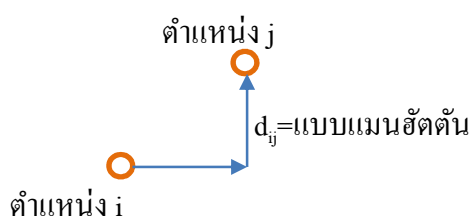
$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} \quad (15)$$



โดย d_{ij} คือ ระยะทางระหว่างตำแหน่ง i และ j x_i และ y_i คือ ตำแหน่งจุดพิกัดตามแนวแกน x และ y ของตำแหน่ง i x_0 และ y_0 คือ ตำแหน่งจุดพิกัดตามแนวแกน x และ y ของตำแหน่งจุดเริ่มต้น

1.2 ระยะทางแบบแมนฮัตตัน (Manhattan distance) คือการหาเส้นทางแบบแมนฮัตตันเป็นระยะทางระหว่างตำแหน่ง i และ j ที่วัดตามระบบพิกัดฉาก X, Y ระหว่างจุดสองจุดหรือศูนย์กลางพื้นที่ของสองแหล่ง

$$d_{ij} = |x_i - x_0|_i + |y_i - y_0|_j \quad (16)$$



โดย d_{ij} คือ ระยะทางระหว่างตำแหน่ง i และ j
 x_i, y_i คือ ตำแหน่งจุดพิกัดตามแนว แกน x และ y ของตำแหน่ง i
 x_0, y_0 คือ ตำแหน่งจุดพิกัดตามแนวแกน x และ y ของตำแหน่งจุด เริ่มต้น

1.3 ระยะทางแบบเชิงเส้นตรง (Rectilinear distance) คือการหาเส้นทางระหว่างตำแหน่ง i และ j เป็นไปตามความสัมพันธ์

$$d_{ij} = |x_i - x_0| + |y_i - y_0| \quad (17)$$

โดย d_{ij} คือ ระยะทางระหว่างตำแหน่ง i และ j
 x_i, y_i คือ ตำแหน่งจุดพิกัดตามแนว แกน x และ y ของตำแหน่ง i
 x_0, y_0 คือ ตำแหน่งจุดพิกัดตามแนวแกน x และ y ของตำแหน่งจุดเริ่มต้น

1.4 ระยะทางแบบเชบีเชฟ (Chebychev) คือ การหาเส้นทางระหว่างตำแหน่ง i และ j เป็นไปตามความสัมพันธ์

$$d_{ij} = \max\{|x_i - x_0|, |y_i - y_0|\} \quad (18)$$

โดย d_{ij} คือ ระยะทางระหว่างตำแหน่ง i และ j
 x_i, y_i คือ ตำแหน่งจุดพิกัดตามแนว แกน x และ y ของตำแหน่ง i
 x_0, y_0 คือ ตำแหน่งจุดพิกัดตามแนวแกน x และ y ของตำแหน่งจุดเริ่มต้น

2. วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Method)

การคิดค้นวิธีในการแก้ปัญหาการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Method) ใ้หลายวิธีโดยลักษณะการหาคำตอบของปัญหาสามารถแบ่งวิธีการได้เป็น 3 ประเภท

2.1 วิธีแม่นยำตรง (Exact Method)

วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) นี้ จะได้คำตอบที่ดีที่สุด โดยมีพื้นฐานมาจาก Mathematical programming แต่วิธีนี้มีความยุ่งยากซับซ้อนในการคำนวณมากและใช้เวลาในการคำนวณนาน จึงจำเป็นต้องอาศัยคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณ ซึ่งถ้าเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่แล้ว จำเป็นต้องใช้หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์มากทำให้เสียเวลาในการคำนวณ

ซึ่งข้อด้อยของวิธีแม่นยำตรงนี้ เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่เพิ่มมากขึ้นวิธีการอาจไม่สามารถรับประกันการหาคำเหมาะสมที่สุด (Optimization) ได้ โดยถ้าจำนวนลูกค้าเพิ่มมากขึ้น (มากกว่า 100 ปม) โดยจะต้องใช้เวลานานในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรโดยใช่เหตุ

Fisher and Jaikumar (1981) ใช้วิธีวิธีการแตกกิ่งและการกำจัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm) แก้ปัญหาเหมาะสมสำหรับปัญหา Vehicle Routing Problem (VRP) ซึ่งมีจำนวนลูกค้าไม่เกิน 100 ปม Little et al. (1963) ได้ทำการศึกษาปัญหาของพนักงานขาย โดยใช้วิธีบรานด์แอนด์บาวด์ (Branch and Bound Algorithm) โดยเริ่มต้นที่การแตกกิ่ง (Branching) คือหาเส้นทางการเดินทางหลัก โดยการแตกเส้นทางออกเป็นเส้นทางย่อยและคำนวณหาค่าขอบเขตล่าง (Lower bound) ของแต่ละเส้นทางนั้นถ้าทางใดมีค่าใช้จ่ายหรือระยะทางน้อยที่สุดก็ถือว่าเส้นทางนั้นเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดด้วย แล้วทำการแตกเส้นทางย่อยไปเช่นนี้เรื่อยๆ และในขณะที่ทำการแตกกิ่งออกไปก็จะทำการตัดเส้นทางที่เป็นไปไม่ได้ เนื่องจากค่าใช้จ่ายสูงกว่าค่าขอบเขตล่างออกไปด้วยจนเหลือเส้นทางที่ดีที่สุดเพียงเส้นทางเดียว แต่เนื่องจากใช้เวลามากจึงทำให้การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้เหมาะใช้กับปัญหาที่มีขนาดไม่ใหญ่หรือจำนวนจุดให้บริการน้อย นอกจากนี้ยังมีวิธีการตัดพื้นที่ (Cutting plane method) สามารถแก้ปัญหาได้ด้วย

วิธีbranch and bound (Branch and Bound Method) เป็นวิธีการหาผลลัพธ์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่เป็นจำนวนเต็มกรณีที่ต้องการหาค่ามากที่สุด จะกำหนดขอบเขตล่าง (lower bound) ให้มีค่าเริ่มต้นในฟังก์ชันเป้าหมายเป็นจำนวนลบอนันต์ (infinity) แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1.1 เลือกโปรแกรมเชิงเส้นลำดับที่ i เพื่อทำการแก้ปัญหาในลักษณะเดียวกับการแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้นทั่วไป ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เพียงอย่างเดียวหนึ่งดังนี้

- ก. ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสม และค่าของตัวแปรตัดสินใจเป็นจำนวนเต็ม
- ข. ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมแต่ค่าของตัวแปรตัดสินใจไม่เป็นจำนวนเต็ม
- ค. ไม่มีผลลัพธ์ที่เป็นไปได้

2.1.2 ถ้าได้ผลลัพธ์ตาม (ก.) และ (ค.) จะหยุดแล้วไปพิจารณาโปรแกรมเชิงเส้นในลำดับต่อไป ถ้าได้ผลลัพธ์ตาม (ข.) จะเลือกตัวแปรที่ต้องการให้มีค่าเป็นจำนวนเต็ม แล้วแบ่งค่าออกเป็น 2 ส่วน ได้ตัวแปรดังกล่าวมีค่าอยู่ระหว่าง $x_j^* < x_j < x_j^* + 1$ โดยที่ x_j^* เป็นจำนวนเต็มที่มีค่ามากที่สุดในบรรดาค่าที่น้อยกว่า x_j แล้วทำการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นโดยเพิ่มเงื่อนไข $x_j \leq x_j^*$ และ $x_j \geq x_j^* + 1$ แล้วทำการแยกพิจารณาทีละส่วน จากนั้นจะกำหนดให้ $i = i + 1$ แล้วกลับไปดำเนินการในขั้นที่ 2.1.1 ใหม่จนสามารถหาผลลัพธ์ของโปรแกรมเชิงเส้นที่มีทั้งหมดได้ครบทุกโปรแกรม ถ้าผลลัพธ์ของโปรแกรมเชิงเส้นใดมีค่ามากที่สุด จะถือว่าตัวแปรในโปรแกรมเชิงเส้นนั้นเป็นผลลัพธ์จำนวนเต็มที่เหมาะสมที่สุดในทางตรงกันข้าม ถ้าเป็นปัญหาต้องการหาค่าน้อยที่สุด จะกำหนดขอบเขตบน (upper bound) ให้มีค่าเริ่มต้นในเป้าหมายเป็นจำนวนอนันต์แล้วดำเนินการตามขั้นตอนที่กล่าวมา เพื่อหาผลลัพธ์ที่เป็นจำนวนเต็มน้อยที่สุด (Sultan, 1993)

2.2 วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method)

วิธีฮิวริสติกส์เป็นการหาคำตอบที่ใกล้เคียงกับค่าเหมาะสมมากที่สุด (Near Optimal Solution) การหาคำตอบประเภทนี้มีวิธีที่สามารถหาคำตอบได้หลายวิธีโดยคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ใกล้เคียงกับค่าเหมาะสมที่สุดเท่านั้น วิธีนี้จึงได้รับความนิยมมากกว่าวิธีแรกเพราะความยุ่งยากในการคำนวณมีน้อยกว่า สามารถทำได้รวดเร็วกว่า ใช้น้อยในการประมวลผลและหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์น้อยกว่า และสามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ดีกว่า

สำหรับวิธีนี้การหาผลเฉลยจะเป็นวิธีที่ดีพอเพียงภายในเวลาจำกัด หรือ “Good Enough and Fast Enough Solution” ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับปัญหา เอ็นพี-สมบูรณ์ วิธีฮิวริสติกส์ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการหาผลเฉลยของแต่ละปัญหาเท่านั้น ดังนั้นวิธีฮิวริสติกส์ที่สามารถหาผลเฉลยที่ดีสำหรับปัญหาหนึ่งจึงไม่สามารถนำไปใช้หาผลเฉลยของอีกปัญหาหนึ่งได้นอกจากนี้ในบางปัญหาที่มีความซับซ้อนมากการสร้างตัวแปรและเงื่อนไขในตัดสินใจให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อาจกระทำได้ยากจึงไม่สามารถใช้วิธีแมนตรงหรือใช้เทคนิคบางอย่างจากวิธีกำหนดการเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ได้

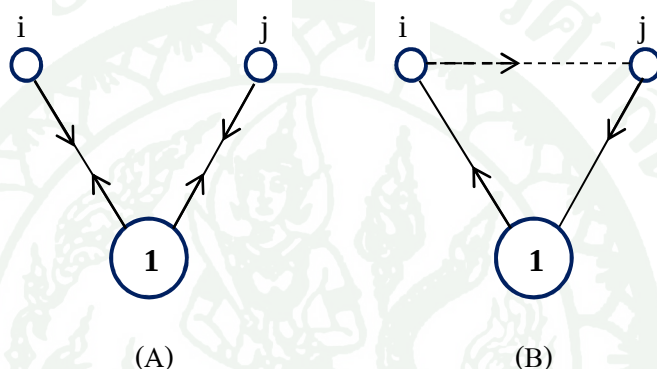
วิธีการที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหา VRP ได้แก่ วิธีฮิวริสติกส์ซึ่งสามารถทำโดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้แต่ด้วยรูปแบบที่ยังยากซับซ้อนการประยุกต์ใช้วิธีแมนตรงหรือใช้เทคนิค LP อาจกระทำได้ยากมากเมื่อจำนวนตัวแปรตัดสินใจเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็วจนบางครั้งอาจไม่สามารถหาขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดได้ วิธีฮิวริสติกส์จึงน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับปัญหา VRP ในขณะนี้

2.2.1 วิธีการหาค่าประหยัด (Saving Method)

Clarke and Wright (1964) นำเสนออัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีคลังสินค้าเพียงแห่งเดียวไปยังลูกค้าต่างๆ โดยพิจารณาหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมจากระยะทางที่ประหยัดที่สุด (Saving) ของแต่ละคู่ของลูกค้า ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. เลือกคลังสินค้าให้เป็นปมเริ่มต้นลำดับที่ 1

ข. คำนวณระยะทางที่ประหยัดในการขนส่งจาก $S_{ij} = C_{1i} + C_{j1} - C_{ij}$ สำหรับทุกคู่ของลูกค้า (i) และ (j) ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการเชื่อมต่อ (i, j) เพื่อให้เกิดเส้นทางใหม่ขึ้นคือ (1, i, j, 1) แทนที่การแบ่งเส้นทางเป็น 2 เส้นทางคือ (1, i, 1) และ (1, j, 1) ดังแสดงในภาพที่ 7 โดยที่ C_{ij} อาจเป็นค่าของ ระยะทาง เวลา หรือ ค่าใช้จ่าย ของลูกค้า (i) และลูกค้า (j) แล้วแต่สถานการณ์



ภาพที่ 7 การเชื่อมต่อแบบประหยัด (A) สถานะเริ่มต้น (B) สถานะหลังการเชื่อมต่อ (i, j)

ค. เรียงลำดับค่า S_{ij} จากค่ามากไปค่าน้อย

ง. เริ่มทำการเชื่อมต่อปม (i) และ (j) ตั้งแต่ค่าแรกของชุดข้อมูลแบบประหยัดไปจนถึงค่าสุดท้ายกล่าวคือการเชื่อมโยงเส้นทางแรกที่มีค่า S_{ij} มากที่สุด

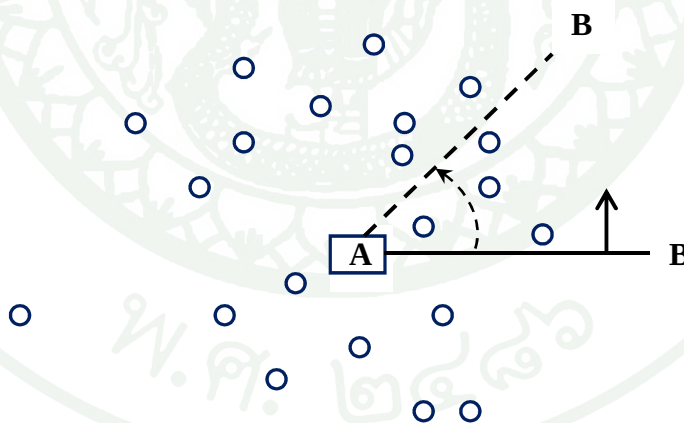
จ. ถ้าไม่สามารถเพิ่มการเชื่อมต่อเข้าไปในเส้นทางได้อีกอันเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านความจุของยานพาหนะหรือระยะเวลาในการเดินทางแล้วจึงจะทำการสร้างเส้นทางใหม่ขึ้นมา

ฉ. ทำซ้ำในข้อ ง และข้อ จ จนกระทั่งไม่สามารถเชื่อมโยงได้อีก

2.2.2 วิธีการกวาดแขน (Sweeping Approach)

วิธีการกวาดแขน (Sweeping Approach) หรือเรียกอีกชื่อว่า วิธีการแบ่งส่วนก่อนแล้วจึงจัดเส้นทาง (Cluster-First Rout-Second Procedures) เป็นวิธีฮิวริสติกส์ได้นำเสนอโดย Gillett and Miller (1974) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับปัญหาที่มีจะขนส่งมากถึง 250 ปม ซึ่งมีขั้นตอน คือ กำหนดจุดเดินทางและบอกลำดับที่ต้องเดินทางผ่านจะต่างๆ โดยที่ตำแหน่งที่ตั้งของจุดต่างๆ เป็น Polar coordinate และคลังสินค้ากลางเป็นจุด A โดยจะเลือกจุดเริ่มต้นแบบสุ่มและกวาดแขน AB (หมุนวนหรือตามเข็มนาฬิกา)จากคลังสินค้าไปยังจุดต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการในแต่ละจุดดังแสดงในภาพที่ 8

วิธีการนี้จะแก้ปัญหาลำดับเส้นทางโดยจัดกลุ่มลูกค้าก่อนแล้วค่อยทำการหาเส้นทางเดินรถ ขั้นแรกจะแบ่งจุดลูกค้าทั้งหมดให้เป็นกลุ่มย่อย (Cluster) โดยกำหนดจุดลูกค้า 1 จุดให้เป็น Seed Point โดยเลือกจากหลักเกณฑ์ความประหยัด (Saving) หรือ Insertion Procedure โดยการหาค่าประหยัดแล้วจึงเรียงค่าประหยัดจากมากไปหาน้อยเพื่อสร้างเส้นทางที่ทำให้เกิดค่าประหยัดสูงสุดโดยยังไม่เกินเงื่อนไขของรถ



ภาพที่ 8 การดำเนินการของวิธี Sweeping Approach

วิธี The Sweep Approach ซึ่งเป็นเทคนิคฮิวริสติกส์ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยมีโครงสร้างในการหาคำตอบ 2 ลำดับ คือ ลำดับแรกจะจัดปุมให้กับยานพาหนะ จากนั้นจะให้ลำดับการส่งของปุมต่างๆ แก่ยานพาหนะมีวิธีการดังต่อไปนี้

ก. ทำการสุ่มปุมเริ่มต้นให้เป็นปุม A

ข. หมุนเส้นตรง AB ทวนเข็มนาฬิกาไปจนได้ปริมาณสินค้าครบความจุของยานพาหนะ

ค. ใช้วิธีการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน (Traveling Salesman Problem) เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

ง. คำนวณหาระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางถ้าระยะเวลาที่ได้มีค่ามากกว่าข้อจำกัดให้หมุนเส้นตรง AB กลับลดจำนวนปุมลงแล้วแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดใหม่แล้วคำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

จ. ทำซ้ำจนกระทั่งจัดเส้นทางยานพาหนะได้ครบ

สำหรับวิธีการ Sweeping Approach มีข้อบกพร่องคือในกรณีที่คลังสินค้าไม่ได้อยู่ที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่จะทำให้ได้เส้นทางมีขนาดไม่สมดุล แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้ไม่สามารถทำงานให้รถแต่ละคันได้อย่างสมดุล และวิธีการนี้ไม่คำนึงถึงเส้นทางถนนทำให้จุดที่ใกล้เคียงกันที่อยู่บนถนนเส้นเดียวกันอาจจะไม่อยู่บนเส้นเดียวกัน

2.2.3 วิธีการหาตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (Nearest-neighbor)

วิธีการหาตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (Nearest-neighbor) หรือเรียกอีกชื่อว่า “วิธีการจัดเส้นทางก่อนแล้วจึงแบ่งส่วน (Rout-First Cluster-Second Procedures)” ได้ถูกพัฒนาวิธีการโดย Beasley (1983) ทำการพัฒนาวิธีการจัดเส้นทางก่อนแล้วจึงแบ่งส่วนเพื่อนำมาแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางขนส่ง ซึ่งวิธีการจัดเส้นทางก่อนแล้วจึงแบ่งส่วนมีลักษณะเป็นแบบ 2-เฟส (2-Phases) ขั้นตอนการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางขนส่งด้วยวิธีการจัดเส้นทางก่อนแล้วจึงแบ่งส่วนมีขั้นตอนดังนี้

ส่วนที่ 1 การจัดเส้นทางการจัดเส้นทางเริ่มโดยให้คลังสินค้า (Depot) เป็นจุดเริ่มต้นและเคลื่อนที่ไปยังลูกค้า (Customer) ในตำแหน่งอื่นๆ เพื่อให้ครอบคลุมทุกตำแหน่งของลูกค้าและกลับมาสิ้นสุดยังคลังสินค้าโดยแต่ละตำแหน่งของลูกค้าจะเดินทางผ่านได้เพียงครั้งเดียว ซึ่งลักษณะการจัดเส้นทางนี้มีลักษณะตรงกับการจัดเส้นทางของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ในงานวิจัยนี้อาศัยวิธีฮิวริสติกส์การหาตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (Nearest-Neighbor Heuristic) สำหรับการพิจารณาเพื่อจัดเส้นทางจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง

ส่วนที่ 2 การแบ่งส่วนเริ่มต้นจากคลังสินค้าเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่ได้จัดตามส่วนที่ 1 โดยพิจารณาความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละตำแหน่งเพื่อส่งสินค้าให้ได้ตามความต้องการและต้องคำนึงถึงความสามารถของยานพาหนะถ้าเกินความสามารถของยานพาหนะให้กลับไปยังคลังสินค้าจากนั้นเริ่มต้นทำซ้ำดังขั้นตอนส่วนที่ 2 จนครบทุกตำแหน่งของลูกค้าที่จัดไว้ตามเส้นทางในขั้นตอนดังส่วนที่ 1

2.3 วิธีเมตาฮิวริสติกส์ (Meta-Heuristic Method)

วิธีเมตาฮิวริสติกส์เป็นวิธีการที่ได้จากการพัฒนาและดัดแปลงมาจากวิธีฮิวริสติกส์ โดยให้มีความยืดหยุ่นในการหาผลเฉลยของปัญหาการตัดสินใจนั้นๆ ที่มีความซับซ้อนและมีตัวแปรตัดสินใจจำนวนมากได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยผลเฉลยที่ได้อาจไม่ใช่ผลเฉลยที่ให้ค่าเหมาะที่สุดหรือไม่สามารถรับประกันผลเฉลยที่ดีในทุครั้งที่ทำการประมวลผลได้ แต่ว่าผลเฉลยที่ได้นั้นเป็นที่ยอมรับและค้นหาได้ภายในระยะเวลาอันเหมาะสม จึงเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางในงานวิจัยทุกแขนง ซึ่งในหัวข้อนี้จะขอกล่าวเฉพาะวิธีที่ได้รับความนิยมในการแก้ปัญหา VRP อันประกอบด้วยดังต่อไปนี้

2.3.1 วิธีการจำลองการอบอ่อน (Simulated Annealing Algorithm)

สำหรับการหาผลเฉลยของปัญหาการตัดสินใจ โดยวิธีการจำลองการอบอ่อน (Simulated Annealing Algorithm) เริ่มต้นครั้งแรกเมื่อประมาณ ค.ศ. 1980 ลักษณะเด่นของวิธีการนี้ คือ มีขั้นตอนวิธีการหาผลเฉลยที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถหาผลเฉลยที่ดีได้ภายในเวลาอันรวดเร็วแนวคิดพื้นฐานของวิธี Simulated Annealing (SA) ได้ถูกตีพิมพ์ครั้งแรกในวารสารวิชาการ โดย Metropolis *et al.* (1953) ซึ่งเป็นการใช้ขั้นตอนวิธีการจำลองการควบคุมการเย็นตัวของวัสดุในอ่างความร้อน (Heat Bath) ซึ่งเรียกขั้นตอนนี้ว่า การอบอ่อน (Annealing) วัสดุจะถูกละให้ความร้อนจนกระทั่งถึงจุดหลอมเหลว ต่อจากนั้น เมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิของวัสดุจะค่อยๆ ลดลงและทำให้วัสดุมีความแข็งเมื่อเย็นตัวลง โครงสร้างคุณสมบัติของวัสดุที่เย็นตัวลงนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราการทำให้วัสดุนั้นเย็นตัวลง (Rate of Cooling)

2.3.2 วิธีการค้นหาแบบทาบู (Tabu Search)

กระบวนการค้นหาคำตอบแบบทาบู (Tabu Search) เป็นวิธีการหาคำตอบแบบเมตาฮิวริสติกส์ (Meta-Heuristics) เป็นวิธีการที่มีความนิยมในการนำมาแก้ปัญหาที่ไม่เป็นโพลิโนเมียล (NP-Problem) เช่น การจัดการตารางเวลา การจัดการตารางเดินรถ การแก้ปัญหาการจัดการตารางผลิต การออกแบบวงจรการขนส่ง การออกแบบเครือข่าย เป็นต้นวิธีการหาคำตอบแบบเมตาฮิวริสติกส์จึงถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเพราะใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่ามาก และช่วยชี้แนะแนวทางว่าจะเลือกกระยะทางหรือเส้นทางใดที่ใกล้ที่สุดหรือสั้นที่สุดด้วย

วิธีการค้นหาแบบทาบู (Tabu Search) เป็นวิธีที่ค่อนข้างได้รับความนิยมอย่างมากเพราะมีโครงสร้างของขั้นตอนวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนักจากผลการวิจัยจำนวนมากสรุปว่าวิธี Tabu Search (TS) มีประสิทธิภาพมากกว่า Simulated Annealing (SA) ข้อแตกต่างที่เด่นชัดระหว่าง 2 วิธีนี้ คือวิธี TS แก้ปัญหาการยอมรับค่าเหมาะสมที่สุดเฉพาะที่โดยป้องกันไม่ให้เกิดการเกิดขึ้น (Pro-Active) แต่วิธี SA เป็นแก้ไขปัญหามือเมื่อเกิดขึ้นแล้ว (Post-Active) สามารถสรุปความแตกต่างจากเมตา-ฮิวริสติกส์แบบอื่นๆ ตรงที่มีได้ใช้การสุ่มหรือการเลือกโดยอาศัยความน่าจะเป็นแต่เป็นวิธีการค้นหาแบบดิเทอร์มินิสติก (Deterministic) ซึ่งค้นหาคำตอบจากบริเวณข้างเคียงค่า ตอบที่ดีที่สุดในขณะนั้น (Neighborhood-Search) โดยจะมีข้อห้ามมิให้ค้นหาซ้ำกับเซตของคำตอบที่มีอยู่หรือที่เรียกว่ารายการต้องห้าม (Tabu List) ซึ่งวิธีการห้ามดังกล่าวจะเป็นการห้ามเพื่อที่จะช่วยให้ไม่ต้องไปหาผลเฉลยเดิมหรือหลงในวัฏจักร (cyclic) ซึ่งจะส่งผลให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ดีขึ้นได้ วิธีการค้นหาทาบูนั้นเป็นที่ยอมรับว่าสามารถที่จะหลีกเลี่ยงการให้คำตอบสุดท้ายที่เป็นค่า Local optimum และยังสามารถดำเนินการค้นหาต่อไปเรื่อยๆจนกระทั่งได้คำตอบใกล้เคียงกับค่า Global optimum

Pathumnakul and Ratanamane (2003) ได้นำเสนอการหาผลเฉลยโดยวิธีการค้นหาแบบทาบู (Tabu Search) ซึ่งเป็นการค้นหาผลเฉลยแบบวิธีฮิวริสติกส์ ในบทความนี้จะกล่าวถึงหลักการเบื้องต้นของการใช้วิธีการค้นหาแบบทาบูซึ่งหลักการนี้ได้รับการตีพิมพ์ในเอกสารทางวิชาการหลายฉบับโดยจะกล่าวถึงหลักการทั่วไปและการนำมาประยุกต์ใช้ในการหาผลเฉลยของปัญหาต่างๆคำว่าทาบู (Tabu หรือ Taboo) มีความหมายในขั้นตอนวิธีการทางคอมพิวเตอร์นั้นหมายถึงการห้ามหรือป้องกันขั้นตอนวิธีการเข้าไปยังผลเฉลยข้างเคียงที่ไม่ต้องการโดยแนวคิดสำคัญ คือ การเพิ่มความฉลาดซึ่งใช้ความทรงจำของคอมพิวเตอร์มาเกี่ยวข้องคอมพิวเตอร์จะเรียนรู้จากรอบการวนซ้ำที่ผ่านมา (Search History) ในการแนะนำหรือบอกทิศทางของผลเฉลยที่ดีหรือดีที่สุดในรอบการกระทำซ้ำถัดไปข้างหน้า ณัฐพล และ ธนัญญา (2548) ได้เลือกเทคนิคการค้นหาแบบทาบูเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบเครื่องจักรขนานโดยนำเอาเวลาที่ใช้ในการตั้งเครื่องเข้าเป็นเงื่อนไขในการพิจารณาเพื่อให้การจัดการตารางการผลิตสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ สามารถลดจำนวนงานล่าช้าได้ 76.47% ลดเวลาล่าช้ารวมได้ 97.67 %

วิธีการค้นหาแบบทาบ (Tabu Search) มาช่วยในการค้นหาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นโดยอิวิริสติกส์ตัวนี้จะช่วยชี้แนะว่ากระบวนการค้นหาควรที่จะเลือกเส้นทางใดหรือสถานะใดเพื่อทำการค้นหาต่อไปให้ได้คำตอบอย่างมีประสิทธิภาพพิจารณาปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling salesman problem)

2.3.3 วิธีการอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization)

การจำลองพฤติกรรมในการหาอาหารของมด นำเสนอไว้โดย Dorigo (1992) ซึ่งวิธีเมตาอิวิริสติกส์แบบใหม่ สำหรับปัญหาการหาค่าเหมาะสมเชิงการจัดแบบยาก ซึ่งเริ่มต้นมาจากปัญหา TSP โดยอัลกอริทึมนี้ เป็นการสังเกตพฤติกรรมของมดในการค้นหาอาหาร ซึ่งมดจะมีการติดต่อสื่อสารส่งผ่านข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งอาหารด้วยฟีโรโมน (Pheromone) โดยมดจะทำสัญลักษณ์ตามเส้นทางที่เดินผ่านด้วยฟีโรโมนนี้ ซึ่งจะมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะทางและคุณภาพของแหล่งอาหารที่พบ ซึ่งมดตัวอื่นๆ จะตามรอยฟีโรโมนมายังแหล่งอาหารในที่สุด

จากพฤติกรรมของมดจึงนำมาสร้างเป็นอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ในการจำลองพฤติกรรมนี้ มดเทียมจะถูกสร้างขึ้นให้คล้ายคลึงกับสถานะแวดล้อมในการค้นหาพื้นที่ของคำตอบ วัตถุประสงค์ คือ การค้นหาให้เจอแหล่งอาหารที่มีคุณภาพและคัดแปลงความจำไว้ที่ฟีโรโมน โดยมดเทียมนี้สร้างขึ้นจากฟังก์ชันอิวิริสติกส์เฉพาะจุดเพื่อเป็นแนวทางในการค้นหาเซตคำตอบที่เป็นไปได้

Dorigo et al. (1996, 2006) กล่าวว่า ACO ถือเป็นอัลกอริทึมที่ค่อนข้างใหม่ แต่ ACO เองได้รับความสนใจจากผู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วการนำเอา ACO ไปประยุกต์ใช้ในงานการหาค่าเหมาะสมที่สุดได้รับความสำเร็จอย่างมากมาจากการประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่เป็นปัญหาประเภท NP-hard ซึ่งอัลกอริทึมของ ACO สามารถค้นหาคำตอบที่มีคุณภาพสูงได้การประยุกต์ใช้งานอีกประเภทหนึ่งของ ACO คือปัญหาการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในสถานะแวดล้อมแบบพลวัต เช่น ปัญหาการหาเส้นทางส่งข้อมูลที่สั้นที่สุดในเครือข่ายโทรคมนาคม ความสำเร็จในการนำเอา ACO มาแก้ปัญหาทางวิชาการดังกล่าวเป็นส่วนกระตุ้นให้มีผู้นำเอา ACO ไปประยุกต์ใช้จริงในงานอุตสาหกรรมเป็นการพิสูจน์ความสำเร็จของ ACO ได้เป็นอย่างดี

2.3.4 วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm)

Holland (1975) เสนอแนวคิดในการคำนวณหาคำตอบที่เรียกว่าอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm: GA) โดยใช้หลักการในการเลียนแบบลักษณะทางวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm) ทางชีววิทยาโดยตั้งอยู่บนแนวความคิดของการเลือกเผ่าพันธุ์ธรรมชาติ (Natural selection) และวิธีการทางพันธุกรรม (Genetics) ซึ่งทฤษฎีวิวัฒนาการมีว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์ซึ่งแต่ละเซลล์จะมีกลุ่มของโครโมโซม (Chromosome) ที่เหมือนกัน โครโมโซมประกอบด้วยยีนส์ (Gene) ซึ่งจะสะท้อนลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตนั้นเช่นสีตาสีผม โดยยีนส์แต่ละตัวจะมีตำแหน่งของตนเอง

ดังนั้นวิธี Genetic Algorithm ในช่วงแรกทำการพัฒนากระบวนโดย J. H. Holland ซึ่งเป็นกระบวนวิธีหนึ่งสำหรับใช้ในการหาค่าเหมาะสมที่สุด ซึ่งมีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนวิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบดั้งเดิม คือ สามารถแก้ปัญหาในปริภูมิที่ไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous search space) ได้และไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับอนุพันธ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของปัญหาแต่มีข้อเสีย คือ ต้องอาศัยการวนซ้ำคำนวณหลายๆรอบจึงทำให้ต้องใช้เวลาในการคำนวณนานอย่างไรก็ตามเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องทำให้ Genetic Algorithm ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับดังเห็นได้จากการนำ Genetic Algorithm มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหาค่าเหมาะสมที่สุดเช่นการใช้ Genetic Algorithm ในการหาค่าเหมาะสมที่สุดของระบบไฟฟ้า (Optimum power flow) การสร้างแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์เพื่อศึกษาการแข่งขันในตลาดโดยใช้ Genetic Algorithm เป็นกระบวนการเรียนรู้เป็นต้น

Tan et al. (2001) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่งสินค้าให้ลูกค้า โดยทราบปริมาณความต้องการของลูกค้าและมีข้อจำกัดของเวลาในการจัดส่งสามารถจัดส่งได้และข้อจำกัดเกี่ยวกับความสามารถของรถในการศึกษาได้สร้างฮิวริสติกส์โดยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

Genetic Algorithm เป็นวิธีการค้นหาคำตอบแบบสุ่มเห็น(Stochastic search) ที่มีแนวความคิดในการคำนวณที่เลียนแบบมาจากการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยจะใช้หลักของการอยู่รอดของผู้ที่มีความแข็งแรงที่สุดซึ่งผู้ที่แข็งแรงที่สุด จะได้รับการคัดเลือกเพื่อสืบพันธุ์ให้กำเนิดลูกที่มีความแข็งแรงต่อไป กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ดำเนินต่อเนื่องไปเรื่อยๆ เพื่อสืบทอดคุณลักษณะ และพัฒนาให้เผ่าพันธุ์มีความแข็งแรงหรือมีความสามารถที่จะดำรงชีวิตอยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมนั้นมากยิ่งขึ้น ในทำนองเดียวกัน หากเมื่อนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization problem) โดยมีขั้นตอนเริ่มจาก การสุ่มสร้างประชากรในกลุ่มขึ้นจากนั้นก็คำนวณค่าความแข็งแรง (Fitness) ของประชากรแต่ละตัวจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ซึ่งฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะเปรียบเสมือนกับดัชนีที่ใช้บ่งชี้ถึงความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อม จากนั้นทำการเลือกสรรประชากรที่มีความแข็งแรง เพื่อนำมาให้กำเนิดประชากรรุ่นถัดไป การให้กำเนิดประชากรรุ่นใหม่ในกลุ่มจะเกิดจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างรุ่นพ่อแม่ที่ได้รับการคัดสรรมาแล้ว โดยอาศัยสมมุติฐานที่ว่า เมื่อนำข้อมูลจากรุ่นพ่อแม่ที่มีความแข็งแรงมาผสมกันแล้วย่อมมีโอกาสที่จะได้รุ่นลูกที่มีความแข็งแรงยิ่งขึ้น ซึ่งคล้ายกับการแลกเปลี่ยนรหัสทางพันธุกรรมของยีน (Gene) ของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติจากนั้นนำประชากรรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นไปแทนที่ประชากรเดิมบางตัวหรือทุกตัวในกลุ่มทำขั้นตอนเหล่านี้ซ้ำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ผลตอบที่เป็นค่าเหมาะสมที่สุด

การค้นหาคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA) มีกระบวนการหลัก 3 ขั้นตอนพื้นฐาน คือ

ก. การเลือกสรร (Selection) เป็นขั้นตอนสำหรับเลือกประชากรเพื่อใช้ในการให้กำเนิดประชากรรุ่นถัดไปโดยในขั้นแรกจะต้องหาค่าความแข็งแรง (Fitness) ของประชากรแต่ละตัวในกลุ่มจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์จากนั้นจึงเลือกประชากรเพื่อนำมาใช้ในการกำเนิดรุ่นถัดไปโดยการเลือกสรรแต่ละวิธีจะอยู่ในหลักการที่ว่าประชากรที่มีความแข็งแรงมากกว่าย่อมมีโอกาสได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปให้กำเนิดรุ่นถัดไปมากกว่าวิธีการเลือกสรรมีหลากหลายวิธี เช่น Roulette-wheel selection, Stochastic universal sampling, Local selection, Truncation selection, Tournament selection

ข. กระบวนการเปลี่ยนถ่ายยีนพันธุกรรม (Crossover) เป็นการเปลี่ยนถ่ายยีนจากโครโมโซมพ่อแม่ไปสู่โครโมโซมลูก (Off spring) เนื่องจากชุดโครโมโซมพ่อแม่ที่ดี เมื่อเปลี่ยนถ่ายยีนกันจะมีโอกาสได้ชุดโครโมโซมลูกที่ดีด้วยกระบวนการนี้จะถูกควบคุมด้วยโอกาสการเปลี่ยนถ่ายยีนพันธุกรรม (Probability of Crossover, PC) วิธี One-Point Crossover ที่นำมาใช้ ยีนจะถูกเปลี่ยนถ่ายระหว่างชุดโครโมโซมพ่อแม่หลังจุดที่สุ่มในชุดโครโมโซมการเปลี่ยนถ่ายยีน (Crossover) แตกต่างกับการผ่าเหล่า (Mutation) เราจึงไม่ค่อยรู้จักหรือได้ยีนวิธีการเปลี่ยนถ่ายยีนกันมากนักในการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม เราใช้วิธีการเปลี่ยนถ่ายยีนที่มีลักษณะหลายๆแบบ เช่น Single-point crossover, Multi-point crossover, Uniform crossover, Shuffle crossover

