

การศึกษาเพื่อจัดตั้งศูนย์ไปรษณีย์เชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ กรณีศึกษา การขนส่งไปรษณีย์ภัณฑ์ของบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด

กิตติคุณ คำชาย^{1*}, สราวุธ จันทร์สุวรรณ²

^{1*} สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (NIDA)

โทร 089-6354152 E-mail khakhai251@gmail.com

² คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (NIDA)

โทร 02-7273033 โทรสาร 02-37474061 E-mail sarawutj@gmail.com

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ

บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด (ปณท) เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ มีภารกิจหลักให้บริการจัดส่งไปรษณีย์ภัณฑ์ ปัจจุบันการดำเนินธุรกิจมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่สูง การศึกษานี้จึงพิจารณาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Multimodal Transport Model) เพื่อขนส่งไปรษณีย์ภัณฑ์ผ่านการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เพื่อช่วยลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง และความสามารถในการแข่งขันได้

ระเบียบวิธีวิจัย ทฤษฎีพื้นฐานและขอบเขตงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบโดยเลือกศึกษาศูนย์ไปรษณีย์ลำพูน (Hub) เพื่อขนส่งไปรษณีย์ภัณฑ์ และกระจายให้กับที่ทำการไปรษณีย์ลูกข่าย (Spoke) คือที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่และที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในปัจจุบันไปรษณีย์ไทยให้บริการไปรษณีย์ 4 ประเภทได้แก่ บริการ EMS ลงทะเบียน พัสดุ ไปรษณีย์ และธรรมดา จึงสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาต้นทุนที่เหมาะสม ซึ่งพิจารณาทั้งต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) และต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทุกรูปแบบที่เป็นไปได้ โดยพิจารณาข้อจำกัด (Constraints) ประกอบด้วย ปริมาณงานของทุกบริการไปรษณีย์ที่ต้องขนส่ง เงื่อนไขเวลาในการจัดส่ง ข้อจำกัดด้านความสามารถในการรองรับไปรษณีย์ภัณฑ์ (Capacity) และวิเคราะห์ทั้งการใช้ศูนย์ไปรษณีย์ปัจจุบัน และทดสอบเปลี่ยนโครงข่าย (Relocation) ให้ที่ทำการไปรษณีย์ลูกข่ายเป็น Multimodal Hub ซึ่งอาจมีศักยภาพสูงกว่า ศูนย์ไปรษณีย์ในปัจจุบัน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้เปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นหากมีการเปลี่ยนหรือปรับปรุงการขนส่งของศูนย์ไปรษณีย์ดังกล่าวในอนาคตด้วย

ผลของการวิจัย

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สามารถวิเคราะห์เลือกรูปแบบการขนส่ง และปริมาณงานไปรษณีย์ที่ต้องขนส่ง ทุกบริการไปรษณีย์สอดคล้องกับข้อจำกัดที่กำหนด โดยพบว่าที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่มีความเหมาะสมเป็น Multimodal Hub สามารถประหยัดต้นทุนได้ร้อยละ 53.54 เมื่อเปรียบเทียบการขนส่งในปัจจุบัน

ผลกระทบหรือข้อแนะนำในการปฏิบัติ (ถ้ามี)

สามารถทดลองประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติซึ่งจะทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างต้นทุนการขนส่ง

ความคิดริเริ่มหรือคุณค่าของงานวิจัย

การใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายเพื่อปรับเปลี่ยนศูนย์ไปรษณีย์ที่เชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบได้

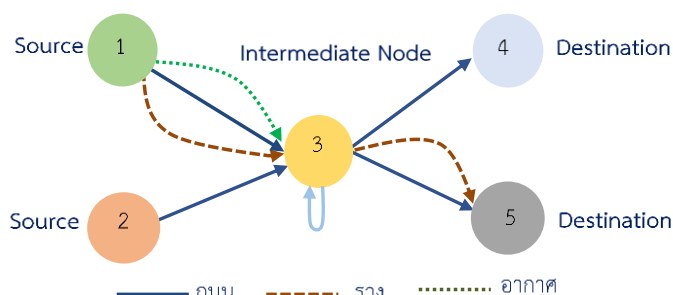
คำสำคัญ: การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ; ไปรษณีย์ภัณฑ์; ไปรษณีย์ไทย

