



The Conference of Industrial Engineering Network (IE NETWORK 2021)

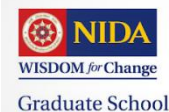
การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 39 ประจำปี 2564

5-7 พฤษภาคม 2564

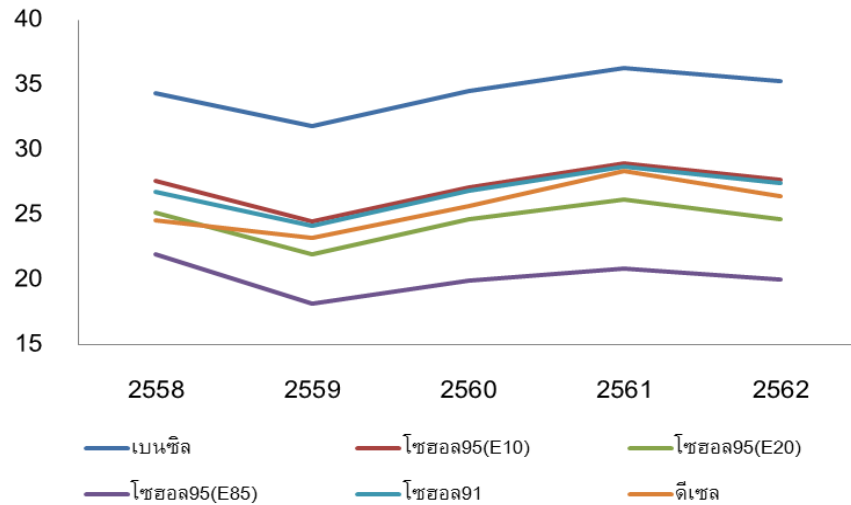
การวางแผนและปรับปรุงการเดินทาง ของพนักงานขายแบบหลายเส้นทาง ภายใต้เวลาทำงานที่จำกัด

กรณีศึกษาบริษัทแห่งหนึ่งในจังหวัดกาญจนบุรี

อมรรัตน์ อุดมเจริญศิลป์ และ สราวุธ จันทร์สุวรรณ
สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์(NIDA)



ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยในแต่ละปี (บาท/ลิตร)



ความต้องการใช้น้ำมันโดยเฉลี่ยในแต่ละปี (ล้านลิตร/วัน)

ปี	2558	2559	2560	2561	2562
ความต้องการใช้(ล้านลิตร/วัน)	142.7	145.9	150.3	154.9	158

สาขาประจำจังหวัดของบริษัทจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม ได้แก่ เบียร์ น้ำดื่ม โซดา ขนมขบเคี้ยวและข้าวสาร



พนักงานขายจำเป็นต้องเข้าพบลูกค้าให้ครบทุกราย
ปรับปรุงการเดินทางให้มีประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้
เงื่อนไขที่บริษัทกำหนด

ปัญหาที่พบ

- ▶ จัดเส้นทางโดยใช้ประสบการณ์ของพนักงานขายเป็นหลัก
- ▶ ระยะทางสะสมในการเดินทางมีค่าสูง
- ▶ บางเส้นทางใช้เวลาในการเข้าพบลูกค้าเกินเวลาทำงานที่กำหนด
- ▶ บางเส้นทางใช้เวลาในการเข้าพบลูกค้าน้อยกว่าเวลาที่กำหนดอย่างมาก



กรณีศึกษา

บริษัทจำหน่ายเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์
แห่งหนึ่งสาขากาญจนบุรี



บริษัทจำหน่ายเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์
แห่งหนึ่งสาขากาญจนบุรี

- ▶ พนักงานต้องเดินทางเข้าพบลูกค้าให้ครบจำนวน 197 ราย
- ▶ พนักงานในการดำเนินงาน 1 คน รด 1 คัน
- ▶ เวลาทำงานในแต่ละวันตั้งแต่ 8.00 -16.00 น. รวม 8 ชั่วโมง
- ▶ เวลาเข้าพบลูกค้าแต่ละราย 15 นาที
- ▶ ความเร็วรถจำกัดไม่เกิน 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ▶ จำนวนวันในการเดินทางเข้าพบลูกค้าครบทุกรายไม่เกิน 12 วัน
- ▶ เดินทางได้วันละ 1 เส้นทางเท่านั้น
- ▶ การเดินทางในแต่ละวันต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดที่บริษัทเท่านั้น
- ▶ ไม่อนุญาตให้การเดินทางเกินเวลา 16.00 น.