ค. การกลายพันธุ์หรือการผ่าเหล่า (Mutation) ยีนของโครโมโซมลูกจะถูกคัดแปลงเป็นบิตตรงข้าม โดยกระบวนการนี้จะถูกควบคุมด้วยโอกาสการกลายพันธุ์ (Probability of Mutation: P_m) การกลายพันธุ์ในเชิงพันธุกรรมนั้นอาจให้ผลลัพธ์ได้ทั้งในเชิงบวกหรือลบซึ่งโอกาสการเกิดนั้นมีน้อยมากในเชิงชีววิทยานั้นการกลายพันธุ์ โดยส่วนใหญ่เป็นไปในทางลบขั้นตอนนี้จะเปรียบเทียบเหมือนการผ่าเหล่าของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นในธรรมชาติซึ่งกระบวนการนี้จะใช้กับประชากรที่เกิดขึ้นใหม่เท่านั้นถ้าหากเปรียบเทียบกับ การแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่จะทำให้มีโอกาสที่ผลตอบจะเข้าสู่จุดคำตอบในช่วงอื่นๆ ที่มีค่าดีกว่า เพราะปัญหาในบาง ครั้งอาจจะมีจุดคำตอบหลายจุดก็ได้ (Sub-optimum) ซึ่งยีนแต่ละตัวภายในโครโมโซมมีโอกาสที่จะถูกเลือกในการสลับเปลี่ยนตำแหน่งเท่ากันยีนแต่ละตัวสามารถถูกเลือกด้วยความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.5 ซึ่งอาจเรียกค่าความน่าจะเป็นนี้ว่าค่าความน่าจะเป็นของการผ่าเหล่า (Probability of Mutation: P_m)

ง. การแทนที่ (Reinsertion) ขั้นตอนนี้จะขั้นตอนการแทนที่ประชากรรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นในประชากรเดิมซึ่งแบ่งวิธีการแทนที่สามารถแสดง คือ Pure reinsertion, Uniform reinsertion, Elitist reinsertion และ Fitness-based reinsertion

งานวิจัยอื่นๆ

บุริม และ พงษ์ชัย (2550) ได้เสนองานวิจัยในการแก้ปัญหาการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลที่เกิดจากการวางแผนการใช้รถบรรทุกที่ไม่มีประสิทธิภาพ ไม่มีการกำหนดเลือกเส้นทางของรถบรรทุกแต่ละคันรถบรรทุกจึงมาถึงโรงงานพร้อมกัน ทำให้เกิดการรอคอยปัญหาดังกล่าวถือเป็นการสูญเสียโอกาสในการใช้งานรถบรรทุกที่ควรจะได้ การวิจัยครั้งนี้ศึกษาหาแนวทางในการกำหนดเส้นทางของยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem; VRP) ในพื้นที่ตัวอย่างซึ่งใช้วิธี Saving Algorithm ในการหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม Excel ในการประมวลผล ซึ่งผลจากการดำเนินการสรุปได้ว่าจำนวนเที่ยวรถบรรทุกที่ต้องเดินทางไปเก็บอ้อยทั้งหมดเท่ากับ 26 เที่ยว ระยะทางรวม 233.27 กิโลเมตร เมื่อเทียบกับการวางแผนเส้นทางที่วิ่งที่ได้จากการกำหนดแบบสุ่มสามารถลดระยะทางลงจากเดิมได้ถึง 39.25 กิโลเมตร ประสิทธิภาพในการขนส่งเพิ่มขึ้น 15%

พัฒนพงศ์ และ สุทธิศักดิ์ (2552) ทำการศึกษาเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินรถให้สั้นกว่าเดิมจากการคำนวณด้วยโปรแกรม Strom และ WINQSB โดยวิธีปัญหาเส้นทางเดินของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) ปัญหาเส้นทางขนส่งน้ำดื่มของโรงงานน้ำดื่มพีโก้เครื่องเย็นโดยมีร้าน 28 ร้านค้า เพื่อส่งน้ำดื่มในเขตจังหวัดชลบุรี ซึ่งมีเส้นทางเดินรถที่สามารถปรับปรุงเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่มให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการทดลองใช้การแก้ปัญหาโดยวิธีการวิเคราะห์ทางเดินสั้นที่สุด (Shortest Path Analysis) แบบการหาคำตอบที่ใกล้ เคียงที่สุด (Nearest Neighbor Heuristic) โดยการใช้โปรแกรม WINQSB และ โปรแกรม STORM ช่วยคำนวณหาเส้นทางแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่ม และเปรียบเทียบพบว่าโปรแกรม STORM จัดระยะทางไปกลับได้ 47.7 กิโลเมตร ลดระยะทางการเดินรถขนส่งน้ำดื่มได้ 43.5 กิโลเมตร หรือ 48% มีประสิทธิภาพดีกว่าการคำนวณด้วยโปรแกรม WINQSB จัดระยะทางไปกลับได้ 52.9 กิโลเมตร ลดระยะทางการเดินรถขนส่งน้ำดื่มได้ 38.3 กิโลเมตร หรือ 42%

นันทวุฒิ และ บงกช (2544) สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางและเลือกประเภทรถในการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าของโรงงานตัวอย่างไปสู่บริษัทลูกค้าที่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆภายในประเทศวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่ม (Cluster First–Route Second) แล้วทำการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธีเลือกจุดที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Approach) ผลการศึกษาพบว่าระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สร้างขึ้นสามารถช่วยในการจัดเส้นทางและเลือกประเภทรถให้กับโรงงานตัวอย่างได้และทำให้ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าลดลงโดยเฉลี่ย 6,035.5 บาทต่อวัน

อรรณ (2534) ได้เสนอวิธีการจัดเส้นทางขนส่งขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) เนื่องจากสภาพปัญหาเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่มีจำนวนจุดเก็บเป็นจำนวนมาก ทำให้เทคนิคพื้นฐานของวิธีการแก้ปัญหาโดยตรงไม่สามารถทำได้ จึงใช้หลักทฤษฎีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) หลายวิธีร่วมกันในการแก้ปัญหาเส้นทาง เช่น วิธีกวาด (Sweep Approach) วิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Method) และการแก้ปัญหาเส้นทางแบบพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) ผลที่ได้ให้เส้นทางที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลากว่าเดิมซึ่งทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด

อุบลรัตน์ (2551) ได้ใช้วิธีการฮิวริสติกส์ สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีคลังสินค้าหลายแห่ง (The Multi-Depot Vehicle Routing Problem; MDVRP) ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ วิธีใกล้ที่โหนดไหนไปนั้น (Arbitrary Nearest Neighbor Algorithm) จากนั้นเส้นทางของยานพาหนะในแต่ละคลังสินค้าจะถูกสร้างขึ้นโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) และเส้นทางนั้นจะถูกพัฒนาต่อมาโดยวิธี Arbitrary Insertion ในขั้นสุดท้ายทำการปรับปรุงผลเฉลยโดยการประยุกต์ใช้วิธี อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เพื่อให้ระยะทางรวมของระบบน้อยที่สุด

ตันติกร และ เรืองศักดิ์ (2551) ได้ทำการวิจัยการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการขนส่งไป-กลับของการขนส่งสินค้าใช้วิธีฮิวริสติกส์ จากการนำเสนอโดย Clarke-Wright (1964) โดยเปรียบเทียบกับวิธีการดั้งเดิม (Nearest Neighbor) โดยศึกษากระบวนการจัดการการขนส่ง ซึ่งขนส่งจากคลังกลางไปยังหน่วยกระจายสินค้าในแต่ละจังหวัดทั่วประเทศ ซึ่งในการจัดการการขนส่งจะต้องพิจารณาปริมาณการขนส่งในแต่ละครั้ง รวมทั้งเส้นทางที่รถขนส่งจะวิ่งเพื่อนำสินค้าไปส่งยังแต่ละจุด และต้องวางแผนการขนส่งในขากลับด้วย เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมของการขนส่งต่ำที่สุด แล้วได้พัฒนาซอฟต์แวร์ ในการจัดการการขนส่งขึ้นมา โดยการตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ (Clarke-Wright) โดยเปรียบเทียบกับวิธีการดั้งเดิม (Nearest Neighbor) พบว่า มีประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอของ Clarke-Wright ดีกว่าในการลดต้นทุนของการขนส่ง และลดเวลาในการทำงานด้วย สามารถลดจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งได้ 10.41% ลดจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งเฉลี่ย 10.23% ใช้ระยะทางในการขนส่งรวมน้อยลง 25.5% และลดต้นทุนในการขนส่งรวม 12.06%

วัลลภ และ สิริง (2552) ได้ใช้วิธีฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาคำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแบบพลวัต โดยมีข้อจำกัดด้านขนาดซึ่งปัญหาที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแบบพลวัตที่มีข้อจำกัดด้านขนาดนั้นจัดเป็นปัญหาในกลุ่มเอ็นพีฮาร์ด (NP-hard) ของการออกแบบระบบโลจิสติกส์และระบบ

การกระจายสินค้าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าใช้จ่ายรวมของการสนองต่อความต้องการของลูกค้าตลอดช่วงเวลาการวางแผนมีค่าน้อยที่สุดด้วยการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมในตำแหน่งที่มีศักยภาพ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาโดยอยู่บนพื้นฐานของวิธีฮิวริสติกส์การค้นหาลำดับแบบทวนใช้วิธีการประมาณเซตข้างเคียงแทนวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดๆ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของฮิวริสติกส์ที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธีพันธุกรรมซึ่งเป็นฮิวริสติกส์เปรียบเทียบพบว่าขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพดีโดยผลเฉลยส่วนใหญ่จะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดหรือใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดและใช้ระยะเวลาการคำนวณน้อยกว่าขั้นตอนวิธีพันธุกรรมมาก

วสันต์ (2548) ทำการวิจัย เรื่องการวางแผนการผลิตและการขนส่งสำหรับสินค้าหลายชนิดในช่วงเวลาที่กำหนด โดยที่ต้นทุนแบบเพิ่มขึ้นคงที่ต่อหน่วยและแบบมีค่าคงที่ ได้นำเสนอโดยวิธี Heuristic เพื่อหาดัชนีรวมต่ำที่สุด ในการแก้ปัญหาเนื่องจากปัญหาที่ทำการวิจัยเป็นปัญหาที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ภายในระยะเวลารวดเร็ว เมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้น ดังนั้นการหาผลเฉลยที่ดีที่สุดจึงไม่สามารถทำได้ ในงานวิจัยได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา 2 วิธี คือ วิธีการแตกสาขาและตัด และวิธีฮิวริสติกส์ ซึ่งพัฒนาโดยใช้หลักการของกฎการละโมภ (Greedy Rule) และการค้นหาลำดับแบบทวนวิธีการแตกสาขาและตัด สามารถแก้ปัญหาขนาดใหญ่ที่ไม่เป็นจำนวนเต็มได้ในเวลาที่รวดเร็ว มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาในกลุ่มขนาดเล็กมากกว่า ซึ่งบางปัญหาสามารถหาผลเฉลยที่ดีที่สุดได้ (Optimal Solution) แต่ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจะลดลง เมื่อเพิ่มขนาดของปัญหาโดยในปัญหาขนาดใหญ่ที่ใช้ในการทดลองวิธีฮิวริสติกส์ที่ทำการพัฒนาสามารถหาผลเฉลยที่ดีกว่าภายในเวลาที่กำหนด ดังนั้นการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการแตกสาขาและตัดจึงควรใช้แก้ปัญหาลำดับเล็กซึ่งจากผลการทดลองวิธีนี้เหมาะสมกับการแก้ปัญหาขนาดน้อยกว่า 2,000 ตัวแปร เมื่อทำการเปรียบเทียบวิธีฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาขนาดใหญ่กว่า 2,000 ตัวแปร ควรใช้วิธีฮิวริสติกส์ ซึ่งมีความรวดเร็วในการแก้ปัญหาและให้ผลเฉลยที่ดีกว่า

Fisher and Jaikumar (1981); Kohl et al.(1997) ได้อธิบายการใช้วิธีการผ่อนปรนแบบลากรางจ์ (Lagrangian Relaxation) สำหรับปัญหาแบบ VRP ในกรณีที่ปัญหาการตัดสินใจที่มีตัวแปรและเงื่อนไขของปัญหาเป็นจำนวนมากถึงแม้บางปัญหาสามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้แต่ขั้นตอนวิธีการที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถหาผลเฉลยของปัญหาได้ในทางปฏิบัติซึ่งมักพบโดยทั่วไปในปัญหาของภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ในทางปฏิบัติมักวางแผนอาจไม่ต้องการผลเฉลยที่ดีที่สุดแต่ต้องการผลเฉลยที่ดีเพียงพอที่สามารถหาได้ภายในเวลาที่กำหนดและด้วยวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนักหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่านักวางแผนต้องการค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ดีที่ไม่ขัดแย้งต่อเงื่อนไขทั้งนี้โดยทั่วไปนักวางแผนมักมีผลเฉลยหรือทางเลือกอยู่ในใจอยู่แล้วแต่ต้องการเพียงเครื่องมือหรือขั้นตอนวิธีการที่จะสนับสนุนทางเลือกนั้นๆหรือใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจนั่นเอง

Eiichi and Hiroshi (2004) ได้ศึกษาการจัดการและเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะที่ไม่แน่นอนโดยใช้เวลาจริงในการส่งสินค้า ได้จำลองการจราจรเพื่อนำไปปรับปรุงเวลาที่ใช้นั่งและใช้ระบบขนส่งพื้นที่ในเมืองมาช่วยแก้ปัญหา การขนส่งจะต้องเริ่มต้นจากคลังสินค้าและกลับเข้าคลังสินค้าทุกครั้ง เวลาที่ไม่แน่นอนมีผลกระทบอย่างมากต่อการจัดการขนส่งในสภาพจราจรที่แออัดและทำให้ไม่ได้รับผลของคำตอบที่ดีที่สุดได้ ในการศึกษางานวิจัยนี้จะพิจารณาค้นทุนการส่งสินค้าคงที่ ต้นทุนในการขนส่งสินค้าที่ผันแปรและค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าถึงก่อนกำหนดและค่าปรับที่เกิดจากการส่งที่ล่าช้า โดยเสนอแนวทางการแก้ปัญหา 2 วิธี คือวิธีที่ 1 การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้ามาใช้ในการจัดเส้นทางขนส่ง วิธีที่ 2 การจัดเส้นทางขนส่งแบบไดนามิก (Dynamic Vehicle Routing and Scheduling Problem with Time Windows; VRPTW-D) จะนำเวลาจริงที่ลูกค้าต้องการมาใช้ในการจัดเส้นทางขนส่ง ในแต่ละวิธีจะจำลองรูปแบบคณิตศาสตร์ และวิธีฮิวริสติกส์ ซึ่งใช้วิธีพันธุกรรม (GA) มาใช้ในการแก้ปัญหา จากผลการทดลองวิธีการจัดเส้นทางขนส่งแบบไดนามิกดีกว่าวิธีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ 1.5 – 3.7 % ค่าปรับในการส่งสินค้าล่าช้าลดลงที่ 22.2 – 100 %

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ดำเนินงานวิจัยประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Computer Hardware) และคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ (Computer Software) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ระบบปฏิบัติการ Windows 7 Ultimate

หน่วยประมวลผลกลาง AMD Phenom (TM) II X3 CPU 2.1 GHz

หน่วยความจำ 4.0 GB

2. ซอฟต์แวร์ MATLAB

เป็นซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการคำนวณและการเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาทางทางคณิตศาสตร์รวมถึงการสร้างและพัฒนารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3. ภาษาแอมเพิล (AMPL)

เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมสำหรับแบบจำลองเพื่ออธิบายปัญหาในรูปแบบของสมการพีชคณิตและแก้ปัญหาคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนสูง เหมาะสมสำหรับปัญหาการหาค่าคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization)

4. ซอฟต์แวร์ CPLEX

เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการแก้ปัญหาคำนวณหาค่าคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ประเภทกำหนดการจำนวนเต็มหรือกำหนดการเชิงเส้น โดยการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาแอมเพิล (AMPL) เพื่อวิเคราะห์หาชนิดและจำนวนสินค้าที่เหมาะสมที่สุด

วิธีการ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ กำหนดปัญหา การศึกษาและเก็บข้อมูล การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหา และการสำรวจความเป็นไปได้ของโครงการวิจัย

1. กำหนดปัญหา (Define the problem)

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการหาแนวทางเบื้องต้นของการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐมโดยยานพาหนะส่วนบุคคล โดยมีการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

การพิจารณาการขนส่งสินค้าโดยผู้ใช้นยานพาหนะส่วนบุคคล ซึ่งมีแนวคิดจากผู้ขับขี่ยานพาหนะส่วนบุคคลที่ขับขี่ใช้เส้นทางไป-กลับเป็นประจำหรือบางครั้งบางคราวอาจจะมาทำงานหรือมาเที่ยวในจังหวัดนครปฐมก็ได้ เขาน่าจะมีความต้องการนำสินค้า OTOP ที่สนใจไปวางจำหน่ายยังร้านค้าที่ต้องการ หรืออาจเป็นสถานที่บริเวณทางกลับบ้าน โดยลักษณะของปัญหาจะถูกกำหนดให้เป็นการศึกษาปัญหาการเลือกชนิดและปริมาณของสินค้า OTOP ประเภทอาหารในจังหวัดนครปฐมที่ให้ผลกำไรในการบรรทุกมากที่สุดและไม่เกินปริมาตรบรรจุของรถยนต์ส่วนบุคคลขนาดกลาง (city car) โดยปัญหานี้จะไม่คำนึงถึงต้นทุนของการวิ่งรับสินค้าตำแหน่งต่างๆ ในจังหวัดนครปฐม ตำแหน่งปลายทางของการขนส่งสินค้า และความต้องการสินค้าของลูกค้า หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งขอบเขตของงานวิจัยนี้ จะเป็นเพียงการเริ่มต้นศึกษาแนวทางการวิ่งรับสินค้า OTOP ที่กระจายอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ในจังหวัดปฐม เพื่อนำมาบรรจุใส่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลขนาดกลาง โดยไม่ให้เกินขนาดบรรจุของรถ โดยเป็นชนิดและปริมาณที่ทำกำไรในการขนส่งมากที่สุด ซึ่งมีลักษณะปัญหาบางส่วนคล้ายปัญหาการจัดเส้นทางของการขนส่ง

การแก้ปัญหาจะใช้วิธีการวิเคราะห์ที่มีหลักการและประสิทธิภาพมาใช้ตัดสินใจเลือกแหล่งผลิตสินค้า OTOP ที่อยู่ในรัศมีพื้นที่ที่ยานพาหนะสามารถที่จะเดินทางไปได้ เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจประโยชน์ต่อผู้คนที่ทำงานนอกพื้นที่บ้านพัก ผู้ที่ท่องเที่ยวบริเวณนั้นๆ หรือพ่อค้าคนกลาง ซึ่งอาจจะมารับสินค้าไปขนส่งเพื่อจำหน่ายซึ่งผู้ที่สนใจแนวคิดนี้จะเดินทางไปกลับบ้านที่ทำงานเป็นประจำอยู่แล้วจึงน่าที่จะใช้สถานการณ์นี้ศึกษาวิธีการรูปแบบความเป็นไปได้ในการจัดการการขนส่งสินค้า OTOP

โดยสถานการณ์นี้จะพิจารณาปัญหาที่ต้องอาศัยข้อมูลจริงเป็นแนวทางแก้ปัญหา คือ พิกัด x,y ของผู้ผลิตสินค้า OTOP แต่ละตำบลโดยได้เลือกตัวแทนจำนวน 19 ตำบล และ จำนวนแหล่งผลิต OTOP 65 แหล่ง ใน อ.เมือง จังหวัดนครปฐม มาเป็นตัวแทนของตัวอย่างผู้ผลิตสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม มีกำลังการผลิตสินค้าแต่ละแห่งนั้นคงที่ และกำหนดสถานการณ์เป็นการจำลองปัญหาประเภทของยานพาหนะ (Same Type of Vehicle) กำหนดให้เป็นรถยนต์ส่วนบุคคลประเภทเดียวกัน จำนวนของยานพาหนะ (Fleet) มีจำนวน 1 คัน ยานพาหนะขนส่งมีขีดจำกัดในการบรรทุกสินค้า (Capacitate Vehicle) ขนาดความจุของยานพาหนะเป็นปริมาตรความจุห้องโดยสารเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร โดยจุดมุ่งเป้าหมายของสถานการณ์นี้เพื่อตัดสินใจหาว่าทำไมจากการนำสินค้า ไปจำหน่ายมากที่สุด โดยมีเงื่อนไขการขนส่งสินค้าในแต่ละครั้งต้องมีปริมาตรไม่เกินปริมาตรของยานพาหนะที่กำหนดและมีจำนวนไม่เกินกำลังการผลิตของแหล่ง OTOP และการหาเส้นทางการวิ่งรับสินค้าที่สั้นที่สุดในการวิ่งรับสินค้าที่ได้เลือกไว้ โดยข้อกำหนดของกรณีศึกษาในงานวิจัยแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อกำหนดของกรณีศึกษาในงานวิจัย

ข้อกำหนด	หน่วย	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
1. รัศมีพื้นที่การทดสอบ	(กิโลเมตร)	3	5	10
2. จำนวนตำบลในการสำรวจ และรวบรวมข้อมูล	(ตำบล)	19	19	19
3. จำนวนแหล่งผลิต OTOP	(แหล่ง)	65	65	65
4. จำนวนยานพาหนะ	(คัน)	1	1	1
5. จำนวนของประเภทยานพาหนะ	(ประเภท)	ขนาดกลาง (city car)	ขนาดกลาง (city car)	ขนาดกลาง (city car)
6. ขนาดของยานพาหนะ	(ลบ.ม.)	1	1	1

เนื่องจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้น เป็นปัญหาประเภทกำหนดการจำนวนเต็มแบบผสม เพื่อคุณภาพของผลลัพธ์ผู้วิจัยได้มีการใช้ Default setting โดยการเพิ่ม Termination criteria กำหนดให้โปรแกรม CPLEX หาผลลัพธ์จำนวนเต็มที่ดีที่สุด (Optimal Integer Solution) จนกว่าจะให้ค่าความเผื่อ (Gap tolerance) มีค่าน้อยที่สุด

2. การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล (Study and collect data)

2.1 การกำหนดขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ กลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปสินค้า OTOP ประเภทอาหารในจังหวัดนครปฐม ที่ขึ้นทะเบียนไว้กับสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดนครปฐม โดยข้อมูลสินค้า OTOP ของผู้ผลิตจำนวน 19 ตำบล ใน อ.เมือง จังหวัดนครปฐม เป็นตัวแทนของแหล่งผลิตจังหวัดนครปฐม โดยจะศึกษารอบคลุมไปยังกลุ่มผู้ผลิตประเภทกลุ่มชุมชน และเจ้าของรายเดียว ส่วนธุรกิจ SMEs มีการกระจายสินค้าที่ดีและรูปแบบที่แน่ชัดอยู่แล้วจึงไม่ทำการศึกษา โดยการสุ่มตัวอย่างจะใช้วิธีที่ไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) และเป็นการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

2.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจาก 2 แหล่ง คือ

2.2.1 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้จากการสำรวจโดยวิธีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างโดยตรงจากแบบสอบถามที่พัฒนาและจัดทำขึ้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลภาพรวมของแหล่งผลิต OTOP ของแต่ละกลุ่ม โดยการสำรวจรายได้และต้นทุนแต่ละกลุ่ม ประเภทสินค้า OTOP ปริมาณการผลิตสินค้าของผู้ผลิตสินค้า OTOP ราคาขายของสินค้าแต่ละชนิด ขนาดและน้ำหนักของสินค้าแต่ละชนิด ใช้แบบสอบถามประกอบกับการใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และโดยใช้ตัวรับสัญญาณ GPS เก็บค่าพิกัด Latitude (Y) กับ Longitude (X) ของที่ตั้งผู้ผลิตสินค้า OTOP ดังแสดงในตารางภาคผนวก ก

โดยข้อมูลของสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม มีจำนวนผู้ประกอบการที่ขึ้นทะเบียนปี 2552 รวม 605 ราย แบ่งเป็น เมืองนครปฐม 188 ราย อำเภอกำแพงแสน 77 ราย อำเภอนครชัยศรี 65 ราย อำเภอดอนตูม 25 ราย อำเภอบางเลน 82 ราย อำเภอสสามพราน 139 ราย อำเภอพุทธมณฑล 29 ราย สามารถแบ่งเป็นประเภทผู้ประกอบการได้ 3 ประเภท คือ กลุ่มผู้ผลิตชุมชนผู้ผลิตรายเดียว และ SMEs ซึ่งมีจำนวนผู้ประกอบการประเภทอาหารและเครื่องดื่ม รวม 317 ราย คิดเป็น 52.4% ของผู้ประกอบการทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปข้อมูลการขึ้นทะเบียนผู้ผลิตและผู้ประกอบการ OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่ในปี 2552 จังหวัดนครปฐม

No.	อำเภอ	จำนวนผู้ประกอบการที่ขึ้นทะเบียนรวม(ราย)	ประเภทผู้ประกอบการ (อาหารและเครื่องดื่ม) (ราย)			
			กลุ่มชุมชน	ผู้ผลิตรายเดียว	SMEs	รวม
1	เมืองนครปฐม	188	22	85	8	115
2	กำแพงแสน	77	20	10	2	32
3	นครชัยศรี	65	12	12	5	29
4	ดอนตูม	25	9	2	2	13
5	บางเลน	82	17	24	3	44
6	สามพราน	139	11	57	4	72
7	พุทธมณฑล	29	11	1	0	12
รวม		605	102	191	24	317

2.2.2 แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) สำหรับแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ได้จากการทบทวนเอกสารที่เผยแพร่ วารณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review) วารสารวิชาการงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหนังสือพิมพ์ และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา โดยหาค่าพิกัด Latitude (Y) กับ Longitude (X) ของที่ตั้งผู้ผลิตสินค้า OTOP จากแต่ละพื้นที่ในจังหวัดนครปฐม ที่ไม่สามารถเข้าไปสอบถามข้อมูลโดยตรงที่แหล่งผลิตได้และสืบค้นรายชื่อของผู้ประกอบการ/ผลิตสินค้า OTOP ที่อยู่ ชนิดของสินค้าที่ผลิต เพื่อมาใช้สำหรับการสำรวจลงพื้นที่



ภาพที่ 9 ผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ชนิดต่างๆ

ผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ที่พบมากของสินค้า ประเภทอาหาร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากสุกร เช่น หมูแผ่น หมูหยอง กุนเชียง หมูเส้นสมุนไพร หมูแท่งกรอบ เป็นต้น ข้าวหลามไส้ต่างๆ น้ำพริกหลากหลายชนิด รวมถึงผลิตภัณฑ์ขนม เช่น ขนมเปียะ (ดังภาพที่ 9) สถานที่จำหน่ายหน้าร้านของตัวเอง บริเวณตลาดในเมือง จังหวัดนครปฐม รวมถึงรอบๆ องค์พระปฐมเจดีย์ โดยแบ่งเป็น อำเภอเมืองนครปฐม 281 รายการ อำเภอกำแพงแสน 47 รายการ อำเภอนครชัยศรี 32 รายการ อำเภอดอนตูม 36 รายการ อำเภอบางเลน 73 รายการ อำเภอสามพราน 107 รายการ อำเภอพุทธมณฑล 14 รายการ รวมแล้วสินค้ามี 590 รายการ นอกเหนือจากสินค้าประเภทอาหารและเครื่องเค็มแล้วของสินค้า OTOP นั้นยังประกอบด้วย เสื้อผ้า-เครื่องแต่งกาย ของใช้ฯ และสมุนไพรที่ไม่ใช่อาหาร

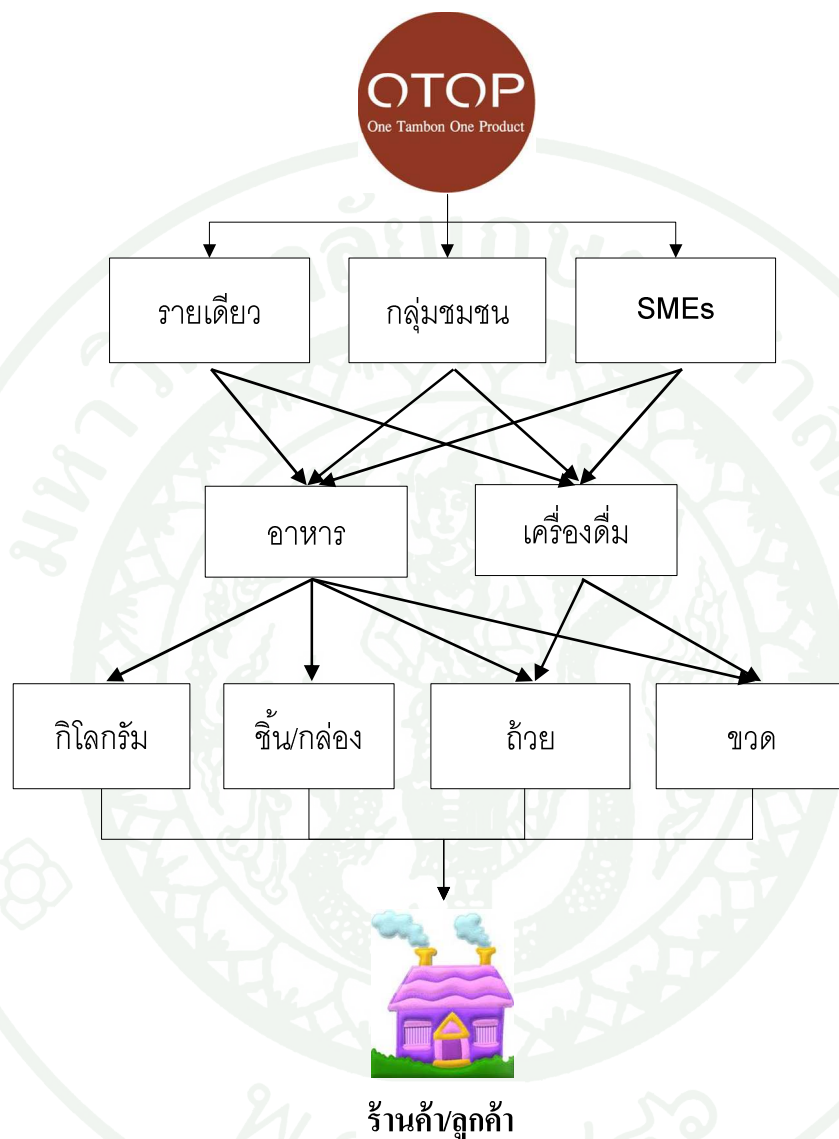
ตารางที่ 5 สรุปประเภทและจำนวนผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม

No.	อำเภอ	จำนวนผลิตภัณฑ์ (รายการ)		
		อาหาร	เครื่องดื่ม	รวม
1	เมืองนครปฐม	270	11	281
2	กำแพงแสน	44	3	47
3	นครชัยศรี	29	3	32
4	ดอนตูม	34	2	36
5	บางเลน	67	6	73
6	สามพราน	95	12	107
7	พุทธมณฑล	12	2	14
	รวม	551	39	590

การผลิตสินค้า OTOP จะทำการผลิตสินค้าอยู่ตลอดเป็นประจำทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณวัตถุดิบที่นำมาผลิตสินค้าด้วย สำหรับสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มนี้ เรียกได้ว่าการผลิตตลอดทั้งปีได้ เพราะประชากรส่วนใหญ่ของจังหวัดนครปฐม ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เลี้ยงสัตว์ และค้าขาย ส่วนปริมาณการผลิตสินค้าของแต่ละแห่ง จะมีปริมาณการผลิตที่ไม่เท่ากันทั้งนี้ เป็นเพราะปริมาณวัตถุดิบที่นำมาผลิตและขนาดโครงสร้างของกลุ่มผู้ผลิตนี้เอง จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าจำนวนการผลิตสินค้าประเภทอาหารและเครื่องดื่มมีจำนวนมากหลายรายการ ถ้ามีการจัดการบริหารกระจายสินค้าที่ดี คิดว่าน่าจะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจได้ดีมาก

สำหรับงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่สินค้าประเภทอาหารเพราะจังหวัดนครปฐมมีการผลิตที่ค่อนข้างมากและหลากหลาย กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ทั่วทั้งจังหวัด ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกจำหน่าย เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากสัตว์ และผลิตผลทางการเกษตรโดยการจำหน่ายในหน่วย บาทต่อกิโลกรัม บาทต่อชิ้น บาทต่อแก้วหรือถ้วย และบาทต่อขวด เป็นต้น

การศึกษาและเก็บข้อมูล ของกลุ่มผู้ผลิตสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม สามารถเขียนแผนภาพการไหลของสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มนี้



ภาพที่ 10 แผนภาพการไหลของสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่ม

3. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Formulate a Model)

หลังจากที่นิยามปัญหาที่เกิดขึ้นและเก็บข้อมูลที่จำเป็นเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยจะทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาขึ้นมา ซึ่งในการสร้างแบบจำลองที่ดีนั้นแบบจำลองจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นตัวแทนที่มีความเที่ยงตรงของปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้แต่ในทางกลับกันแบบจำลองควรสร้างให้ง่ายและประกอบด้วยสิ่งที่จำเป็นของปัญหาเท่านั้นโดยไม่จำเป็นต้องคิดรายละเอียดปลีกย่อยเพื่อหลีกเลี่ยงแบบจำลองที่ซับซ้อนเนื่องจากแบบจำลองที่มีความซับซ้อนบางครั้งยากที่จะหาคำตอบได้จากวิธีการที่มีอยู่และแบบจำลองที่ซับซ้อนมีแนวโน้มที่จะทำความเข้าใจกับลูกค้านำได้ยาก ดังนั้นทักษะในการสร้างแบบจำลองให้สำเร็จได้นั้นต้องมีความสมดุลกันระหว่างความง่ายและความซับซ้อน (Winston et al., 2001)

ผู้วิจัยจะทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาขึ้นมาเป็นแบบจำลองหลัก (The primary model) ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนนี้ โดยการหาถ้าไรมากที่สุด จากตัวแปรและสมการที่ใช้ในการตัดสินใจมีดังต่อไปนี้

3.1 ดัชนี (Indices and sets) กำหนดดัชนีอักษรแทนตัวแปรดังต่อไปนี้

i = ตำบลต่างๆใน อ.เมือง จ.นครปฐม $[i=1, 2, 3 \dots n]$
 j = ชนิดสินค้าต่างๆในตำบลที่ i $[j=1, 2, 3 \dots m]_i$

3.2 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables) กำหนดตัวแปรเพื่อเป็นตัวแทนของคำตอบดังนี้

X_{ij} = จำนวนสินค้า ของชนิดสินค้า j จากตำบลที่ i (ชิ้น)
 TP = กำไรรวม (บาท)

3.3 ข้อมูลค่าคงที่ (Parameters) กำหนดข้อมูลค่าคงที่เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วยค่าคงที่ต่างๆดังต่อไปนี้

c_{ij}	= ราคาขาย ของชนิดสินค้า j จากตำบลที่ i	(บาท/ชิ้น)
co_{ij}	= ต้นทุนราคาซื้อ ของชนิดสินค้า j จากตำบลที่ i	(บาท/ชิ้น)
p_{ij}	= กำไร ของชนิดสินค้า j จากตำบลที่ i	(บาท/ชิ้น)
VP_{ij}	= ปริมาณสินค้า OTOP ชนิดที่ j จากตำบลที่ i	(ลบ.ชม./ชิ้น)
Vc	= ปริมาณการบรรทุกของยานพาหนะ	(ลบ.ชม.)
q_{ij}	= กำลังการผลิตของสินค้าชนิดที่ j จากตำบลที่ i	(ชิ้น/วัน)

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เสร็จเรียบร้อยแล้วจะได้แบบจำลองสำหรับระบบโลจิสติกส์ของสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม ซึ่งจะได้เป็นแบบจำลองดังนี้

สมการเป้าหมาย (Objective Function)

$$\text{Maximize } TP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} \cdot X_{ij} \quad (19)$$

สมการเงื่อนไข (Constraints)

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m VP_{ij} \cdot X_{ij} \leq Vc \quad i = \{1, \dots, n\}, j = \{1, \dots, m\} \quad (20)$$

$$c_{ij} - co_{ij} = p_{ij} \quad i = \{1, \dots, n\}, j = \{1, \dots, m\} \quad (21)$$

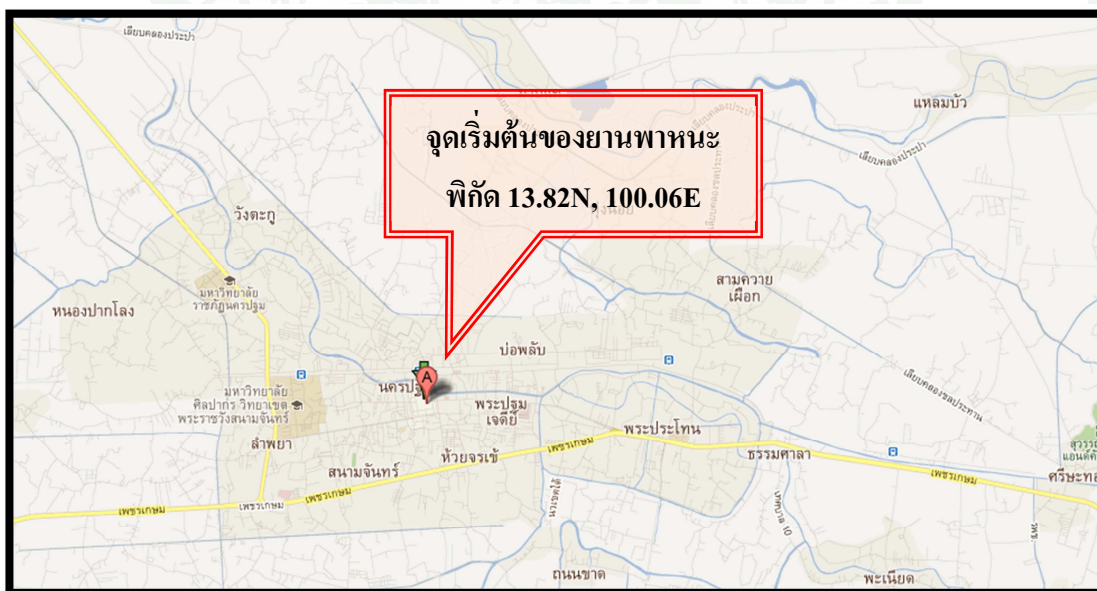
$$X_{ij} \leq q_{ij} \quad i = \{1, \dots, n\}, j = \{1, \dots, m\} \quad (22)$$

