

แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งของ
ศูนย์กระจายสินค้าบริษัทโลจิสติกส์
A Mixed Integer Linear Programming Model
for Distribution Center Location Selecting in the Logistics Company

เกษศิริรินทร์ อีริธิตไชพา¹ ศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ²

บทคัดย่อ

การเลือกทำเลที่ตั้งเป็นปัญหาที่มีการอภิปรายกันอย่างกว้างขวางในการขนส่งและโลจิสติกส์ อีกทั้งยังมีการกล่าวถึง การเลือกทำเลที่ตั้งเฉพาะสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ได้แก่ คลังสินค้า ศูนย์กระจายสินค้า ศูนย์การขนส่ง และอื่น ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ คณะนักวิจัยได้พัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) เพื่อแก้ปัญหการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่เดิมของบริษัทกรณีศึกษาบนเส้นทาง R9 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อให้ต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนการขนส่งสินค้า แบบจำลองนี้ถูกแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลของบริษัทโลจิสติกส์แห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษา ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณแสดงให้เห็นว่า มีศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่ง ได้แก่ ศูนย์พิษณุโลก และศูนย์ขอนแก่น ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าเพื่อจัดส่งสินค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยมีต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด คือ 961,759 บาท

คำสำคัญ: ศูนย์กระจายสินค้า, การเลือกทำเลที่ตั้ง, แบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็มแบบผสม

Abstract

Location selection problem is a widely discussed topic in transportation and logistics and refer to specific locations of such facilities as: warehouses, distribution centers, transportation hubs and many others. In this study, the researchers develop a mixed integer linear programming (MILP) to solve the location selection problem of existing distribution centers and service centers which located on route number 9 (R9) area of the case study company. The objective of the problem is to minimise total costs including fixed cost of each center and transportation cost. The model is solved using the data of case study in the logistics company. Computational results are reported 2 centers are selected (Phitsanulok and Konkaen center) for shipping goods to Myanmar and Laos and minimise total cost is 961,759 baht.

Keywords: Distribution center, Location selection, Mixed integer programming model (MIP)

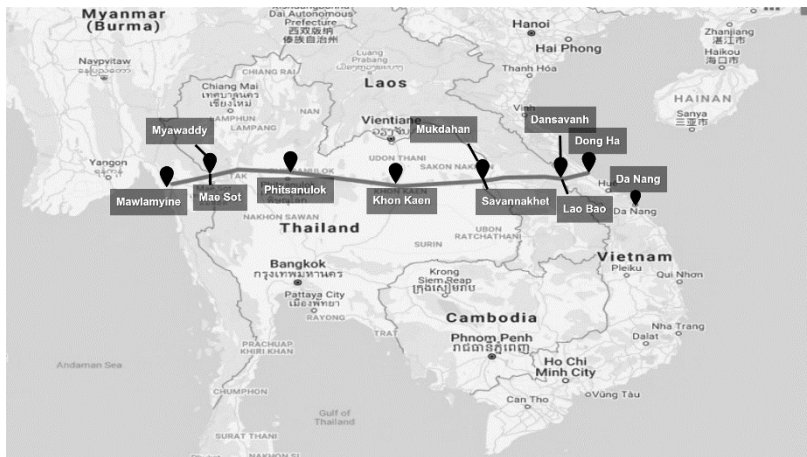
¹นักศึกษาปริญญาโท คณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนครราชสีมา อีเมล kestsirin61@nu.ac.th

²อาจารย์ คณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนครราชสีมา อีเมล sirikarnc@nu.ac.th