วัตถุประสงค์การศึกษา



เพื่อศึกษาการจัดเส้นทางในการเข้าพบลูกค้าภายใต้เงื่อนไขที่บริษัทกำหนด

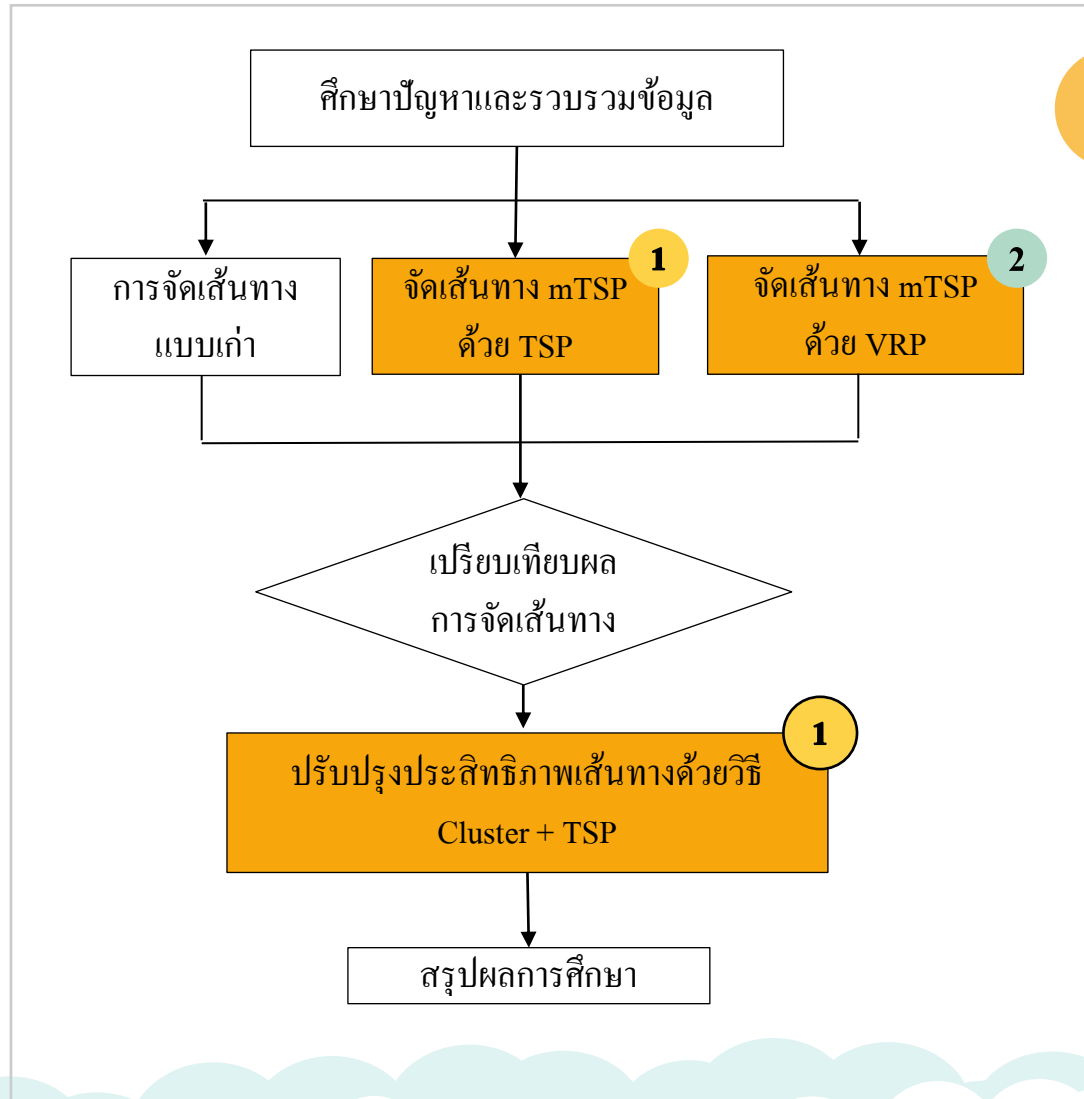


เพื่อศึกษาการแบ่งกลุ่มลูกค้าในแต่ละเส้นทางเพื่อการเดินทางที่เหมาะสม



เพื่อศึกษาค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าพบลูกค้า





M-TSP

Multiple Traveling Salesman Problem