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ทำการพิจารณา มีวัตถุประสงค์ในการหากำไรจากการขายสินค้าที่มากที่สุดดังแสดงในสมการที่ (19) โดยมีสมการข้อจำกัดดังนี้ สมการที่ (20) จำนวนสินค้าที่บรรทุกจะมีปริมาณของสินค้าไม่เกินข้อจำกัดปริมาณของยานพาหนะ สมการที่ (22) เป็นค่ากำไรจากการขายสินค้าแต่ละแหล่ง สมการที่ (22) เพื่อตรวจสอบว่าปริมาณสินค้า OTOP ที่มีการซื้อขายจะไม่เกินปริมาณการผลิตของแต่ละแหล่งด้วย

4. วิธีการแก้ปัญหา (Solve Problem)

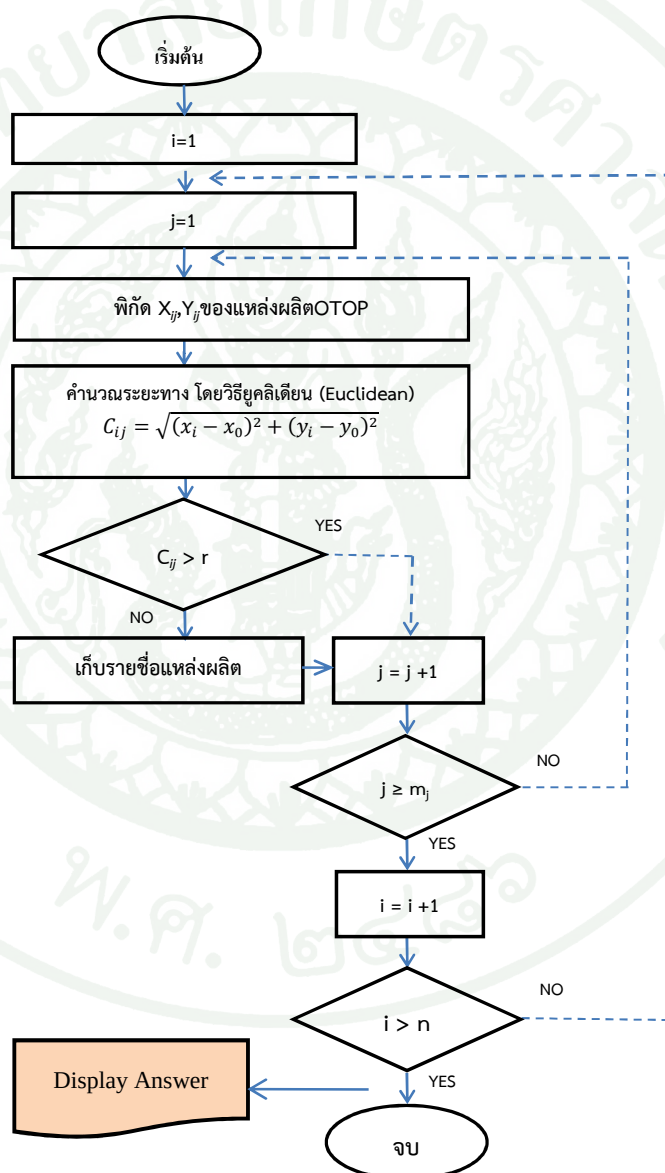
เมื่อทำการสำรวจข้อมูลและลงพื้นที่แล้ว จะได้ข้อมูลที่ต้องการคือ ค่าพิกัด Latitude (Y) กับ Longitude (X) ของที่ตั้งผู้ผลิตสินค้า OTOP รายชื่อแหล่งผลิตสินค้า OTOP จากตำบลต่างๆ ประเภทสินค้า OTOP ปริมาณการผลิตสินค้าของผู้ผลิตสินค้า OTOP ราคาขายของชนิดสินค้าจากผู้ผลิตแต่ละราย ขนาดและน้ำหนักของสินค้าแต่ละชนิด รายได้และต้นทุนการผลิตแต่ละราย จัดทำเป็นฐานข้อมูลสำหรับโปรแกรมที่ใช้ MATLAB และ โปรแกรม CPLEX เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับขั้น ตอนในแนวทางการแก้ปัญหาประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นส่วนของการใช้โปรแกรม MATLAB เพื่อหาแหล่งและชนิดของสินค้าที่อยู่ในรัศมีการค้นหา โดยเริ่มจากข้อมูลป้อนเข้า (Input data) ใส่ในโปรแกรม โดยจะ import ข้อมูลจากฐานข้อมูลของแหล่งผลิตสินค้าที่ได้จากการสำรวจ กำหนดค่าพิกัด (X_0, Y_0) ของยานพาหนะส่วนบุคคล โดยสุ่มตำแหน่งพิกัดของยานพาหนะเป็น 13.82N, 100.06E (ดังภาพที่ 11) เพราะเป็นตำแหน่งที่มีแหล่งสินค้า OTOP อยู่บริเวณรอบๆ จำนวนมาก ซึ่งพิกัดเริ่มต้นนี้ก็จะนำไปใช้ในวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 3 ต่อไป



ภาพที่ 11 แสดงตำแหน่งพิกัดสุ่มเริ่มต้นของยานพาหนะ

สำหรับรัศมีพื้นที่การค้นหา (r) เพื่อกำหนดขอบเขตระยะรัศมีการค้นหาของตัวอย่างของแหล่ง OTOP แล้วคัดเลือกแหล่ง OTOP ที่อยู่ในรัศมีพื้นที่การค้นหา (r) ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB ใช้วิธีการหาระยะทางแบบยูคลิดีเนียน (Euclidean Distance) คำนวณหาระยะทางจากตำแหน่งของยานพาหนะถึงแหล่งผลิต โดยระยะทางต้องไม่เกินรัศมีการค้นหา จากนั้นจะทำการเลือกแหล่งผลิตที่ตำบล (i) และเลือกชนิดสินค้า (j) ในแต่ละตำบล ทำให้ได้รายชื่อสินค้า OTOP ที่อยู่ภายในระยะทางการค้นหาที่กำหนดดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ขั้นตอนการทำงานการค้นหาแหล่ง OTOP

ขั้นตอนที่ 2 เป็นส่วนของการใช้โปรแกรม CPLEX สำหรับการหาคำคำตอบที่เหมาะสมที่สุดโดยเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยภาษาแอมเพิล (AMPL) เพื่อวิเคราะห์หาชนิดและจำนวนสินค้าที่เหมาะสมสำหรับบรรจุใส่ยานพาหนะส่วนบุคคล โดยมีข้อกำหนดของปริมาณและความจุของยานพาหนะและต้องได้รับผลกำไรจากการนำสินค้า OTOP ไปขายมากที่สุดจากการขนส่งสินค้า OTOP โดยยานพาหนะส่วนบุคคล

ขั้นตอนที่ 3 การจัดเส้นทางกรังรับสินค้าของยานพาหนะโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดจากการเดินทาง และจัดเส้นทางกรังของยานพาหนะโดยใช้ค่าพิกัด (X_0, Y_0) ของยานพาหนะส่วนบุคคล และค่าพิกัด (X_i, Y_i) ของแหล่งสินค้า OTOP ขั้นตอนหลักในการใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) คือ ขั้นที่ 1 สร้าง Distance Matrix จะใช้วิธีการหาระยะทางแบบยูคลิเดียน (Euclidean Distance) คำนวณหาระยะทางจากตำแหน่งต่างๆ ขั้นที่ 2 กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น แล้วพิจารณาเพื่อจัดเส้นทางจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่มีระยะทางน้อยที่สุดจาก Distance Matrix ขั้นที่ 3 เดินทางตามเส้นทางที่ตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่มีระยะทางน้อยที่สุดต่อไปจนครบทุกตำแหน่ง

5. การสำรวจความเป็นไปได้ของโครงการวิจัย

นำแบบสอบถามที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง และทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมีสถิติในการวิเคราะห์ดังนี้

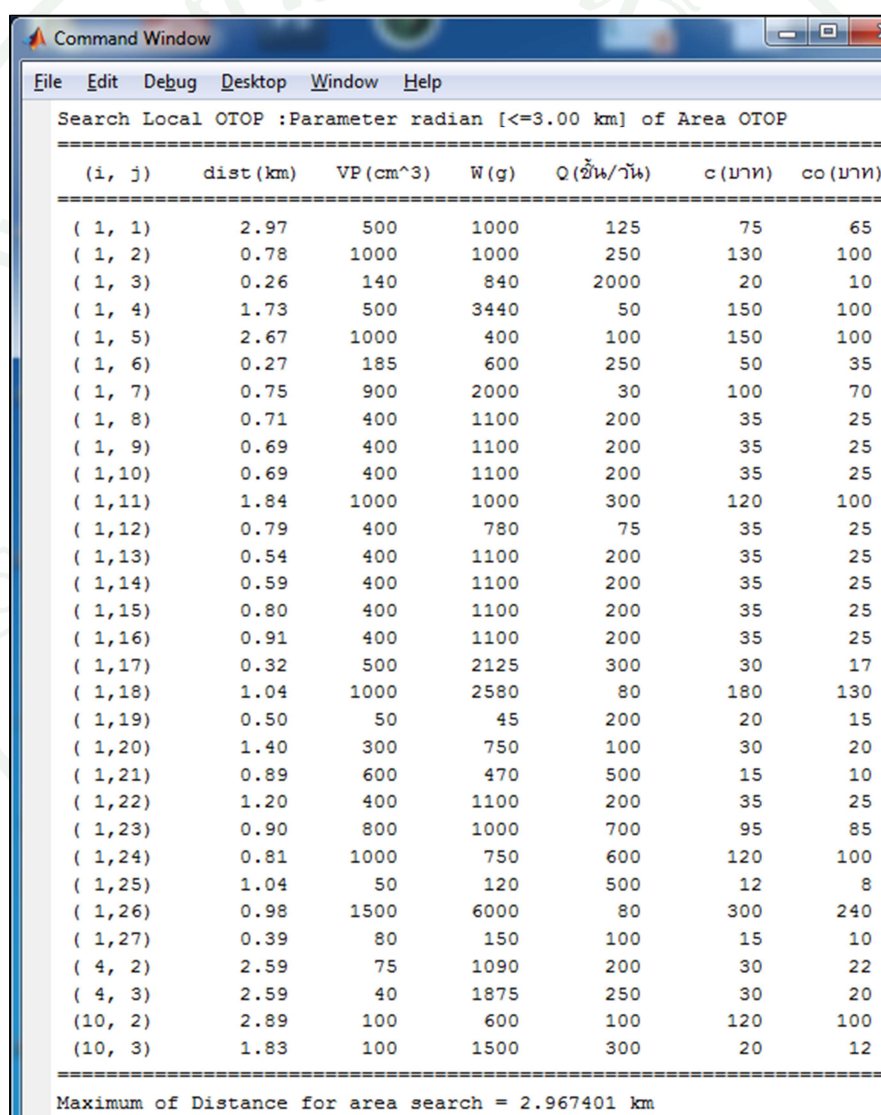
5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลที่มีผลต่อแนวคิดของงานวิจัย ของกลุ่มตัวอย่างใช้การแจกแจงข้อมูลค่าความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)

5.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จตามเป้าหมายโครงการฯ จากสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสนใจในแนวคิดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล เป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

ผลและวิจารณ์

1. การค้นหาตัวอย่างของแหล่ง OTOP

ขั้นตอนแรก เป็นส่วนของการเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB (ดูภาคผนวก ก) เพื่อใช้ค้นหาแหล่งผลิตสินค้า OTOP ภายใต้รัศมีการค้นหาที่กำหนดที่ระยะ 3 กิโลเมตร ส่วนผลการค้นหาแหล่งผลิตสินค้าที่ 5 และ 10 กิโลเมตรแสดงในภาคผนวก ข



(i, j)	dist (km)	VP (cm ³)	W (g)	Q (ชิ้น/วัน)	c (บาท)	co (บาท)
(1, 1)	2.97	500	1000	125	75	65
(1, 2)	0.78	1000	1000	250	130	100
(1, 3)	0.26	140	840	2000	20	10
(1, 4)	1.73	500	3440	50	150	100
(1, 5)	2.67	1000	400	100	150	100
(1, 6)	0.27	185	600	250	50	35
(1, 7)	0.75	900	2000	30	100	70
(1, 8)	0.71	400	1100	200	35	25
(1, 9)	0.69	400	1100	200	35	25
(1,10)	0.69	400	1100	200	35	25
(1,11)	1.84	1000	1000	300	120	100
(1,12)	0.79	400	780	75	35	25
(1,13)	0.54	400	1100	200	35	25
(1,14)	0.59	400	1100	200	35	25
(1,15)	0.80	400	1100	200	35	25
(1,16)	0.91	400	1100	200	35	25
(1,17)	0.32	500	2125	300	30	17
(1,18)	1.04	1000	2580	80	180	130
(1,19)	0.50	50	45	200	20	15
(1,20)	1.40	300	750	100	30	20
(1,21)	0.89	600	470	500	15	10
(1,22)	1.20	400	1100	200	35	25
(1,23)	0.90	800	1000	700	95	85
(1,24)	0.81	1000	750	600	120	100
(1,25)	1.04	50	120	500	12	8
(1,26)	0.98	1500	6000	80	300	240
(1,27)	0.39	80	150	100	15	10
(4, 2)	2.59	75	1090	200	30	22
(4, 3)	2.59	40	1875	250	30	20
(10, 2)	2.89	100	600	100	120	100
(10, 3)	1.83	100	1500	300	20	12

Maximum of Distance for area search = 2.967401 km

ภาพที่ 13 แสดงผลของการค้นหาสินค้า OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB

จากผลจากการใช้ซอฟต์แวร์ MATLAB การค้นหาแหล่ง OTOP ซึ่งกำหนดขอบเขตรัศมีพื้นที่ ที่ระยะ 3 กิโลเมตรแสดงดังภาพที่ 13 พบว่า มีตำบลที่ซอฟต์แวร์ MATLAB เลือก 3 ตำบล คือ ตำบลที่ 1 , 4 และ 10 ภายใน 3 ตำบลที่ถูกเลือกนั้นมีแหล่งสินค้า OTOP ทั้งสิ้น 31 แหล่ง ซึ่งซอฟต์แวร์จะแสดงผลของ dist คือ ระยะทาง (กิโลเมตร) VP คือ ปริมาตรของสินค้า (ลบ.ม.) W คือน้ำหนักของสินค้า (กรัม) Q คือ กำลังการผลิตสินค้า (ชิ้น/วัน) c คือ ราคาขายของสินค้า (บาท) และ co คือ ต้นทุนของสินค้า (บาท) จะนำข้อมูลเหล่านี้ไปคำนวณในซอฟต์แวร์ CPLEX ต่อไป เพื่อหาชนิดและปริมาณสินค้าที่ให้ผลกำไรที่มากที่สุดในการขนส่งสินค้าแต่ละครั้ง

ทำให้สรุปผลจากการใช้ซอฟต์แวร์ MATLAB สำหรับค้นหาจำนวนตำบล และแหล่งผลิตสินค้า OTOP ของกรณีศึกษาที่มีรัศมีพื้นที่การค้นหา 3, 5 และ 10 กิโลเมตร ดังนี้

ตารางที่ 6 สรุปการทำงานการค้นหาแหล่ง OTOP

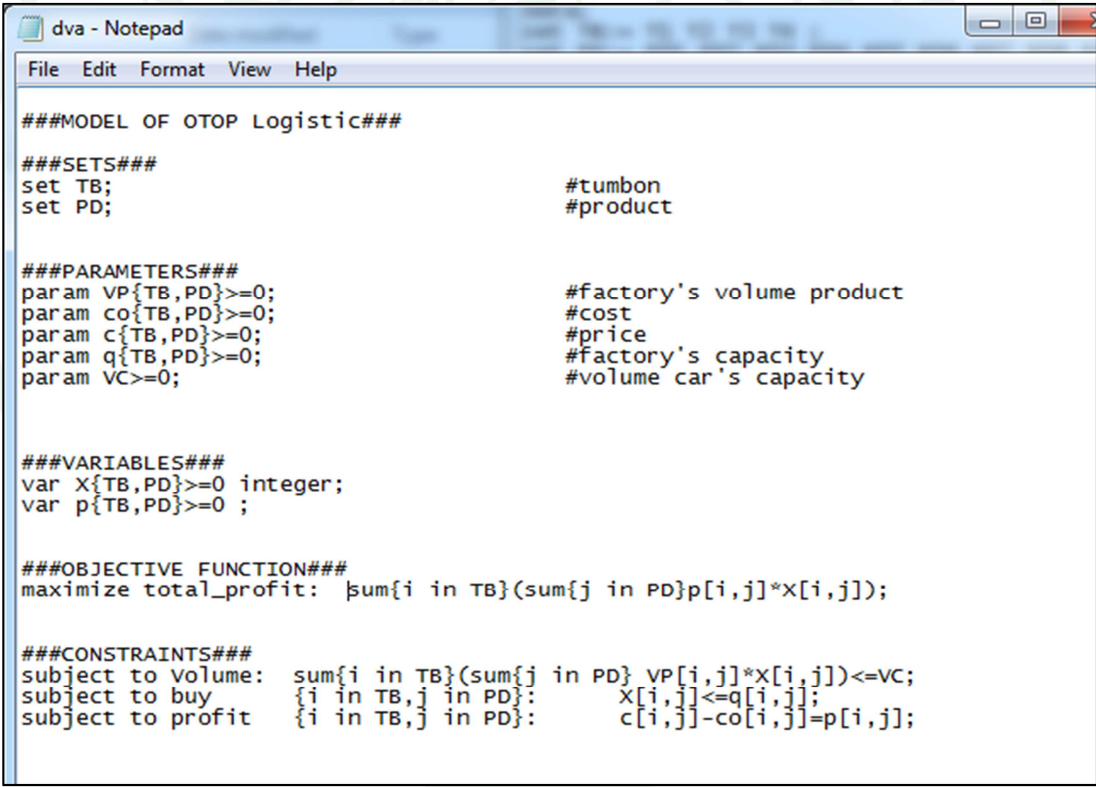
รัศมีพื้นที่ (กม.)	จำนวน (ตำบล)	จำนวนแหล่งผลิต OTOP (แหล่ง)	ระยะทางสูงสุด (กม.)
3	3	31	2.967
5	8	40	4.604
10	14	55	9.964

จากตารางที่ 6 แสดงสรุปผลการการทำงานการค้นหาแหล่ง OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB ของกรณีศึกษาที่รัศมีพื้นที่ 3, 5 และ 10 กิโลเมตร พบว่าสามารถค้นหาจำนวนตำบลได้ 3, 8 และ 14 ตำบล และมีแหล่งผลิตสินค้า OTOP จำนวน 31, 40 และ 55 แหล่ง ตามลำดับ

2. การค้นหาชนิดและปริมาณสินค้าในการขนส่ง

2.1 การเขียนแบบจำลองลงบนคอมพิวเตอร์ (Coding)

เมื่อผู้วิจัยทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของปัญหาการค้นหาค้นหาชนิดและปริมาณในการขนส่งสินค้า OTOP ด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล สำหรับกรณีศึกษาในจังหวัดนครปฐม เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะทำการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาแอมเพิล (A Mathematical Programming Language, AMPL) ลงในโปรแกรมโน้ตแพด (Notepad) เพื่อใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากซอฟต์แวร์ CPLEX (<http://www.ilog.com>) ดังแสดงในภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL



```

###MODEL OF OTOP Logistic###

###SETS###
set TB;                                #tumbon
set PD;                                #product

###PARAMETERS###
param VP{TB,PD}>=0;                    #factory's volume product
param co{TB,PD}>=0;                    #cost
param c{TB,PD}>=0;                     #price
param q{TB,PD}>=0;                     #factory's capacity
param VC>=0;                          #volume car's capacity

###VARIABLES###
var X{TB,PD}>=0 integer;
var p{TB,PD}>=0 ;

###OBJECTIVE FUNCTION###
maximize total_profit: sum{i in TB}(sum{j in PD}p[i,j]*X[i,j]);

###CONSTRAINTS###
subject to volume: sum{i in TB}(sum{j in PD} VP[i,j]*X[i,j])<=VC;
subject to buy    {i in TB,j in PD}: X[i,j]<=q[i,j];
subject to profit {i in TB,j in PD}: c[i,j]-co[i,j]=p[i,j];
  
```

ภาพที่ 14 ตัวอย่างการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษา AMPL

2.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model verification)

ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลจริงจากการสอบถามจากผู้ผลิตสินค้า OTOP ในการหาคำตอบที่เหมาะสมของปัญหา เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification) ว่าแบบจำลองสามารถถ่ายทอดลงบนโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง

การคำนวณผลลัพธ์ และผลลัพธ์ (Computational study and results) จากข้อมูลจริงที่ได้จากการสอบถามจากผู้ผลิตสินค้า OTOP นำมาใช้กับปัญหาการหาผลกำไรที่มากที่สุด ด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX ผลลัพธ์จากการหาชนิดและปริมาณของสินค้าในการขนส่งโดยยานพาหนะส่วนบุคคล เพื่อให้ได้กำไรมากที่สุด จากระยะการค้นหาที่ 3, 5 และ 10 กิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 16 ส่วนในตารางที่ 7, 8 และ 9 เป็นสรุปผลลัพธ์จากการคำนวณ ตามลำดับ

PHE - Notepad

File Edit Format View Help

Times (seconds):
 Input = 0.015
 Solve = 0
 Output = 0
 CPLEX 11.2.1: optimal integer solution; objective 32896
 5 MIP simplex iterations
 0 branch-and-bound nodes
 1 mixed-integer rounding cut
 _solve_time = 0.234002
 total_profit = 32896

X [*,*] (tr)

:	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	:=
P01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P02	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P05	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P06	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P19	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P24	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P25	499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P27	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาพที่ 16 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง

ตารางที่ 7 ผลลัพธ์การคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร
1. ค่ากำไรที่มากที่สุด (Objective function)	32,896 บาท
2. จำนวนตัวแปรจำนวนเต็ม (Integer variables)	31
3. จำนวนข้อจำกัด (Number of constraints)	1
4. หน่วยความจำที่ใช้ในการหาผลลัพธ์ (Solver memory used)	-
5. เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (Solution time in CPU)	0.234002 วินาที
6. ค่าความเผื่อ (Gap tolerance)	0.01 %

ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร มีจำนวนตัวแปร 31 ตัว แบ่งเป็นจำนวนตัวแปรจำนวนเต็ม 31 ตัว มีข้อจำกัด 1 ตัว ใช้เวลาในการคำนวณ 0.2340 วินาที พบว่าค่ากำไรที่มากที่สุดเป็น 32,896 บาท

ตารางที่ 8 ผลลัพธ์การคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX ที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร
1. ค่ากำไรที่มากที่สุด (Objective function)	33,897บาท
2. จำนวนตัวแปรจำนวนเต็ม (Integer variables)	40
3. จำนวนข้อจำกัด (Number of constraints)	1
4. หน่วยความจำที่ใช้ในการหาผลลัพธ์ (Solver memory used)	-
5. เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (Solution time in CPU)	0.234002 วินาที
6. ค่าความเผื่อ (Gap tolerance)	0.01%

ที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร มีจำนวนตัวแปร 40 ตัว แบ่งเป็นจำนวนตัวแปรจำนวนเต็ม 40 ตัว มีข้อจำกัด 1 ตัว ใช้เวลาในการคำนวณ 0.2340วินาที พบว่าค่ากำไรที่มากที่สุดเป็น 33,897บาท

ตารางที่ 9 ผลลัพธ์การคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX ที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร
1. ค่ากำไรที่มากที่สุด (Objective function)	34,583 บาท
2. จำนวนตัวแปรจำนวนเต็ม (Integer variables)	55
3. จำนวนข้อจำกัด (Number of constraints)	1
4. หน่วยความจำที่ใช้ในการหาผลลัพธ์ (Solver memory used)	-
5. เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (Solution time in CPU)	0.234002 วินาที
6. ค่าความเผื่อ (Gap tolerance)	0.00%

ที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร มีจำนวนตัวแปร 55 ตัว แบ่งเป็นจำนวนตัวแปรจำนวนเต็ม 55 ตัว มีข้อจำกัด 1 ตัว ใช้เวลาในการคำนวณ 0.2340 วินาที พบว่าค่ากำไรที่มากที่สุดเป็น 34,583 บาท

จากตารางที่ 7, 8 และ 9 ผลลัพธ์ของการคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX จะเห็นได้ว่าแต่ละกรณีการทำการเลือกสินค้า OTOP นั้น มีจำนวนตัวแปรที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลจากข้อมูลที่ป้อนเริ่มต้น สำหรับรัศมีการค้นหาต่างๆ มีขนาดของค่าพารามิเตอร์ (Parameters) ต่างๆ ที่ไม่เท่ากัน ผลคำตอบสุดท้ายที่ดีที่สุด (Optimal Solution) จะมีเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

2.2 ผลการคัดเลือกสินค้า OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX

ผลการแก้ปัญหาด้วยซอฟต์แวร์ CPLEX ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด พบว่าสามารถคัดเลือกชนิดและจำนวนสินค้าในการขนส่งที่มีกำไรที่มากที่สุด โดยแสดงข้อมูลของสินค้าชนิดต่างๆ ได้จากการแก้ปัญหา ที่ระยะรัศมีพื้นที่ 3, 5 และ 10 กม. ดังตารางที่ 10, 11 และ 12

ตารางที่ 10 ชนิดและจำนวนสินค้า OTOP ที่ถูกเลือกในการขนส่งที่ 3 กิโลเมตร

ตำบล	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	ขนาดสินค้า (ลบ.ซม./ชิ้น)	กำลังการผลิต (ชิ้น/วัน)	กำไร (บาท/ชิ้น)	จำนวนคัดเลือก (ชิ้น)
เขตเทศบาล	นายพิสิทธิ์ ศรีศักดิ์เจริญ	ลูกชิ้นหมู/หมูหมัก/ หมูแดง	1000	250	30	250
	นางศิริพร กำนารายณ์	หมูยอใบตอง/แหนม กระดุกหมู/แหนมอื่นไก่/ หมูยอพลาสติก/แหนมหนัง หมู	400	100	50	100
	บริษัท มายมัม จำกัด	ขนมเปียะ/ข้าวตังหน้าหมู หยอง	600	250	15	194
	นส.อัจฉราวรรณ อ่อนละเอียด	ขนมจีบหมูผสมกุ้ง/ขนม กุยช่ายสูตรโบราณ	45	200	5	200
	นายธีรวิทย์ อภิวัฒน์จิราโชค	ลูกชิ้นหมู/น้ำจิ้มสุกี้/หมู สะเต๊ะ/ลูกชิ้นปลาทราย	750	600	20	600
	วิทยาลัยอาชีวศึกษา นครปฐม	เครื่องแกงส้ม/เครื่อง แกง ป่า/เครื่องแกงเขียวหวาน/ เครื่องปรุงรส(ชนิดผง)/ ลูกก๊าก่อนเฟลต	120	500	4	499
	นางภาวิณี เข่นภิรมย์	น้ำพริกขายสำเร็จ	150	100	5	98
	นายสุชีพ จินดาอินทร์	สาเล่ทิพย์/ขนมลูกกั๊ก	600	100	20	100
	รวมทั้งหมด					2,041 ชิ้น
	Total Profit					32,896 บาท
บ่อพลับ						

จากผลของซอฟต์แวร์ CPLEX พบว่า ที่รัศมีการค้นหาแหล่ง OTOP ที่ 3 ก.ม. สามารถคัดเลือกจำนวนสินค้าจากแหล่ง OTOP ต่างๆ ได้จำนวน 8 แหล่ง จำนวนสินค้าที่คัดเลือกได้นั้น จะไม่เกินปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ในแต่ละวันของสินค้า OTOP ชนิดนั้นๆ จากคำตอบที่ได้พบว่า สินค้าถูกขึ้นหามของ นายพิสิษฐ์และนายธีรวิทย์มีกำไรมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสินค้ากับสินค้าชนิดอื่นที่ไม่ถูกเลือก ที่มีกำไรเท่ากัน พบว่าสินค้าสองชนิดนี้มีปริมาณน้อยกว่าสินค้าชนิดอื่น เพื่อให้ได้กำไรสูงสุดทำให้ซอฟต์แวร์จึงเลือกจำนวนสินค้านี้ได้ตามจำนวนที่ผลิตได้ ในบางแหล่งพบว่า สินค้าถูกคัดเลือกสินค้าได้ไม่เต็มจำนวนการผลิต ทั้งนี้ก็เพราะว่าในการขนส่งสินค้าแต่ละครั้งได้มีการกำหนดกำลังการบรรทุกของยานพาหนะไว้ ดังนั้นซอฟต์แวร์จึงคัดเลือกสินค้าจากแหล่ง OTOP เฉพาะในส่วนที่ทำให้ได้จำนวนการบรรจุเต็มยานพาหนะพอดี

แต่เมื่อได้กำหนดรัศมีเพิ่มขึ้นเป็น 5 และ 10 ก.ม. ดังตารางที่ 11 และ 12 สามารถคัดเลือกจำนวนสินค้าจากแหล่ง OTOP ต่างๆ ได้จำนวน 9 และ 13 แหล่ง จะเห็นได้ว่า จำนวนแหล่ง OTOP เพิ่มขึ้น เนื่องจากรัศมีการค้นหาเพิ่มขึ้นโดยมีปริมาตรของยานพาหนะเท่าเดิม ดังนั้นซอฟต์แวร์จึงหาคำตอบที่เหมาะสมชุดใหม่ โดยจากการสังเกต พบว่ามีการลดจำนวนสินค้าแหล่งเดิมๆ ที่คัดเลือกไว้ แล้วกระจายไปยังแหล่ง OTOP ต่างๆ ที่คัดเลือกเพิ่มเข้ามาใหม่เพื่อให้ผลรวมของกำไรในการขนส่งมีค่ามากที่สุด

ตารางที่ 11 ชนิดและจำนวนสินค้า OTOP ที่ถูกเลือกในการขนส่งที่ 5 กิโลเมตร

ตำบล	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	ขนาดสินค้า (ลบ.ซม./ชิ้น)	กำลังการผลิต (ชิ้น/วัน)	กำไร (บาท/ชิ้น)	จำนวนคัดเลือก (ชิ้น)
เขตเทศบาล	นายพิสิษฐ์ ศรีกักเจริญ	ลูกชิ้นหมู/หมูหมัก/หมูแดง	1000	250	30	250
	นางศิริพร คำนารายณ์	หมูขยอใบตอง/ແໜມ กระดุกหมู/ແໜມເອີ້ນໄກ່/ หมูขยอพลาสติก/ແໜມໜັງ หมู	400	100	50	100
		บริษัท มายมัม จำกัด	ขนมเปียะ/ข้าวตังหน้าหมู หยอง	600	250	15
	นส.อจรรววรรณ อ่อนละเอียด	ขนมจีบหมูผสมกุ้ง/ขนม กุยช่ายสูตรโบราณ	45	200	5	200
	นายธีรวิทย์ อภิวัฒน์จิราโชค	ลูกชิ้นปลาทราย/ลูก ชิ้นหมู/ น้ำจิ้มสุกี้/หมูสะเต๊ะ	750	600	20	600
	วิทยาลัยอาชีวศึกษา นครปฐม	เครื่องแกงส้ม/เครื่อง แกง ป่า/เครื่องแกงเขียวหวาน/ เครื่อง ปรงลาบ(ชนิดผง)/ ลูกก๊าก่อนเฟลต	120	500	4	498
		นางภาวิณี เข็นภิรมย์	น้ำพริกขายส่ง	150	100	5
	บ่อพลับ	นายชูชีพ จินดาอินทร์	สาเล่ทิพย์/ขนมลูกก๊าก	600	100	20
พระประโทน	นายสมหมาย เจียรโนวิทากุล	น้ำพริก	200	200	10	200
รวมทั้งหมด				2175 ชิ้น		
Total Profit				33,897 บาท		

ตารางที่ 12 ชนิดและจำนวนสินค้า OTOP ที่ถูกเลือกในการขนส่งที่ 10 กิโลเมตร

ตำบล	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	ขนาดสินค้า (ลบ.ซม./ชิ้น)	กำลังการผลิต (ชิ้น/วัน)	กำไร (บาท/ชิ้น)	จำนวนคัดเลือก (ชิ้น)
เขตเทศบาล	นายพิสิทธิ์ ศรีกักเจริญ	ลูกชิ้นหมู/หมูหมัก/หมูแดง	1000	250	30	250
	นางศิริพร กำนารายณ์	หมูยอใบตอง/แหนม	400	100	50	100
		กระดุกหมู/แหนมเอ็นไก่/ หมูยอพลาสติก ดิก/แหนมหนัง หมู				
	บริษัท มายมัม จำกัด	ขนมเปียะ/ข้าวตังหน้าหมู หยอง	600	250	15	1
	นส.อจักราวรรณ อ่อนละเอียด	ขนมจีบหมูผสมกุ้ง/ขนม กุยช่ายสูตรโบราณ	45	200	5	200
	นายธีรวิทย์ อภิวัฒน์จิราโชค	ลูกชิ้นปลาทราย/ลูกชิ้นหมู/ น้ำจิ้มสุกี้/หมูสะเต๊ะ/	750	600	20	589
	วิทยาลัยอาชีวศึกษา นครปฐม	เครื่องแกงส้ม/เครื่อง แกง ป่า/เครื่องแกงเขียวหวาน/ เครื่องปรุงรส(ชนิดผง)/ คุกกี้คอนเฟลต	120	500	4	497
		นางภาวณิ เชนภิรมย์				
วังตะกั่ว	นางธันทิพย์ ธีรโสภี	น้ำพริกขายส่ง/น้ำพริก	150	100	5	100
		น้ำพริกเผา/น้ำพริก				
ธรรมศาลา	ห้างหุ้นส่วน จำกัด น้ำพริกแม่ศรี	ก๊วยเตี๋ยวผัดไทย/น้ำ พริก เผาปรุงอาหาร/เครื่องปรุง ผัดไทย/น้ำยาขนมจีน/น้ำ พริกแกงแดง	150	300	5	300
บ่อพลับ	นายชูชีพ จินดาอินทร์	สาเล่ทิพย์/ขนมลูกกั๊ก	600	100	20	100
ตาก้อง	นายสมนึก พรหมณี	น้ำพริกเผา	150	60	5	60

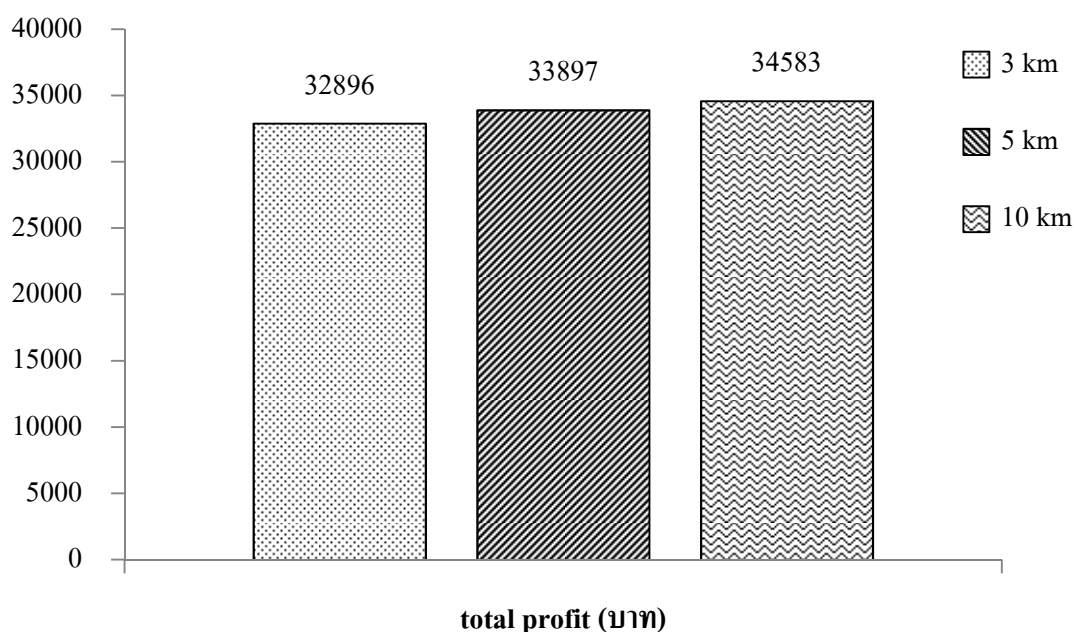
ตารางที่ 12 (ต่อ)

นางบุญอร ผิวนวน	น้ำพริกเผา	150	100	5	100
นายสมหมาย เจียรโนวิทยากุล	น้ำพริกเผา	200	200	10	200
รวมทั้งหมด			2,597	ขึ้น	
Total Profit			34,583	บาท	

จากผลของการหาประเภทสินค้าในการขนส่งโดยยานพาหนะส่วนบุคคลภายใต้ข้อจำกัดของปริมาณที่สามารถบรรจุได้ พบว่า สินค้าที่ถูกเลือกในการขนส่งเกิดจาก 3 ปัจจัย คือ กำไร (บาท/ขึ้น) ขนาดปริมาณสินค้า (ลบ.ซม./ขึ้น) และกำลังการผลิต (ขึ้น/วัน) โดยสินค้าที่มีกำไรมาก ปริมาณสินค้าน้อย กำลังการผลิตสูง จะถูกพิจารณาเลือกก่อน เช่น ตัวอย่างสินค้าลูกชิ้นหมูของนาย พิธิษฐ์และหมูขบตองของนายธีรวิรมีกำไรมาก แต่เมื่อเปรียบปริมาณสินค้ากับสินค้าชนิดอื่นที่ไม่ถูกเลือกที่มีกำไรเท่ากัน พบว่า สินค้า 2 ชนิดนี้มีปริมาณน้อยกว่าสินค้าอื่น เพื่อให้ได้กำไรสูงที่สุด ทำให้ซอฟต์แวร์จึงเลือกจำนวนสินค้านี้ได้ตามจำนวนที่ผลิตได้