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ประเทศไทยมีอาณาเขตติดต่อกับพรมแดนประเทศเพื่อนบ้าน 4 ประเทศ ได้แก่ สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา (เมียนมา) ทางทิศเหนือและทิศตะวันตก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) ทางทิศเหนือและทิศตะวันออก ประเทศกัมพูชา ทางทิศตะวันออก และประเทศมาเลเซีย ทางทิศใต้ โดยมีจุดผ่านแดนถาวรติดกับประเทศเพื่อนบ้านรวมทั้งสิ้น 36 แห่ง ซึ่งสามารถแบ่งเป็นจุดผ่านแดนถาวรระหว่างประเทศไทยกับเมียนมา 6 แห่ง ประเทศไทยกับ สปป.ลาว 15 แห่ง ประเทศไทยกับกัมพูชา 6 แห่ง และประเทศไทยกับมาเลเซีย 9 แห่ง (หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ (AEC World). 2556)

เส้นทางระเบียงเศรษฐกิจสายตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor : EWEC) หรือเส้นทางหมายเลข 9 (R9) เป็นเส้นทางถนนที่เชื่อมโยงประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน โดยเส้นทางเริ่มต้นจากเมืองท่าดานังของเวียดนาม ผ่านเมืองเว้ และเมืองลาวบาว ซึ่งเป็นเขตเศรษฐกิจพิเศษของเวียดนาม ติดกับชายแดน สปป.ลาว จากนั้นผ่านเข้าแขวงสะหวันนะเขตใน สปป.ลาว และเข้าสู่ไทยผ่านสะพานมิตรภาพแห่งที่ 2 (มุกดาหาร-สะหวันนะเขต) ที่จังหวัดมุกดาหาร ผ่านจังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น เพชรบูรณ์ พิษณุโลก ไปจนถึงอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และเข้าสู่ประเทศเมียนมาผ่านอำเภอเมะตะมะที่เมืองเมะล่าย หรือมะละหมิง (Mawlamyine) เป็นการเชื่อมจากทะเลจีนใต้ไปสู่มหาสมุทรอินเดีย (สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดตาก. (2557) และ Positioning. (2551)) แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนที่เส้นทางหมายเลข 9 (R9)

สำหรับบริษัทการศึกษา เป็นบริษัทโลจิสติกส์ที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการจัดส่งสินค้าทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ มีความร่วมมือกับบริษัทโลจิสติกส์อื่น ๆ ทั่วโลกเพื่อจัดส่งสินค้าไปยังประเทศปลายทางต่าง ๆ ด้วยความสะดวกและรวดเร็ว สำหรับรูปแบบการดำเนินการจัดส่งสินค้าของบริษัทการศึกษา คือ ลูกค้านำที่ต้องการจัดส่งสินค้าสามารถนำสินค้ามาฝากส่งตามศูนย์ให้บริการที่ตั้งอยู่ตามจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ หลังจากนั้นศูนย์ให้บริการจะดำเนินการรวบรวมสินค้าส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งตั้งอยู่ใน 17 จังหวัดทั่วประเทศ มีอยู่ทั้งสิ้น 19 แห่ง เพื่อดำเนินการจัดส่งสินค้าที่มีปลายทางภายในประเทศ สำหรับสินค้าที่มีปลายทางไปยังต่างประเทศ แต่ละศูนย์กระจายสินค้าจะดำเนินการขนส่ง รวบรวมและคัดแยก ณ ศูนย์กระจายสินค้าสุวรรณภูมิ จังหวัดสมุทรปราการเพียงแห่งเดียวเท่านั้น แสดงดังรูปที่ 2 และดำเนินการจัดส่งไปยังประเทศปลายทางโดยเครื่องบินพาณิชย์เท่านั้น ซึ่งข้อดีของการขนส่งทางอากาศ คือ ใช้เวลาในการขนส่งน้อย แต่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูง



NMCCON 2021

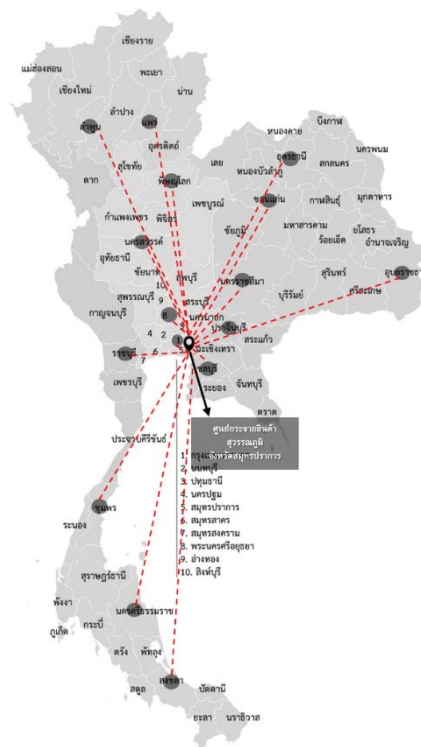
การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

“สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ”

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

เมื่อพิจารณาถึงความได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ศูนย์กลางของภูมิภาคอาเซียน อีกทั้งยังมีระบบโครงข่ายทางถนนที่ครอบคลุมทั่วประเทศและสามารถเชื่อมต่อไปยังประเทศเพื่อนบ้านได้อย่างสะดวก รวดเร็วผ่านจุดผ่านแดนถาวรต่าง ๆ ทำให้การขนส่งสินค้าจากประเทศไทยไปยังประเทศเพื่อนบ้านด้วยรูปแบบการขนส่งทางบกสามารถทำได้โดยง่าย เกิดความได้เปรียบทั้งเรื่องความคุ้มค่าและต้นทุนที่ถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การขนส่งทางอากาศโดยเครื่องบินพาณิชย์ อีกทั้งบริษัทกรณีศึกษาได้มีศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่ตั้งอยู่ตาม จังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศและสามารถพัฒนาให้กลายเป็นศูนย์กระจายสินค้าเพื่อดำเนินการจัดส่งสินค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้านได้ จากที่มาและความสำคัญข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าและจัดเส้นทางขนส่ง เพื่อรองรับต่อการขนส่งสินค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ เมียนมาและ สปป.ลาว บนเส้นทางหมายเลข 9 (R9) เพื่อให้ต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด



รูปที่ 2 ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) เพื่อเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่เดิมของบริษัทกรณีศึกษา บนเส้นทาง R9 ให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าสำหรับการจัดส่งสินค้าระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ เมียนมา และ สปป.ลาว และเพื่อให้ต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าและ ต้นทุนในการขนส่งสินค้า

ทบทวนวรรณกรรม

ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าสามารถถูกพิจารณาให้เป็นหนึ่งในปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งของสิ่งอำนวยความสะดวกได้ (Facility Location Problem: FLP) (Li S., Wei Z. and Huang A. (2018)) ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยทั่วไปอย่างมาก สำหรับการแก้ปัญหา FLP นี้สามารถประยุกต์ใช้วิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย จากการทบทวนวรรณกรรม สามารถจำแนกวิธีการในการแก้ปัญหา FLP ออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ วิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Method) และวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Method) (Hua X., Hu X. and Yuan W. (2016)) ยกตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่ การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์จุดศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง (Center of Gravity) เพื่อแก้ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้ง (อุทัย มิตรช่วยรอด, พงศ์ หรดาล และสมเดช ฉวยไสย. (2554); ยุพิน วงษ์วิลาศ. (2557); พริดา วิภูภิญโญ. (2562); กุลบัณฑิต แสงดี, สุภาวดี สายสนิท และปิยรัตน์ แต่เจริญ. (2559)) การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) (ณภัทร ศรีนวล และคณะ. (2559); วรพจน์ พันธุ์คง, ธรินทร์ มณีศรี และชวลิต มณีศรี. (2559); ธนวัฒน์ เมธีธัญญรัตน์. (2558)) การประยุกต์ใช้วิธีการฮิวริสติกส์ (เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ และคณะ. (2563); อนุรักษ์ ชัยวิเชียร และ ระพีพันธ์ ปิตาคะโส. (2558)) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศร่วมกับการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อวางแผนการเลือกทำเลที่ตั้งหมู่บ้านจัดสรรของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ (รุ่งอาทิตย์ บูชาอินทร์ และกฤษฎ จรินโท. (2561)) และการประยุกต์ใช้แบบจำลองกำหนดการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming Model) เช่น งานวิจัยของ ปรางประเสริฐ น้อยสังข์ และชุมพล มณฑาทิพย์กุล (2560) ได้ทำการสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) และใช้วิธีการโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming) เพื่อคำนวณหาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภูมิภาคที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์ งานวิจัยของ วลัยลักษณ์ อัดธีรวงศ์ และ สิวินีย์ ปงลังกา (2563) นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งของคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดต้นทุนการขนส่งโดยรวมต่ำที่สุด และงานวิจัยของ Li S., Wei Z. และ Huang A. (2018) ได้ทำการสร้างแบบจำลอง MILP เพื่อทำการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์กระจายสินค้าเพื่อให้การกระจายสินค้านั้นสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงต้นทุนรวมทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนด้านเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม และต้นทุนด้านเศรษฐกิจและสังคม