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายแบบหลายเส้นทาง

1

TSP

Traveling Salesman Problem : TSP
ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

K-Means Cluster Analysis ด้วย Rapid Miner
จัดเส้นทาง TSP ด้วย Microsoft Excel

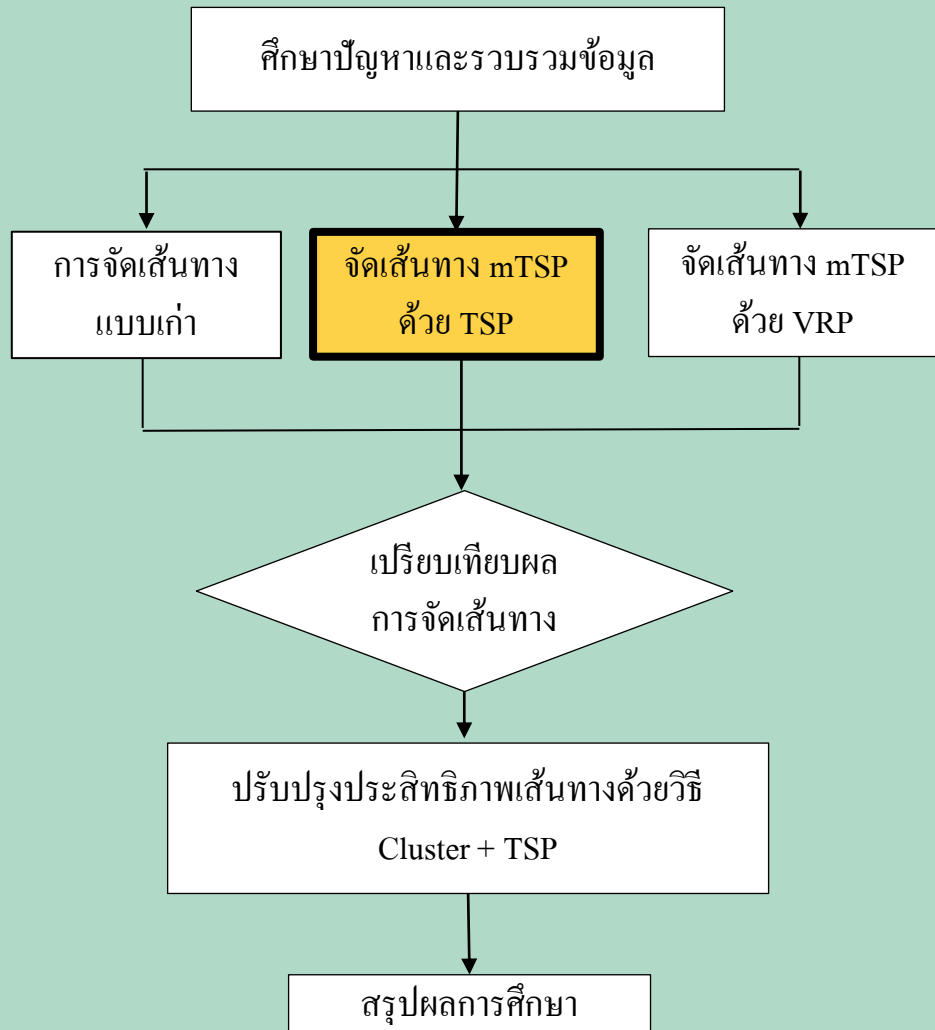
2

VRP

Vehicle Routing Problem: VRP
ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับยานพาหนะ

VRP Spreadsheet Solver

การจัดเส้นทาง mTSP ด้วยวิธี TSP



1

แบ่งกลุ่มลูกค้า ด้วยวิธี K-Means Cluster Analysis

▶ ตามจำนวนค่า K (จำนวนเส้นทาง) ที่กำหนด

2

จัดลำดับการเดินทางในแต่ละกลุ่มด้วยวิธี TSP ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

▶ ระยะทางในแต่ละเส้นทาง(ต่อวัน) ไม่เกิน 640 กิโลเมตร (80 กม./ชม.) × (8 ชั่วโมง)

▶ เวลาเข้าพบลูกค้าแต่ละราย ไม่เกิน 15 นาที (15 X 80) ÷ 60 กิโลเมตร = 20 กิโลเมตร

▶ เส้นทางที่วิ่งในแต่ละวันหลังรวมเวลาเข้าพบแล้วต้องไม่เกิน 640 กิโลเมตร

▶ จำนวนเส้นทางไม่เกิน 12 เส้นทาง



การจัดเส้นทาง mTSP ด้วยวิธี TSP

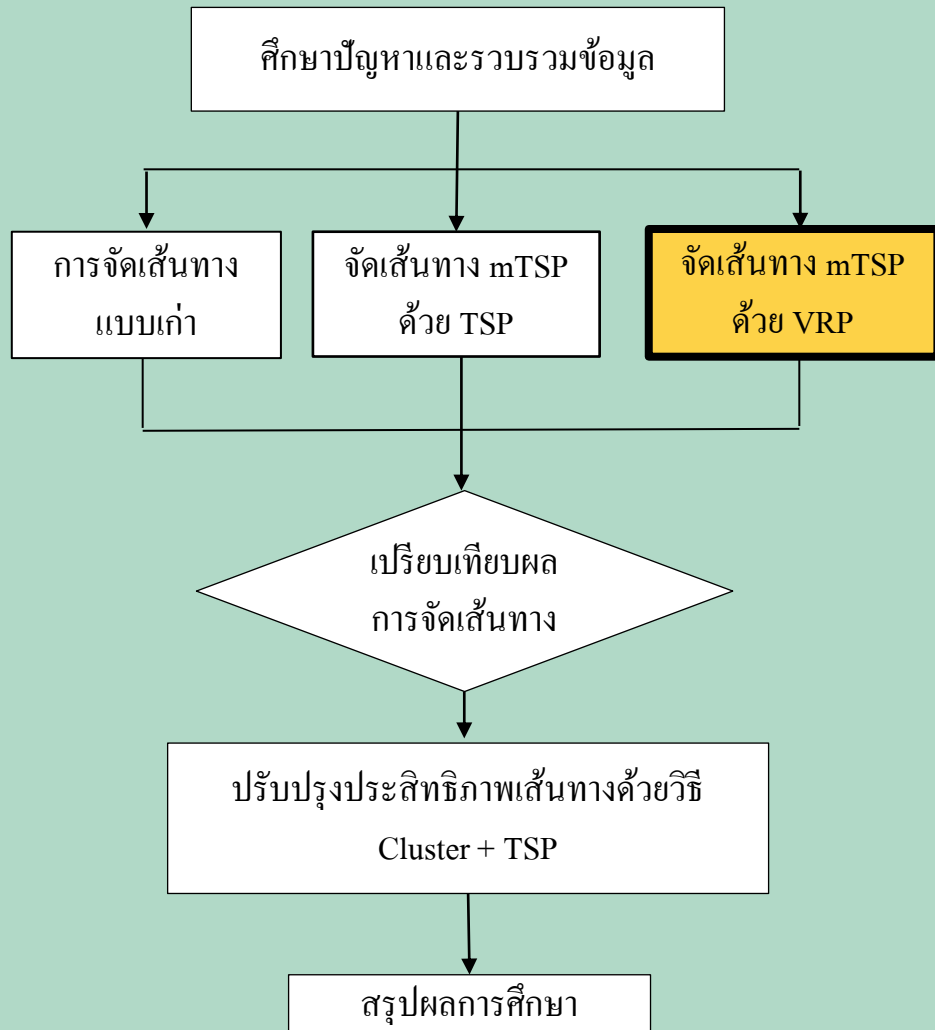
K	5		6		7		8		9		10		11		12	
	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง
Route 1	57	3	66	8	67	7	24	2	52	5	49	3	19	1	60	7
Route 2	32	2	22	2	6	1	57	3	11	1	11	1	9	1	8	1
Route 3	68	7	19	2	16	1	7	1	49	3	9	1	4	1	11	1
Route 4	22	2	57	3	26	2	63	6	7	1	7	1	48	1	3	1
Route 5	18	1	7	1	20	2	15	1	11	1	25	2	7	1	8	1
Route 6			26	2	7	1	14	1	23	2	6	1	8	1	38	1
Route 7					55	4	7	1	10	1	53	5	6	1	8	1
Route 8							10	1	26	2	23	2	53	5	18	1
Route 9									8	1	4	1	24	2	9	1
Route 10											10	1	11	1	21	1
Route 11													8	1	4	1
Route 12															9	1
รวม	197	15	197	18	197	18	197	16	197	17	197	18	197	16	197	18