สำหรับชนิดสินค้าที่ได้รับการคัดเลือกไปขาย พบว่า ที่ระยะรัศมี 3 กม. มีจำนวน 8 ชนิด รัศมี 5 กม. มีจำนวน 9 ชนิด รัศมี 10 กม. มีจำนวน 13 ชนิด ตามลำดับ

กราฟแสดงเปรียบเทียบผลกำไรสูงสุดของพื้นที่ที่มีการค้นหาแหล่ง OTOP



ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบผลกำไรสูงสุดของพื้นที่ที่มีการค้นหาแหล่งสินค้า OTOP

นอกจากนี้จากผลของซอฟต์แวร์ พบว่า ที่รัศมี 3 กม. ได้กำไรสูงสุด 32,896 บาท ที่ 5 กม. ได้กำไรสูงสุด 33,897 บาท คิดเป็น เปอร์เซ็นต์กำไรที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.95% ในขณะที่ 10 กม. ได้กำไรสูงสุด 34,583 บาท คิดเป็น เปอร์เซ็นต์กำไรที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.98% สาเหตุที่ เปอร์เซ็นต์กำไรมีความแตกต่างกันไม่มาก เนื่องจากการเพิ่มรัศมีการค้นหา 10 กม. แม้ว่าจะมีชนิดของสินค้าในการเลือกขนส่งมากขึ้น แต่ยังถูกจำกัดด้วยขนาดปริมาณของยานพาหนะที่เท่าเดิม ทำให้ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของกำไรมีค่าเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ดังภาพที่ 17

3. การจัดเส้นทางมารับสินค้า

การจัดเส้นทางขนส่งสินค้า เป็นกระบวนการหลักของระบบโลจิสติกส์ โดยปกติแล้ว ต้นทุนของสินค้าจะมากหรือน้อย ระยะเดินทางเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อต้นทุนของสินค้า ถ้าระยะทางไกลย่อมทำให้ต้นทุนสูงตามไปด้วย การลดระยะทางการเดินทาง จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนได้ โดยในงานวิจัยนี้ปัญหาการจัดเส้นทางจะเป็นปัญหาการจัดเส้นทางมารับสินค้า OTOP ของกลุ่มที่ให้ ผลกำไรจากการขนส่งมากที่สุด ที่เป็นผลลัพธ์จากซอฟต์แวร์ CPLEX

ในการจัดเส้นทางมารับสินค้า ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล พิกัดทางภูมิศาสตร์ (Latitude, Longitude) จากแหล่งสินค้า OTOP เพื่อมาใช้ในการจัดลำดับการรับสินค้า และพิกัดเริ่มต้นในลำดับที่ 1 กำหนดจากพื้นที่ที่มีจุดชุมชน รอบๆมีแหล่ง OTOP จำนวนมาก ดังตารางที่ 13 สำหรับตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 3 กม. ตารางที่ 14 สำหรับรัศมีการค้นหาที่ 5 กม. และตารางที่ 15 สำหรับรัศมีการค้นหาที่ 10 กม. เพื่อนำมาคำนวณหาระยะทางระหว่างแหล่ง OTOP แต่ละแหล่งสำหรับกรณีศึกษาต่างๆ ซึ่งการจัดเส้นทางการเดินทางของยานพาหนะนี้ มีจุดประสงค์เพื่อค้นหาระยะทางในการเดินทางรับสินค้าของกลุ่มที่ถูกคัดเลือกจากผลลัพธ์ของซอฟต์แวร์ CPLEX (ให้ผลกำไรมากที่สุด) มีขนาดสั้นที่สุด และไม่เดินทางกลับมาจุดเริ่มต้นอีก แต่ถ้าเส้นทางวิ่งออกไปไกลจากพื้นที่ที่จะส่งสินค้าอาจย้อนกลับทางเดิมอีกครั้งเพื่อให้ระยะทางจากกลับลดลง

ตารางที่ 13 ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร

ลำดับ	พิกัด ภูมิศาสตร์	ตำบล	ชื่อร้าน	สินค้า	การคัดเลือก (ชิ้น)
1	100.06000,13.82000	-	-	-	-
2	100.06670,13.82205	เขตเทศบาล	นายพิสิษฐ์	ลูกชิ้นหมู/หมูหมักฯ	250
3	100.08350,13.82479	เขตเทศบาล	นางศิริพร	หมูยอ/ใบตอง/แห่นมฯ	100
4	100.06235,13.82066	เขตเทศบาล	บริษัทมายมัม	ขนมเปี๊ยะ/ข้าวตังฯ	194
5	100.06110,13.82433	เขตเทศบาล	อจรรย์วรรณ	ขนมจีบ/ขนมกุยช่ายฯ	200
6	100.05951,13.81273	เขตเทศบาล	นายธีรวิทย์	ลูกชิ้นหมู/ลูกชิ้นปลา	600
7	100.06939,13.82015	เขตเทศบาล	ว.อาชีวศึกษา	เครื่องแกงส้มชนิดผง	499
			นครปฐม		
8	100.05995,13.82355	เขตเทศบาล	นางภาวิณี	น้ำพริก	98
9	100.08492,13.82738	บ่อพลับ	นายชูชีพ	สาเล่ทิพย์/ขนมลูกกี้	100

จากผลลัพธ์จากซอฟต์แวร์ CPLEX ที่รัศมีพื้นที่ 3 กม. ซึ่งสามารถคัดเลือกสินค้าได้จำนวน 8 แหล่ง ดังตารางที่ 13 และนำตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของยานพาหนะโดยวิธีการสุ่ม ซึ่งอยู่ในลำดับที่ 1 มาเป็นตำแหน่งเริ่มต้นในการจัดเส้นทาง ซึ่งเช่นเดียวกับตารางที่ 14 และ 15 เป็นตารางตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 5 กม. และ 10 กม. ตามลำดับ ซึ่งมีสินค้าที่ได้คัดเลือก 9 และ 13 แหล่ง

ตารางที่ 14 ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร

ลำดับ	พิกัด ภูมิศาสตร์	ตำบล	ชื่อร้าน	สินค้า	การคัดเลือก(ชิ้น)
1	100.06000,13.82000	-	-	-	-
2	100.06670,13.82205	เขตเทศบาล	นายพิสิษฐ์	ลูกชิ้นหมู/หมูหมักฯ	250
3	100.08350,13.82479	เขตเทศบาล	นางศิริพร	หมูยอใบตอง/ແໜມາ	100
4	100.06235,13.82066	เขตเทศบาล	บริษัทมายมัม	ขนมเปียะ/ข้าวตังฯ	127
5	100.06110,13.82433	เขตเทศบาล	อจรรย์วรรณ	ขนมจีบ/ขนมกุยช่ายฯ	200
6	100.05951,13.81273	เขตเทศบาล	นายธีรวิทย์	ลูกชิ้นหมู/ลูกชิ้นปลา	600
7	100.06939,13.82015	เขตเทศบาล	ว.อาชีวศึกษา นครปฐม	เครื่องแกงส้มชนิดผง	498
8	100.05995,13.82355	เขตเทศบาล	นางภาวิณี	น้ำพริก	100
9	100.08492,13.82738	บ่อพลับ	นายชูชีพ	สาเล่ทิพย์/ขนมลูกกี้	100
10	100.08977,13.81142	พระประโทน	สมหมาย	น้ำพริก	200

ตารางที่ 15 ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร

ลำดับ	พิกัด ภูมิศาสตร์	ตำบล	ชื่อร้าน	สินค้า	การคัดเลือก(ชิ้น)
1	100.06000,13.82000	-	-	-	-
2	100.06670,13.82205	เขตเทศบาล	นายพิสิษฐ์	ลูกชิ้นหมู/หมูหมักฯ	250
3	100.08350,13.82479	เขตเทศบาล	นางศิริพร	หมูยอใบตอง/ແໜມາ	100
4	100.06235,13.82066	เขตเทศบาล	บริษัทมายมัม	ขนมเปียะ/ข้าวตังฯ	1
5	100.06110,13.82433	เขตเทศบาล	อจรรย์วรรณ	ขนมจีบ/ขนมกุยช่ายฯ	200
6	100.05951,13.81273	เขตเทศบาล	นายธีรวิทย์	ลูกชิ้นหมู/ลูกชิ้นปลา	589
7	100.06939,13.82015	เขตเทศบาล	ว.อาชีวศึกษา นครปฐม	เครื่องแกงส้มชนิดผง	497
8	100.05995,13.82355	เขตเทศบาล	นางภาวิณี	น้ำพริก	100
9	100.00891,13.85083	วังตะกู	นางธันทิพย์	น้ำพริกเผา/ซาลาเปา	100
10	100.11280,13.80956	ธรรมศาลา	ห้างหุ้นส่วนฯ น้ำพริกแม่ศรี	น้ำพริกเผาปรุงอาหาร	300
11	100.08492,13.82738	บ่อพลับ	นายชูชีพ	สาเล่ทิพย์/ขนมลูกกี้	100
12	100.05791,13.88339	ตาก้อง	นายสมนึก	น้ำพริก	60
13	100.03991,13.77552	บางแถม	นางบุญอร	น้ำพริก	100
14	100.08977,13.81142	พระประโทน	สมหมาย	น้ำพริก	200

วิธีการการจัดเส้นทางการรับสินค้าสามารถทำได้หลายวิธี วิธีการที่เลือกสำหรับงานวิจัยนี้คือวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) เพราะเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็ว สามารถพัฒนาปรับปรุงวิธีการได้ง่าย อย่างไรก็ตามคำตอบที่ได้จากการใช้วิธีฮิวริสติกส์จะเป็นเพียงคำตอบที่เป็นไปได้ และประสิทธิภาพของวิธีฮิวริสติกส์ต่างวิธีกันก็จะมิให้ผลต่อประสิทธิภาพการหาคำตอบที่แตกต่างกัน

วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) ที่นิยมใช้ในการจัดเส้นทาง คือ วิธีการ Saving Method (ดูภาคผนวก ก) และวิธี Nearest Neighbor ซึ่งมีความแตกต่างในกระบวนการหาคำตอบ และอาจจะทำให้มีผลต่อคำตอบที่คำนวณได้ด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการคัดเลือกทั้งสองวิธีมาใช้จัดเส้นทางการรับสินค้า OTOP และทำการเปรียบเทียบระยะทางการจัดเส้นทางรวม ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงผลการเปรียบเทียบการจัดเส้นทาง (กม.) ด้วยวิธี Saving Method กับ วิธี Nearest Neighbor

รัศมีพื้นที่ (กม.)	Saving Method (กม.)	Nearest Neighbor (กม.)	% ความแตกต่าง
3	7.029	6.56	6.67
5	9.139	8.42	7.86
10	38.283	35.51	7.24

สำหรับวิธีการ Saving Method กระบวนการแบบเดิม จะต้องมีการตรวจสอบจุดจำกัดการบรรทุกสินค้าทุกครั้งที่มีการจัดรวมเส้นทางใหม่เข้ากับเส้นทางเดิมว่าเกินขีดจำกัดของการบรรทุกสินค้าของยานพาหนะชนิดนั้นๆหรือไม่ แต่ปัญหของงานวิจัยนี้ได้มีการคัดเลือกสินค้าไว้แล้ว ซึ่งพอดีกับกำลังการบรรทุกของรถ ทำให้ลดขั้นตอนการแก้หาคำตอบของ วิธีการ Saving Method แบบเดิมโดยไม่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของการบรรทุกของรถ

ผลการจัดเส้นทางจากตารางที่ 16 พบว่า ระยะทางการจัดเส้นทางการเดินทางที่รัศมีพื้นที่การค้นหาลักษณะต่างๆ มีความแตกต่างกัน ผลการหาเส้นทางการรับสินค้า OTOP โดยใช้วิธี Nearest Neighbor Heuristic และ วิธี Saving Method พบว่า ผลรวมของระยะทางการรับสินค้า โดยวิธี Nearest Neighbor Heuristic ให้ระยะทางรวมที่สั้นกว่า ทั้ง 3 รัศมีการค้นหาสินค้า โดยวิธี Nearest Neighbor Heuristic ให้ผลดีดีกว่าเล็กน้อยซึ่งค่า เปอร์เซนต์ความแตกต่างที่ระยะรัศมีพื้นที่ 3, 5 และ 10 กิโลเมตร เป็น 6.67, 7.86 และ 7.24 ตามลำดับ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้เราจะทำการเลือกวิธี Nearest Neighbor Heuristic มาใช้เพื่อเสนอเป็นแนวทางการจัดเส้นทางของการรับสินค้า OTOP

3.1 กรณีการศึกษาที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร

วิธี Nearest Neighbor Heuristic ซึ่งเป็นวิธีการที่เข้าใจได้ง่าย เหมาะสำหรับปัญหาที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก โดยผลการคำนวณเป็นได้ดังนี้

3.1.1 การสร้างตารางเมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของแหล่งสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร โดยใช้วิธีการหาระยะทางแบบยูคลิดีียน (Euclidean distance) ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ 3 กิโลเมตร

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
No.1	0	0.7786	2.6650	0.2712	0.4964	0.8097	1.0435	0.3945	2.8880
No.2	0.7786	0	1.8915	0.5074	0.6719	1.3080	0.3660	0.7684	2.1095
No.3	2.6650	1.8915	0	2.3946	2.4896	2.9837	1.6505	2.6205	0.3282
No.4	0.2712	0.5074	2.3946	0	0.4308	0.9360	0.7843	0.4174	2.6168
No.5	0.4964	0.6719	2.4896	0.4308	0	1.3010	1.0317	0.1544	2.6685
No.6	0.8097	1.3080	2.9837	0.9360	1.3010	0	1.3730	1.2033	3.2592
No.7	1.0435	0.3660	1.6505	0.7843	1.0317	1.3730	0	1.1149	1.9035
No.8	0.3945	0.7684	2.6205	0.4174	0.1544	1.2033	1.1149	0	2.8071
No.9	2.8880	2.1095	0.3282	2.6168	2.6685	3.2592	1.9035	2.8071	0

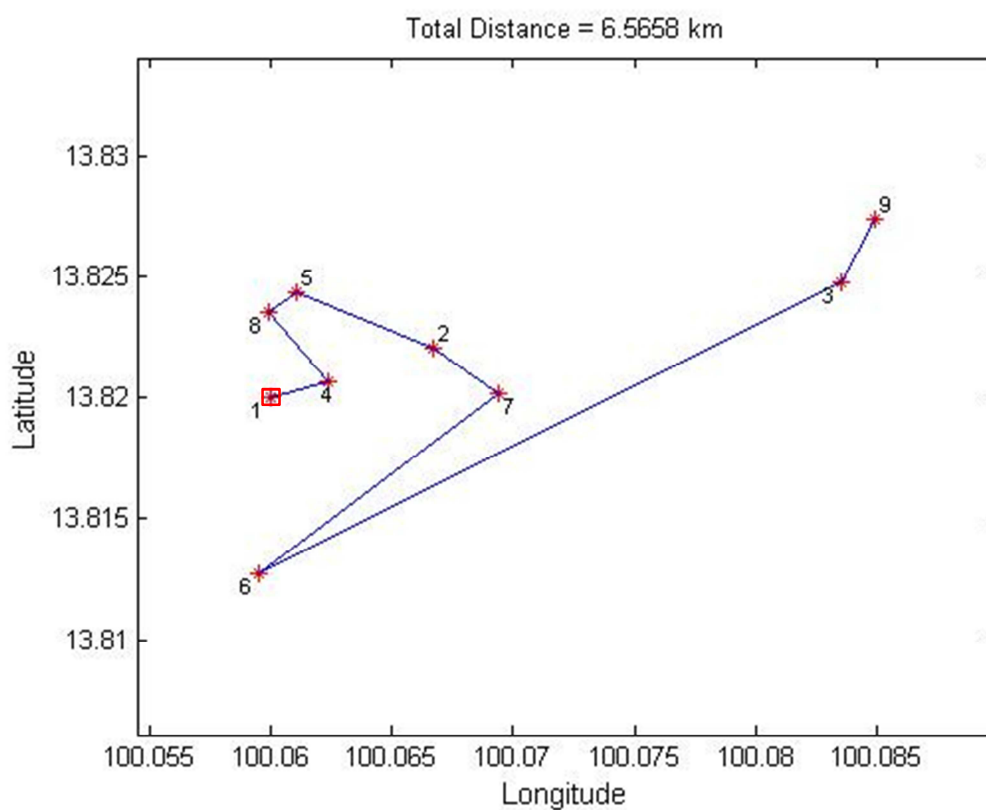
3.1.2 การจัดเส้นทางลำดับการเดินทางของยานพาหนะ โดยเริ่มต้นการเดินทางในรอบที่ 1 จากยานพาหนะตำแหน่งที่ 1 ไปยังแหล่งสินค้า OTOP ที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด รอบต่อมาใช้แหล่งสินค้า OTOP ดังกล่าวเดินทางไปยังแหล่งสินค้า OTOP ที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดทำการพิจารณารอบต่อรอบ จนครบแหล่งสินค้า OTOP ทั้งหมด และไม่เดินทางกลับมาตำแหน่งที่ 1 อีก

ตารางที่ 18 ตารางจัดลำดับเส้นทางของพื้นที่กรณีศึกษาที่รัศมีค้นหา 3 กิโลเมตร

No.	คู่ลำดับเส้นทาง	ระยะทาง (km)
1	1 – 4	0.2712
2	4 – 8	0.4174
3	8 – 5	0.1544
4	5 – 2	0.6719
5	2 – 7	0.3660
6	7 – 6	1.3730
7	6 – 3	2.9837
8	3 – 9	0.3282
รวม		6.56

ผลจากตารางที่ 18 ในการจัดลำดับรับสินค้ามีตำแหน่งของแหล่งสินค้า OTOP จำนวน 8 ตำแหน่ง โดยเริ่มต้นด้วย (No.1) ตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4 มีระยะทางที่สั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ จากนั้นพิจารณาตำแหน่งที่ 4 พบว่า เดินทางไปยังตำแหน่งที่ 8 มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ พิจารณาตำแหน่งที่ 8 ต่อ พบว่า เดินทางไปยังตำแหน่งที่ 5 มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ พิจารณาตำแหน่งที่ 5 พบว่าเดินทางไปยังตำแหน่งที่ 2 มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ พิจารณาตำแหน่งที่ 2 พบว่า เดินทางไปยังตำแหน่งที่ 7 มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ พิจารณาตำแหน่งที่ 7 พบว่า เดินทางไปยังตำแหน่งที่ 6 มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ พิจารณาตำแหน่งที่ 6 พบว่า เดินทางไปยังตำแหน่งที่ 3 มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ สุดท้ายเหลือตำแหน่งที่ 9 จึงต้องเดินทางไปยังตำแหน่งที่ 9 ที่เหลือเพียงตำแหน่งเดียว ผลรวมระยะทาง 6.56 กิโลเมตร

3.1.3 สรุปเส้นทางการรับสินค้า OTOP ที่กรณีพื้นที่ที่รัศมีค้นหา 3 กม. มีการเดินทาง 1 – 4 – 8 – 5 – 2 – 7 – 6 – 3 – 9 รวมระยะทาง 6.56 กิโลเมตร ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ผลของการจัดเส้นทางการวิ่งรับสินค้าด้วยวิธี Nearest Neighbor ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร

3.2 กรณีการศึกษาที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร

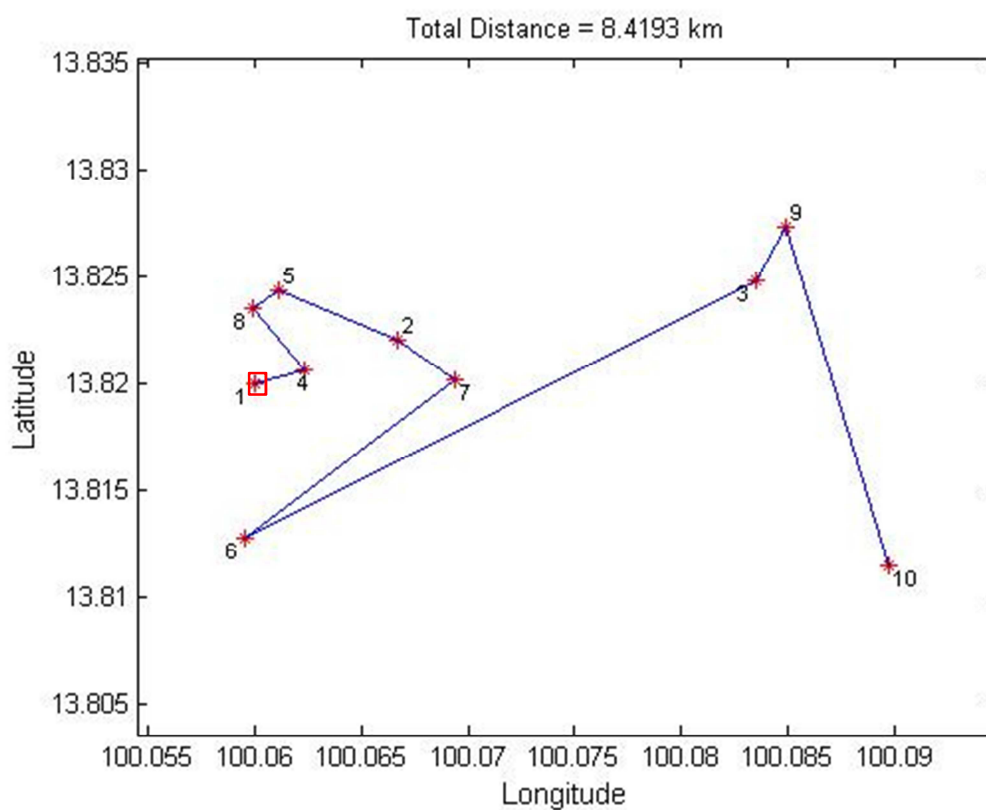
สำหรับการสร้างตารางเมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของแหล่งสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม ที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร โดยใช้วิธีการหาระยะทางแบบยูคลิดีเนียน (Euclidean distance) ดังแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 19 ตารางจัดลำดับเส้นทางของพื้นที่กรณีศึกษาที่รัศมีค้นหา 5 กิโลเมตร

No.	คู่ลำดับเส้นทาง	ระยะทาง (km)
1	1 – 4	0.2712
2	4 – 8	0.4174
3	8 – 5	0.1544
4	5 – 2	0.6719
5	2 – 7	0.3660
6	7 – 6	1.3730
7	6 – 3	2.9837
8	3 – 9	0.3282
9	9 – 10	1.8536
รวม		8.42

ผลจากตารางที่ 19 การจัดลำดับการรับสินค้าของพื้นที่กรณีศึกษาที่รัศมีค้นหา 5กม. มีตำแหน่งของแหล่งสินค้า OTOP จำนวน 9 ตำแหน่ง เริ่มต้นด้วย (No.1) ตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4 มีระยะทางที่สั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ จากนั้นพิจารณาตำแหน่งที่ 4 พบว่า เดินทางไปยังตำแหน่งที่ 8 มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ พิจารณาตำแหน่งที่ 8 ต่อ พบว่า เดินทางไปยังตำแหน่งที่ 5 มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ จะทำการพิจารณาตำแหน่งที่เลือกหลังเส้นทางเชื่อมต่อไปยังตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นกว่าตำแหน่งอื่นๆ ทำจนครบทุกตำแหน่ง สุดท้ายที่เหลือเป็นตำแหน่งที่ 9 ต้องเดินทางไปยังตำแหน่งที่ 10 ที่เหลือเพียงตำแหน่งเดียว ผลรวมระยะทาง 8.42 กิโลเมตร

สรุปเส้นทาง การรับสินค้า OTOP ที่กรณีพื้นที่ที่รัศมีค้นหา 5 กม. มีการเดินทาง 1 – 4 – 8 – 5 – 2 – 7 – 6 – 3 – 9 – 10 รวมระยะทาง 8.42 กิโลเมตร ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ผลของการจัดเส้นทางการวิ่งรับสินค้าด้วยวิธี Nearest Neighbor ที่รัศมีพื้นที่ 5 กิโลเมตร

3.3 กรณีการศึกษาที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร

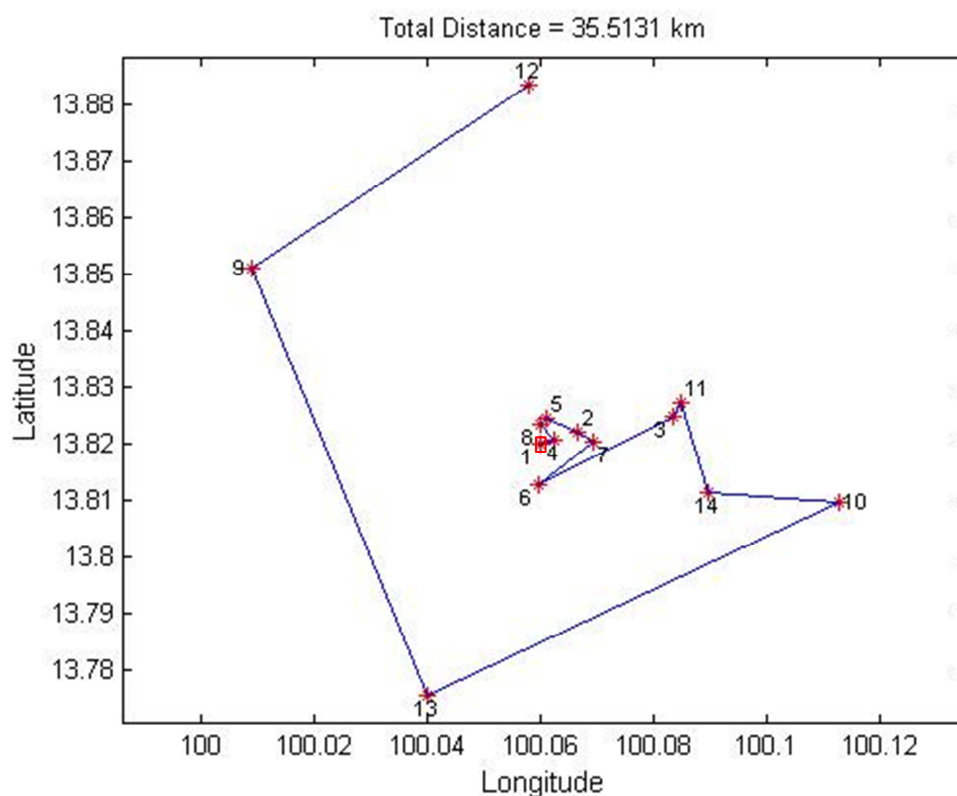
สำหรับการสร้างตารางเมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของแหล่งสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม ที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร โดยใช้วิธีการหาระยะทางแบบยูคลิดีเนียน (Euclidean distance) ดังได้กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 20 ตารางจัดลำดับเส้นทางของพื้นที่กรณีศึกษาที่รัศมีค้นหา 10 กิโลเมตร

No.	คู่ลำดับเส้นทาง	ระยะทาง (km)
1	1 – 4	0.2712
2	4 – 8	0.4174
3	8 – 5	0.1544
4	5 – 2	0.6719
5	2 – 7	0.3660
6	7 – 6	1.3730
7	6 – 3	2.9837
8	3 – 11	0.3282
9	11 – 14	1.8536
10	14 – 10	2.5674
11	10 – 13	8.9392
12	13 – 9	9.0497
13	9 – 12	6.5374
รวม		35.51

ผลจากตารางที่ 20 ในการจัดลำดับการรับสินค้าของพื้นที่กรณีศึกษาที่รัศมีค้นหา 10 กม. มีตำแหน่งของแหล่งสินค้า OTOP จำนวน 13 ตำแหน่งเส้นทางที่จัดลำดับก็เหมือนกับกรณีการศึกษาที่รัศมีพื้นที่ ที่ 3 และ 5 กิโลเมตร

สรุปเส้นทางในการรับสินค้า OTOP ที่กรณีพื้นที่ที่รัศมีค้นหา 10 กม. มีการเดินทาง 1 – 4 – 8 – 5 – 2 – 7 – 6 – 3 – 11 – 14 – 10 – 13 – 9 – 12 รวมระยะทาง 35.51 กิโลเมตรดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ผลของการจัดเส้นทางกรังรับสินค้าด้วยวิธี Nearest Neighbor ที่รัศมีพื้นที่ 10 กิโลเมตร

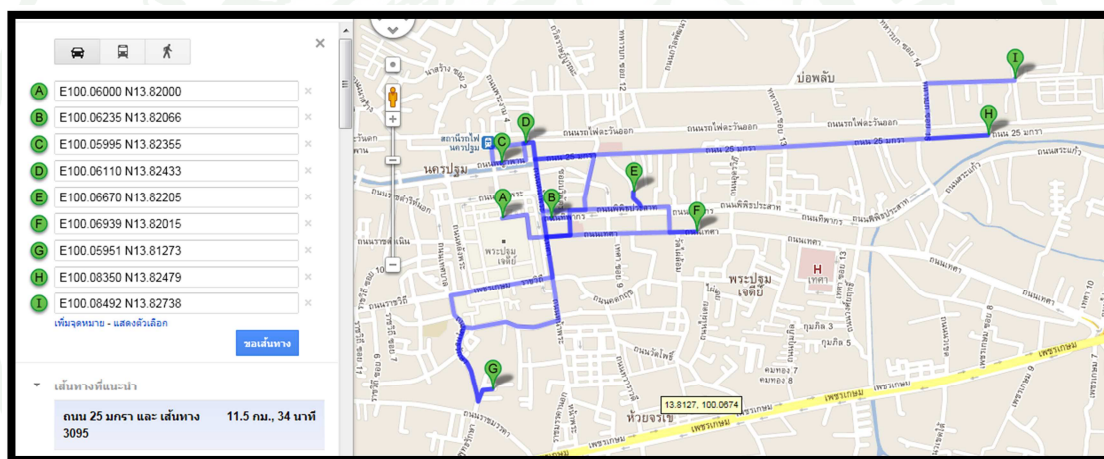
จากผลซอฟต์แวร์ Matlab สำหรับการจัดการเส้นทางไปรับสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) พบว่า สามารถประมวลผลหาคำตอบการเดินทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดได้ แต่คำตอบที่ได้นั้นเป็นเพียงคำตอบที่ได้จากการวัดระยะทางแบบยูคลิดีเนียน (Euclidean distance) หรือคำตอบโดยประมาณ ซึ่งเป็นการหาระยะทางในแนวเชิงเส้นตรง ระยะทางที่ได้เป็นแบบระยะขจัดเท่านั้น แต่จากสภาพทางภูมิศาสตร์จริงๆ มีทั้งถนน ตรอก ซอย ต่างๆ การเดินทางรับสินค้า OTOP ของยานพาหนะ ระยะการเดินทางอาจไม่ตรงตามผลคำตอบที่ได้จากการคำนวณของซอฟต์แวร์ Matlab

สำหรับการทดลองหาระยะทางที่เป็นไปได้จาก Google Map พบว่า ระยะทางเดินรถไปรับสินค้า มีระยะยาวกว่า ระยะทางการจัดเส้นทางของซอฟต์แวร์ Matlab มาก ซึ่งความแตกต่างแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ตารางแสดงผลความแตกต่างการจัดเส้นทาง (กม.) ของระยะทางแบบยูคลิเดียน (Euclidean distance) และ ระยะทางจริง

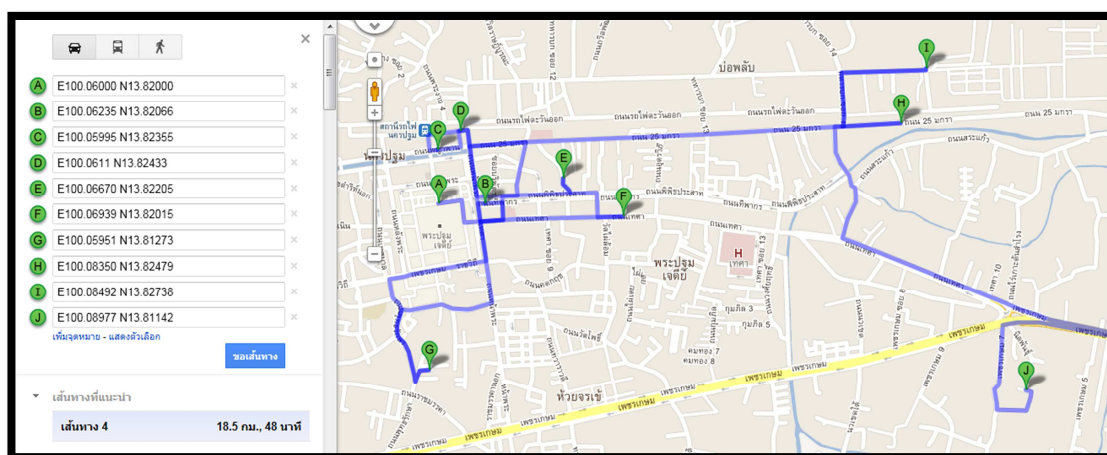
รัศมีพื้นที่ (กม.)	ระยะทางแบบยูคลิเดียน (กม.)	ระยะทางจริง (กม.)	% ความแตกต่าง
3	6.56	11.5	42.95
5	8.42	18.5	54.48
10	35.51	66.5	46.60

โดยผลเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ที่กรณีศึกษาของรัศมีพื้นที่ 3, 5 และ 10 กิโลเมตร เป็น 42.95%, 54.48% และ 46.60% ตามลำดับ

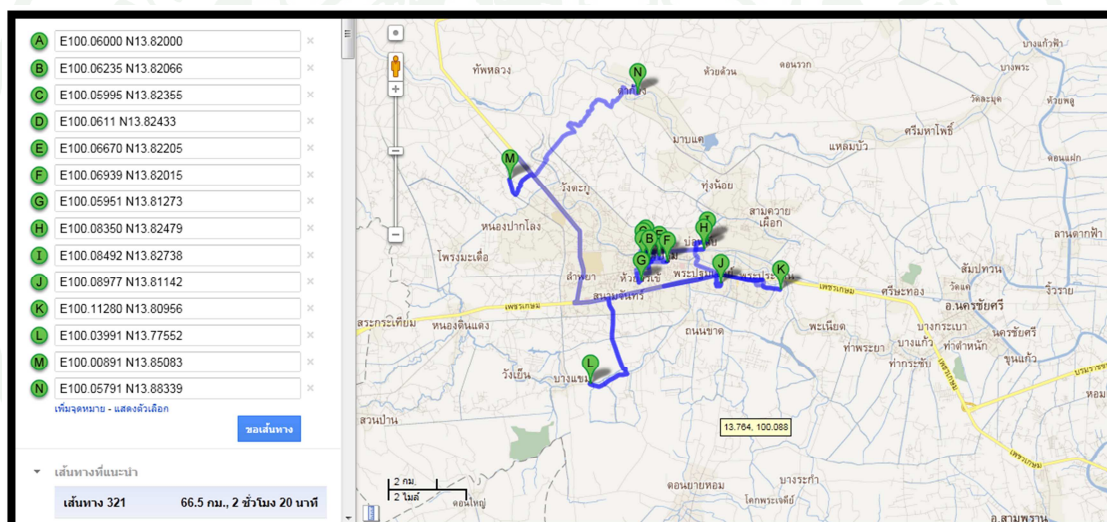


ภาพที่ 21 เส้นทางการรับสินค้า OTOP จาก Google Map ของรัศมีพื้นที่การค้นหา 3 กิโลเมตร

จากภาพที่ 21 เป็นการนำตำแหน่งเส้นทางการเดินทางไปรับสินค้าที่ได้จากวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) มาใส่ใน Google Map โดยตำแหน่งเริ่มต้นเป็นตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งในซอฟต์แวร์ Matlab ตำแหน่ง A ถึง I จะแทนด้วยตำแหน่ง 1, 4, 8, 5, 2, 7, 6, 3, 9 พบว่า ระยะและเส้นทางในการเดินทาง มีความแตกต่างกันมา โดยเส้นทางโดย Google Map จะเดินทางตามถนนที่ปรากฏในแผนที่ และจะพิจารณาคำแหน่งเส้นทางที่อยู่ในตรอกหรือซอยด้วย เมื่อวิ่งรถเข้าไปแล้วจะต้องเดินทางถอยกลับออกมาด้วย แล้วยังมีการพิจารณาถึงเรื่องเส้นทาง การเดินทางทางเดียว (ONE-WAY) อีกด้วย



ภาพที่ 22 เส้นทางมารับสินค้า OTOP จาก Google Map ของรัศมีพื้นที่การค้นหา 5 กิโลเมตร



ภาพที่ 23 เส้นทางมารับสินค้า OTOP จาก Google Map ของรัศมีพื้นที่การค้นหา 10 กิโลเมตร

สำหรับภาพที่ 22 ตำแหน่ง A ถึง J จะแทนด้วยตำแหน่ง 1, 4, 8, 5, 2, 7, 6, 3, 9, 10 ตามลำดับ และ ภาพที่ 23 ตำแหน่ง A ถึง N จะแทนด้วยตำแหน่ง 1, 4, 8, 5, 2, 7, 6, 3, 11, 14, 10, 13, 9, 12 ตามลำดับ จะเห็นว่าที่ตั้งของแหล่ง OTOP อยู่แต่ละพื้นที่ใน จังหวัดนครปฐม และเส้นทางการรับสินค้าจากสภาพที่เป็นไปได้จริง ยานพาหนะจะวิ่งไปหาแหล่ง OTOP ตามถนนทำให้ทราบระยะทางจริงของแบบจำลอง