1. ที่มาและความสำคัญ

บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด (ปณท) เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ให้บริการจัดส่งสิ่งของ ข้อมูล ข่าวสาร ตลอดจนทำธุรกรรมทางการเงินทั้งภายในและต่างประเทศ ในปี 2561 มีไปรษณีย์ภัณฑ์ประมาณ 7.2 ล้านชิ้นต่อวัน (ฝ่ายจัดระบบศูนย์ไปรษณีย์, 2561) ได้รับการขนส่งกระจายให้ที่ทำการไปรษณีย์ทั่วประเทศผ่านศูนย์ไปรษณีย์ 19 แห่ง ทั้งนี้ในปัจจุบันไปรษณีย์ภัณฑ์มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องเป็นผลมาจากธุรกิจ E-Commerce การดำเนินธุรกิจของไปรษณีย์ไทยมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่สูงโดยพบว่ามีค่าใช้จ่ายในการว่าจ้างรถเอกชนเพื่อกระจายสิ่งของมีต้นทุนเฉลี่ย 21.38 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งในปัจจุบันมีการขนส่งทางถนนเป็นหลัก จากสภาพปัญหาและการแข่งขันทางธุรกิจ หากสามารถลดต้นทุนการขนส่งให้กับบริษัทไปรษณีย์ไทยจะทำให้เพิ่มความสามารถในการแข่งขันได้

2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะโครงข่าย (Network) ของศูนย์ไปรษณีย์มีลักษณะปัญหาคล้ายการขนส่งสินค้าแบบศูนย์กระจายสินค้ากลาง (Transshipment problem) โดยขนส่งไปรษณีย์ภัณฑ์จากต้นทาง (Sources) ศูนย์ไปรษณีย์ตามประเภทบริการไปรษณีย์ และศูนย์ไปรษณีย์แลกเปลี่ยนระหว่างภูมิภาค กระจายให้กับศูนย์ไปรษณีย์กลาง (Intermediate Nodes) และจะกระจายต่อไปปลายทาง (Destinations) ที่ทำการไปรษณีย์ลูกค้าดังรูปที่ 1 ลักษณะการกระจายไปรษณีย์ภัณฑ์มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานการนำจ่าย ดังนั้นจึงเลือกใช้การขนส่งสินค้าแบบศูนย์กระจายสินค้ากลางมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาครั้งนี้ พร้อมกับศึกษาการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อตัดสินใจเลือก Multimodal Hub นอกจากนี้ยังทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบหลายอย่าง เช่น การเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมโดยตัวแบบโปรแกรมเป้าหมายแบบศูนย์หนึ่ง (นิธิเดช, 2560) การสร้างแบบจำลองการประเมินความจุสำรองของโครงข่าย แบบจำลองการเลือกรูปแบบและเส้นทางการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบ (อภิสุตรา, 2561) และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้ Nest Logit Model เพื่อเลือกรูปแบบการขนส่งของเมืองที่ประชากรมาก โดยพิจารณาค่าใช้จ่ายต่อประชากรมาเกี่ยวข้อง (Wang et al., 2014) เป็นต้น



รูปที่ 1: โครงข่ายการกระจายไปรษณีย์ภัณฑ์ศูนย์ไปรษณีย์

3. เรียบเรียงวิธีวิจัย

3.1. ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ โดยพิจารณารูปแบบ (Mode) การขนส่งทางถนน ทางราง และทางอากาศ และเลือกใช้ศูนย์ไปรษณีย์ลำพูนในการศึกษา การขนส่งไปรษณีย์ภัณฑ์ในปัจจุบันมีการขนส่งทางถนนเป็นหลัก ศูนย์ไปรษณีย์ลำพูนจะได้รับไปรษณีย์ภัณฑ์จากศูนย์ไปรษณีย์ด่วนพิเศษ EMS (บริการ EMS) ศูนย์ไปรษณีย์หลักสี่ (บริการลงทะเบียน และธรรมดา) ศูนย์ไปรษณีย์กรุงเทพ (บริการพัสดุไปรษณีย์) และบางส่วนมาจากศูนย์ไปรษณีย์แลกเปลี่ยนระหว่างภูมิภาค 2 แห่งได้แก่ ศูนย์ไปรษณีย์นครสวรรค์ และศูนย์ไปรษณีย์พิษณุโลก จากนั้นรวบรวม คัดแยกไปรษณีย์ภัณฑ์ที่มีต้นทางปลายทางเดียวกันเพื่อกระจายที่ทำการไปรษณีย์ลูกข่ายได้แก่ ที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่ และที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตลอดจนในเขตพื้นที่ไปรษณีย์จังหวัดลำพูน

ลักษณะของโครงข่ายศูนย์ไปรษณีย์สามารถสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 2 ลักษณะดังนี้

$i \rightarrow k$ ศูนย์ไปรษณีย์ตามประเภทบริการไปรษณีย์ และศูนย์ไปรษณีย์แลกเปลี่ยนระหว่างภูมิภาค

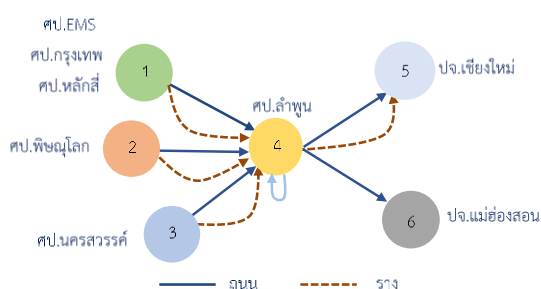
กระจายไปรษณีย์ภัณฑ์ให้กับศูนย์ไปรษณีย์กลาง