การจัดเส้นทาง mTSP ด้วยวิธี TSP

ดังนั้น การจัดเส้นทางด้วยวิธีนี้จึงไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด

K	5		6		7		8		9		10		11		12	
	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	จำนวน เส้นทาง
Route 1	57	3	66	8	67	7	24	2	52	5	49	3	19	1	60	7
Route 2	32	2	22	2	6	1	57	3	11	1	11	1	9	1	8	1
Route 3	68	7	19	2	16	1	7	1	49	3	9	1	4	1	11	1
Route 4	22	2	57	3	26	2	63	6	7	1	7	1	48	1	3	1
Route 5	18	1	7	1	20	2	15	1	11	1	25	2	7	1	8	1
Route 6			26	2	7	1	14	1	23	2	6	1	8	1	38	1
Route 7					55	4	7	1	10	1	53	5	6	1	8	1
Route 8							10	1	26	2	23	2	53	5	18	1
Route 9									8	1	4	1	24	2	9	1
Route 10											10	1	11	1	21	1
Route 11													8	1	4	1
Route 12															9	1
รวม	197	15	197	18	197	18	197	16	197	17	197	18	197	16	197	18

การจัดเส้นทาง mTSP ด้วยวิธี VRP



กำหนดค่า R (จำนวนวันทำงานหรือจำนวนเส้นทางที่ต้องการ) ในการศึกษากำหนด R = 10-15

R	10	11	12
จำนวนวัน	10	11	12
ระยะทางรวม(km.)	1,960.76	2,060.39	2,172.97
ล่องเวลา(นาทื)	334	54	-
เวลาว่าง(นาทื)	-	-	363
R	13	14	15
จำนวนวัน	12	12	13
ระยะทางรวม(km.)	2,213.58	2,257.74	2,134.17
ล่องเวลา(นาทื)	-	-	-
เวลาว่าง(นาทื)	285	260	843

ชุดคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขคือ ชุดคำตอบที่ R = 12,13 และ 14

ศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล

การจัดเส้นทาง
แบบเก่าจัดเส้นทาง mTSP
ด้วย TSPจัดเส้นทาง mTSP
ด้วย VRPเปรียบเทียบผล
การจัดเส้นทางปรับปรุงประสิทธิภาพเส้นทางด้วยวิธี
Cluster + TSP

สรุปผลการศึกษา

เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทาง

เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางจากค่าใช้จ่าย ดังต่อไปนี้