ดังนั้นผลคำตอบระยะทางสั้นที่สุด ที่ได้จากซอฟต์แวร์ Matlab ของกรณีศึกษาที่ 3, 5 และ 10 กิโลเมตร เป็นเพียงผลคำตอบเพื่อใช้เป็นแนวโน้มเพื่อการตัดสินใจในการเดินทางรับสินค้า OTOP เท่านั้น โดยผลคำตอบที่ได้จากซอฟต์แวร์จะแสดงตำแหน่งของแหล่งสินค้าที่ตัดสินใจไว้แล้ว วิธีการเดินทางไปรับสินค้าจากแหล่ง OTOP ได้จริง ควรพิจารณาถึงเส้นทางและพื้นที่นั้นๆด้วย ซึ่งแนะนำควรยึดจุดหมายในการเดินทางรับสินค้าเป็นตำแหน่งต่อตำแหน่งแล้วใช้ใช้ถนนปัจจุบันเดินทางไปหาจุดหมาย ทั้งนี้ระยะทางที่เดินทางจริงจะไกลกว่าจากการคำนวณ ดังนั้นเพื่อเพิ่มความสะดวกควรมีการใช้ระบบนำทางใช้ในรถด้วย



การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP โดยยานพาหนะส่วนบุคคลเบื้องต้น ในพื้นที่ของจังหวัดนครปฐม จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 76 คน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการศึกษาลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 76 คน ดังแสดงในตารางผนวกที่ ฅ1 (ดูภาคผนวก ฅ) ประกอบด้วย

เพศ พบว่า กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 60.5 เป็นเพศชายจำนวน 46 คน และ เพศหญิง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 39.5

อายุ พบว่า ร้อยละ 39.5 ของกลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 31 - 50 ปี รองลงมา คือกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุ 21 - 30 ปี และอายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.6 และร้อยละ 21.1 ตามลำดับ และกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี และมากกว่า 61 ปี เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.9

อาชีพ พบว่า ประกอบอาชีพค้าขายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.3 รองลงมาอาชีพ นักเรียน/นักศึกษา เกษตรกร และพนักงานเอกชน คิดเป็นร้อยละ 22.4, 18.4 และ 13.2 ส่วนรับจ้างทั่วไป และรับราชการ/รัฐวิสาหกิจน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 10.5 และ 9.2

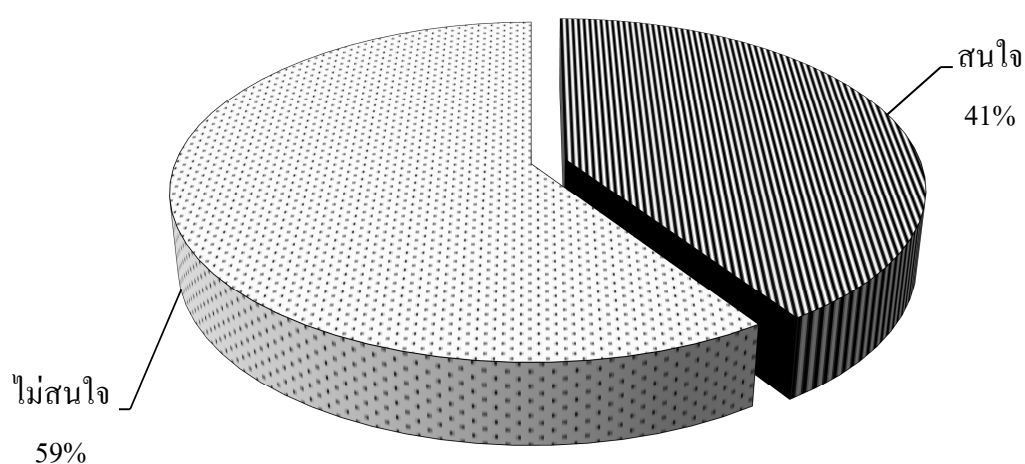
รายได้ พบว่า พบว่า ช่วงรายได้ 5,001-10,000 บาทมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.7 รองลงมา เป็น 10,001-30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 35.5 และช่วงรายได้น้อยกว่า 5,000 บาทกับ 30,001-50,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 10.5 และ 5.3 โดยช่วงมากกว่า 50,000 บาทมีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.9

ภูมิลำเนาของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า มีภูมิลำเนาในจังหวัดนครปฐม คิดเป็นร้อยละ 75.0 ส่วนภูมิลำเนาจังหวัดอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 25.0

สถานที่ทำงานของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า สถานที่ทำงานอยู่ในจังหวัดนครปฐมคิดเป็นร้อยละ 85.5 ส่วนสถานที่ทำงานอยู่ในจังหวัดอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 14.5

ตอนที่ 2 ข้อมูลการสำรวจความสนใจของปัจจัยต่างๆ ในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือก ทางเลือกหนึ่งในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย จากผู้ผลิตสินค้าไปส่งวางขายยังร้านค้าต่างๆ (ดูตารางภาคผนวก ฉ2)

ปริมาณผู้ที่สนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกสำหรับรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย จากผู้ผลิตสินค้าไปส่งวางขายยังร้านค้าต่างๆ

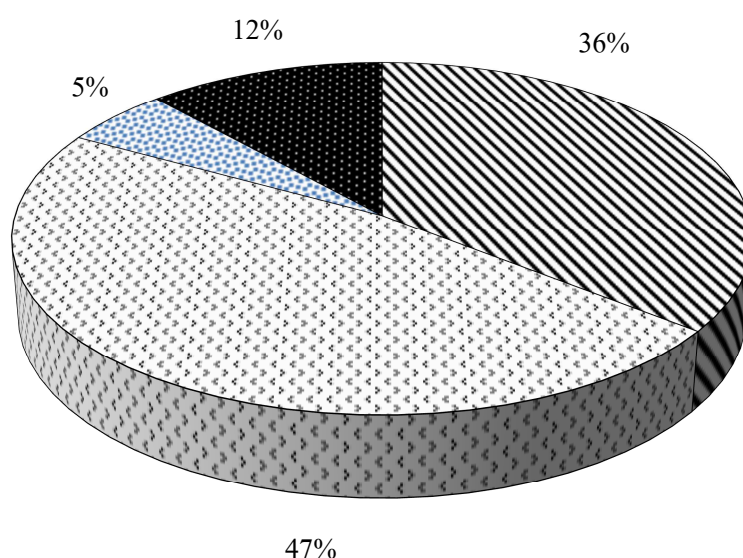


ภาพที่ 24 ปริมาณผู้ที่สนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกสำหรับรับสินค้า OTOP

จากภาพที่ 24 แสดงร้อยละของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มที่มีความสนใจและไม่สนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP พบว่า มีผู้สนใจในโครงการคิดเป็นร้อยละ 40.8 และไม่สนใจคิดเป็นร้อยละ 59.2

ช่องทางการติดต่อรับข่าวสาร

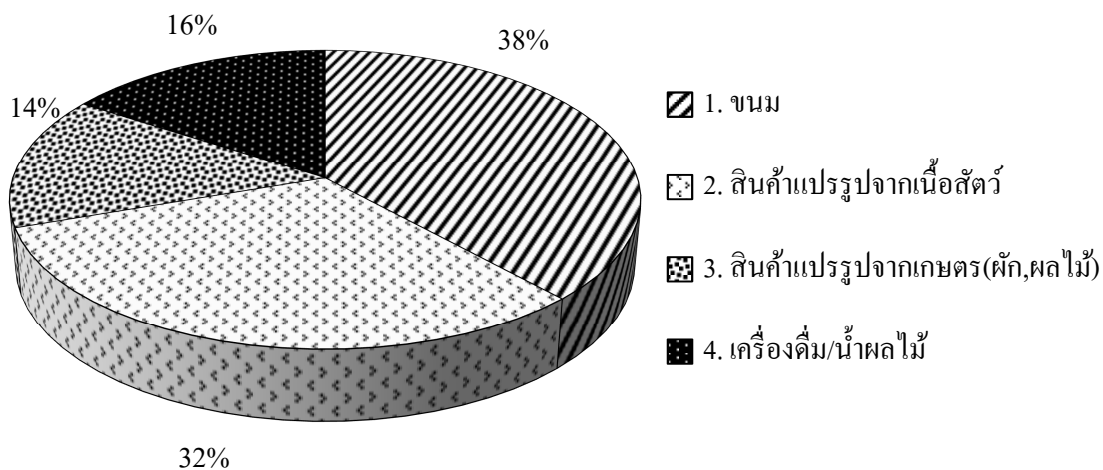
- 1. จัดทำเว็บไซต์แหล่งสินค้า OTOP ที่สามารถรับสินค้าได้
- 2. จัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่งสินค้า OTOP ที่พร้อมจะให้ข้อมูลสินค้า
- 3. จัดทำอุปกรณ์ และระบบ online บนโทรศัพท์มือถือ
- 4. กระจายข้อมูลทางโทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 25 ปริมาณช่องทางที่สะดวกที่สุดในการหาข้อมูลของสินค้า OTOP ของผู้สำรวจ

จากภาพที่ 25 แสดงสัดส่วนช่องทางที่สะดวกที่สุดในการหาข้อมูลของสินค้า OTOP เพื่อไปรับสินค้าจากผู้ผลิตสินค้าไปส่งยังร้านค้าต่างๆ พบว่า แนวคิดการจัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่งสินค้า OTOP ที่พร้อมจะให้ข้อมูลสินค้านี้มีปริมาณมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 47.4 รองลงมาเป็นการจัดทำเว็บไซต์แหล่งสินค้า OTOP ที่สามารถรับสินค้าได้คิดเป็นร้อยละ 35.5 และกระจายข้อมูลทางโทรศัพท์มือถือคิดเป็นร้อยละ 11.8 และแนวคิดการจัดทำอุปกรณ์และระบบ online บนโทรศัพท์มือถือมีน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 5.3

ประเภทสินค้า

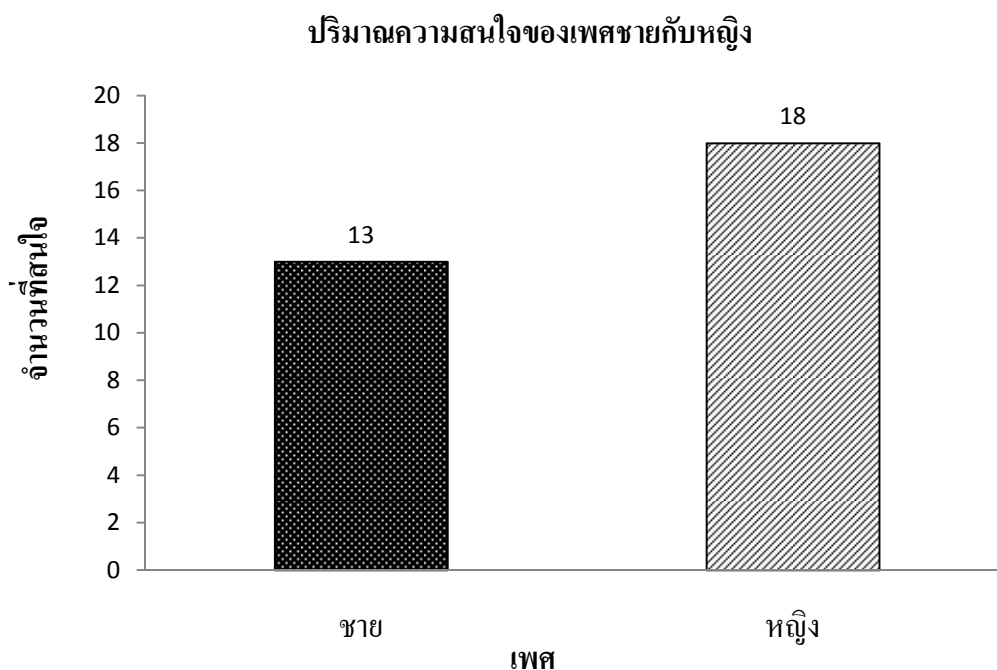


ภาพที่ 26 สัดส่วนความนิยมสินค้า OTOP

จากภาพที่ 26 แสดงร้อยละของประเภทสินค้า OTOP จากการสำรวจกลุ่มเป้าหมาย พบว่า สินค้าประเภทขน มีความนิยมมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 38.2 รองลงมาเป็นสินค้าที่แปรรูปจากเนื้อสัตว์ และเครื่องดื่ม/น้ำผลไม้ คิดเป็นร้อยละ 31.6 และ 15.8 โดยสินค้าที่แปรรูปจากการเกษตรมีปริมาณที่น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.5

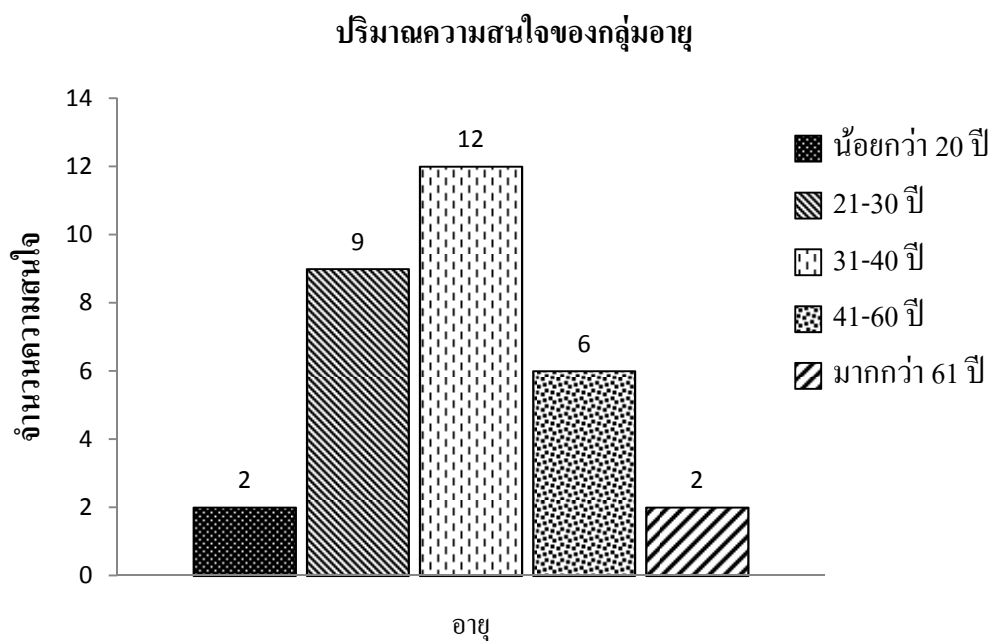
ตอนที่ 3 ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อความสนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือก ทางเลือกหนึ่งในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย จากผู้ผลิตสินค้าไปส่งวางขายยังร้านค้าต่างๆ

จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวกับความสนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือก ทางเลือกหนึ่งในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย จากผู้ผลิตสินค้าไปส่งวางขายยังร้านค้าต่างๆ พบว่า ร้อยละ 40.8 จากผู้สำรวจทั้งหมด มีความสนใจในโครงการวิจัยนี้ (ดูตารางภาคผนวก ฅ2)



ภาพที่ 27 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของเพศชายและหญิงในแนวคิดการใช้นานพาทะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

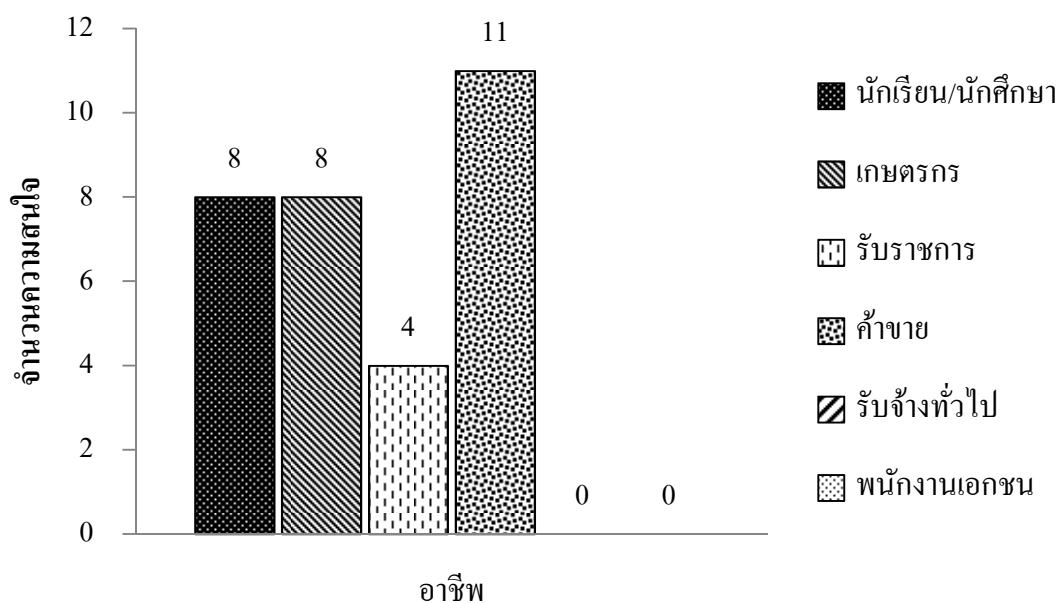
จากภาพที่ 27 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณความสนใจในแนวคิดการใช้นานพาทะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกช่วยในการขนส่งสินค้า OTOP เพศหญิงมีมากกว่าเพศชาย โดยจำนวนเพศหญิงที่มีความสนใจจำนวน 18 รายคิดเป็นร้อยละ 58.1 ของผู้ที่สนใจทั้งหมด



ภาพที่ 28 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มอายุในแนวคิดการใช้นานพาทะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

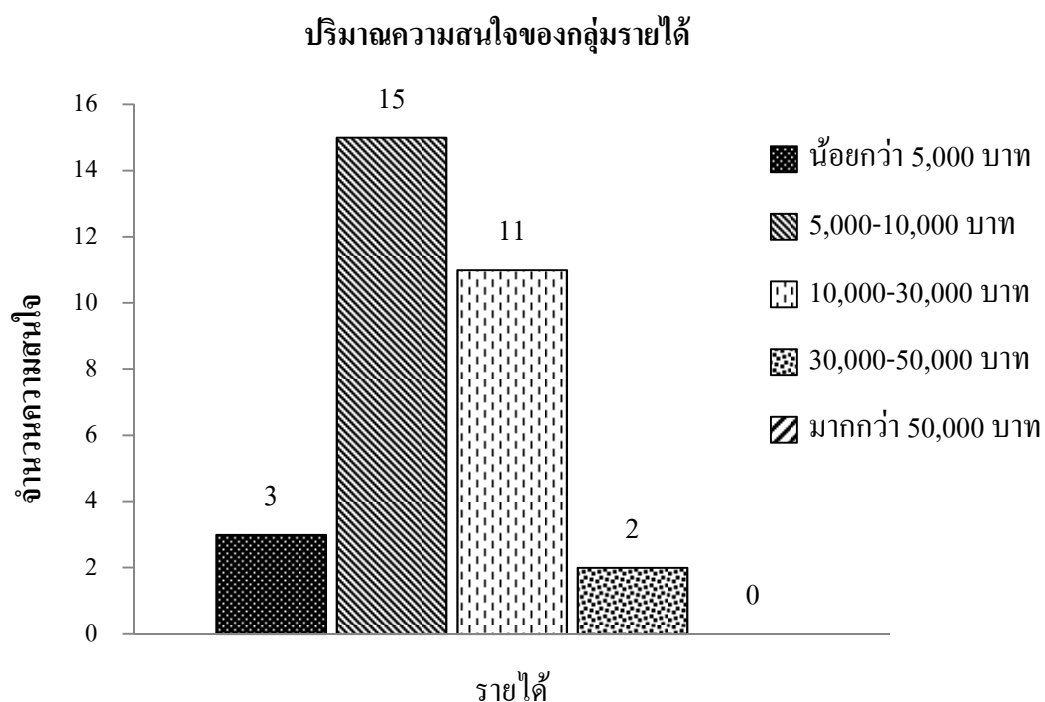
โดยภาพที่ 28 แสดงให้เห็นว่าปริมาณความสนใจในแนวคิดการใช้นานพาทะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกช่วยในการขนส่งสินค้า OTOP มากที่สุด อยู่ที่กลุ่มอายุระหว่าง 31-40 ปี จำนวน 12 ราย คิดเป็นร้อยละ 38.7 ของผู้ที่สนใจทั้งหมด

ปริมาณความสนใจของกลุ่มอาชีพ



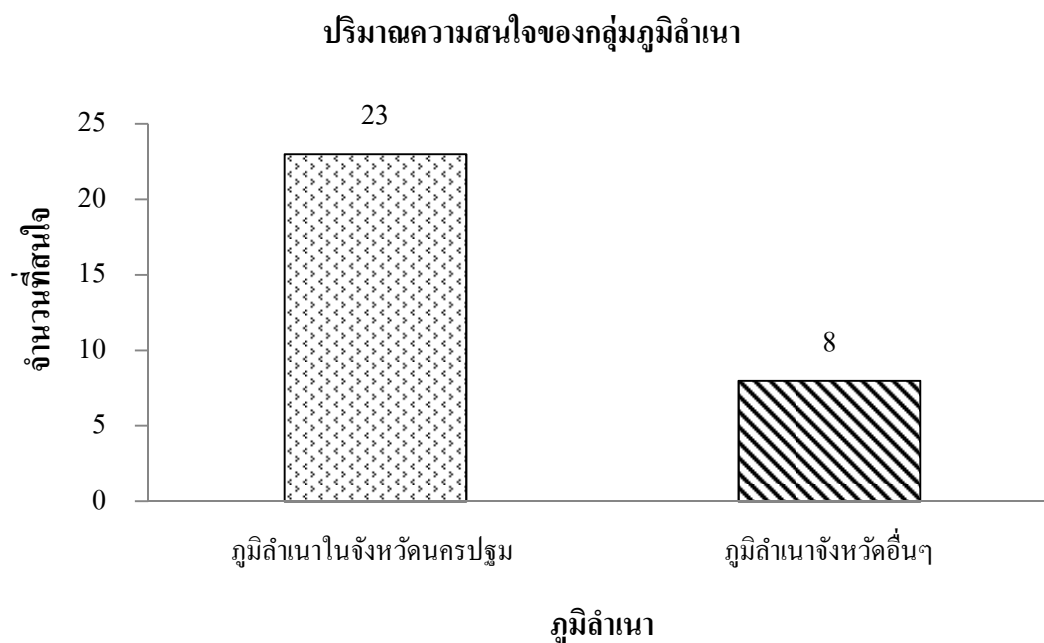
ภาพที่ 29 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มอาชีพในแนวคิดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

จากภาพที่ 29 แสดงให้เห็นว่าอาชีพค้าขายมีปริมาณความสนใจในแนวคิดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกช่วยในการขนส่งสินค้า OTOP มากที่สุดจำนวน 11 ราย คิดเป็นร้อยละ 35.5 ของผู้ที่สนใจทั้งหมด

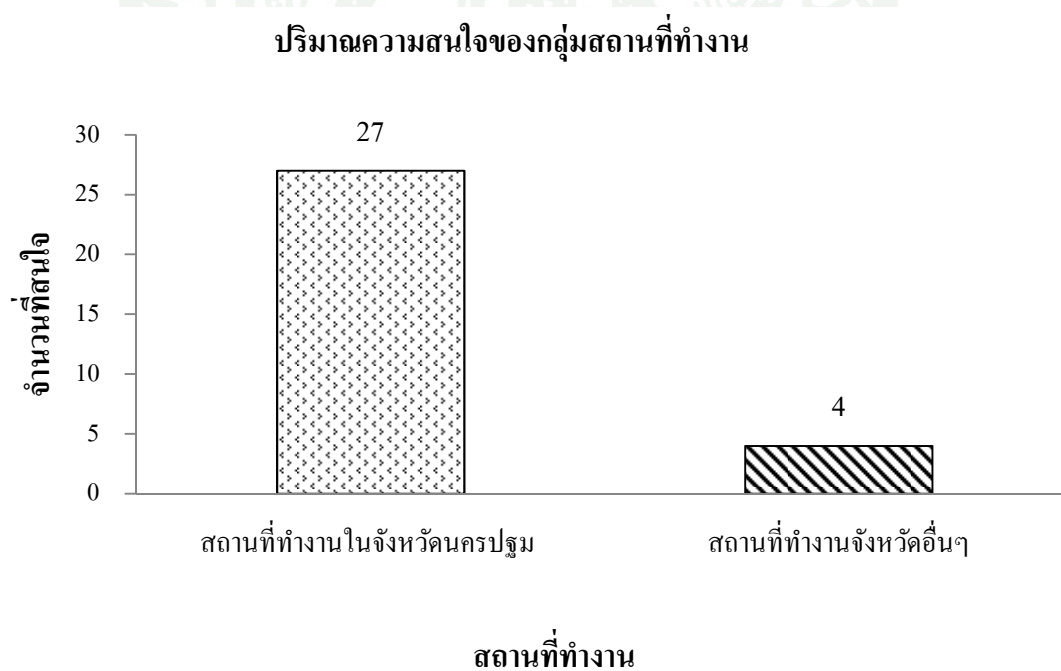


ภาพที่ 30 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มรายได้ในแนวคิดการใช้นาฬิกาส่วนตัวบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

จากภาพที่ 30 แสดงให้เห็นว่ารายได้ระหว่าง 5,000-10,000 บาท มีปริมาณความสนใจในแนวคิดการใช้นาฬิกาส่วนตัวบุคคลเป็นทางเลือกช่วยในการขนส่งสินค้า OTOP มากที่สุดจำนวน 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 48.4 ของผู้สนใจทั้งหมด และช่วงรายได้มากกว่า 50,000 บาท ไม่มีผู้สนใจในแนวคิดนี้

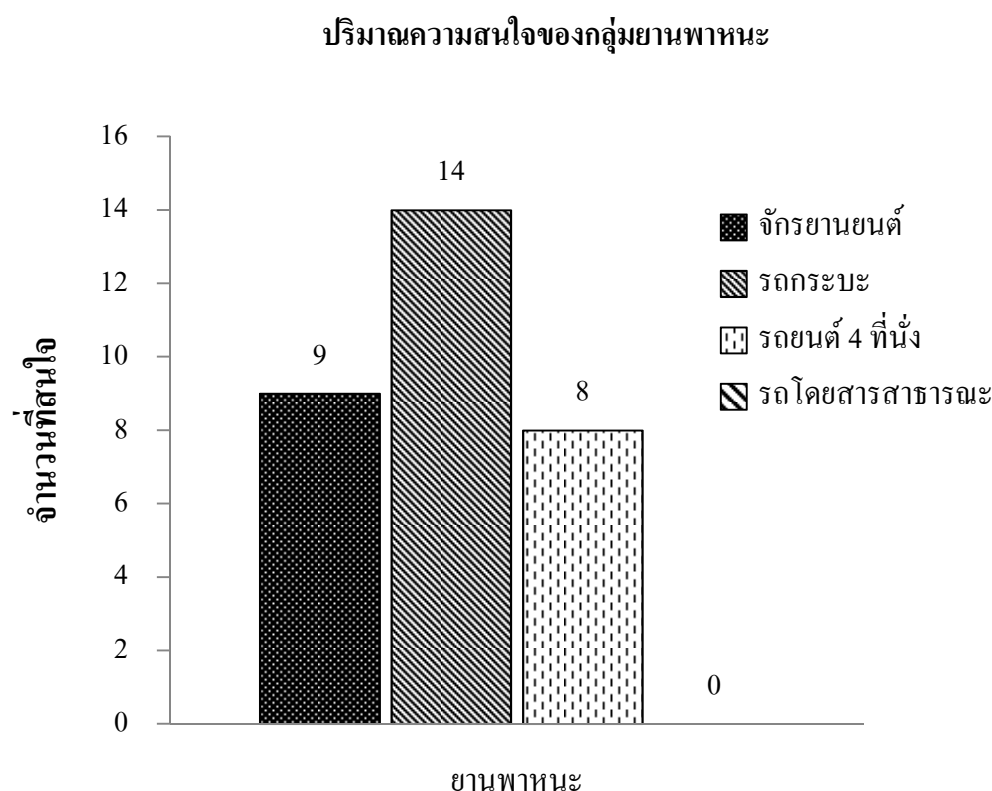


ภาพที่ 31 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มภูมิลำเนาในแนวคิดการใช้นานพาทะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย



ภาพที่ 32 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มสถานที่ทำงานในแนวคิดการใช้นานพาทะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

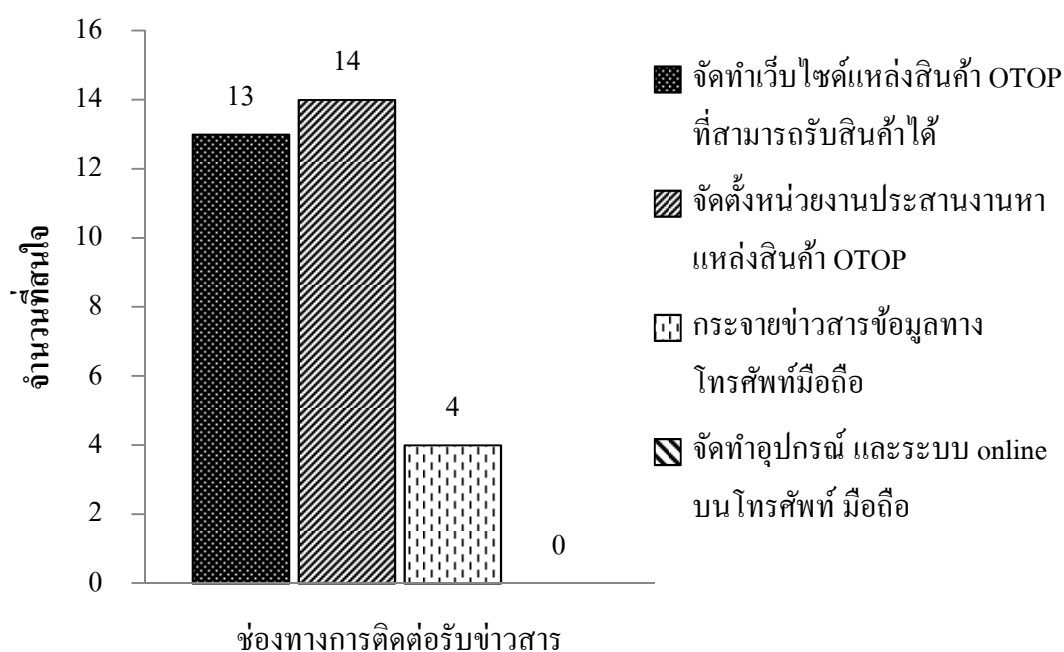
จากภาพที่ 31 และ 32 แสดงปริมาณความสนใจของผู้สำรวจแบบสอบถามพบว่า ผู้สำรวจที่มีภูมิลำเนาในจังหวัดนครปฐมมากกว่าภูมิลำเนาในจังหวัดอื่นๆ โดยมีจำนวน 23 ราย คิดเป็นร้อยละ 74.2 ของผู้ที่สนใจทั้งหมด และปริมาณความสนใจของผู้สำรวจที่มีสถานที่ทำงานในจังหวัดนครปฐมมีมากกว่าสถานที่ทำงานในจังหวัดอื่นๆ โดยมีจำนวน 27 ราย คิดเป็นร้อยละ 87.1 ของผู้ที่สนใจทั้งหมด



ภาพที่ 33 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มประเภทยานพาหนะในแนวคิดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

จากภาพที่ 33 จากการสำรวจ พบว่า ประเภทยานพาหนะที่ผู้สนใจสนใจในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่ายโดยยานพาหนะที่มีความสนใจมากที่สุดเป็นรถกระบะจำนวน 14 ราย คิดเป็นร้อยละ 45.2 รองลงมาเป็นมอเตอร์ไซด์จำนวน 9 รายคิดเป็นร้อยละ 29.0 และรถยนต์ 4 ที่นั่งมีปริมาณที่น้อยที่สุดจำนวน 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 25.8 ส่วนรถโดยสารสาธารณะไม่มี

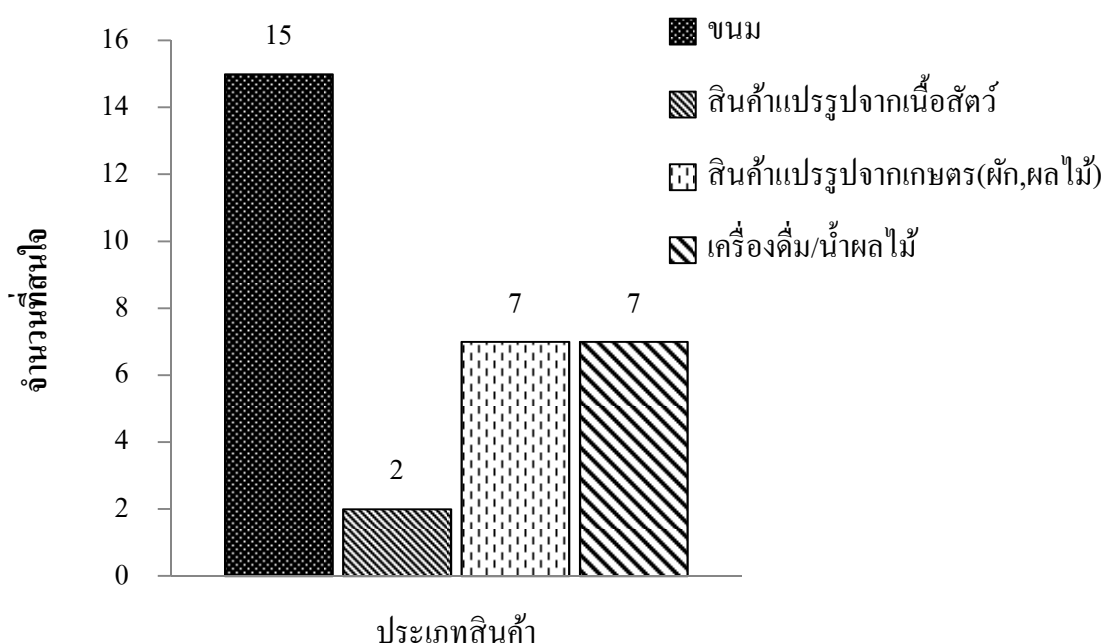
ช่องทางการติดต่อรับข่าวสาร



ภาพที่ 34 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มช่องทางการติดต่อรับข่าวสารในแนวคิดการใช้
ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

จากภาพที่ 34 การสำรวจ พบว่า ประเภทช่องทางการติดต่อรับข่าวสารที่ผู้สนใจสนใจในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่ายโดยยานพาหนะที่มีความสนใจมากที่สุดเป็นการจัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่งสินค้า OTOP จำนวน 14 ราย คิดเป็นร้อยละ 45.2 รองลงมาเป็นการจัดทำเว็บไซต์แหล่งสินค้า OTOP ที่สามารถรับสินค้าได้ จำนวน 13 ราย คิดเป็นร้อยละ 41.9 และกระจายข่าวสารข้อมูลทางโทรศัพท์มือถือ มีปริมาณที่น้อยที่สุดจำนวน 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 12.9 ส่วนการจัดทำอุปกรณ์ และระบบ online บนโทรศัพท์มือถือ ไม่มีผู้สนใจ

ปริมาณความสนใจของกลุ่มประเภทสินค้า OTOP



ภาพที่ 35 แสดงจำนวนผู้ที่สนใจของกลุ่มประเภทสินค้าในแนวคิดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

จากภาพที่ 35 การสำรวจ พบว่า ประเภทสินค้าที่ผู้สนใจ สนใจในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่ายคิดเป็นร้อยละ 40.8 จากผู้สำรวจทั้งหมด โดยภาพที่ 33 แสดงปริมาณสินค้าของผู้ที่มีความสนใจ พบว่า ขนมมีจำนวนมากที่สุด จำนวน 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 48.4 รองลงมา เป็นสินค้าผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปจากเกษตร(ผัก,ผลไม้)และ เครื่องดื่ม/น้ำผลไม้เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 22.6 โดยสินค้าแปรรูปจากเนื้อสัตว์มีผู้สนใจน้อยที่สุดจำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.5 ของผู้สนใจทั้งหมด

ตารางที่ 22 สรุปจำนวนร้อยละของปัจจัยที่มีความสนใจในแนวทางการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP

ความเป็นไปได้ในแนวทางการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP	จำนวน	ร้อยละ	อันดับ
1. เพศหญิง	18	58.1	3
2. อายุระหว่าง 31-40 ปี	12	38.7	6
3. อาชีพค้าขาย	11	35.5	7
4. 5,000-10,000 บาท	15	48.4	4
5. ภูมิลำเนาในจังหวัดนครปฐม	23	74.2	2
6. สถานที่ทำงานในจังหวัดนครปฐม	27	87.1	1
7. รถกระบะ	14	45.2	5
8. การจัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่งสินค้า OTOP	14	45.2	5
9. ขนม	15	48.4	4

เมื่อพิจารณาผลสำรวจของปัจจัยต่างๆ ของผู้ที่มีความสนใจในแนวทางการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่ายดังแสดงในตารางที่ 22 พบว่า ร้อยละของปัจจัยที่มีความสนใจสูงสุดใน 2 อันดับแรก คือ สถานที่ทำงานและ ภูมิลำเนาในจังหวัดนครปฐม อันดับที่ 3 และ 4 ได้แก่ เพศหญิง, กลุ่มรายได้ 5,000-10,000 บาท และอาหารประเภทขนม ซึ่งผู้ที่สนใจจัดอยู่ในกลุ่มของประชาชนที่มีรายได้ไม่มาก เพศหญิง ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า อยากมีรายได้เพิ่มขึ้นจากที่เป็นอยู่ หรือ อยากใช้เวลาว่างๆ หารายได้เพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่ง และอันดับที่ 5-7 ได้แก่ ยานพาหนะประเภทรถกระบะ การจัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่งสินค้า OTOP และอาชีพค้าขาย