$k \rightarrow j$ ศูนย์ไปรษณีย์กลางกระจายไปรษณีย์ภัณฑ์ให้กับที่ทำการไปรษณีย์ลูกข่าย

3.2. เก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้แก่ ลักษณะโครงข่ายการกระจายไปรษณีย์ภัณฑ์ในรูปแบบการขนส่งต่าง ๆ ของ Multimodal Hub ดังรูปที่ 2 รูปที่ 3 และรูปที่ 4

เก็บรวบรวมค่าพารามิเตอร์เพื่อศึกษาการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ได้แก่ C_{ij}^{mp} ค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากต้นทางปลายทาง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีการกำหนดค่าขนส่งหน่วยบาทต่อกิโลกรัม ทางถนนและทางรางมีการคิดค่าใช้จ่ายตามระยะทางการขนส่งดังตารางที่ 1 โดยค่าใช้จ่ายในการขนส่งจะเพิ่มขึ้นตามระยะทางการขนส่ง ส่วนการขนส่งทางอากาศกำหนดให้เท่ากับ 12 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไปรษณีย์ไทยใช้ในการขนส่งทางอากาศในปัจจุบัน ทั้งนี้การขนส่งทางรางและทางอากาศมีการขนถ่ายซ้ำซ้อน (Double Handling) คิดคำนวณจากการจ้างพนักงานขับรถมีค่าจ้าง 450 บาท พนักงานลำเลียง 350 บาท โดยใช้รถบรรทุกขนาด 6 ตัน 6 ล้อ โดยมีการขนถ่ายซ้ำซ้อน 2 ครั้งที่ต้นทาง และปลายทาง จึงเท่ากับ 0.27 บาทต่อกิโลกรัมซึ่งต้องเพิ่มรวมกับค่าขนส่งด้วย

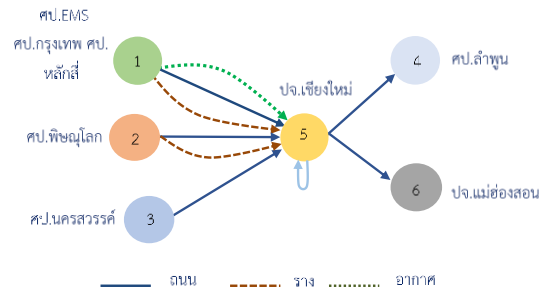


รูปที่ 2: ลักษณะโครงข่ายศูนย์ไปรษณีย์ลำพูนเมื่อเป็น Multimodal Hub

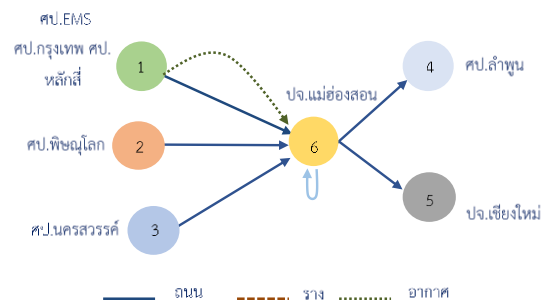
F_{ij}^{mp} ค่าใช้จ่ายคงที่ในการขนส่งทางรางและทางอากาศซึ่งเป็นค่าเช่าสถานที่ ค่าดำเนินการอื่น ๆ กำหนดให้เท่ากับ 500 บาทต่อวัน

S_i^p , d_k^p , d_j^p ปริมาณบริการไปรษณีย์ และความต้องการบริการไปรษณีย์เพื่อกระจายในแต่ละ node ดังตัวอย่างรูปที่ 5 แต่ละ node ของโครงข่ายศูนย์ไปรษณีย์ลำพูนมีปริมาณบริการไปรษณีย์และความต้องการแตกต่างกัน

t_p เวลามาตรฐานการนำจ่ายของบริการ EMS ลงทะเบียน พัสดุไปรษณีย์ และธรรมดากำหนดให้เท่ากับ 12, 36, 60 และ 84 ชั่วโมงตามลำดับ



รูปที่ 3: ลักษณะโครงข่ายที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่เมื่อเป็น Multimodal Hub



รูปที่ 4: ลักษณะโครงข่ายที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดแม่ฮ่องสอนเมื่อเป็น Multimodal Hub

ตารางที่ 1: ค่าใช้จ่ายในการขนส่งทางถนน และทางราง

ค่าใช้จ่ายในการขนส่งทางถนน		ค่าใช้จ่ายการขนส่งทางราง	
ระยะทาง (กม.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/กก.)	ระยะทาง (กม.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/กก.)
[0, 150)	0.28	[0, 50)	0.05
[150, 300)	0.98	[50, 100)	0.05
[300, 450)	1.53	[100, 150)	0.09
[450, 600)	2.62	[150, 200)	0.14
>=600	3.03	[200, 300)	0.18
		[300, 400)	0.26
		[400, 500)	0.34
		[500, 600)	0.41
		[600, 700)	0.48
		[700, 800)	0.54
		[800, 900)	0.61
		[900, 1000)	0.68
		>=1000	0.75

t_{ik}^m, t_{kj}^m เวลาของรูปแบบการขนส่ง m จากต้นทางปลายทางของแต่ละ node ซึ่งแตกต่างกันตามประเภทของการขนส่ง ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