- ▶ ค่าจ้างพนักงาน เดือนละ 19,000 บาท จำนวนวันทำงาน 24 วัน/เดือน

ดังนั้น ค่าจ้างพนักงานเท่ากับวันละ 791.67 บาท

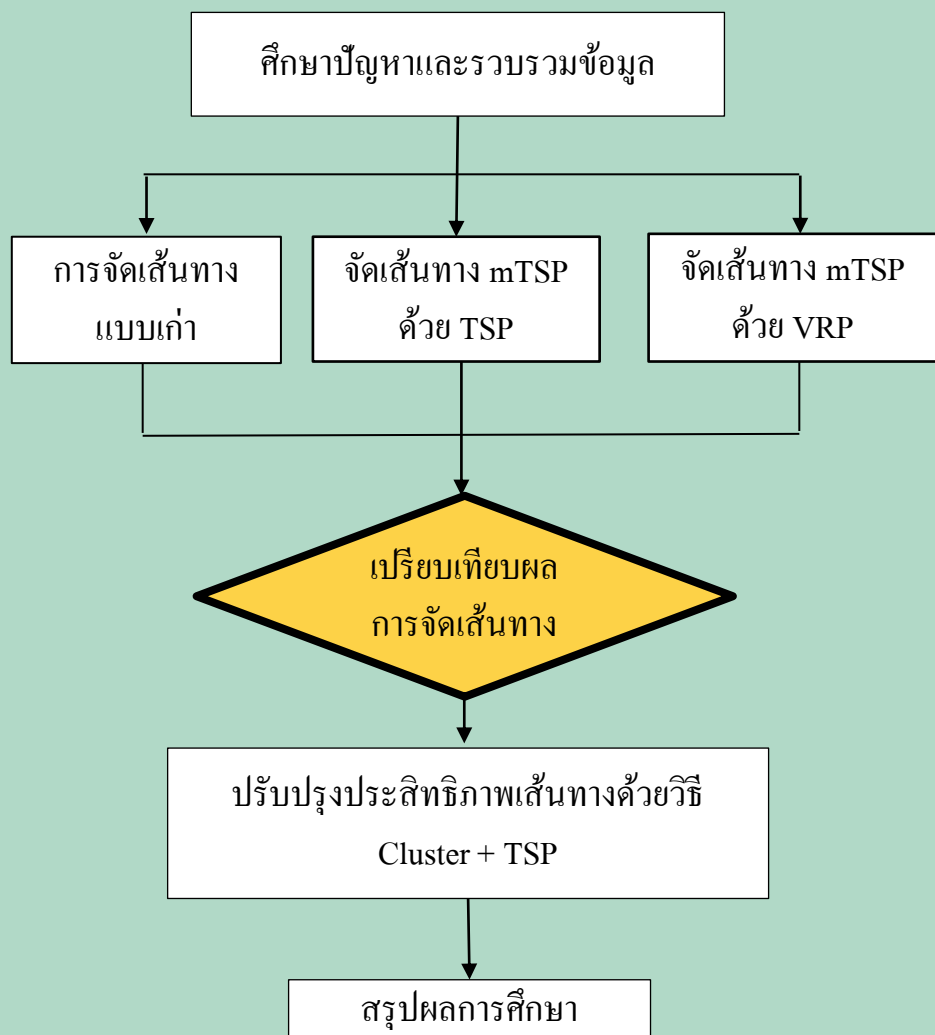
- ▶ ค่าเชื้อเพลิง ราคาจากการสำรวจ 19.64 บาท/ลิตร อัตราสิ้นเปลือง 22 กิโลเมตร/ลิตร

ดังนั้น ค่าเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร = $19.64 \div 22 = 0.89$ บาท

- ▶ ค่าล่วงเวลา ใช้กับการจัดเส้นทางแบบเก่า คำนวณได้จาก

(ค่าจ้างพนักงาน/ชั่วโมง/วัน $\times 1.5$) $\times$ จำนวนชั่วโมงที่ทำงานล่วงเวลา

เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทาง



เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของชุดคำตอบที่เป็นไปได้จากการจัดเส้นทาง mTSP ด้วย VRP