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP โดยยานพาหนะส่วนบุคคล สำหรับกรณีศึกษาในจังหวัดนครปฐม เพื่อให้ได้รูปแบบการบริหารจัดการเบื้องต้นในการเพิ่มช่องทางตลาดของสินค้า OTOP ด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล โดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางเบื้องต้นของรูปแบบการบริการและการจัดการ โดยเริ่มจากกระบวนการค้นหาแหล่งผลิตสินค้า OTOP ภายใต้รัศมีการค้นหาที่กำหนด โดยใช้ซอฟต์แวร์ MATLAB ที่สามารถค้นหาแหล่งผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เวลาเพียงเล็กน้อย

หลังจากนั้นซอฟต์แวร์ CPLEX จะทำการแก้แบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็ม เพื่อตัดสินใจเลือกแหล่งและจำนวนของสินค้า OTOP ในการขนส่งภายใต้ข้อจำกัดของขนาดการบรรทุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ผลกำไรที่มากที่สุด สำหรับในกรณีศึกษาที่ระยะรัศมีการค้นหาคือ 3, 5 และ 10 กิโลเมตร พบว่า สามารถคัดเลือกสินค้ารวมได้ 2,041 ชิ้น 2,175 ชิ้น และ 2,596 ชิ้น ตามลำดับ และมีผลกำไรที่มากที่สุด เป็น 32,896 บาท 33,897 บาท และ 34,583 บาท ตามลำดับ

การจัดเส้นทางการเดินทางของแหล่งสินค้า OTOP ที่ถูกเลือกได้นำเอาวิธีฮิวริสติกส์ มาใช้ในการแก้ปัญหา จากผลการทดลอง วิธีฮิวริสติกส์แบบ Nearest Neighbor ให้ผลรวมของระยะทางเดินทางสั้นกว่า วิธีฮิวริสติกส์แบบ Saving Method (Modified Saving Method for TSP) โดยระยะทางที่สั้นที่สุดสำหรับรัศมีการค้นหาที่ระยะ 3, 5 และ 10 กิโลเมตร คือ 6.56, 8.42 และ 35.51 กิโลเมตร ตามลำดับ ผลสรุปของการศึกษาทุกระยะรัศมีการค้นหาถูกแสดงในตารางที่ 23

การสำรวจกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวกับความสนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในจังหวัดนครปฐม เพื่อเป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่ายสินค้า พบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างมีผู้สนใจในโครงการร้อยละ 40.8 และไม่สนใจร้อยละ 59.2 โดยกลุ่มตัวอย่างที่สนใจเป็น เพศหญิง อายุอยู่ระหว่าง 31-40 ปี ประกอบอาชีพค้าขาย มีรายได้อยู่ระหว่าง 5,000-10,000 บาท ที่พักอาศัยและที่ทำงานอยู่ในจังหวัดนครปฐม ใช้รถกระบะเป็นยานพาหนะ โดยสนใจวิธีการดำเนินงานจากแนวคิดการจัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่งสินค้า OTOP และสินค้าประเภทขนมมีความสนใจมากที่สุด

ตารางที่ 23 สรุปผลของคำตอบ

รัศมีพื้นที่ (กม.)	ขั้นตอนที่ 1			ขั้นตอนที่ 2			ขั้นตอนที่ 3		
	การค้นหาแหล่ง OTOP			การคำนวณหาผลกำไรสูงสุด			การจัดเส้นทางขนส่งสินค้า		
	จำนวน (ตำบล)	จำนวนOTOP (แหล่ง)	ระยะรัศมี สูงสุด (กม.)	จำนวนOTOP ที่ถูกคัดเลือก (แหล่ง)	จำนวนสินค้า (ชิ้น)	ผลกำไรสูงสุด (บาท)	เวลาการจัด เส้นทาง (วินาที)	ระยะทาง ขนส่ง (กม.)	เส้นทาง
3	3	31	2.967	8	2,041	32, 896	0.167	6.56	1 – 4 – 8 – 5 – 2 – 7 – 6 – 3 – 9
5	8	40	4.604	9	2,175	33,897	0.172	8.42	1 – 4 – 8 – 5 – 2 – 7 – 6 – 3 – 9 – 10
10	14	55	9.964	13	2,597	34,583	0.173	35.51	1 – 4 – 8 – 5 – 2 – 7 – 6 – 3 – 11 – 14 – 10 – 13 – 9 – 12

ข้อเสนอแนะ

1. นำแนวคิดเบื้องต้นของการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP โดยยานพาหนะส่วนบุคคลไปประยุกต์ใช้กับยานพาหนะชนิดอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายสินค้า OTOP ให้มากขึ้น
2. ควรนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ร่วมกับ แนวทางที่เสนอในงานวิจัยนี้ เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น
3. ควรพิจารณาเพิ่มปัจจัยเงื่อนไขของปัญหาด้านแบบ ให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงของปัญหาการขนส่งมากขึ้น เช่น การคำนึงถึงต้นทุนของน้ำมันที่ใช้ในการเดินทาง การจัดเส้นทาง การเดินทาง โดยคำนึงถึงปัจจัยของจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางของการเดินทาง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กมลชนก สุทธิวาทีนฤพุฒิ, ศลิษา ภมรสถิตย์ และ จักรกฤษณ์ ดวงพัศตรา. 2547. **การจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์**. แปลจาก Douglas, M. Lambert, James, R. Stock and Lisa M. Ellram. **Supply Chain and Logistics Management**. ท็อป/แมคกรอ-ฮิล, กรุงเทพฯ
- คณะกรรมการอำนวยการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์แห่งชาติ. 2545. **หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์แห่งชาติ**. กรุงเทพฯ.
- ค่านาย อภิปรีชาสกุล. 2546. **โลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชน: กลยุทธ์ที่ช่วยให้อยู่รอด**. กรุงเทพฯ: นัฏพรการพิมพ์, 352 น.
- ชลิตกร พันธุ์ชมภู. 2550. **การขนส่งผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- ณกร อินทร์พยุ. 2548. **การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมขนส่งและโลจิสติกส์**. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ
- ตันติกร พิษณุพิบูล และ เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. 2551. **การศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการขนส่งไป-กลับของการขนส่งสินค้า**. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, น. 99-111
- ณัฐพล พุทธิพงษ์ และ ธนัญญา วสุศรี. 2548. **การประยุกต์ใช้เทคนิควิธีการค้นหาแบบทาบในการจัดการการผลิตเครื่องจักรแบบขนานกรณีศึกษาโรงงานทอยาง**. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 28 ฉบับที่ 3, กรกฎาคม - กันยายน 2548
- นันทวุฒิ ฉัตรจรพันธ์ และ บงกช มีเที่ยง. 2544. **การวางแผนขนส่งสินค้าของโรงงานตัวอย่าง**. วิทยานิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุริม นิลแป้น และ พงษ์ชัย จิตตะมัย. 2550. การวางแผนการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลอย่างมีประสิทธิภาพ. AN EFFICIENT TRANSPORT PLANNING TO DELIVER SUGAR CANE TO SUGAR MILL. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. 24-26 ตุลาคม 2550

บุญสม ศิริโสภณา. 2549. กำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programming): การหาผลเฉลยโดยวิธีการของ Ralph E. Gomory. จุลสารเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ปีที่ 4 ฉบับที่ 4 มีนาคม – พฤษภาคม 2549

พัฒนพงศ์ อริยสิทธิ์ และ สุทธิศักดิ์ เกษสวัสดิ์. 2552. การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่ม โดยปัญหาการเดินทางของพนักงานขายด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางเดินสั้นที่สุดแบบคำตอบที่ใกล้เคียงที่สุด กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่มพีโก้เครื่องเย็น. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีปทุม (บางเขน)

วสันต์ ทวีผล. 2548. การวางแผนการผลิตและการขนส่งสำหรับสินค้าหลายชนิดในช่วงเวลาที่กำหนดโดยที่ต้นทุนแบบเพิ่มขึ้นคงที่ต่อหน่วยและแบบมีค่าคงที่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัลลภ รัตนถาวร และ สิริง ปรีชานนท์. 2552. อีวิริสติกสำหรับปัญหาค่าแห่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแบบพลวัตโดยมีข้อจำกัดด้านขนาด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิจิตร ตันทสุทธิ, วันชัย วัชรวินิช และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2548. การวิจัยดำเนินงานภาค Deterministic. กรุงเทพฯ: บ.ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด (มหาชน)

วิทยา สุหฤทธดำรง. 2545. การจัดการโซ่อุปทาน. เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า, กรุงเทพฯ, 448 น.

ไทยด้าบลคอตคอม. 2545. โครงการความร่วมมือพิเศษด้านวิชาการไทยโออิตะในการพัฒนาหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 1. 24 ก.พ.-1 มี.ค. 2545, กรุงเทพฯ

สำนักงานพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสุนน [สพส]. 2546. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมกระทรวง
อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ

สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดนครปฐม. 2552. สรุปข้อมูลการขึ้นทะเบียนผู้ผลิต/ผู้ประกอบการ
OTOP ปี 2552 , นครปฐม

อุบลรัตน์ เขียวธนาคม. 2551. การใช้วิธีเชิงฮิวริสติกส์เพื่อแก้ปัญหการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มี
คลังสินค้าหลายแห่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อรรธรณ ดันศิริเจริญกุล. 2534. การใช้ฮิวริสติกส์แก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขยะมูลฝอย
ในพื้นที่เขตบางเขน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ,
บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____ 2553. การจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply-Chain Management).แหล่งที่มา:
<http://www.nb2.go.th/~praphas/ru/upload/bm705/%CA%C3%D8%BB%C2%E8%CD/%BA%B7%B7%D5%E8%207%20%A1%D2%C3%A8%D1%B4%A1%D2%C3%CB%E8%C7%A7%E2%AB%E8%CD%D8%BB%B7%D2%B9.doc>, 17 มกราคม 2553.

Bodin, L.D. and B. L. Golden. 1981. Classification in vehicle routing and scheduling, In:
Golden, B.L.,Bodin, L.D. (Eds.), **Proceedings of the International Workshop on
Current and Future Directions in the Routing and Scheduling of Vehicles and
Crews.** University of Maryland at College Park, June 1979, Networks 11, 97–108.

_____, _____, A.A. Assad, and M. O. Ball. 1983. **Computers and Operations
Research, Special Issue on the Routing and Scheduling of Vehicle and Crews**, Vol.
10, No. 2, pp.63-211.

Bourlakis, M. and P. Weightman. 2004. Introduction to the UK Food Supply Chain. **Food
Supply Chain Management.** Blackwell Publishing. Great Britain, pp.1-10,

Bowersox, D. 1974. Logistical Management. **Macmillan Publishing Co.,Inc., New York.**
516 p.

_____ and D. Closs. 1996. **Logistical Management: the Integrated Supply Chain Process.** McGraw-Hill International ed., New York. 730 p

Clarke, G. and J. W. Wright. 1964. Scheduling of vehicle from a central depot to a number of delivery points. **Operations Research.** 12: 568 – 581.

Dorigo, M. 1992. **Optimization, Learning and Natural Algorithm (in Italian).** Ph.D thesis, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Italy

_____, V. Maniezzo, A. Colorni. 1996. The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents. **IEEE Transaction on Systems, man and cybernetics-part B.** Vol. 26, No.1, pp.1-13.

_____, Mauro Birattari, and Thomas Stützle. 2006. Ant colony optimization: Artificial Ants as a computational intelligence technique. **IEEE Computational Intelligence Magazine,** 28-39

Douglas, M. Lambert. 1975. The Development of Inventory Costing Methodology: A Study of The Cost Associated with Holding Inventory. **National Council of Physical,** Chicago.

Eiichi Taniguchi and Hiroshi Shimamoto. 2004. Intelligent Transportation system based Dynamic Vehicle Routing and Scheduling with Variable Travel Time. **Transportation Research Part.** Vol.12, pp. 235 –250.

- Fisher, M. L. and R. Jaikumar. 1981. A Generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing. **Networks**. Vol.11. No.2, 109-124.
- Fourer, R., Gay, D.M. and Kernighan, B.W. 2003. **AMPL A Modeling Language for Mathematical Programming (2nd ed.)**. United States: Thomson Learning.
- Gillett, B. and L. Miller. 1974. A heuristic algorithm for vehicle dispatch problem. **Operations Res.** 22: 340-349.
- Golden, B. L., A. Assad., L. Levy., and F. Gheysens. 1984. The Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem. **Comput.&Ops Res**11(1): 49-66.
- Hillier, F. S. 1990. **Introduction to Mathematical Programming**. McGraw-Hill, Inc., Singapore.
- Hillier, F. S. and G. J. Lieberman. 2001. **Introduction to Operations Research**. McGraw-Hill, 8th edition.
- Holland, J. H. 1975. **Adaptation in Natural and Artificial Systems**. University of Michigan Press. Ann Arbor, USA
- Kohl, N. and Oli B. G. Madsen. 1997. An Optimization Algorithm for the Vehicle Routing Problem with Time Windows Based on Lagrangian Relaxation. **Operations Research** 45(3): 395-406.
- Little, J. D. C., K. G. Murty, D. W. Sweeney, and C. Karel. 1963. An Algorithm for the Traveling Salesman Problem. **Operations Research**. Vol. 11, No. 6, November-December 1963 11: 972-989;

- Metropolis, N., A. W. Rosenbluth, M. N. Rosenbluth, A. H. Teller and E. Teller. 1953. Equations of State Calculations by Fast Computing Machine. **Journal of Chemical Physic.** 21(6):1087-1092.
- OTOP OPC 2009. 2552. สินค้าสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ปี 2552. แหล่งที่มา: <http://www.thaitambon.com/OPC2552/summary.htm>, 20 สิงหาคม 2553
- Pathumnakul, S. and W. Ratanamane. 2003. Finding Solution by Tabu Search. **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 25(6): 799-805
- Solomon, M. M. 1987. Algorithms for Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints. **Operations Research**, 35(2).
- Stock, R. J.. 2004. The US Food Supply Chain. **Food Supply Chain Management.** Blackwell Publishing. Great Britain, pp.211-220
- _____ and D. M. Lambert. 2001. **Strategic Logistics Management**, 4th ed., McGraw-Hill Irwin, Singapore.
- Sultan, A. 1993. **Linear Programming and Introduction with Applications.** Academic Press, Inc., New York.
- Tan, K.C., L. H. Lee and K. Ou. 2001. Artificial Intelligence Heuristics in Solving Vehicle Routing Problems with Time Window Constraints. **Engineering Applications of Artificial Intelligence.** 14(6): 825-837.
- Taha, H. A. 1997. **Operation Research: an Introduction.** Prentice – Hall, Inc., n.p.
- Toth, P. and Vigo, D. 2002. An Overview of Vehicle Routing Problems. in P. Toth and D. Vigo (Eds.). The Vehicle Routing Problem. **Society for Industrial and Applied Mathematics.** Philadelphia, pp. 1-26





ภาคผนวก ก

ข้อมูลทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 ประเภทอาหาร
ของอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ตารางผนวกที่ ก1 ข้อมูลสินค้า OTOP ประเภทอาหาร ของอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ได้จากการสำรวจ

ทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครปฐม					
No.	ประเภทกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	ที่อยู่	สินค้า	ประเภท
1	เจ้าของรายเดียว	จنگลพาณิชย์กิจ	91 ศูนย์พัฒนาเด็กหมู่บ้านสระแก้ววิว เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ถั่วกรอบแก้ว "โจโจ้"	อาหาร
2	เจ้าของรายเดียว	นายพิสิษฐ์ ศรีก๊กเจริญ	610/9 เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ลูกชิ้นหมู/หมูหมัก/หมูแดง	อาหาร
3	เจ้าของรายเดียว	นายอิทธิพงษ์ สีมารัฐมพงษ์	2/27 ซ.7 ถ.พิพิธประสาธ ต.พระปฐมเจดีย์ อ.เมือง จังหวัดนครปฐม	ปาท่องโก๋+สังขยา/ปาท่องโก๋+สอด้ไส้ถั่วเหลืองงาดำ/ ปาท่องโก๋+สอด้ไส้ซ็อคโกแลต	อาหาร
4	เจ้าของรายเดียว	นางจุฑาทาญจน์ สุขมา	6/59 ราษฎร์ราชนา เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวเกรียบหมูหยอง/ข้าวตังหลากรส	อาหาร
5	เจ้าของรายเดียว	นางศิริพร กำนารายณ์	414 25 มกรา เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	หมูยอใบตอง/แหนมกระดุกหมู/แหนมเอ็นไก่/หมูยอ พลาสติก/แหนมหนังหมู	อาหาร
6	เจ้าของรายเดียว	บริษัท มายมัม จำกัด	132/10 ตำบลพระปฐมเจดีย์ อ.เมือง จ.นครปฐม	ขนมเปียะ/ข้าวตังหน้าหมูหยอง	อาหาร
7	เจ้าของรายเดียว	นางแอ็ดตันเสียงสม	378 ทางรถไฟตะวันตก เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวเหนียวดำไส้สังขยา/ข้าวเหนียวขาวถั่วดำ/ข้าวเหนียว ดำไส้ถั่วดำ/ข้าวเหนียวทรงเครื่อง/ข้าวเหนียวขาวไส้ สังขยา/ข้าวเหนียวขาวไส้ลูกเดือย/ข้าวเหนียวขาวไส้เผือก/ ข้าวเหนียวขาวไส้ถั่วเหลือง	อาหาร
8	เจ้าของรายเดียว	สมิตตาภูเพนิช	228 รดไปตะวันตก พระงาม3 เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลามมะพร้าว	อาหาร

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครปฐม					
No.	ประเภทกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	ที่อยู่	สินค้า	ประเภท
9	เจ้าของรายเดียว	ข้าวหลามแม่มาลัย	228/4 พระงาม3 รถไฟตะวันตก เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลามแม่มาลัย	อาหาร
10	เจ้าของรายเดียว	ข้าวหลามแม่เล็กรอดบางขา	250 สันติ 2 รถไฟตะวันตก เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลามสังขยาข้าวเหนียวขาว	อาหาร
11	เจ้าของรายเดียว	บริษัทแม่ประยูร อาหารไทย จำกัด	21/2 ถนนันพันธุ์ นาสร้าง เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ลูกชิ้นหมูนายชนะ/ไส้กรอกห่อหมกปลา/แหนมปลา/ไส้กรอกหมูกระเทียมพริกไทย	อาหาร
12	เจ้าของรายเดียว	นางสุลลิกษณ์ ปัญญากาญจน์	17 ทหารบกเขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	โรตีสีหนู่าพิชซ่า	อาหาร
13	เจ้าของรายเดียว	ข้าวหลามแม่อำพร	170 พระงาม2 รถไฟตะวันตก เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลามแม่อำพร	อาหาร
14	เจ้าของรายเดียว	ข้าวหลามแม่เล็กจูเภา	410/1 พระงาม2 รถไฟตะวันตก เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลามแม่เล็กจูเภา	อาหาร
15	เจ้าของรายเดียว	ข้าวหลามแม่สมพร	59/9 เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลามแม่สมพร	อาหาร
16	เจ้าของรายเดียว	ข้าวหลามแม่ทองหล่อ	172 นาสร้าง2 เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลามแม่ทองหล่อ	อาหาร
17	เจ้าของรายเดียว	ร้านชินฮะเส็ง	32-33 พญากง เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหมูแดง	อาหาร

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครปฐม					
No.	ประเภทกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	ที่อยู่	สินค้า	ประเภท
18	เจ้าของรายเดียว	นส.นิตยา พร้อมสุขพันธ์	521/23 เจ้าตัว ราชคำริห์ เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	หมูแผ่น/หมูหยอง/กุนเชียง/หมูเส้นสมุนไพร/หมูแท่งกรอบ	อาหาร
19	เจ้าของรายเดียว	นส.อัครารวรรณ อ่อนละเอียด	93 ยิงเป้าเขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ขนมจีบหมูผสมกุ้ง/ขนมกุ่มซ่าสสูตรโบราณ	อาหาร
20	เจ้าของรายเดียว	วรรณิ์ ศุกอเม	65-67 ข้างวัง เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ขนมไทย (ทองหยอด, เม็ดขนุน, ทองหยิบ, ฝอยทอง)	อาหาร
21	เจ้าของรายเดียว	ร้านคุณอุ๋	105/2 เทศาตำบลพระปฐมเจดีย์ อ.เมือง จ.นครปฐม	วุ้นสินค้า OTOP (กะทิ)/วุ้นสินค้า OTOPรวมรส/วุ้นสินค้า OTOP/วุ้นตาล	อาหาร
22	เจ้าของรายเดียว	นางลย์ นีรารักษ์	444 รดไฟตะวันตก เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวเหนียวคำสังขยา/ข้าวเหนียวขาวสังขยา	อาหาร
24	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นายธีรวิทย์ อภิวัฒน์จิราโชค	129/9 ถนนพุทธรักษา ต.ห้วยจรเข้ อ.เมือง จ.นครปฐม	ลูกชิ้นหมู/ลูกชิ้นปลาทราย/น้ำจิ้มสุกี้/หมูสะเต๊ะ	อาหาร
25	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม	90 เทศา เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	เครื่องแกงส้มชนิดผง/เครื่องแกงป่าชนิดผง/เครื่องแกงเขียวหวานชนิดผง/เครื่องปรุงรสชนิดผง/ลูกก๊าก่อนเฟลต	อาหาร
26	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นิรันด หนูแก้ว	608/9 ราชบรรคา เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	กระหรีปไฟ/พายต่างๆ/ขนมเค็กมะพร้าวอ่อน (น้ำหอม)/ขนมเค็กแต่งหน้าการ์ตูนแป้งม้ชชา/โดนัทหมูแดง, ข้าวโพด	อาหาร
27	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นางภาวิณี เข็นภิรมย์	339/13 เขตเทศบาล อ.เมือง จ.นครปฐม	น้ำพริกขายสำอางค์	อาหาร
28	เจ้าของรายเดียว	นางวรรณิ์ บุญยงค์	191 คอนยายหอม หมู่ 1 พระประโคน-แพ้ว ต.คอนยายหอม อ.เมือง จ.นครปฐม	ไข่เค็มคุนยายหอม/ผลไม้ปรุงรสอบแห้ง	อาหาร

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครปฐม					
No.	ประเภทกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	ที่อยู่	สินค้า	ประเภท
29	เจ้าของรายเดียว	นางสุริย์ คุ้มกัน	72 คอนยายหอม หมู่ 2 ต.คอนยายหอม อ.เมือง จ.นครปฐม	ปลาแดดเดียวไร้ก้าง/ปลาต้มข้าวคั่วไร้ก้าง	อาหาร
30	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	กลุ่มเต้าหู้นมสดรสทิพย์	2/2 คอนขนาท หมู่ 7 ต.คอนยายหอม อ.เมือง จ.นครปฐม	เต้าหู้นมสดรสทิพย์	อาหาร
31	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นางอนงค์ จอมบุญ	46 สะแกรายหมู่ 9 ต.คอนยายหอม อ.เมือง จ.นครปฐม	น้ำพริกเผาเผงดา/น้ำพริกนรกกุ้ง/น้ำพริกเผาสามรส	อาหาร
32	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	กลุ่มสตรีเทศบาล ต.คอนยายหอม	335 คอนยายหอม หมู่ 1 ต.คอนยายหอม อ.เมือง จ.นครปฐม	ปลาข้าวคั่วทอดสมุนไพร	อาหาร
33	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นางสมหมาย ห่วงแสง	66/2 คอนยายหอม หมู่ 1 ต.คอนยายหอม อ.เมือง จ.นครปฐม	ขนมเปี๊ยะกริมไข่เต่า/สอด้วงที่ผสมชาคอนยายหอม	อาหาร
34	เจ้าของรายเดียว	ห้างหุ้นส่วนจำกัดกิจจนา (โรงสีข้าว)	85 องค์กรักษ์ หมู่ 16 มาลัยแมน ต.ทัพหลวง อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหอมมะลิ/ข้าวสารเหลืองแท้100% ทรายกลัวยหอม	อาหาร
35	เจ้าของรายเดียว	นายชุมพล วิรัชจรัสวงค์	49 ทัพหลวงหมู่ 6 ต.ทัพหลวง อ.เมือง จ.นครปฐม	มะขามเปรี้ยวยักษ์แช่อิ่ม	อาหาร
36	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	กลุ่มกาดะแมททัพหลวง	1 องค์กรักษ์ หมู่ 16 ต.ทัพหลวง อ.เมือง จ.นครปฐม	กาดะแมสุตรใบเตย/กาดะแมสุตร ใบราณ/กาดะแมสุตร ธัญพืช	อาหาร

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครปฐม					
No.	ประเภทกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	ที่อยู่	สินค้า	ประเภท
37	เจ้าของรายเดียว	นางกวิตา เทศคนตรี	38/46 สนามจันทร์ หมู่ 2 ม.นิเวศฯ อ.เมือง จ.นครปฐม	กาแฟสด/เพื่องทอง/ขนมจีนน้ำพริกกุ้งสด	อาหาร
38	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	กลุ่มสมุนไพรสนามจันทร์	4/30 สนามจันทร์ หมู่ 2 อ.เมือง จ.นครปฐม	ชาใบหม่อน/ชาใบหม่อน/ขนุนกรอบ/สับปะรดกรอบ/ผักทองกรอบ/มันเทศกรอบ/เผือกกรอบชนิดของตราไพรทิพ	อาหาร
39	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	วิสาหกิจชุมชนสนามจันทร์	4/30 สนามจันทร์ หมู่ 2 อ.เมือง จ.นครปฐม	กระเจี๊ยบกรอบ/รสสาหร่าย/รสต้มยำตราไพรทิพ	อาหาร
40	เจ้าของรายเดียว	นางมยุรี เสือกลิ่น	23/1 ศาลเจ้าปิ่นเกล้า หมู่ 1 ต.วังตะกู อ.เมือง จ.นครปฐม	รสดีกะหรี่ปั๊ฟ	อาหาร
41	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นางธันทิพย์ ธิโรโสภี	15/9 กิโลเมตร 6 ม.ลัดดา อ.เมือง จ.นครปฐม	น้ำพริกเผ็ดรส/ชาลาเป่าข้าววัง	อาหาร
42	เจ้าของรายเดียว	เจ๊ไครฮั่ว (ร้านบ้านเทศ)	139 ชุมชนตลาดต้นสำโรง หมู่ 3 ต.ธรรมศาลา อ.เมือง จ.นครปฐม	กุนเชียงหมู/หมูหยอง/กุนเชียงเป็ด/กุนเชียงไก่	อาหาร

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครปฐม					
No.	ประเภทกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	ที่อยู่	สินค้า	ประเภท
43	เจ้าของรายเดียว	ห้างหุ้นส่วนจำกัดน้ำพริกแม่ศรี	245 ชุมชนหน้าวัดธรรมศาลา หมู่ 1 เพชรเกษม ต.ธรรมศาลา อ.เมือง จ.นครปฐม	ก๊วยเตี๋ยวผัดไทย/น้ำพริกเผาปรุงอาหาร/น้ำพริกเผาทาขนมปัง/เครื่องปรุงผัดไทย/น้ำยาขนมจีน/น้ำพริกแกงแดง/ซอสปลาราดพริก/น้ำจิ้มสุกี้/ซอสผัดเปรี้ยวหวาน/ไก่ผัดเม็ดมะม่วง/น้ำส้มตำ	อาหาร
44	เจ้าของรายเดียว	นางสุดใจ มหาเจริญ	163 ถนนก๊วย หมู่ 7 4 สามมาคล้อ ต.มาบแค อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลาม/บ๊ะจ่าง/ข้าวหลามสังขยา/ข้าวหลามข้าวเหนียวขาว/ไอศกรีมรสกะทิทรงเครื่อง	อาหาร
45	เจ้าของรายเดียว	นางนันทกั สุวรรณดี	90 สามควายเผือก หมู่ 3 ต.สามควายเผือก อ.เมือง จ.นครปฐม	กุนเชียงหมู ตรา หลิมเชียง	อาหาร
46	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นส.ปัญญา โชติศิริภักตร์กุล	93 สามควายเผือก หมู่ 3 ต.สามควายเผือก อ.เมือง จ.นครปฐม	กุนเชียงหมูอย่างดี/กุนเชียงไก่/หมูหยอง/กุนเชียงหมูสูตร1/กุนเชียงปลา	อาหาร
47	เจ้าของรายเดียว	ข้าวหลามสังขาลุงชม	117 หัวหน้า หมู่ 1 ต.ทุ่งน้อย อ.เมือง จ.นครปฐม	ข้าวหลามสังขาลุงชม	อาหาร
48	เจ้าของรายเดียว	นางสมปรารถนา พรหมพัฒน์	69/9 หนองจอก หมู่ 4 ต.ทุ่งน้อย อ.เมือง จ.นครปฐม	ซาลาเปาคุกกี้(หลากหลาย)/ขนมปั้นขลิบคุกกี้/ครองแครงกรอบคุกกี้	อาหาร

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครปฐม					
No.	ประเภทกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	ที่อยู่	สินค้า	ประเภท
49	เจ้าของรายเดียว	น้ำพริกแม่พะยอม (นครปฐม)	1/5 ท่าทราย หมู่ 3 ทหารบก ต.บ่อพลับ อ.เมือง จ.นครปฐม	น้ำพริกกุ้งแก้วสมุนไพร/น้ำพริกปลาอินทรี/น้ำพริกดา แดง/น้ำพริกปลาอย่าง/น้ำพริกนรกแมงดา/น้ำพริกเผาป่ายา/ น้ำจิ้มไก่/น้ำพริกเผาต้มยำ/น้ำพริกเผาแมงดา/น้ำพริกนรก	อาหาร
51	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นางสะอาด สุนทริยา	145 บ่อพลับ หมู่ 9 ต.บ่อพลับ อ.เมือง จ.นครปฐม	ขนมจีน-น้ำยาแม่แปด	อาหาร
52	เจ้าของรายเดียว	นางธารทิพย์ อ่อนชัย	155/1 มาบแค หมู่ 10 ต.ตาก้อง อ.เมือง จ.นครปฐม	อ้อยจิ้งโศกศรีมกะทิสด	อาหาร
53	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	สมนึก พรหมณี	23 หมู่ 10 ต.ตาก้อง อ.เมือง จ.นครปฐม	น้ำพริก	อาหาร
54	เจ้าของรายเดียว	นายวิวัฒน์ สุทัศนวิชานนะ	89/14 นาชุม หมู่ 5 ริมคลองชลประทาน ต.นครปฐม อ.เมือง จ.นครปฐม	หมูแผ่น/หมูหยอง/กุนเชียง/หมูแผ่น	อาหาร
55	เจ้าของรายเดียว	ร้าน ลีหุย เฮียง (คุณพิศา พร้อมสุขพัฒน์)	2/1 ม.2 ต.นครปฐม อ.เมือง จ.นครปฐม 73000	กุนเชียงไส้มัน/หมูแผ่น/หมูแท่ง	อาหาร
56	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นางอัจฉรา แสงจันทร์	1/60 ต.นครปฐม อ.เมือง จ.นครปฐม	ผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารจากสุกร	อาหาร
57	เจ้าของรายเดียว	นางบุญจิรา กุ้ยอ่อน	21 บางคู หมู่ 2 ต.บางแขม อ.เมือง จ.นครปฐม	ปลาเค็มเคดเดียว	อาหาร
58	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	ลำดวง นาคทั้ง	4 ศิระะคู หมู่ 6 ต.บางแขม อ.เมือง จ.นครปฐม	ปลาแปรรูป/น้ำพริกหลากรส	อาหาร
59	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	นางบุญอร ผิวขาว	62 หมู่ 7 ต.บางแขม อ.เมือง จ.นครปฐม	น้ำพริก	อาหาร
60	เจ้าของรายเดียว	นายธนรัตน์ สวดโสภา	8/4 อ้อมพยศ หมู่ 7 ต.โพรงมะเดื่อ อ.เมือง จ.นครปฐม	เครื่องดืมสมุนไพร/ใบอบแห้งสมุนไพร "พญาวานร"	อาหาร

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ทะเบียนผู้ประกอบการ OTOP ปี พ.ศ. 2552 อำเภอเมืองฯ จังหวัดนครปฐม					
No.	ประเภทกลุ่ม	ชื่อกลุ่ม	ที่อยู่	สินค้า	ประเภท
61	เจ้าของรายเดียว	นายองอาจ สุวรรณนที	3/2 หนองปากโลง หมู่ 3 ต.หนองปากโลง อ.เมือง จ.นครปฐม	กุนเชียง/หมูแผ่นกรอบ/หมูหยองกรอบ/หมูแท่งกรอบ/ หมูทุบ/หมูฝอยทรงเครื่อง/หมูหยองนึ่ง/	อาหาร
62	เจ้าของรายเดียว	นางสุชานาถ ดันสกุล	56/1 รามกระทุ่ม หมู่ 3 ต.หนองงูเหลือม อ.เมือง จ.นครปฐม	ปลาอินทรียัดเค็ม/ปลาทุยเค็ม	อาหาร
63	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	กลุ่มสตรีแม่บ้าน ต.สระกระเทียม	10 ดอนพุทรา หมู่ 13 ต.สระกระเทียม อ.เมือง จ.นครปฐม	หมูแผ่น	อาหาร
64	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	สมหวัง พุ่มนิล	6/1 สวนป่าน หมู่ 6 ต.สวนป่าน อ.เมือง จ.นครปฐม	น้ำพริกแม่สมหวัง ปวีณา	อาหาร
65	กลุ่มผู้ผลิตชุมชน	สมหมาย เจียรระโนงวิทยากุล	146/4 ม.3 ต.พระประโทน อ.เมือง จ.นครปฐม	น้ำพริก	อาหาร



ตารางผนวกที่ ข1 ผลการค้นหาแหล่ง OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB ที่รัศมี 3 กิโลเมตร

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ชิ้น)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
1	2	นายพิสิษฐ์ ศรีกักเจริญ	ลูกชิ้นหมู/หมูหมัก/หมูเค็ม	1000	1000	250	130	100	30	1.8696
1	3	นายอิทธิพงศ์ สิมปทุมพงษ์	ปาต่องไก่+สังขยา/ปาต่องไก่+สอด้ไส้ถั่ว เหลียงงาคำ/ปาต่องไก่+สอด้ไส้ซ้อคโกแลต	140	840	2000	20	10	10	1.3498
1	4	นางจุฑากาญจน์ สุขมา	ข้าวเกรียบหมูของ/ข้าวคังหลากรส	500	3440	50	150	100	50	0.7734
1	6	บริษัท มายมัม จำกัด	ขนมเปียะ/ข้าวคังหน้าหมูของ	185	600	250	50	35	15	1.3743
1	7	นางแอ๊ด ดันเสียงสม	ข้าวเหนียวดำไส้สังขยา/ข้าวเหนียวขาวถั่ว ดำ/ข้าวเหนียวดำไส้ถั่วดำ/ข้าวเหนียว ทรงเครื่อง/ข้าวเหนียวขาวไส้สังขยา/ข้าว เหนียวขาวไส้ลูกเดือย/ข้าวเหนียวขาวไส้ เผือก/ข้าวเหนียวขาวไส้ถั่วเหลือง	900	2000	30	100	70	30	0.7731
1	8	สมิตดา ภูเพ็ญด	ข้าวหลามบ๊ะจ่าง	400	1100	200	35	25	10	1.0015
1	9	ข้าวหลามแม่มาลัย	ข้าวหลามแม่มาลัย	400	1100	200	35	25	10	0.9973
1	10	ข้าวหลามแม่เล็กรอดบางยาง	ข้าวหลามสังขยาข้าวเหนียวขาว	400	1100	200	35	25	10	0.9740

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ชิ้น)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
1	11	บริษัทแม่ประจักษ์ อาหารไทย จำกัด	ลูกชิ้นหมูนาชนะ/ไส้กรอกห่อหมกปลา/แหนมปลา/ไส้กรอกหมูกระเทียมพริกไทย	1000	1000	300	120	100	20	1.3060
1	12	นางสุลัดักษณ์ ปัญญา กาญจน์	โรตีสีเอป้าพิชซ่า	400	780	75	35	25	10	1.4705
1	13	ข้าวหลามแม่อำพร	ข้าวหลามแม่อำพร	400	1100	200	35	25	10	1.3544
1	14	ข้าวหลามแม่เล็กจูเภา	ข้าวหลามแม่เล็กจูเภา	400	1100	200	35	25	10	1.4884
1	15	ข้าวหลามแม่สมพร	ข้าวหลามแม่สมพร	400	1100	200	35	25	10	0.7474
1	16	ข้าวหลามแม่ทองหล่อ	ข้าวหลามแม่ทองหล่อ	400	1100	200	35	25	10	0.9155
1	17	ร้านชินอะเส็ง	ข้าวหมูแดง	500	2125	300	30	17	13	1.1358
1	18	นส.นิยดา พร้อมสุขพันธ์	หมูแผ่น/หมูหยอง/กุนเชียง/หมูเส้น สมุนไพร/หมูแท่งกรอบ	1000	2580	80	180	130	50	0.2612
1	19	น.ส.อัจฉราวรรณ อ่อนละเอียด	ขนมจีบหมูผสมกุ้ง/ขนมกุ่มซ่ามสูตรโบราณ	50	45	200	20	15	5	1.3239
1	20	วรรณิ์ สุกเอม	ขนมไทย (ทองหยอด เม็ดขนุน ทองหยิบ ฝอยทอง)	300	750	100	30	20	10	0.4732