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้เสนอการประยุกต์ใช้แบบจำลองกำหนดการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า เนื่องจากวิธีการนี้เป็นวิธีการหาค่าคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimisation methods) ในกลุ่มของวิธีแบบแม่นยำ (Exact methods) ซึ่งเป็นวิธีการในการหาค่าตอบหรือแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ สามารถรับประกันได้ว่าคำตอบที่ได้รับนั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal solution) การประยุกต์ใช้วิธีการในกลุ่มนี้เพื่อแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเชิงการจัดการ (Combinatorial Optimisation: CO) (Talbi, E.G.. (2009))

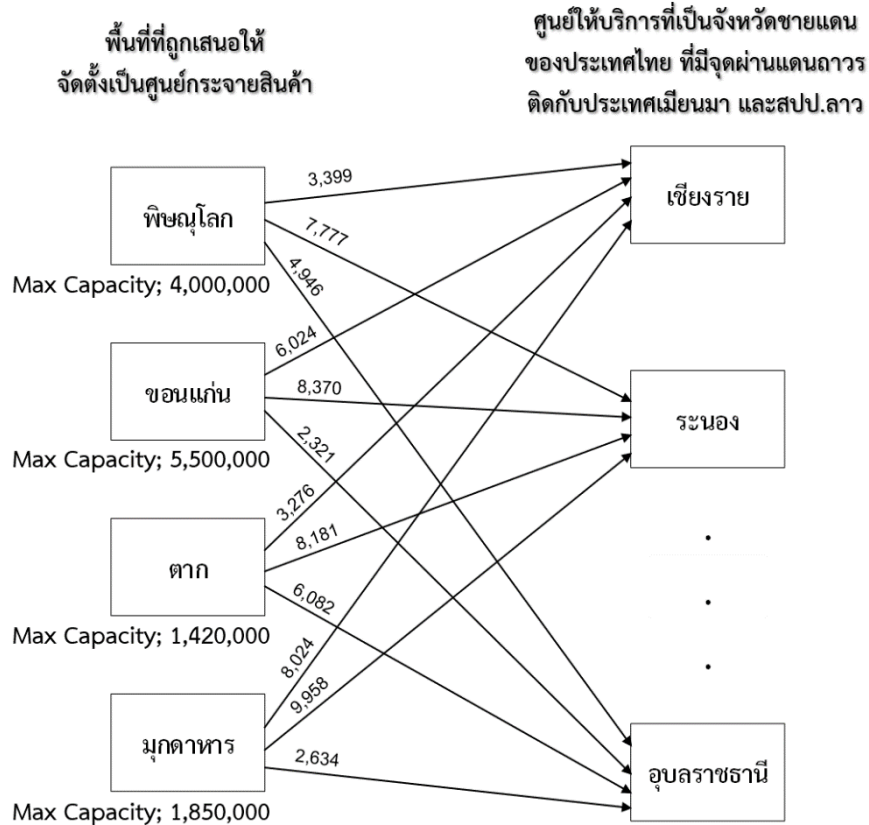
วิธีดำเนินการวิจัย

คำอธิบายปัญหา

บริษัทธนศึกษา เป็นบริษัทโลจิสติกส์ที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการจัดส่งสินค้าทั้งภายในและระหว่างประเทศ มีศูนย์กระจายสินค้าที่รองรับการขนส่งสินค้าภายในประเทศตั้งอยู่ใน 17 จังหวัดทั่วประเทศไทย มีศูนย์กระจายสินค้าทั้งสิ้น 19 แห่ง แต่ยังไม่มีการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า สำหรับการส่งสินค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้านด้วยรูปแบบการขนส่งทางบกโดยเฉพาะ เมื่อพิจารณาศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของ บริษัทธนศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 พบว่า มีอยู่ทั้งหมด 4 แห่ง แบ่งออกเป็นศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่ง ได้แก่ ศูนย์จังหวัดพิษณุโลกและศูนย์

จังหวัดขอนแก่น และศูนย์ให้บริการ 2 แห่ง ได้แก่ ศูนย์จังหวัดตากและศูนย์จังหวัดมุกดาหาร ซึ่งศูนย์กระจายสินค้า (ศูนย์จังหวัดพิษณุโลกและศูนย์จังหวัดขอนแก่น) สามารถถูกจัดตั้งให้เป็นศูนย์เพื่อจัดส่งสินค้าไปยังประเทศเมียนมา และ สปป.ลาว ได้เลย โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการพัฒนาปรับปรุงศูนย์ แต่สำหรับศูนย์ให้บริการ (ศูนย์จังหวัดตากและศูนย์จังหวัดมุกดาหาร) หากจะพัฒนาให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าเพื่อจัดส่งสินค้าไปยังประเทศเมียนมาและ สปป.