R	12	13	14
ค่าจ้างพนักงาน.	9,500	9,500	9,500
ค่าน้ำมัน (บาท)	1,939.87	1976.12	2,015.55
ค่าล่วงเวลา (บาท)	-	-	-
ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)	11,439.87	11,476.12	11,515.55
เวลาว่างงาน (นาที)	363	285	260

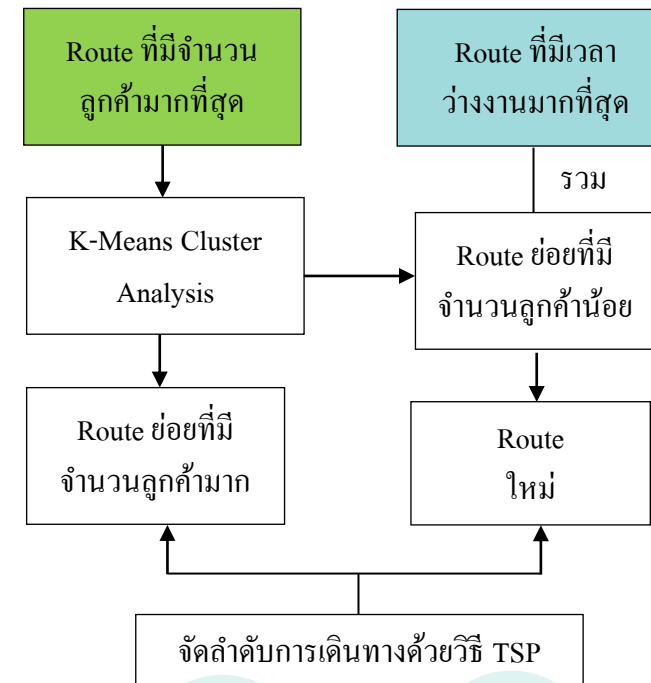
ศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล

การจัดเส้นทาง
แบบเก่าจัดเส้นทาง mTSP
ด้วย TSPจัดเส้นทาง mTSP
ด้วย VRPเปรียบเทียบผล
การจัดเส้นทางปรับปรุงประสิทธิภาพเส้นทางด้วยวิธี
Cluster + TSP

สรุปผลการศึกษา

ปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเส้นทาง

ปรับปรุงแต่ละเส้นทางในชุดคำตอบ R= 12 , 13 และ 14
โดยมีขั้นตอนการปรับปรุงดังนี้



ตัวอย่าง

R	12			
จำนวน เส้นทาง	จำนวน ลูกค้า	ระยะทาง	เวลา สิ้นสุด งาน	เวลาที่ เหลือ
route1	25	51.04	15.49	11
route2	12	29.85	11.49	251
route3	22	83.2	15.36	24
route4	22	95.11	15.44	16
route5	13	245.98	15.56	4
route6	10	314.82	15.59	1
route7	16	228.33	15.58	2
route8	14	249.83	15.49	11
route9	18	177.61	15.47	13
route10	16	204.1	15.46	14
route11	18	191.82	15.56	4
route12	11	301.28	15.48	12
route13				
route14				
	197	2,172.97		363

ปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเส้นทาง

ผลของการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง

R	ก่อนปรับปรุง		
	12	13	14
จำนวนวัน	12	12	12
ระยะทางรวม (km.)	2,172.97	2,213.58	2,257.74
ค่าจ้างพนักงาน (บาท)	9,500	9,500	9,500
ค่าเชื้อเพลิง (บาท)	1,939.87	1,976.12	2,015.55
ค่าล่วงเวลา (บาท)	-	-	-
รวมค่าใช้จ่าย (บาท)	11,439.87	11,476.12	11,515.55
เวลาว่างงาน (นาทึ)	363	283	260
ค่าใช้จ่ายในช่วงเวลาว่างงาน (บาท)	598.95	466.95	429