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ตัน)	ปริมาณการผลิต (ตัน/วัน)	ราคาขาย (บาท/ตัน)	ราคาซื้อ (บาท/ตัน)	กำไร (บาท/ตัน)	ระยะทาง (กม.)
1	25	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม	เครื่องแกงส้มชนิดผง/เครื่องแกงป่าชนิดผง/ เครื่องแกงเขียวหวานชนิดผง/เครื่องปรุง ลาบชนิดผง/ลูกก๊าก่อนเฟลต	50	120	500	12	8	4	2.1547
1	26	นิรันดร์ หนูแก้ว	กระหีบบัว/พายต่างๆ/ขนมเค้กมะพร้าวอ่อน (น้ำหอม)/ขนมเค้กแต่งหน้าการ์ตูนแป้งมัท ชา/โดนัทหมูแดง ข้าวโพด	1500	6000	80	300	240	60	1.1776
1	27	นางภาวิณี เข็นภิรมย์	น้ำพริกขายส่ง	80	150	100	15	10	5	1.1740
4	2	กลุ่มสมุนไพรสนามจันทร์	ชาใบหม่อน/ชาใบหม่อน/ขนุนกรอบ/ สับปะรดกรอบ/ฟักทองกรอบ/มันเทศ กรอบ/เผือกกรอบชนิดซองตราไพรทิพย์	75	1090	200	30	22	8	2.2618
4	3	วิสาหกิจชุมชนสนามจันทร์	กระเจี๊ยบกรอบ/รสสาหร่าย/รสต้มยำตรา ไพรทิพย์	40	1875	250	30	20	10	2.2618
10	3	นางสะอาด สุนทรียา	ขนมจีน-น้ำยาแม่แปด	100	1500	300	20	12	8	1.8469

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ชิ้น)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
12	1	นายวิวัฒน์ สุทัศนวิชานนะ	หมูแผ่น/หมูหยอง/กุนเชียง/หมูแผ่น	1000	1500	100	150	120	30	2.8354
12	2	ร้านดี หุข เชียง	กุนเชียงไร้มัน/หมูแผ่น/หมูแท่ง	1000	2576	100	170	130	40	2.8136
12	3	นางอัจฉรา แสงจันทร์	ผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารจากสุกร	1000	1380	100	150	120	30	2.8224

ตารางผนวกที่ ข2 ผลการค้นหาแหล่ง OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB ที่รัศมี 5 กิโลเมตร

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ชิ้น)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
1	1	จกกลพาณิชย์กิจ	ถั่วกรอบแก้ว "โจโจ้"	500	1000	125	75	65	10	4.0751
1	2	นายพิสิษฐ์ ศรีกักเจริญ	ลูกชิ้นหมู/หมูหมัก/หมูแดง	1000	1000	250	130	100	30	1.8696
1	3	นายอิทธิพงศ์ สีมารัฐมพงษ์	ปาต่องไก่+สังขยา/ปาต่องไก่+สอด้ไส้ถั่ว เหลืองงาคำ/ปาต่องไก่สอด้ไส้ซ้อคโกแลต	140	840	2000	20	10	10	1.3498
1	4	นางจุฑากาญจน์ สุขมา	ข้าวเกรียบหมูหยอง/ข้าวตังหลากรส	500	3440	50	150	100	50	0.7734
1	5	นางศิริพร กำนารายณ์	หมูยอใบตอง/แหนมกระดูกหมู/แหนม เอ็นไก่/หมวยพลาสดิก/แหนมหนังหมู	1000	400	100	150	100	50	3.7604
1	6	บริษัท มายมัม จำกัด	ขนมเปียะ/ข้าวตังหน้าหมูหยอง	185	600	250	50	35	15	1.3743
1	7	นางแอ๊ด ดันเสียงสม	ข้าวเหนียวดำไส้สังขยา/ข้าวเหนียวขาวถั่ว ดำ/ข้าวเหนียวดำไส้ถั่วดำ/ข้าวเหนียว ทรงเครื่อง/ข้าวเหนียวขาวไส้สังขยา/ข้าว เหนียวขาวไส้ลูกเดือย/ข้าวเหนียวขาวไส้ เผือก/ข้าวเหนียวขาวไส้ถั่วเหลือง	900	2000	30	100	70	30	0.7730

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ตัน)	ปริมาณการผลิต (ตัน/วัน)	ราคาขาย (บาท/ตัน)	ราคาซื้อ (บาท/ตัน)	กำไร (บาท/ตัน)	ระยะทาง (กม.)
1	8	สมิตดา ภูเพ็ญด	ข้าวหลามบ๊ะจ่าง	400	1100	200	35	25	10	1.0015
1	9	ข้าวหลามแม่มาลัย	ข้าวหลามแม่มาลัย	400	1100	200	35	25	10	0.9973
1	10	ข้าวหลามแม่เล็กรอดบางยาง	ข้าวหลามสังขยาข้าวเหนียวขาว	400	1100	200	35	25	10	0.9740
1	11	บริษัทแม่ประยูร อาหารไทย จำกัด	ลูกชิ้นหมูนายชนะ/ไส้กรอกห่อหมกปลา/ แหนมปลา/ไส้กรอกหมูกระเทียมพริกไทย	1000	1000	300	120	100	20	1.3060
1	12	นางจุลลิกษณ์ ปัญญา กาญจน์	โรตีสอญพิชชา	400	780	75	35	25	10	1.4704
1	13	ข้าวหลามแม่อำพร	ข้าวหลามแม่อำพร	400	1100	200	35	25	10	1.3544
1	14	ข้าวหลามแม่เล็กจูเภา	ข้าวหลามแม่เล็กจูเภา	400	1100	200	35	25	10	1.4884
1	15	ข้าวหลามแม่สมพร	ข้าวหลามแม่สมพร	400	1100	200	35	25	10	0.7473
1	16	ข้าวหลามแม่ทองหล่อ	ข้าวหลามแม่ทองหล่อ	400	1100	200	35	25	10	0.9154
1	17	ร้านชินอะเส็ง	ข้าวหมูแดง	500	2125	300	30	17	13	1.1358
1	18	น.ส.นิยดา พร้อมสุขพันธ์	หมูแผ่น/หมูหยอง/กุนเชียง/หมูเส้น สมุนไพร/หมูแท่งกรอบ	1000	2580	80	180	130	50	0.2612

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ตัน)	ปริมาณการผลิต (ตัน/วัน)	ราคาขาย (บาท/ตัน)	ราคาซื้อ (บาท/ตัน)	กำไร (บาท/ตัน)	ระยะทาง (กม.)
1	19	น.ส.อัครารวรรณ อ่อนละเอียด	ขนมจีบหมูผสมกุ้ง/ขนมกุยช่ายสูตรโบราณ	50	45	200	20	15	5	1.3239
1	20	วรรณิ์ สุกเอม	ขนมไทย (ทองหยิบ,ทองหยอด,ฝอยทอง)	300	750	100	30	20	10	0.4732
1	21	ร้านคุณอู๋	วุ้นสินค้า OTOP (กะทิ)/วุ้นสินค้า OTOP รวมรส/วุ้นสินค้า OTOP/วุ้นตาล	600	470	500	15	10	5	1.9991
1	22	นางลมัย นิรารักษ์	ข้าวเหนียวดำ-ขาว สังขยา	400	1100	200	35	25	10	1.6059
1	23	นายวิรัช ใจจิตวิทย์	ขนมเปียะไส้ถั่วผสมผัก/ขนมเปียะไส้ถั่ว เหลือง/ขนมเปียะไส้ผัก/ขนมเปียะไส้เค็ม/ ขนมเปียะไส้ผลไม้/ขนมถั่วตัด/ขนมงาตัด/ ขนมจันอับ	800	1000	700	95	85	10	1.9088
1	24	นายธีรวิทย์ อภิวัฒน์จิราโชค	ลูกชิ้นหมู/น้ำจิ้มมะขามโบราณ/น้ำจิ้มสุกี้/ หมูสะเต๊ะ/ลูกชิ้นปลาทราย	1000	750	600	120	100	20	1.3302

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ลำดับ (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ลิตร)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
1	25	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม	เครื่องแกงส้มชนิดผง/เครื่องแกงป่าชนิด ผง/เครื่องแกงเขียวหวานชนิดผง/ เครื่องปรุงรสชนิดผง/ลูกก๊าก่อนเฟลต	50	120	500	12	8	4	2.1547
1	26	นิรันทร์ หนูแก้ว	กระหรีบฟ/พายต่างๆ/ขนมเค้กมะพร้าว อ่อน (น้ำหอม)/ขนมเค้กแต่งหน้าการ์ตูน แป้งมัทธา/โดนัทหมูแดง ข้าวโพด	1500	6000	80	300	240	60	1.1776
1	27	นางภาวิณี เย็นภิรมย์	น้ำพริกขายส่ง	80	150	100	15	10	5	1.1739
4	1	นางกวิดา เทศดนตรี	กาแฟสดเพื่อทอง/ขนมจีนน้ำพริกกุ้งสด	100	560	200	30	20	10	3.2415
4	2	กลุ่มสมุนไพรสนามจันทร์	ชาใบหม่อน/ชาใบหม่อน/ขนุนกรอบ/ สับปะรดกรอบ/ฟักทองกรอบ/มันเทศ กรอบ/เผือกกรอบชนิดของตราไพรทิพ	75	1090	200	30	22	8	2.26183
4	3	วิสาหกิจชุมชนสนามจันทร์	กระเจี๊ยบกรอบ/รสสาหร่าย/รสต้มยำตรา ไพรทิพ	40	1875	250	30	20	10	2.2618

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ลำดับ	แหล่งสินค้า	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ลิตร)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
(i)	(j)									
5	1	นางมยุรี เสือกลิ่น	รสดีกะหรี่ปั๊พ	800	1000	300	55	45	10	3.0452
9	2	นางสมปรารถนา พรรณพัฒน์	ชาลาเป่าคุณปลื้ม(หลากรส)/ขนมปั้นขลิบ คุณปลื้ม/ครองแครงกรอบคุณปลื้ม	150	785	80	50	35	15	4.5155
10	1	น้ำพริกแม่พะยอม (นครปฐม)	น้ำพริกกุ้งแก้วสมุนไพร/น้ำพริกปลา อินทรี/น้ำพริกตาแดง/น้ำพริกปลาอย่าง/ น้ำพริกนรกแมงดา/น้ำพริกเผาป่าข่า/น้ำจิ้ม ไก่/น้ำพริกเผาดัมข่า/น้ำพริกเผาแมงดา/ น้ำพริกนรกปลา	900	3000	60	120	90	30	4.15708
10	2	นายชูชีพ จินดาอินทร์	สาเล่ทิพย์/ขนมลูกกั๊ก	100	600	100	120	100	20	3.9660
10	3	นางสะอาด สุนทรียา	ขนมจีน-น้ำยาแม่แปด	100	1500	300	20	12	8	1.84693
12	1	นายวิวัฒน์ สุทัศนวิชานนะ	หมูแผ่น/หมูหยอง/กุนเชียง/หมูแผ่น	1000	1500	100	150	120	30	2.83541

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ลิตร)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
12	2	ร้านลี หุย เชียง	กุนเชียง/ไส้หมูแผ่น/หมูแท่ง	1000	2576	100	170	130	40	2.8136
12	3	นางอัจฉรา แสงจันทร์	ผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารจากสุกร	1000	1380	100	150	120	30	2.8224
15	1	นางทองอาจ สุวรรณที	กุนเชียง/หมูแผ่นกรอบ/หมูหยองกรอบ/ หมูแท่งกรอบ/หมูทุบ/หมูฝอยทรงเครื่อง/ หมูหยองนึ่ง	1000	1500	100	150	120	30	4.3068
19	1	สหมาข เขียวระโนงวิทยากุล	น้ำพริก	80	200	200	25	15	10	4.5209

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการค้นหาแหล่ง OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB ที่รัศมี 10 กิโลเมตร

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักรวมสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ชิ้น)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
1	1	จกกลพาณิชย์กิจ	ถั่วกรอบแก้ว "โจโจ้"	500	1000	125	75	65	10	4.07513
1	2	นายพิสิษฐ์ ศรีศักดิ์เจริญ	ลูกชิ้นหมู/หมูหมัก/หมูเค็ม	1000	1000	250	130	100	30	1.86963
1	3	นายอิทธิพงศ์ สิม่าปทุมพงษ์	ปาต่องไก่+สังขยา/ปาต่องไก่+สอด้ใส้ถั่ว เหลืองงาดำ/ปาต่องไก่+สอด้ใส้ซอคโก แลต	140	840	2000	20	10	10	1.34979
1	4	นางจุฑาภาณูจน์ สุขมา	ข้าวเกรียบหมูหยอง/ข้าวตังหลากรส	500	3440	50	150	100	50	0.77342
1	5	นางศิริพร กำนารายณ์	หมูยอใบตอง/แหนมกระดุกหมู/แหนม เย็น ไก่/หมวยขอฟลาคติ/แหนมหนังหมู	1000	400	100	150	100	50	3.7604
1	6	บริษัทมายมัม จำกัด	ขนมเปี๊ยะ/ข้าวตังหน้าหมูหยอง	185	600	250	50	35	15	1.37429

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ตัน)	ปริมาณการผลิต (ตัน/วัน)	ราคาขาย (บาท/ตัน)	ราคาซื้อ (บาท/ตัน)	กำไร (บาท/ตัน)	ระยะทาง (กม.)
1	7	นางแอ็ด ดันเสียงสม	ข้าวเหนียวดำไล่สังขยา/ข้าวเหนียวขาวถั่ว ดำ/ข้าวเหนียวดำไล่ถั่วดำ/ข้าวเหนียว ทรงเครื่อง/ข้าวเหนียวขาวไล่สังขยา/ข้าว เหนียวขาวไล่ลูกเดือย/ข้าวเหนียวขาวไล่ เผือก/ข้าวเหนียวขาวไล่ถั่วเหลือง	900	2000	30	100	70	30	0.7730
1	8	สมิตตา ภูเพียร	ข้าวหอมมะลิ	400	1100	200	35	25	10	1.0015
1	9	ข้าวหอมแม่มาลัย	ข้าวหอมแม่มาลัย	400	1100	200	35	25	10	0.9973
1	10	ข้าวหอมแม่เล่กรอดบางยาง	ข้าวหอมสังขยาข้าวเหนียวขาว	400	1100	200	35	25	10	0.9740
1	11	บริษัทแม่ประยูร อาหารไทย จำกัด	ลูกชิ้นหมูนาชชะ/ไส้กรอกห่อหมกปลา/ แฮมปลา/ไส้กรอกหมูกระเทียม พริกไทย	1000	1000	300	120	100	20	1.3060
1	12	นางสุลลิกษณ์ ปัญญากาญจน์	โรตีสายดำ	400	780	75	35	25	10	1.4704
1	13	ข้าวหอมแม่อำพร	ข้าวหอมแม่อำพร	400	1100	200	35	25	10	1.3544
1	14	ข้าวหอมแม่เล่จูเกา	ข้าวหอมแม่เล่จูเกา	400	1100	200	35	25	10	1.4884
1	15	ข้าวหอมแม่สมพร	ข้าวหอมแม่สมพร	400	1100	200	35	25	10	0.7473

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ตำบล	แหล่งสินค้า	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ชิ้น)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
(i)	(j)									
1	16	ข้าวหลามแม่ทองหล่อ	ข้าวหลามแม่ทองหล่อ	400	1100	200	35	25	10	0.9154
1	17	ร้านชินอะเส็ง	ข้าวหมูแดง	500	2125	300	30	17	13	1.1358
1	18	น.ส.นิยดา พร้อมสุขพันธ์	หมูแผ่น/หมูหยอง/กุนเชียง/หมูเส้น สมุนไพร/หมูแท่งกรอบ	1000	2580	80	180	130	50	0.2612
1	19	น.ส.อัจฉราวรรณ อ่อนตะเอยะ	ขนมจีบหมูผสมกุ้ง/ขนมกุยช่ายสูตร โบราณ	50	45	200	20	15	5	1.3239
1	20	วรรณิ์ สุกเอม	ขนมไทย (ทองหยอด,ทองหยิบ,ฝอยทอง)	300	750	100	30	20	10	0.4732
1	21	ร้านคุณอู๋	วุ้นสินค้า OTOP (กะทิ)/วุ้นสินค้า OTOP รวมรส/วุ้นสินค้าOTOP/วุ้นตาล	600	470	500	15	10	5	1.9991
1	22	นางลมัย นิรารักษ์	ข้าวเหนียวคำสังขยา/ข้าวเหนียวขาว สังขยา	400	1100	200	35	25	10	1.6059
1	23	นายวิรัช ใจจิตวิทย์	ขนมเปียะไส้ถั่วผสมผัก/ขนมเปียะไส้ถั่ว เหลือง/ขนมเปียะไส้ผัก/ขนมเปียะไส้เค็ม/ ขนมเปียะไส้ผลไม้/ขนมถั่วตัด/ขนมงาตัด/ ขนมจันอับ	800	1000	700	95	85	10	1.9088

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ลำดับ (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ลิตร)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
1	24	นายธีรวิทย์ อภิวัฒน์จิราโชค	ลูกชิ้นหมู/น้ำจิ้มมะขามโบราณ/น้ำจิ้มสุกี้/ หมูสะเต๊ะ/ลูกชิ้นปลาทราย	1000	750	600	120	100	20	1.3302
1	25	วิทยาลัยอาชีวศึกษา นครปฐม	เครื่องแกงส้มชนิดผง/เครื่องแกงป่า ชนิดผง/เครื่องแกงเขียวหวานชนิดผง/ เครื่องปรุงลาบชนิดผง/ลูกก๊าก่อนเฟลต	50	120	500	12	8	4	2.1547
1	26	นิรันดร์ หนูแก้ว	กระหรีปฟ/พายต่างๆ/ขนมเค้กมะพร้าว อ่อน (น้ำหอม)/ขนมเค้กแต่งหน้าการ์ตูน แป้งมันชา/โดนัทหมูแดง ข้าวโพด	1500	6000	80	300	240	60	1.1776
1	27	นางภาวิณี เข็นภิรมย์	น้ำพริกขายส่ง	80	150	100	15	10	5	1.1739
3	1	ห้างหุ้นส่วนจำกัดกิจจนา (โรงสีข้าว)	ข้าวหอมมะลิ/ข้าวสารเหลืองแท้100% ตรา กล้วยหอม	5000	12500	2800	160	120	40	9.1698
3	2	นายชุมพล วิรัชจรัสวงษ์	มะขามเปรี้ยวยักษ์แช่อิ่ม	1000	2200	100	150	100	50	7.6192

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ลิตร)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
3	3	กลุ่มกาละแมทพหลวง	กาละแมสูตรใบเตย/กาละแมสูตรโบราณ/ กาละแม สูตรธัญพืช	80	360	300	15	10	5	8.5504
4	1	นางกวิดา เทศคนตรี	กาแฟสดฟองทอง/ขนมจีนน้ำพริกกุ้งสด	100	560	200	30	20	10	3.2415
4	2	กลุ่มสมุนไพรสนามจันทร์	ชาใบหม่อน/ชาใบหม่อน/ขนุนกรอบ/ สับปะรดกรอบ/ฟักทองกรอบ/มันเทศ กรอบ/เผือกกรอบชนิดของตราไพรทิพย์	75	1090	200	30	22	8	2.2618
4	3	วิสาหกิจชุมชนสนามจันทร์	กระเจี๊ยบกรอบ/รสสาหร่าย/รสต้มยำตรา ไพรทิพย์	40	1875	250	30	20	10	2.2618
5	1	นางมยุรี เสือกลิ่น	รสดีกะหรี่ปั๊ฟ	800	1000	300	55	45	10	3.0452
5	2	นางธันทิพย์ ธีรโสภี	น้ำพริกเผาหลากหลาย/ซาลาเปาชาววัง	80	150	100	15	10	5	5.7082
6	1	เจ๊ไครฮั่ว (ร้านบ้านเทศ)	กุนเชียงหมู/หมูหยอง/กุนเชียงเป็ด/ กุนเชียงไก่	1000	1840	50	150	120	30	5.7120

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ลิตร)	ปริมาณการผลิต (ชิ้น/วัน)	ราคาขาย (บาท/ชิ้น)	ราคาซื้อ (บาท/ชิ้น)	กำไร (บาท/ชิ้น)	ระยะทาง (กม.)
6	2	ห้างหุ้นส่วนจำกัดน้ำพริก แม่ศรี	น้ำพริกเผาปรุงอาหาร/น้ำพริกเผาทานม ปิ้ง/เครื่องปรุงผัดไทย/น้ำยาขนมจีน/ น้ำพริกแกงแดง/ซอสปลาราดพริก/น้ำจิ้ม สุกี้ยากี้/ซอสผัดเปรี้ยวหวาน/ไก่ผัดเม็ด มะม่วง/น้ำส้มตำ	80	150	300	15	10	5	7.0741
7	1	นางสุดใจ มหาเจริญ	ข้าวหลาม/บ๊ะจ่าง/ข้าวหลามสังขยา/ข้าว หลามข้าวเหนียวขาว/ไอศกรีมรสกะทิ	400	1100	200	35	25	10	6.7883
8	1	นางนันทกัศ สุวรรณดี	กุนเชียงหมู ตรา หลิมเชียง	1000	1500	100	150	120	30	6.8602
8	2	นส.ปัญญาธิ์ โชติศิริภักควรกุล	กุนเชียงหมูอย่างดำ/กุนเชียงไก่/หมู หยอง/กุนเชียงหมูสูตร1/กุนเชียงปลา	1000	1500	70	150	120	30	6.5009

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ตำบล	แหล่งสินค้า	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ตัน)	ปริมาณการผลิต (ตัน/วัน)	ราคาขาย (บาท/ตัน)	ราคาซื้อ (บาท/ตัน)	กำไร (บาท/ตัน)	ระยะทาง (กม.)
(i)	(j)									
9	1	ข้าวหลามสังขาลุงชม	ข้าวหลามสังขาลุงชม	400	1100	200	35	25	10	6.3639
9	2	นางสมปรารถนา พรรณพัฒน์	ชาลาเปาคูณปลื้ม(หลากรส)/ขนมปั้นขลิบ คุณปลื้ม/ครองแครงกรอบคุณปลื้ม	150	785	80	50	35	15	4.5155
10	1	น้ำพริกแม่พะยอม (นครปฐม)	น้ำพริกกุ้งแก้วสมุนไพร/น้ำพริกปลา อินทรี/น้ำพริกตาแดง/น้ำพริกปลาย่าง/ น้ำพริกนรกแมงดา/น้ำพริกเผาป่าช้า/น้ำจิ้ม ไก่/น้ำพริกเผาดัมย้า/น้ำพริกเผาแมงดา	900	3000	60	120	90	30	4.1571
10	2	นายชูชีพ จินดาอินทร์	สาเล่ทิพย์/ขนมคุกี้	100	600	100	120	100	20	3.9660
10	3	นางสะอาด สุนทรียา	ขนมจีน-น้ำยาแม่แปด	100	1500	300	20	12	8	1.8469
11	1	นางธารทิพย์ อ่อนช้อย	อโรยจังไฮสครีมกะทิสด	100	400	250	10	5	5	7.0836
11	2	สมนึกพรหมณี	น้ำพริก	80	150	60	15	10	5	7.0985
12	1	นายวิวัฒน์ สุทัศน์วิชานนะ	หมูแผ่น/หมูหยอง/กุนเชียง/หมูแผ่น	1000	1500	100	150	120	30	2.8354
12	2	ร้านลี หุย เชียง	กุนเชียงไรมัน/หมูแผ่น/หมูแท่ง	1000	2576	100	170	130	40	2.8136

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

ตำบล (i)	แหล่งสินค้า (j)	ชื่อกลุ่ม	สินค้า	น้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)	ปริมาตรสินค้า (cm ³ /ตัน)	ปริมาณการผลิต (ตัน/วัน)	ราคาขาย (บาท/ตัน)	ราคาซื้อ (บาท/ตัน)	กำไร (บาท/ตัน)	ระยะทาง (กม.)
12	3	นางอัจฉรา แสงจันทร์	ผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารจากสุกร	1000	1380	100	150	120	30	2.8224
13	1	นางบุญจิรา กุ้ยอ่อน	ปลาเค็มแดดเดียว	1000	2000	50	120	80	40	5.2487
13	2	ลำควน นาคทั้ง	ปลาแปรรูป/น้ำพริกหลากรส	1000	1500	20	120	100	20	5.2765



ภาคผนวก ค

Codeโปรแกรม การค้นหาแหล่งผลิตสินค้า OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB

การเขียนโปรแกรมค้นหาแหล่งผลิตสินค้า OTOP (Coding)

```
function [] = RS_OTOP

clc

inputcities=load('dataOTOPmuang2.dat');

ip=load('cc.dat');
XYj=load('XYj.dat');

xCG=100.06;
fprintf('Input xCG= %f\n',xCG);

yCG=13.82;
fprintf('Input yCG= %f\n',yCG);

r=input('radian of Area objective=');
fprintf('radian of Area objective= %d\n',r);

cg=[xCG yCG];
fprintf('Price of product objective= %d\n\n',p);

XYjj=vertcat(cg,XYj);

Noi= inputcities(:,1);
xi = inputcities(:,2);
yi = inputcities(:,3);
Noj= inputcities(:,4);
Xj = inputcities(:,5);
yj = inputcities(:,6);
Si = inputcities(:,7);
W = inputcities(:,8);
Q = inputcities(:,9);
P = inputcities(:,10);
co = inputcities(:,11);
fc = inputcities(:,12);
n = length(inputcities);

fprintf('profit of product (Bath/day)\n');

a=0;
pf=[];

pf=zeros(n,1);

for i=1:n
    for j=1
        a=a+1;
        pf(i,j)=P(i)-co(i);
        fprintf(' %3.0f->%3.0f=%8.0f\n',Noi(i,j),Noj(i,j),pf(i,j));
    end
end
n=length(inputcities);

[xx,yy] = ndgrid(1:size(inputcities,1),1:size(inputcities,2));

fprintf('distance of product (km) \n');
```

```

a=0;
dist=zeros(n,1);
for i=1:n
    for j=1
        a=a+1;
        dist(i,j)=((((xCG-xj(i,j))^2)+((yCG-yj(i,j))^2))^0.5)*111.12;
        fprintf(' %3d = %5.5f\n',a,dist(i,j));
    end
end

s_terms=(n*(n-2))/2;

fprintf('terms of dist =%f\n',s_terms);

save finddistance.mat

Ar=[];
Ar=zeros(n,1);
for i=1:n
    for j=1
        Ar(i,j)=max(dist);
    end
end

Ang=zeros(n,1);

hold on
for i=1:n
    for j=1
        if xj(i)<=xCG
            Xa(i,j)=(xj(i)-xCG)*111.12;
            Ya(i,j)=(yj(i)-yCG)*111.12;
            A(i,j)=(atan(Ya(i,j)/Xa(i,j)));
            Ang(i,j)=180+(A(i,j)*180/pi);

        else if xj(i)>=xCG && yj(i)<=yCG
            Xa(i,j)=(xj(i)-xCG)*111.12;
            Ya(i,j)=(yj(i)-yCG)*111.12;
            A(i,j)=(atan(Ya(i,j)/Xa(i,j)));
            Ang(i,j)=360+(A(i,j)*180/pi);

        else if xj(i)>=xCG && yj(i)>=yCG
            Xa(i,j)=(xj(i)-xCG)*111.12;
            Ya(i,j)=(yj(i)-yCG)*111.12;
            A(i,j)=(atan(Ya(i,j)/Xa(i,j)));
            Ang(i,j)=0+(A(i,j)*180/pi);
        end
    end
end

save findAngle.mat

Data=horzcat(inputcities,pf,dist,Ar,Ang);

DsD=sortrows(Data,14);

DataPr=horzcat(Noi,Noj,Si,W,Q,P,co,fc,pf,dist,Ar,Ang);

CoData=DataPr.';

```

```

DtsA=sortrows(Data,16);

distnew=DtsA(:,14);

pfnew=DtsA(:,13);

Ang_sort=sortrows(Ang,1);

No1=DtsA(:,1);

save Sort.mat

fprintf('Search Local OTOP: Parameter radian[<=%2.2f km]of Area OTOP
\n',r);

fprintf('=====\\n');

fprintf('(i,j)dist(km) VP(cm^3) W(g) Q(ชิ้น/วัน) c(บาท) co(บาท)Cost/day\\n');

fprintf('=====\\n');

a=0;
for i=1:n
    for j=1
        a=a+1;

        if Data(i,14)>r
            Data(i,14)=Data(i,14);

        else if Data(i,14)<=r
            distRS(i,j)=Data(i,14);

            fprintf('(%2.0f,%2.f) %8.2f %8.0f %8.0f %8.0f
            %8.0f %8.0f %8.0f d\\n',Data(i,1),
            Data(i,4), distRS(i,j),Data(i,7),
            Data(i,8), Data(i,9),Data(i,10),
            Data(i,11),Data(i,12),a);

            savefile = 'pqfile.mat';

            save(savefile)

            nTumbon=length(Data(i,1)<=r);

        end
    end
end

fprintf('=====\\n');

```

```

AMx=[];
AMn=[];
AMx=zeros(n,1);
    for i=1:n
        for j=1
            AMx(i,j)=max(distRS);
            AMn(i,j)=min(distRS);

            if r < AMn
                fprintf('I can not search data\n');
            end
        end
    end
    fprintf('Maximum of Distance for area search = %2f km\n',AMx(i,j));
    fprintf('i(nTumbon)= %3d \n',Data(i,1));
    fprintf('j(nProduct)= %3d \n',a);
    save dataS.mat
    hold on
    plot(xi,yi,'b*',xj,yj,'.r',xCG,yCG,'go')
    xlabel('Longitude','FontSize',11)
    ylabel('Latitude','FontSize',11)

```



ภาคผนวก ง
การสร้างตารางเมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของแหล่งสินค้า OTOP
ในจังหวัดนครปฐม

ตารางผนวกที่ ง1 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ 3 กิโลเมตร

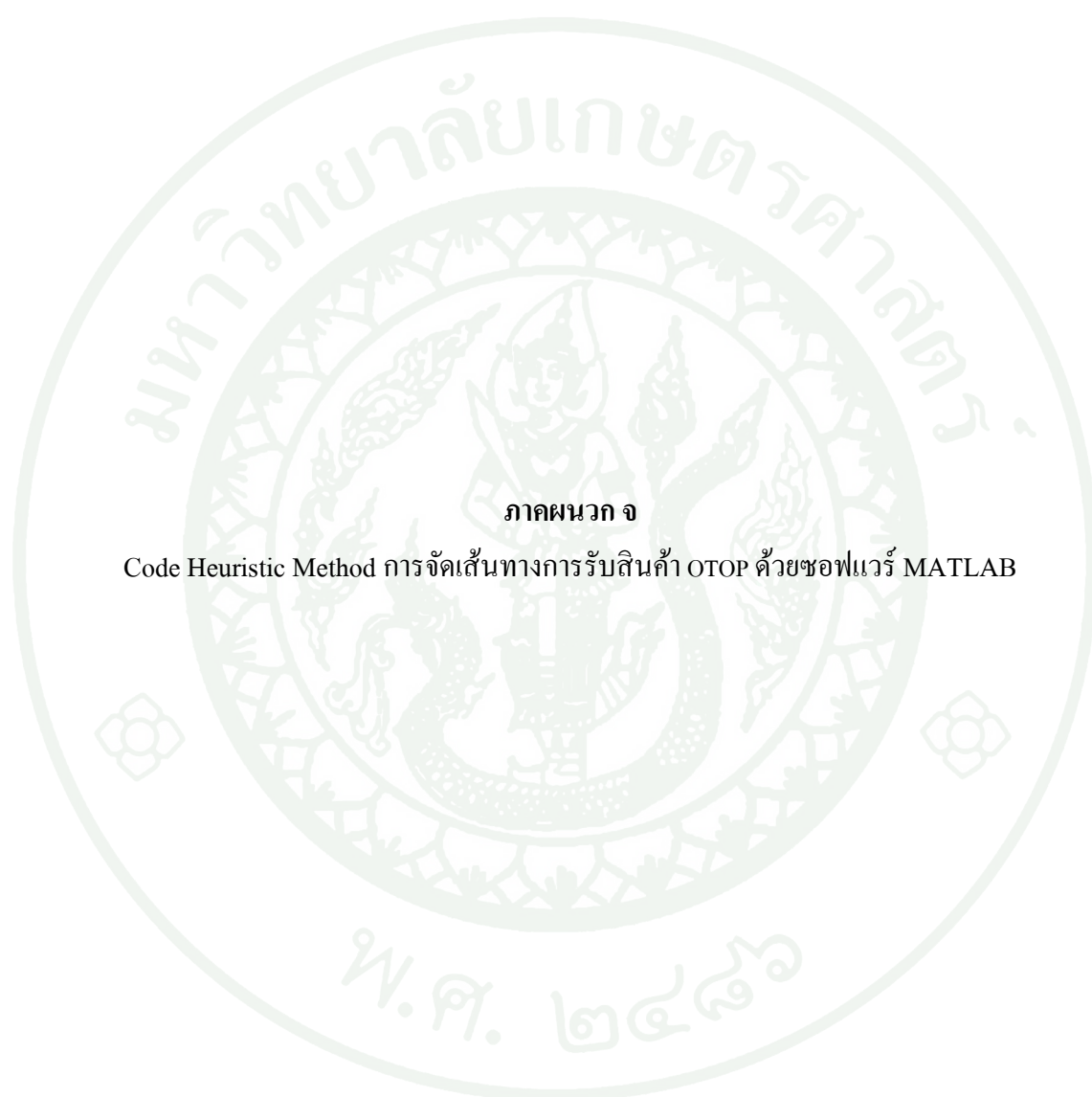
	จุดเริ่มต้น 1	2	3	4	5	6	7	8	9
จุดเริ่มต้น 1	0	0.7786	2.6650	0.2712	0.4964	0.8097	1.0435	0.3945	2.8880
2	0.7786	0	1.8915	0.5074	0.6719	1.3080	0.3660	0.7684	2.1095
3	2.6650	1.8915	0	2.3946	2.4896	2.9837	1.6505	2.6205	0.3282
4	0.2712	0.5074	2.3946	0	0.4308	0.9360	0.7843	0.4174	2.6168
5	0.4964	0.6719	2.4896	0.4308	0	1.3010	1.0317	0.1544	2.6685
6	0.8097	1.3080	2.9837	0.9360	1.3010	0	1.3730	1.2033	3.2592
7	1.0435	0.3660	1.6505	0.7843	1.0317	1.3730	0	1.1149	1.9035
8	0.3945	0.7684	2.6205	0.4174	0.1544	1.2033	1.1149	0	2.8071
9	2.8880	2.1095	0.3282	2.6168	2.6685	3.2592	1.9035	2.8071	0

ตารางผนวกที่ ง2 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ 5 กิโลเมตร

	จุดเริ่มต้น 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จุดเริ่มต้น 1	0	0.7786	2.6650	0.2712	0.4964	0.8097	1.0435	0.3945	2.8880	3.4427
2	0.7786	0	1.8915	0.5074	0.6719	1.3080	0.3660	0.7684	2.1095	2.8226
3	2.6650	1.8915	0	2.3946	2.4896	2.9837	1.6505	2.6205	0.3282	1.6409
4	0.2712	0.5074	2.3946	0	0.4308	0.9360	0.7843	0.4174	2.6168	3.2153
5	0.4964	0.6719	2.4896	0.4308	0	1.3010	1.0317	0.1544	2.6685	3.4939
6	0.8097	1.3080	2.9837	0.9360	1.3010	0	1.3730	1.2033	3.2592	3.3656
7	1.0435	0.3660	1.6505	0.7843	1.0317	1.3730	0	1.1149	1.9035	2.4637
8	0.3945	0.7684	2.6205	0.4174	0.1544	1.2033	1.1149	0	2.8071	3.5773
9	2.8880	2.1095	0.3282	2.6168	2.6685	3.2592	1.9035	2.8071	0	1.8536
10	3.4427	2.8226	1.6409	3.2153	3.4939	3.3656	2.4637	3.5773	1.8536	0

ตารางผนวกที่ 33 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ 10 กิโลเมตร

	จุดเริ่มต้น 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
จุดเริ่มต้น 1	0	0.7786	2.6650	0.2712	0.4964	0.8097	1.0435	0.3945	6.6307	5.9807	2.8880	7.0477	5.4234	3.4427
2	0.7786	0	1.8915	0.5074	0.6719	1.3080	0.3660	0.7684	7.1739	5.3073	2.1095	6.8857	5.9662	2.8226
3	2.6650	1.8915	0	2.3946	2.4896	2.9837	1.6505	2.6205	8.7790	3.6694	0.3282	7.1054	7.3100	1.6409
4	0.2712	0.5074	2.3946	0	0.4308	0.9360	0.7843	0.4174	6.8192	5.7401	2.6168	6.9880	5.6016	3.2153
5	0.4964	0.6719	2.4896	0.4308	0	1.3010	1.0317	0.1544	6.5041	5.9747	2.6685	6.5723	5.9128	3.4939
6	0.8097	1.3080	2.9837	0.9360	1.3010	0	1.3730	1.2033	7.0384	5.9321	3.2592	7.8538	4.6733	3.3656
7	1.0435	0.3660	1.6505	0.7843	1.0317	1.3730	0	1.1149	7.5358	4.9652	1.9035	7.1421	5.9435	2.4637
8	0.3945	0.7684	2.6205	0.4174	0.1544	1.2033	1.1149	0	6.4308	6.0750	2.8071	6.6533	5.7830	3.5773
9	6.6307	7.1739	8.7790	6.8192	6.5041	7.0384	7.5358	6.4308	0	12.4218	8.8391	6.5374	9.0497	9.9955
10	5.9807	5.3073	3.6694	5.7401	5.9747	5.9321	4.9652	6.0750	12.4218	0	3.6768	10.2229	8.9392	2.5674
11	2.8880	2.1095	0.3282	2.6168	2.6685	3.2592	1.9035	2.8071	8.8391	3.6768	0	6.9097	7.6304	1.8536
12	7.0477	6.8857	7.1054	6.9880	6.5723	7.8538	7.1421	6.6533	6.5374	10.2229	6.9097	0	12.1522	8.7459
13	5.4234	5.9662	7.3100	5.6016	5.9128	4.6733	5.9435	5.7830	9.0497	8.9392	7.6304	12.1522	0	6.8272
14	3.4427	2.8226	1.6409	3.2153	3.4939	3.3656	2.4637	3.5773	9.9955	2.5674	1.8536	8.7459	6.8272	0