ลาว จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและปรับปรุงศูนย์ ซึ่งแผนภาพการกระจายสินค้าจากแต่ละศูนย์ฯที่อยู่บนเส้นทาง R9 ไปยังศูนย์ให้บริการที่อยู่ตามจังหวัดของประเทศไทยที่มีจุดผ่านแดนถาวรติดกับประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ เมียนมา และ สปป.ลาว แสดงดังรูปที่ 3 ประกอบด้วย ศูนย์จังหวัดเชียงราย ระนอง ตาก พะเยา น่าน อุตรดิตถ์ เลย หนองคาย มุกดาหาร บึงกาฬ นครพนม และอุบลราชธานี

สำหรับงานวิจัยนี้ได้เสนอแบบจำลอง MILP เพื่อดำเนินการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่เดิมของบริษัทกรณีศึกษาบนเส้นทาง R9 เพื่อให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าสำหรับการจัดส่งสินค้าระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ เมียนมาและ สปป.ลาว เพื่อให้ต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนในการขนส่งสินค้า



รูปที่ 3 เส้นทางการกระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาที่เป็นไปได้



NMCCON 2021

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

"สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ"

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

การพัฒนาแบบจำลองกำหนดการทางคณิตศาสตร์

คณะนักวิจัยได้พัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (mixed integer linear programming: MILP) เพื่อแก้ปัญหาคำถามการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่เดิมของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมาบนเส้นทาง R9 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ข้อสมมติ (Assumptions)

ข้อสมมติสำหรับการพัฒนาแบบจำลองกำหนดการทางคณิตศาสตร์ เพื่อการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 เพื่อจัดตั้งให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าสำหรับการส่งสินค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การขนส่งสินค้าของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมาสามารถขนส่งได้เต็มตามความจุของรถบรรทุก จำนวน 5,000 ชิ้นต่อการขนส่งในแต่ละรอบ
- 2) การขนส่งสินค้าของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมาดำเนินการด้วยรถบรรทุกสี่ล้อ เครื่องยนต์ดีเซลเท่านั้น
- 3) ปริมาณความต้องการในการขนส่งสินค้าของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมาสามารถรู้ล่วงหน้าได้และมีปริมาณที่แน่นอน