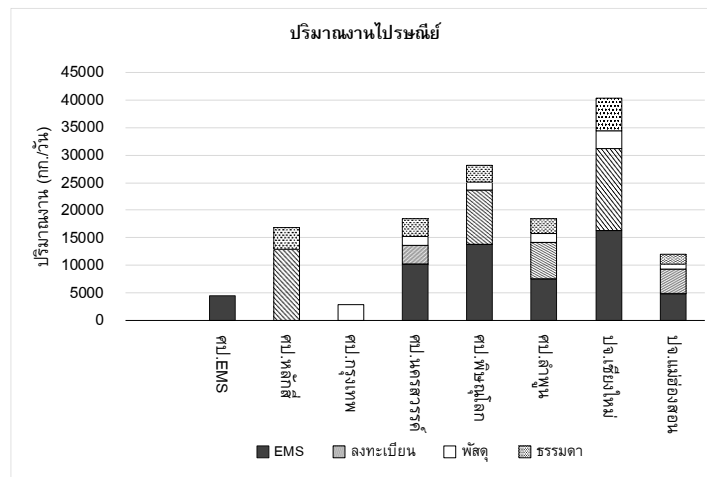
เมื่อศึกษารวบรวมข้อมูลโครงข่ายการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบของศูนย์ไปรษณีย์ลำพูนดังรูปที่ 2 ซึ่งมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ตัวอย่างการขนส่งบริการ EMS ของศูนย์ไปรษณีย์ลำพูน ดังตารางที่ 2 แล้วใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หาค่าเลือกรูปแบบการขนส่ง ศูนย์ไปรษณีย์ในปัจจุบันอาจมีค่าใช้จ่ายรวมที่สูงอยู่หากเลือกเป็น Multimodal Hub จึงต้องพิจารณาที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดด้วยการเปลี่ยนโครงข่ายที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดให้เป็น Multimodal Hub แทนศูนย์ไปรษณีย์ปัจจุบันดังรูปที่ 3 เป็นตัวอย่างเมื่อมีการเปลี่ยนที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่ให้เป็น Multimodal Hub ของบริการ EMS พร้อมกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังตารางที่ 3 แล้ววิเคราะห์ต้นทุนรวม นอกจากนี้ยังต้องคิดคำนวณค่าใช้จ่ายการขนส่งไปรษณีย์ภัณฑ์ทางถนนของศูนย์ไปรษณีย์ในปัจจุบันเพื่อเปรียบเทียบเมื่อมีการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบด้วย

ตารางที่ 2: ข้อมูลปริมาณการขนส่งบริการ EMS ของศูนย์ไปรษณีย์ลำพูน

X_{ik}^{mp}, X_{kj}^{mp}	ต้นทาง	ปลายทาง	รูปแบบการขนส่ง	S_i^{mp}, S_k^{mp} (กก./วัน)	d_k^p, d_j^p (กก./วัน)	C_{ik}^{mp} (บาท/กก.)	F_{ik}^{mp} (บาท/วัน)	t_{ik}^m, t_{kj}^m (นาที)
X_{14}^{he}	ศป.EMS	ศป.ลำพูน	ถนน	4,484	7,424	3.03	0	510
X_{24}^{he}	ศป.พิษณุโลก	ศป.ลำพูน	ถนน	13,874	7,424	1.53	0	384
X_{34}^{he}	ศป.นครสวรรค์	ศป.ลำพูน	ถนน	10,196	7,424	1.53	0	434
X_{14}^{re}	ศป.EMS	ศป.ลำพูน	ราง	4,484	7,424	0.81	500	764
X_{24}^{re}	ศป.พิษณุโลก	ศป.ลำพูน	ราง	13,874	7,424	0.53	500	384
X_{34}^{re}	ศป.นครสวรรค์	ศป.ลำพูน	ราง	10,196	7,424	0.60	500	528
X_{45}^{he}	ศป.ลำพูน	ปจ.เชียงใหม่	ถนน	28,554	16,276	0.28	0	30
X_{46}^{he}	ศป.ลำพูน	ปจ.แม่ฮ่องสอน	ถนน	28,554	4,854	0.98	0	325
X_{45}^{re}	ศป.ลำพูน	ปจ.เชียงใหม่	ราง	28,554	16,276	0.31	500	40

ตารางที่ 3: ข้อมูลปริมาณการขนส่งบริการ EMS ของที่ทำการไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่