ภาคผนวก จ

Code Heuristic Method การจัดเส้นทางกำรับสินค้า OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB

การเขียนโปรแกรมการจัดเส้นทางการรับสินค้า

```
function [PathLength, rout, minDist] = NN(cities)

tic
N_cities = size(cities,1);
dist = pdist(cities);
dist = dist*111.12;
dist = squareform(dist);
dist(dist==0) = realmax;
PathLength = realmax;

for i = 1:N_cities
    startCity = 1;
    path = startCity;
    distTrav = 0;
    distNew = dist;
    currentCity = startCity;

    for j = 1:N_cities-1
        [minDist, nextCity] = min(distNew(:,currentCity));

        if (length(nextCity) > 1)
            nextCity = nextCity(1);
        end

        path(end+1,1) = nextCity;
        distTrav = distTrav + ...
            dist(currentCity,nextCity);
        distNew(currentCity,:) = realmax;
        currentCity = nextCity;
    end

    path(end+1,1) = startCity;
    distTrav = distTrav + ...
        dist(currentCity,startCity);

    if (distTrav < PathLength)
        PathLength = distTrav;
        PathLength = PathLength-(dist(1,N_cities));
        rout = path;
    end
end

figure
x_min = min(cities(:,1)) - 0.005;
x_max = max(cities(:,1)) + 0.005;
y_min = min(cities(:,2)) - 0.005;
y_max = max(cities(:,2)) + 0.005;

plot(cities(:,1),cities(:,2),'r*');
axis([x_min x_max y_min y_max]);
axis equal;
```

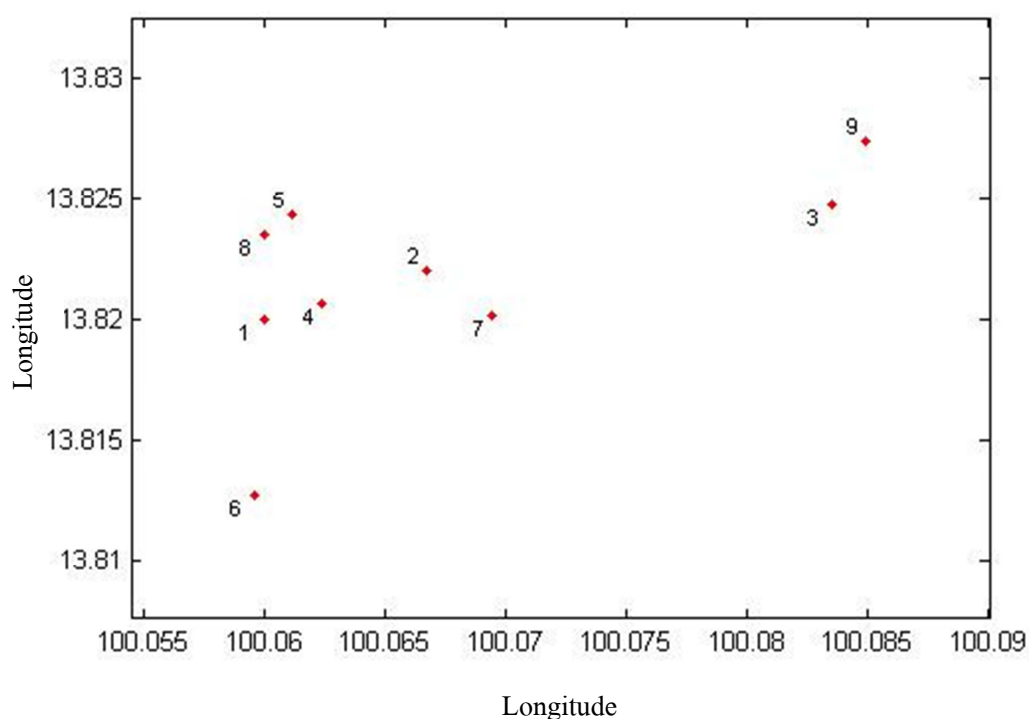
```
grid on;  
hold on;  
xd=[];yd=[];  
for i = 1:(N_cities)  
    xd(i)=cities(rout(i),1);  
    yd(i)=cities(rout(i),2);  
end  
line(xd,yd);  
title(['Total Distance =',num2str(PathLength),' km']);  
xlabel('Longitude','FontSize',11)  
ylabel('Latitude','FontSize',11)  
hold off;  
toc
```



ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณจากปัญหาตัวอย่าง

ตัวอย่างการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐมโดยวิธีฮิวริสติกส์ จากตัวอย่างพื้นที่ที่มีการค้นหาแหล่ง OTOP ที่ระยะ 3 กิโลเมตร เมื่อใช้ซอฟต์แวร์ CPLEX สามารถคัดเลือกแหล่ง OTOP ได้ 8 แหล่ง มีจำนวนสินค้าได้จำนวน 2,141 ชิ้น และมีผลกำไรสูงสุด เป็น 32,896 บาท และมีตำแหน่งของยานพาหนะ อยู่ที่จุด (1) ซึ่งมีข้อมูลตัวอย่าง ดังตารางผนวกที่ ๑1



ภาพผนวกที่ ๑1 ตำแหน่งแหล่งสินค้า OTOP บนพิกัดภูมิศาสตร์ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร

ตารางผนวกที่ ๑๑ ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแหล่งสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร

ลำดับ	พิกัด ภูมิศาสตร์	ตำบล	ชื่อร้าน	สินค้า	การคัดเลือก (ชิ้น)
1	100.06000,13.82000	-	-	-	-
2	100.06670,13.82205	เขตเทศบาล	นายพิสิษฐ์	ลูกชิ้นหมู/หมูหมักฯ	250
3	100.08350,13.82479	เขตเทศบาล	นางศิริพร	หมูยอ/โปตอง/แห่นมฯ	100
4	100.06235,13.82066	เขตเทศบาล	บริษัทมายมัม	ขนมเปี๊ยะ/ข้าวตังฯ	194
5	100.0611,13.82433	เขตเทศบาล	อจรรย์วรรณ	ขนมจีบ/ขนมกุยช่ายฯ	200
6	100.05951,13.81273	เขตเทศบาล	นายธีรวิทย์	ลูกชิ้นหมู/ลูกชิ้นปลา	600
7	100.06939,13.82015	เขตเทศบาล	ว.อาชีวศึกษา	เครื่องแกงส้มชนิดผง	499
			นครปฐม		
8	100.05995,13.82355	เขตเทศบาล	นางภาวิณี	น้ำพริก	98
9	100.08492,13.82738	บ่อพลับ	นายชูชีพ	สาเล่ทิพย์/ขนมลูกกี้	100

ในงานวิจัยนี้ การจัดเส้นทางขนส่งสินค้า จะใช้พิกัด ภูมิศาสตร์ ของแหล่ง OTOP เพื่อคำนวณหาระยะทางระหว่าง แหล่ง OTOP แล้วนำมาจัดเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุด โดยใช้วิธีการทางด้านฮิวริสติกส์

1.1 วิธี Saving Method

1.1.1 กำหนดเส้นทางที่เป็นไปได้เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับกรวางแผนแบบใช้วิธี

Saving Method

ขั้นที่ 1 สร้าง Distance Matrix

Distance Matrix เป็นการบ่งชี้ระยะทางระหว่างทุกๆ คู่ของตำแหน่งที่จะต้องส่งสินค้า ระหว่างพิกัดแต่ละตำแหน่งใน ตารางผนวกที่ น1 ซึ่งมีพิกัด (X_i, Y_i) และพิกัด (X_j, Y_j) ซึ่งมีพิกัดประมาณได้ดังต่อไปนี้

$$d_{ij} = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

สามารถแสดงได้ดังตารางผนวกที่ น2 แสดงระยะทางระหว่างทุกๆ คู่ตำแหน่งของแหล่งสินค้า OTOP ที่ได้คัดเลือกไว้ของรัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร และจะใช้ในการประมาณค่า Saving Matrix

ตารางผนวกที่ น2 เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ตัวอย่าง (km.)

d_{ij}	จุดเริ่มต้น 1	2	3	4	5	6	7	8	9
จุดเริ่มต้น 1	0	0.7786	2.6650	0.2712	0.4964	0.8097	1.0435	0.3945	2.8880
2	0.7786	0	1.8915	0.5074	0.6719	1.3080	0.3660	0.7684	2.1095
3	2.6650	1.8915	0	2.3946	2.4896	2.9837	1.6505	2.6205	0.3282
4	0.2712	0.5074	2.3946	0	0.4308	0.9360	0.7843	0.4174	2.6168
5	0.4964	0.6719	2.4896	0.4308	0	1.3010	1.0317	0.1544	2.6685
6	0.8097	1.3080	2.9837	0.9360	1.3010	0	1.3730	1.2033	3.2592
7	1.0435	0.3660	1.6505	0.7843	1.0317	1.3730	0	1.1149	1.9035
8	0.3945	0.7684	2.6205	0.4174	0.1544	1.2033	1.1149	0	2.8071
9	2.8880	2.1095	0.3282	2.6168	2.6685	3.2592	1.9035	2.8071	0

1.1.2 การดำเนินการตามวิธีการหาคำตอบแบบ Saving Method

Saving Matrix เป็นการแทนค่าการประหยัดที่เกิดจากการรวมลูกค้าสองราย ในรถบรรทุกคันเดียว การประหยัดอาจสามารถให้อยู่ในรูปแบบของระยะทาง

ก. คำนวณค่า Saving Values

สามารถคำนวณได้ โดยสมการ : $S_{ij} = d_{oi} + d_{jo} - d_{ij}$ ทำการคำนวณ แสดงตัวอย่างการคำนวณบางส่วนดังตารางผนวกที่ ๓ ดังนี้

ตารางผนวกที่ ๓ ตัวอย่างการคำนวณ Saving Value ของพื้นที่

S_{ij}	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
No.2	0							
No.3	1.5521	0						
No.4	0.5424	0.0043	0					
No.5	0.6031	0.0738	4.4534	0				
No.6	0.2803	0.2158	4.4423	0.0658	0			
No.7	1.4561	0.607	3.2608	0.1834	0.9597	0		
No.8	0.4047	0.0394	4.5977	0.6938	0.2521	1.4614	0	
No.9	1.5571	3.6728	0.106	0.3791	0.7103	2.7287	0.2113	0

ข. เรียงลำดับค่า $S(i,j)$ จากมากไปหาน้อย โดยตัวอย่างในการจัดเรียงแสดงในตารางผนวกที่ ๓4 ดังนี้

ตารางผนวกที่ ๓4 ตัวอย่างการจัดเรียงค่า Saving value

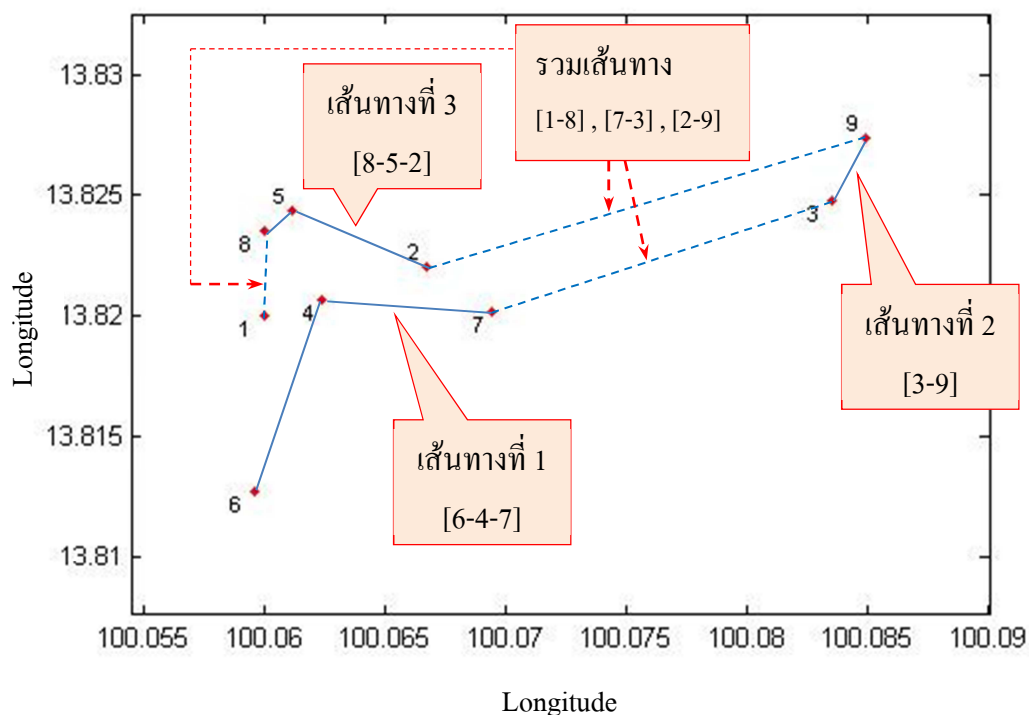
No.	S_{ij}	Saving value	Distance (km)	No.	S_{ij}	Saving value	Distance (km)
1	4-8	4.5977	0.4174	15	2-5	0.6031	0.6719
2	4-5	4.4534	0.4308	16	2-4	0.5424	0.5074
3	4-6	4.4423	0.9360	17	2-8	0.4047	0.7684
4	3-9	3.6728	0.3282	18	5-9	0.3791	2.6685
5	4-7	3.2608	0.7843	19	2-6	0.2803	1.3080
6	7-9	2.7287	1.9035	20	6-8	0.2521	1.2033
7	2-9	1.5571	2.1095	21	3-6	0.2158	2.9837
8	2-3	1.5521	1.8915	22	8-9	0.2113	2.8071
9	7-8	1.4614	1.1149	23	5-7	0.1834	1.0317
10	2-7	1.4561	0.3660	24	4-9	0.106	2.6168
11	6-7	0.9597	1.3730	25	3-5	0.0738	2.4896
12	6-9	0.7103	3.2592	26	5-6	0.0658	1.3010
13	5-8	0.6938	0.1544	27	3-8	0.0394	2.6205
14	3-7	0.607	1.6505	28	3-4	0.0043	2.3946

ค. จัดเรียงลำดับของเส้นทางตามค่าของ Saving Value

จัดเรียงลำดับเส้นทางรอบรถทุกโดยพิจารณาเรียงตามค่า Saving Value จากมากไปหาน้อยได้ผลเป็นลำดับของพื้นที่

ตารางผนวกที่ ๑๕ ผลรวมของระยะทางของลำดับเส้นทางที่ใช้วิธี Saving Method

No.	S(i,j)	Saving value	Sequent	Total Distance (km.)
เส้นที่ 1				
1	S(4,7)	3.2608	4-7	0.7843
2	S(4,6)	1.4186	4-6	0.9360
รวม				1.72
เส้นที่ 2				
3	S(3,9)	3.6728	3-9	0.3282
รวม				0.33
เส้นที่ 3				
4	S(5,8)	0.6938	5-8	0.1544
5	S(2,5)	0.6031	5-2	0.6719
รวม				0.83
การรวมเส้นทาง				
	d (1,8) + เส้นที่ 3		1-8-5-2	1.224
	เส้นที่ 3 + d (2,9)		8-5-2-9	2.939
	d (3,7) + เส้นที่ 1		3-7-4-6	3.371
รวมเส้นทาง	d (1,8)+เส้นที่ 3 + d (2,9)+เส้นที่ 2+ d (3,7) + เส้นที่ 1			7.029



ภาพผนวกที่ ๓ แสดงการจัดเส้นทางรับสินค้า OTOP ของรัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร

ง. ผลการคำนวณด้วยวิธี Saving Method

การจัดเรียงเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm จะต้องจัดการขนส่งสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐมโดยวิธีฮิวริสติกส์ ในพื้นที่เรียง ตามลำดับดังนี้ 1-8-5-2-9-3-7-4-6 ซึ่งการขนส่งจะมีจำนวน 1 รอบระยะทางรวมทั้งหมด 7.029 กิโลเมตร

1.2 วิธี Nearest Neighbor Heuristic

1.2.1 การสร้างตารางเมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของแหล่งสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม ที่มีพื้นที่ 3 กิโลเมตร โดยใช้วิธีการหาระยะทางแบบยูคลิดีียน

ตารางผนวกที่ ๑๖ เมตริกซ์ระยะทาง (Distance Matrix) ของพื้นที่ตัวอย่าง (km.) ที่ 3 กิโลเมตร

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
No.1	0	0.7786	2.6650	0.2712	0.4964	0.8097	1.0435	0.3945	2.8880
No.2	0.7786	0	1.8915	0.5074	0.6719	1.3080	0.3660	0.7684	2.1095
No.3	2.6650	1.8915	0	2.3946	2.4896	2.9837	1.6505	2.6205	0.3282
No.4	0.2712	0.5074	2.3946	0	0.4308	0.9360	0.7843	0.4174	2.6168
No.5	0.4964	0.6719	2.4896	0.4308	0	1.3010	1.0317	0.1544	2.6685
No.6	0.8097	1.3080	2.9837	0.9360	1.3010	0	1.3730	1.2033	3.2592
No.7	1.0435	0.3660	1.6505	0.7843	1.0317	1.3730	0	1.1149	1.9035
No.8	0.3945	0.7684	2.6205	0.4174	0.1544	1.2033	1.1149	0	2.8071
No.9	2.8880	2.1095	0.3282	2.6168	2.6685	3.2592	1.9035	2.8071	0

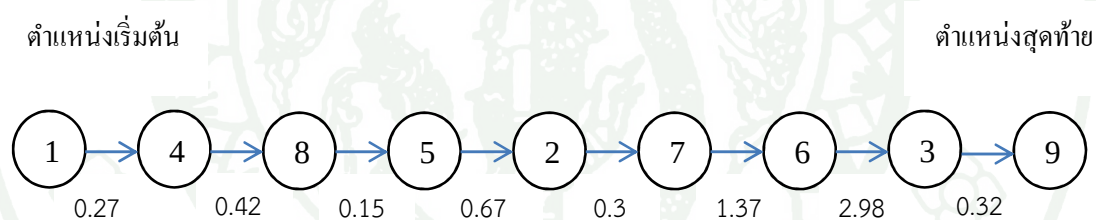
1.2.2 การจัดเส้นทางลำดับการเดินทางของยานพาหนะ โดยเริ่มต้นการเดินทาง ในรอบที่ 1

จากยานพาหนะตำแหน่งที่ 1 ไปยังแหล่งสินค้า OTOP ที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด รอบต่อมา ใช้แหล่งสินค้า OTOP ดังกล่าวเดินทางไปยังแหล่งสินค้า OTOP ที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดทำการพิจารณารอบต่อรอบ จนครบแหล่งสินค้า OTOP ทั้งหมด

ตารางผนวกที่ ๗ การจัดลำดับเส้นทาง

รอบที่	คู่ลำดับเส้นทาง	ระยะทาง (กม.)
1	1 – 4	0.2712
2	4 – 8	0.4174
3	8 – 5	0.1544
4	5 – 2	0.6719
5	2 – 7	0.3660
6	7 – 6	1.3730
7	6 – 3	2.9837
8	3 – 9	0.3282
รวม		6.56

1.2.3 สรุปเส้นทางการรับสินค้า OTOP ที่รัศมีพื้นที่ 3 กิโลเมตร



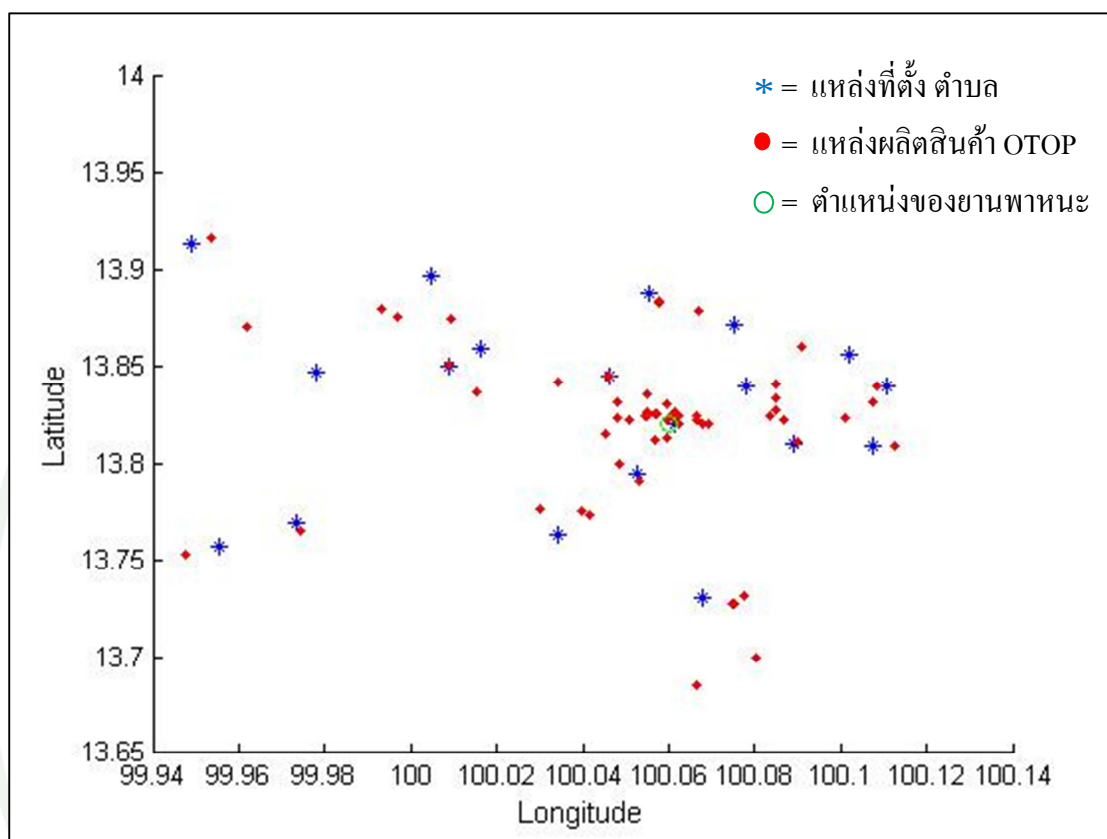
ภาพผนวกที่ ๓ การจัดลำดับการเดินทางขนส่งสินค้า OTOP



ภาคผนวก ข

ภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งสินค้า OTOP ด้วยซอฟต์แวร์ MATLAB

จากผลจากการใช้ซอฟต์แวร์ MATLAB การค้นหาแหล่ง OTOP ซึ่งซอฟต์แวร์จะทำการแสดงตำแหน่งของยานพาหนะส่วนบุคคล ตำแหน่งที่ตั้งของตำบลต่างๆใน อ.เมือง จังหวัดนครปฐม และแหล่งผลิตสินค้า OTOP ใน อ.เมือง จังหวัดนครปฐม แสดงไว้ดังนี้



ภาพผนวกที่ ข1 แสดงผลจากการพล็อตของตำแหน่งที่ตั้งแหล่งสินค้า OTOP



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย สำหรับทดสอบความสนใจของประชากร จ.นครปฐม



แบบสอบถามเพื่อการวิจัย สำหรับทดสอบความสนใจของประชากร จ.นครปฐม

**เรื่อง “การศึกษาความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP
โดยยานพาหนะส่วนบุคคลเบื้องต้นในจังหวัดนครปฐม”**

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมกรรมการอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้น เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP โดยยานพาหนะส่วนบุคคลเบื้องต้นในจังหวัดนครปฐม

โดยในปัจจุบันมีการผลิตสินค้าเป็นจำนวนมากจากผู้ประกอบการหลายๆแห่ง ซึ่งมีประมาณการผลิตที่ต่างต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับขนาดประเภทโรงงานเอง โดยเฉพาะผู้ประกอบการรายย่อย จุดจำหน่ายจำกัดเพียงแคตลาดใกล้เคียงเท่านั้น หรือผู้ประกอบการรายใหญ่ สามารถขนส่งสินค้าไปตลาดต่างๆได้ รูปแบบของการกระจายสินค้าส่วนใหญ่จะใช้การขนส่งโดยทางบก ในรูปแบบการจัดจ้างยานพาหนะประเภทบรรทุกเพื่อขนส่งสินค้าให้การกระจายสินค้าไปตามลูกค้าหรือร้านค้าต่างๆเพื่อเป็นการจัดการระบบโลจิสติกส์ของการกระจายสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐมให้มีประสิทธิภาพที่สุด งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแนวคิดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลสำหรับการกระจายสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐม

โดยการเสนอวิธีการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล (ประเภท City car) เป็นทางเลือก ทางเลือกหนึ่งเพื่อเพิ่มตลาดและโอกาสของการกระจายสินค้า OTOP ซึ่งเป็นลักษณะการขายตรงจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภครายย่อย โดยผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการการกระจายสินค้า OTOP ในรูปแบบของการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล ของผู้ที่เดินทางไปมาในเส้นทางระหว่างแหล่งผลิตสินค้า OTOP กับแหล่งความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับผู้ขับขี่ยานพาหนะส่วนบุคคลรวมทั้งเป็นการใช้ประโยชน์จากยานพาหนะส่วนบุคคลสูงสุด

โดยแบบสอบถามฉบับนี้จะสอบถามข้อมูลทั่วไปของประชาชนเพื่อหาความเป็นไปได้ที่จะใช้แนวทางนี้ไปจัดการกระจายสินค้า OTOP ในจังหวัดนครปฐมต่อไปเพื่อความสมบูรณ์ในงานวิจัย ขอความกรุณาผู้ตอบแบบสอบถามตอบให้ครบถ้วนทุกข้อและเป็นความจริง ข้อมูลที่ได้จะปกปิดเป็นความลับ และไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงในความร่วมมือของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ○ หน้าคำตอบที่ตรงกับข้อมูลจริงเพียง 1 ข้อ ถ้าไม่มีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น และหากท่านเลือกคำตอบที่ระบุว่า อื่นๆ กรุณาระบุรายละเอียดเพิ่มเติมในช่องว่าง

1. สถานที่สำรวจ ณ.....

2. เพศ:

☐ ชาย

☐ หญิง

3. อายุ:

☐ ต่ำกว่า 20 ปี

☐ 21-30 ปี

☐ 31-50 ปี

☐ 51-60 ปี

☐ 61 ปี ขึ้นไป

4. อาชีพ:

☐ นักเรียน นักศึกษา

☐ เกษตรกร

☐ รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ

☐ รับจ้างทั่วไป

☐ ค้าขาย

☐ พนักงานเอกชน

☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....

5. รายได้:

☐ น้อยกว่า 5,000 บาท

☐ 5,000-10,000 บาท

☐ 10,000-30,000 บาท

☐ 30,000-50,000 บาท

☐ มากกว่า 50,000 บาท

6. ปัจจุบันท่านได้อาศัยอยู่ในจังหวัดนครปฐม หรือไม่

[] ใช่ (ถ้าใช่ โปรดระบุอำเภอ.....)

☐ เมืองนครปฐม

☐ กำแพงแสน

☐ นครชัยศรี

☐ ดอนตูม

☐ บางเลน

☐ สามพราน

☐ พุทธมณฑล

[] ไม่ใช่ (ถ้าไม่ใช่ โปรดระบุ....)

☐ กรุงเทพฯ

☐ จังหวัดอื่นๆ(โปรดระบุ).....

7. ปัจจุบัน สถานที่ทำงานของท่านอยู่ในจังหวัดนครปฐม หรือไม่

[] ใช่ (ถ้าใช่ โปรดระบุอำเภอ....)

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| ☐ เมืองนครปฐม | ☐ กำแพงแสน |
| ☐ นครชัยศรี | ☐ ดอนตูม |
| ☐ บางเลน | ☐ สามพราน |
| ☐ พุทธมณฑล | |

[] ไม่ใช่ (ถ้าไม่ใช่ โปรดระบุ....)

- | | |
|--------------------------------|---|
| ☐ กรุงเทพฯ | ☐ จังหวัดอื่นๆ(โปรดระบุ)..... |
|--------------------------------|---|

8. สาเหตุที่ท่านเดินทางมาจังหวัดนครปฐม มาทำอะไร

- ☐ มาทำงาน
- ☐ มาเที่ยว
- ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

9. ยานพาหนะ: ท่านใช้ยานพาหนะอะไรเดินทางเป็นประจำ

- | | |
|---|--|
| ☐ มอเตอร์ไซด์ | ☐ รถตู้ |
| ☐ รถกระบะ | ☐ รถยนต์ 4 ที่นั่ง |
| ☐ รถบรรทุก 6 ล้อ | ☐ รถบริการขนส่งสาธารณะ |
| ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)..... | |

10. ถ้ามีแนวคิด การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลของท่านเป็นทางเลือก ทางเลือกหนึ่งให้ท่านขนส่งสินค้าไปจำหน่ายท่านจะสนใจที่จะรับสินค้า OTOPจากผู้ผลิตสินค้าไปส่งวางขายยังร้านค้าแถวๆบ้านของท่าน หรือไม่

- ☐ สนใจ เพราะ
- ☐ ไม่สนใจ เพราะ

11. แนวคิดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลของท่านนี้ จะเป็นทางเลือก ทางเลือกหนึ่งให้ท่านขนส่งสินค้าไปจำหน่าย เพื่อเพิ่มตลาดและการเพิ่มรายได้ให้กับผู้จับจ่ายพาหนะส่วนบุคคลรวมทั้งเป็นการใช้ประโยชน์จากยานพาหนะส่วนบุคคลสูงสุด ถ้าเกิดขึ้นได้จริงๆ ท่านคิดว่าช่องทางใดที่สะดวกที่สุดในการหาข้อมูลของสินค้า OTOP เพื่อให้ท่านเอาสินค้าไปส่งยังร้านค้า

- ☐ จัดทำเว็บไซต์แหล่งสินค้า OTOP ที่สามารถรับสินค้าได้
- ☐ จัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่งสินค้าที่พร้อมจะให้ข้อมูลสินค้า
- ☐ จัดทำเครื่องมือและ ระบบ online ในโทรศัพท์มือถือ
- ☐ กระจายข้อมูลทางโทรศัพท์มือถือ
- ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

12. ถ้าท่านสนใจ แนวคิด การที่จะรับสินค้า OTOPจากผู้ผลิตสินค้าไปส่งวางขายยังร้านค้าแถวๆบ้านของท่าน ของสินค้าประเภทอาหาร ท่านสนใจสินค้าอาหารประเภทใด

- ☐ ขนม
- ☐ สินค้าแปรรูปจากเนื้อสัตว์
- ☐ สินค้าแปรรูปจากเกษตร(ผัก,ผลไม้)
- ☐ เครื่องดื่ม/น้ำผลไม้
- ☐ อื่นๆ.....

นายพีระพงษ์ จันท์ชุกกลิ่น

นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ตารางผนวกที่ ฅ1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม

(n=76)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	46	60.5
หญิง	30	39.5
รวม	76	100.0
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	3	3.9
21-30 ปี	24	31.6
31-50 ปี	30	39.5
51-60ปี	16	21.1
61ปี ขึ้นไป	3	3.9
รวม	76	100.0
3. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	17	22.4
เกษตรกร	14	18.4
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	7	9.2
รับจ้างทั่วไป	8	10.5
ค้าขาย	20	26.3
พนักงานเอกชน	10	13.2
รวม	76	100.0
4. รายได้		
น้อยกว่า 5,000 บาท	8	10.5
5,001-10,000 บาท	34	44.7
10,001-30,000 บาท	27	35.5
30,001-50,000 บาท	4	5.3
มากกว่า 50,000	3	3.9
รวม	76	100.0

ตารางผนวกที่ ฅ1 (ต่อ)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
5. ภูมิลำเนา		
ภูมิลำเนาในจังหวัดนครปฐม	57	75.0
ภูมิลำเนาจังหวัดอื่นๆ	19	25.0
รวม	76	100.0
6. สถานที่ทำงาน		
สถานที่ทำงานอยู่ในจังหวัดนครปฐม	65	85.5
สถานที่ทำงานอยู่ในจังหวัดอื่นๆ	11	14.5
รวม	76	100.0
7. ยานพาหนะที่ใช้เดินทางเป็นประจำ		
มอเตอร์ไซด์	21	27.6
รถตู้	-	-
รถกระบะ	24	31.6
รถยนต์ 4 ที่นั่ง	28	36.8
รถบรรทุก 6 ล้อ	-	-
รถโดยสารสาธารณะ	3	3.9
รวม	76	100.0

ตารางผนวกที่ ๗2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มที่มีความสนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล
เป็นในการรับสินค้า OTOP

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
8. ผู้ที่สนใจในโครงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล เป็นทางเลือก ทางเลือกหนึ่งในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย จากผู้ผลิตสินค้า ไปส่งวางขายยังร้านค้าต่างๆ		
สนใจ	31	40.8
ไม่สนใจ	45	59.2
รวม	76	100.0
9. ช่องทางการติดต่อรับข่าวสาร จัดทำเว็บไซต์แหล่งสินค้า OTOP ที่ สามารถรับสินค้าได้	27	35.5
จัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่ง สินค้า OTOP ที่พร้อมจะให้ข้อมูลสินค้า	36	47.4
จัดทำอุปกรณ์และระบบ online บน โทรศัพท์มือถือ	4	5.3
กระจายข้อมูลทางโทรศัพท์มือถือ	9	11.8
รวม	76	100.0
9. ประเภทสินค้า		
ขนม	29	38.2
สินค้าแปรรูปจากเนื้อสัตว์	24	31.6
สินค้าแปรรูปจากเกษตร(ผัก,ผลไม้)	11	14.5
เครื่องดื่ม/น้ำผลไม้	12	15.8
รวม	76	100.0

ตารางผนวกที่ ๓ จำนวนความสนใจของตัวแปรต่างๆในแนวคิดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล
เป็นทางเลือกในการรับสินค้า OTOP ขนส่งสินค้าไปจำหน่าย

(n=76)

ตัวแปร	ความสนใจ		รวม
	สนใจ	ไม่สนใจ	
1. เพศ			
ชาย	13 (41.9)	33 (73.3)	46 (60.5)
หญิง	18 (58.1)	12 (26.7)	30 (39.5)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)
2. อายุ			
น้อยกว่า 20 ปี	2 (6.5)	1 (2.2)	3 (3.9)
21-30 ปี	9 (29.0)	15 (33.3)	24 (31.6)
31-40 ปี	12 (38.7)	18 (40.0)	30 (39.5)
41-60 ปี	6 (19.4)	10 (22.2)	16 (21.1)
มากกว่า 61 ปี	2 (6.5)	1 (2.2)	3 (3.9)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)
3. อาชีพ			
นักเรียน	8 (25.8)	9 (20.0)	17 (22.4)
เกษตรกร	8 (25.8)	6 (13.3)	14 (18.4)
รับราชการ	4 (12.9)	3 (6.7)	7 (9.2)
รับจ้างทั่วไป	0	8 (17.8)	8 (10.5)
ค้าขาย	11 (35.5)	9 (20.0)	20 (26.3)
พนักงานเอกชน	0	10 (22.2)	10 (13.2)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)

ตารางผนวกที่ ๓ (ต่อ)

ตัวแปร	ความสนใจ		รวม
	สนใจ	ไม่สนใจ	
4. รายได้			
น้อยกว่า 5,000 บาท	3 (9.7)	5 (11.1)	8 (10.5)
5,001-10,000 บาท	15 (48.4)	19 (42.2)	34 (44.7)
10,001-30,000 บาท	11 (35.5)	16 (35.6)	27 (35.5)
30,001-50,000 บาท	2 (6.5)	2 (4.4)	4 (5.3)
มากกว่า 50,000 บาท	0	3 (6.7)	3 (3.9)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)
5. ภูมิฐานะของกลุ่มตัวอย่าง			
ภูมิฐานะในจังหวัดนครปฐม	23 (74.2)	34 (75.6)	57 (75.0)
ภูมิฐานะจังหวัดอื่นๆ	8 (25.8)	11 (24.4)	19 (25.0)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)
6. สถานที่ทำงาน			
สถานที่ทำงานในจังหวัดนครปฐม	27 (87.1)	38 (84.4)	65 (85.5)
สถานที่ทำงานจังหวัดอื่นๆ	4 (12.9)	7 (15.6)	11 (14.5)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)
7. ยานพาหนะ			
จักรยานยนต์	9 (29.0)	12 (26.7)	21 (27.6)
รถกระบะ	14 (45.2)	10 (22.2)	24 (31.6)
รถยนต์ 4 ที่นั่ง	8 (25.8)	20 (44.4)	28 (36.8)
รถโดยสารสาธารณะ	0	3 (6.7)	3 (3.9)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)

ตารางผนวกที่ ๓ (ต่อ)

ตัวแปร	ความสนใจ		รวม
	สนใจ	ไม่สนใจ	
8. ช่องทางการติดต่อรับข่าวสาร			
จัดทำเว็บไซต์แหล่งสินค้า OTOP ที่สามารถรับสินค้าได้	13 (41.9)	14 (31.1)	27 (35.5)
จัดตั้งหน่วยงานประสานงานหาแหล่งสินค้า OTOP	14 (45.2)	22 (48.9)	36 (47.4)
จัดทำอุปกรณ์และระบบ online บนโทรศัพท์มือถือ	0	4 (8.9)	4 (5.3)
กระจายข้อมูลทางโทรศัพท์มือถือ	4 (12.9)	5 (11.1)	9 (11.8)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)
9. ประเภทสินค้า			
ขนม	15 (48.4)	14 (31.1)	29 (38.2)
สินค้าแปรรูปจากเนื้อสัตว์	2 (6.5)	22 (48.9)	24 (31.6)
สินค้าแปรรูปจากเกษตร(ผัก,ผลไม้)	7 (22.6)	4 (8.9)	11 (14.5)
เครื่องดื่ม/น้ำผลไม้	7 (22.6)	5 (11.1)	12 (15.8)
รวม	31 (100)	45 (100)	76 (100)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่าร้อยละ

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นายพีระพงษ์ จันท์ชูกลิ่น
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นิสิตปริญญาโท
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ	Optimization และ โลจิสติกส์ (Logistic)
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการวิจัยที่ได้รับ	ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์