R	หลังปรับปรุง		
	12	13	14
จำนวนวัน	12	12	12
ระยะทางรวม (km.)	2,238.02	2,270.43	2,290.27
ค่าจ้างพนักงาน (บาท)	9,500	9,500	9,500
ค่าเชื้อเพลิง (บาท)	1,997.94	2,026.87	2,044.59
ค่าล่วงเวลา (บาท)	-	-	148.43
รวมค่าใช้จ่าย (บาท)	11,497.94	11,526.87	11,693.02
เวลาว่างงาน (นาทึ)	205	214	123
ค่าใช้จ่ายในช่วงเวลาว่างงาน (บาท)	338.25	353.1	202.95

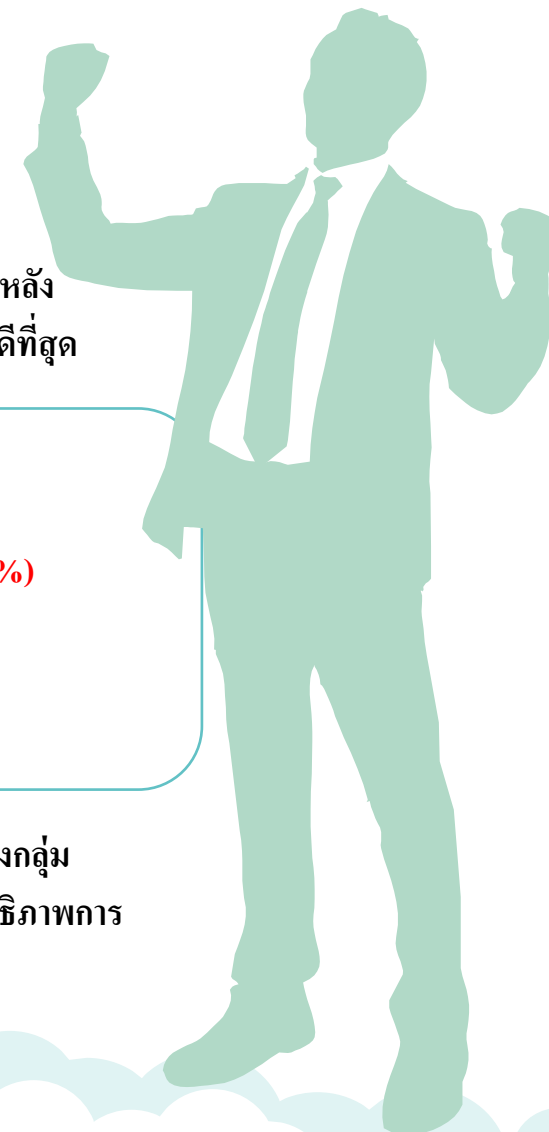
สรุปผล

	แบบเดิม	แบบใหม่ VRP (R=12) หลังปรับปรุง	เพิ่มขึ้น/ลดลง
จำนวนวันที่ใช้	12	12	
ระยะทางรวม(km.)	2,361.53	2,238.02	-123.51
ค่าจ้างพนักงาน(บาท)	9,500	9,500	
ค่าเชื้อเพลิง(บาท)	2,108.20	1,997.94	-110.26
ค่าล่วงเวลา(บาท)	593.75	-	
รวมค่าใช้จ่าย(บาท)	12,201.95	11,497.94	-704.01
ช่วงเวลาดำเนินงาน (นาที)	456	205	-251

การจัดเส้นทาง mTSP ด้วยวิธี VRP โดยกำหนดค่า R = 12 หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพลดเวลาว่างงาน เป็นชุดคำตอบที่ดีที่สุด

- ① สามารถลด ระยะทางได้ **123.51 กม. (5.23%)**
- ② สามารถลด ค่าใช้จ่ายรวมได้ **704.01 บาท (5.77%)**
- ④ สามารถลด ช่วงเวลาดำเนินงานได้ **251 นาที หรือ 4 ชั่วโมง 11 นาที (55.04%)**

แม้ว่าการจัดเส้นทางการเดินทาง mTSP ด้วยวิธี TSP แบ่งกลุ่มลูกค้าด้วย K-Mean Analysis สามารถใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางโดยลดเวลาว่างงานได้





Thank You