X_{ik}^{mp}, X_{kj}^{mp}	ต้นทาง	ปลายทาง	รูปแบบการขนส่ง	S_i^{mp}, S_k^{mp} (กก./วัน)	d_k^p, d_j^p (กก./วัน)	C_{ik}^{mp} (บาท/กก.)	F_{ik}^{mp} (บาท/วัน)	t_{ik}^m, t_{kj}^m (นาที)
X_{15}^{he}	ศป.EMS	ปจ.เชียงใหม่	ถนน	4,484	16,276	3.03	0	531
X_{25}^{he}	ศป.พิษณุโลก	ปจ.เชียงใหม่	ถนน	13,874	16,276	1.53	0	259
X_{35}^{he}	ศป.นครสวรรค์	ปจ.เชียงใหม่	ถนน	10,196	16,276	2.62	0	325
X_{15}^{re}	ศป.EMS	ปจ.เชียงใหม่	ราง	4,484	16,276	0.81	500	835
X_{25}^{re}	ศป.พิษณุโลก	ปจ.เชียงใหม่	ราง	13,874	16,276	0.53	500	372
X_{35}^{re}	ศป.นครสวรรค์	ปจ.เชียงใหม่	ราง	10,196	16,276	0.60	500	575
X_{15}^{ae}	ศป.EMS	ปจ.เชียงใหม่	อากาศ	4,484	16,276	12.27	500	60
X_{54}^{he}	ปจ.เชียงใหม่	ศป.ลำพูน	ถนน	28,554	7,424	0.28	0	30
X_{56}^{he}	ปจ.เชียงใหม่	ปจ.แม่ฮ่องสอน	ถนน	28,554	4,854	0.98	0	307
X_{54}^{re}	ปจ.เชียงใหม่	ศป.ลำพูน	ราง	28,554	7,424	0.31	500	40



รูปที่ 5: ความต้องการบริการไปรษณีย์ของแต่ละ node ของโครงข่ายศูนย์ไปรษณีย์ลำพูน

3.3. การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

ดัชนี (index)

i ดัชนีของศูนย์ไปรษณีย์ต้นทาง $i = 1, 2, 3$ แทนศูนย์ไปรษณีย์ตามประเภทบริการไปรษณีย์ (ศูนย์ไปรษณีย์ EMS ศูนย์ไปรษณีย์หลักสี่ ศูนย์ไปรษณีย์กรุงเทพ ศูนย์ไปรษณีย์พิษณุโลก และศูนย์ไปรษณีย์นครสวรรค์)

k ดัชนีของศูนย์ไปรษณีย์กลาง

j ดัชนีของที่ทำกาบริการไปรษณีย์ลูกค้า

m ดัชนีรูปแบบการขนส่ง $m = h, r, a$ แทนการขนส่งทางถนน ทางราง และทางอากาศ

p ดัชนีบริการไปรษณีย์ $p = e, r, c, o$ แทนบริการ EMS บริการลงทะเบียน บริการพัสดุไปรษณีย์ และบริการธรรมดา

ค่าพารามิเตอร์ (Parameter)

C_{ik}^{mp} ค่าใช้จ่ายในการขนส่งบริการไปรษณีย์ของรูปแบบการขนส่ง m จาก $node i$ ไป $node k$ (บาทต่อกิโลกรัม)

C_{kj}^{mp} ค่าใช้จ่ายในการขนส่งบริการไปรษณีย์ของรูปแบบการขนส่ง m จาก $node k$ ไป $node j$ (บาทต่อกิโลกรัม)

F_{ik}^{mp} ค่าใช้จ่ายคงที่การขนส่งบริการไปรษณีย์ของรูปแบบการขนส่ง m จาก $node i$ ไป $node k$ (บาทต่อวัน)

F_{kj}^{mp} ค่าใช้จ่ายคงที่การขนส่งบริการไปรษณีย์ของรูปแบบการขนส่ง m จาก $node k$ ไป $node j$ (บาทต่อวัน)

S_i^p ปริมาณบริการไปรษณีย์จาก $node i$ (กิโลกรัม)

S_i^{mp} ปริมาณบริการไปรษณีย์จาก $node i$ ของรูปแบบการขนส่ง m (กิโลกรัม)

S_k^{mp} ปริมาณบริการไปรษณีย์จาก $node k$ ของรูปแบบการขนส่ง m (กิโลกรัม)

d_k^p ความต้องการบริการไปรษณีย์เพื่อกระจายใน $node k$ (กิโลกรัม)

d_j^p ความต้องการบริการไปรษณีย์เพื่อกระจายใน node j (กิโลกรัม)

t_p เวลามาตรฐานการนำจ่ายของบริการไปรษณีย์ (นาที)

t_{ik}^m เวลาการขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จาก node i ไป node k (นาที)

t_{kj}^m เวลาการขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จาก node k ไป node j (นาที)

Y_{ik} แทนด้วย 0 ไม่มีการขนส่ง node i ไป node k และ 1 เมื่อมีการขนส่งจาก node i ไป node k

Y_{kj} แทนด้วย 0 ไม่มีการขนส่ง node k ไป node j และ 1 เมื่อมีการขนส่งจาก node k ไป node j

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

X_{ik}^{mp} ปริมาณไปรษณีย์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จาก node i ไป node k

X_{kj}^{mp} ปริมาณไปรษณีย์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จาก node k ไป node j

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function)

$$\text{Min } Z = \sum_m \sum_p \sum_i \sum_k C_{ik}^m X_{ik}^{mp} + \sum_m \sum_p \sum_i \sum_k F_{ik}^{mp} Y_{ik} + \sum_m \sum_p \sum_k \sum_j C_{kj}^m X_{kj}^{mp} + \sum_m \sum_p \sum_k \sum_j F_{kj}^{mp} Y_{kj} \quad (1)$$

ข้อจำกัด (Constraints)

$$\sum_k X_{ik}^{mp} = S_i^p, \quad \forall_i, \forall_m, \forall_p \quad (2)$$

$$\sum_i X_{ik}^{mp} - \sum_j X_{kj}^{mp} = d_k^p, \quad \forall_m, \forall_p \quad (3)$$

$$\sum_k X_{kj}^{mp} = d_j^p, \quad \forall_j, \forall_m, \forall_p \quad (4)$$

$$X_{ik}^{mp} \leq S_i^{mp} Y_{ik}, \quad \forall_m, \forall_p \quad (5)$$

$$X_{kj}^{mp} \leq S_k^{mp} Y_{kj}, \quad \forall_m, \forall_p \quad (6)$$

$$X_{ik}^{mp} \begin{cases} = 0; & t_{ik}^m > t_p \\ \geq 0; & t_{ik}^m \leq t_p \end{cases}, \quad \forall_m, \forall_p \quad (7)$$

$$X_{kj}^{mp} \begin{cases} = 0; & t_{kj}^m > t_p \\ \geq 0; & t_{kj}^m \leq t_p \end{cases}, \quad \forall_m, \forall_p \quad (8)$$

$$Y_{ik} \in \{0,1\} \quad (9)$$

$$Y_{kj} \in \{0,1\} \quad (10)$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในสมการที่ 1 แสดงถึงการหาต้นทุนรวมต่ำที่สุดโดยพิจารณาค่าใช้จ่ายการขนส่ง และ ต้นทุนคงที่ของการขนส่งจากศูนย์ไปรษณีย์ EMS ศูนย์ไปรษณีย์หลักสี่ ศูนย์ไปรษณีย์กรุงเทพ ศูนย์ไปรษณีย์ นครสวรรค์ และศูนย์ไปรษณีย์พิษณุโลก ไปยังศูนย์ไปรษณีย์กลางและจะกระจายให้กับที่ทำการไปรษณีย์ลูกข่าย โดยมีการกำหนดเป็นแบบทั่วไปที่สามารถพิจารณาทำเลที่ตั้งอื่น ๆ นอกเหนือจากศูนย์ไปรษณีย์ปัจจุบันได้ สังเกต ว่าตัวแบบมีตัวแปรที่เป็น Binary Variable ซึ่งเมื่อมีการเลือกรูปแบบการขนส่งอื่นนอกเหนือจากการขนส่งทางถนน แล้วจะต้องคิดคำนวณต้นทุนคงที่ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการเข้ามาใช้งานสถานที่ดังกล่าวประกอบด้วย

สมการที่ 2 ปริมาณไปรษณีย์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จากศูนย์ไปรษณีย์ EMS ศูนย์ไปรษณีย์หลักสี่ ศูนย์ไปรษณีย์กรุงเทพ ศูนย์ไปรษณีย์นครสวรรค์ และศูนย์ไปรษณีย์พิษณุโลก ไปศูนย์ไปรษณีย์กลางจะต้อง เท่ากับปริมาณบริการไปรษณีย์ที่มาจากต้นทางที่ขนส่ง (กิโลกรัม)

สมการที่ 3 ปริมาณประโยชน์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จากศูนย์ประโยชน์ EMS ศูนย์ประโยชน์หลักสี่ ศูนย์ประโยชน์กรุงเทพ ศูนย์ประโยชน์นครสวรรค์ และศูนย์ประโยชน์พิษณุโลก ไปยังศูนย์ประโยชน์กลาง ปริมาณประโยชน์ที่เข้ามา (inflow) และปริมาณประโยชน์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จากศูนย์ประโยชน์กลางกระจายให้กับที่ทำการประโยชน์ลูกค้าซึ่งเป็นปริมาณที่ส่งออก (outflow) ต้องเท่ากับปริมาณความต้องการประโยชน์เพื่อกระจายในศูนย์ประโยชน์กลาง

สมการที่ 4 ปริมาณประโยชน์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จากศูนย์ประโยชน์กลางต้องเท่ากับความต้องการประโยชน์เพื่อกระจายในที่ทำการประโยชน์ลูกค้า

สมการที่ 5 ปริมาณประโยชน์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จากศูนย์ประโยชน์ EMS ศูนย์ประโยชน์หลักสี่ ศูนย์ประโยชน์กรุงเทพ ศูนย์ประโยชน์นครสวรรค์ และศูนย์ประโยชน์พิษณุโลก ไปศูนย์ประโยชน์กลางต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาณบริการประโยชน์จากศูนย์ประโยชน์ต้นทางของรูปแบบการขนส่ง m เมื่อมีการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่ง

สมการที่ 6 ปริมาณบริการประโยชน์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จากศูนย์ประโยชน์กลางไปที่ทำการประโยชน์ลูกค้าต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาณบริการประโยชน์จากศูนย์ประโยชน์กลางของรูปแบบการขนส่ง m เมื่อมีการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่ง

สมการที่ 7 ปริมาณบริการประโยชน์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จากศูนย์ประโยชน์ EMS ศูนย์ประโยชน์หลักสี่ ศูนย์ประโยชน์กรุงเทพ ศูนย์ประโยชน์นครสวรรค์ และศูนย์ประโยชน์พิษณุโลก ไปศูนย์ประโยชน์กลางเท่ากับ 0 เมื่อเวลาการขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จาก ศูนย์ประโยชน์ต้นทางดังกล่าวไปศูนย์ประโยชน์กลางมากกว่าเวลามาตรฐานการนำจ่ายของบริการประโยชน์ และเท่ากับ 1 เมื่อเวลาการขนส่งน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลามาตรฐานการนำจ่ายของบริการประโยชน์

สมการที่ 8 ปริมาณบริการประโยชน์ที่ต้องขนส่งของรูปแบบการขนส่งจากศูนย์ประโยชน์กลาง ไปที่ทำการประโยชน์ลูกค้าเท่ากับ 0 เมื่อเวลาการขนส่งของรูปแบบการขนส่ง m จากศูนย์ประโยชน์กลางไปที่ทำการประโยชน์ลูกค้า มากกว่าเวลามาตรฐานการนำจ่ายของบริการประโยชน์ และเท่ากับ 1 เมื่อเวลาการขนส่งน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลามาตรฐานการนำจ่ายของบริการประโยชน์

สมการที่ 9 Binary variable แทนด้วย 0 ไม่มีการขนส่งจากศูนย์ประโยชน์ EMS ศูนย์ประโยชน์หลักสี่ ศูนย์ประโยชน์กรุงเทพ ศูนย์ประโยชน์นครสวรรค์ และศูนย์ประโยชน์พิษณุโลก ไปศูนย์ประโยชน์กลาง และ 1 เมื่อมีการขนส่ง

สมการที่ 10 Binary variable แทนด้วย 0 ไม่มีการขนส่งจากศูนย์ประโยชน์กลางไปที่ทำการประโยชน์ลูกค้า และ 1 เมื่อมีการขนส่ง

4. ผลของการวิจัย

เมื่อใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์เลือกรูปแบบการขนส่งแล้วจะได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4 ตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ซึ่งเป็นการเลือกรูปแบบการขนส่งบริการ EMS ของศูนย์ประโยชน์ลำพูน ที่ทำการประโยชน์จังหวัดเชียงใหม่ และที่ทำการประโยชน์จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย มีต้นทุนรวม 37,387.22 บาท และ 34,897.74 บาท 151,620.00 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันสามารถใช้ตัวแบบทาง

คณิตศาสตร์วิเคราะห์ทุกบริการไปรษณีย์ จากนั้นนำต้นทุนรวมมาเปรียบเทียบกับต้นทุนรวมในปัจจุบันเพื่อทราบต้นทุนที่สามารถประหยัดได้เมื่อมีการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

ตารางที่ 4: ผลการวิเคราะห์รูปแบบการขนส่งของศูนย์ไปรษณีย์ลำพูน บริการ EMS

ต้นทาง	ปลายทาง	รูปแบบขนส่ง	จำนวน (กก.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/กก.)
ศป.EMS	ศป.ลำพูน	ถนน	4,484	3.03
ศป.พิษณุโลก	ศป.ลำพูน	ราง	13,874	0.53
ศป.นครสวรรค์	ศป.ลำพูน	ราง	10,196	0.60
ศป.ลำพูน	ปจ.เชียงใหม่	ถนน	16,276	0.28
ศป.ลำพูน	ปจ.แม่ฮ่องสอน	ถนน	4,854	0.98
ต้นทุนรวมทั้งหมด 37,387.22 บาท				

ตารางที่ 5: ผลการวิเคราะห์รูปแบบการขนส่งของศูนย์ไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่ บริการ EMS

ต้นทาง	ปลายทาง	รูปแบบขนส่ง	จำนวน (กก.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/กก.)
ศป.EMS	ปจ.เชียงใหม่	ถนน	4,484	3.03
ศป.พิษณุโลก	ปจ.เชียงใหม่	ราง	13,874	0.53
ศป.นครสวรรค์	ปจ.เชียงใหม่	ราง	10,196	0.60
ปจ.เชียงใหม่	ศป.ลำพูน	ถนน	7,424	0.28
ปจ.เชียงใหม่	ปจ.แม่ฮ่องสอน	ถนน	4,854	0.98
ต้นทุนรวมทั้งหมด 34,897.74 บาท				

ตารางที่ 6: ผลการวิเคราะห์รูปแบบการขนส่งของทำการไปรษณีย์จังหวัดแม่ฮ่องสอน บริการ EMS

ต้นทาง	ปลายทาง	รูปแบบขนส่ง	จำนวน (กก.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/กก.)
ศป.EMS	ปจ.แม่ฮ่องสอน	อากาศ	4,484	12.27
ศป.พิษณุโลก	ปจ.แม่ฮ่องสอน	ถนน	13,874	3.03
ศป.นครสวรรค์	ปจ.แม่ฮ่องสอน	ถนน	10,196	3.03
ปจ.แม่ฮ่องสอน	ศป.ลำพูน	ถนน	7,424	0.98
ปจ.แม่ฮ่องสอน	ปจ.เชียงใหม่	ถนน	16,276	0.98
ต้นทุนรวมทั้งหมด 151,620.00 บาท				

5. สรุปผลของการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้ได้สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งและสามารถบอกปริมาณบริการไปรษณีย์ที่ต้องขนส่ง โดยพบว่าไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่ มีความเหมาะสมเป็น multimodal hub โดยสามารถประหยัดต้นทุนรวมเมื่อเทียบกับการขนส่งในปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 53.54 ดังตารางที่ 7 ซึ่งจะเห็นว่าทำการไปรษณีย์จังหวัดเชียงใหม่มีต้นทุนรวมของบริการไปรษณีย์ทั้ง 4 ประเภทต่ำกว่าที่ทำการไปรษณีย์หรือศูนย์ไปรษณีย์ภายในเครือข่ายเดียวกัน ในทางปฏิบัติหากมีการนำไปในระยะเริ่มต้นต้องคำนึงในเรื่องของเวลาการขนส่ง ต้องมีการเพิ่มเวลา เมื่อไปรษณีย์ภัณฑ์มาถึงศูนย์ไปรษณีย์ ซึ่งมีหลายกิจกรรมเกิดขึ้น เช่น กระบวนการคัดแยก การสแกนเลขที่สิ่งของ (Tracking Number) และการขนถ่ายตลอดจนกระบวนการอื่น ๆ เพื่อไม่ให้เกินมาตรฐานการนำจ่ายของบริการไปรษณีย์ และยังสามารถใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ต่อยอดขยายผลวิเคราะห์ศูนย์ไปรษณีย์ทั่วประเทศ ทั้งนี้หากสามารถบริหารจัดการให้ทุกบริการไปรษณีย์ขนส่งได้พร้อมกัน จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่ง

ลดลง เนื่องจากมีอำนาจในการต่อรองกับผู้ประกอบการขนส่ง และค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้เมื่อมีการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบยังสามารถนำไปลงทุนด้านอื่น ๆ เช่น การทำการตลาด การวางระบบไอทีที่ตรวจสอบติดตามสถานะสิ่งของแบบ Real time เพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันการผู้นำด้านการขนส่งให้ บริษัทไปรษณีย์ไทย จำกัด ต่อไป

ตารางที่ 7: ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบกับค่าใช้จ่ายการขนส่งปัจจุบัน

บริการไปรษณีย์	ค่าใช้จ่ายการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (บาท)			ค่าใช้จ่ายการขนส่งทางถนนปัจจุบัน (บาท)
	ศป.ลำพูน	ปจ.เชียงใหม่	ปจ.แม่ฮ่องสอน	
EMS	37,387.22	34,897.74	151,620.00	59,851.45
ลงทะเบียน	27,637.27	25,366.48	89,920.61	67,729.82
พัสดุไปรษณีย์	7,375.78	6,868.71	20,078.78	14,948.88
ธรรมดา	11,769.84	10,862.31	35,937.34	25,358.29
รวม	84,170.11	77,995.24	297,556.73	167,888.43

6. เอกสารอ้างอิง

นิติเดช คุหาทองสัมฤทธิ์, 2560, “การเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมโดยโปรแกรมเป้าหมายแบบศูนย์หนึ่ง,”วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 12, เล่มที่ 2, 78-91.

ฝ่ายจัดระบบศูนย์ไปรษณีย์. 2661. รายงานผลการศึกษาโครงการจัดตั้งศูนย์ไปรษณีย์แบบ Full automation ฝ่ายจัดระบบศูนย์ไปรษณีย์. กรุงเทพมหานคร: ไม่ระบุ

อภิสรรา เกตุพงษ์ชัย และสรารุจ จันทรสุวรรณ, 2561, “การศึกษาออกแบบโครงข่ายการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง,” การประชุมวิชาการการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2561.

Wang, Q. Feng, X. Liu, Y. Wang, X. and Zhang, H. (2014), “Urban Travel Mode Split Optimization Based on Travel Costs,” Procedia-Social and Behavioral Sciences, Vol. 138, 597-611.