ดัชนี (Indices)

- i คือ หมายเลขของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ {1=ศูนย์พิษณุโลก 2=ศูนย์ขอนแก่น
3=ศูนย์ตาก 4=ศูนย์มุกดาหาร}
- j คือ หมายเลขของจังหวัดที่มีศูนย์ให้บริการของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวร โดยที่ $j = 1, 2, \dots, h, h+1, h+2, \dots, b$
- l คือ หมายเลขของประเทศเพื่อนบ้าน โดยที่ $l = 1, 2$ {1=เมียนมา 2=สปป.ลาว}

ตัวแปรทราบค่า (Parameters)

- n คือ จำนวนจังหวัดที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ที่มีศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมา (จังหวัด)
- h คือ จำนวนจังหวัดที่มีศูนย์ให้บริการติดชายแดนของประเทศไทย และเมียนมา โดยที่ $h = 1, 2, 3$ {1=เชียงราย 2=ระนอง 3=ตาก} (จังหวัด)
- b คือ จำนวนจังหวัดทั้งหมดที่มีศูนย์ให้บริการติดชายแดนของประเทศไทย เมียนมา และสปป.ลาว ที่มีจุดผ่านแดนถาวร (จังหวัด)
- W_l คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของปริมาณสินค้าที่ถูกจัดส่งไปยังประเทศเพื่อนบ้าน
- f_i คือ ต้นทุนในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับการส่งสินค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้านของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ของศูนย์ที่ i (บาท)
- C_{ij} คือ ต้นทุนการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ของศูนย์ที่ i ไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัท วิทยาลัยนครราชสีมา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวรที่ j (บาท)



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ. 2564

"สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ"

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

- S_{ij} คือ ระยะทางในการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของภัทรภัทรศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ของศูนย์ที่ i ไปยังศูนย์ให้บริการของภัทรภัทรศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวรที่ j (กิโลเมตร)
- TC คือ ต้นทุนในการขนส่งสินค้า (บาท/กิโลเมตร)
- TX คือ ปริมาณการขนส่งสินค้าสูงสุดต่อรอบ (รอบ/ขึ้น)
-
- CP_i คือ ความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของภัทรภัทรศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ของศูนย์ที่ i (ขึ้น)
- D_j คือ ปริมาณสินค้าของศูนย์ให้บริการของภัทรภัทรศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวรที่ j ที่ต้องการจัดส่งไปยังประเทศเพื่อนบ้าน (เมียนมาและสปป.ลาว)

ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables)

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{ถ้าถูกเลือกให้จัดตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้า เพื่อส่งสินค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้าน} \\ 0 & \text{อื่นๆ} \end{cases}$$

X_{ij} คือ ปริมาณสินค้าที่ถูกจัดส่งจากศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของภัทรภัทรศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ของศูนย์ที่ i ไปยังศูนย์ให้บริการของภัทรภัทรศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวรที่ j (ขึ้น)

โดยมีรูปแบบของแบบจำลองกำหนดการทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

$$\text{Minimise } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^h C_{ij} X_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=h+1}^b C_{ij} X_{ij} + \sum_{i=1}^n f_i Y_i$$

(1)

$$\text{เงื่อนไขข้อบังคับ: } X_{ij} = D_j / TX \quad ; \forall j$$

(2)

$$X_{ij} \leq W_l \sum_{i=1}^n (CP_i / TX) Y_i \quad ; \forall j, l$$

(3)

$$C_{ij} = TC \cdot S_{ij} \quad ; \forall i, j$$

(4)



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

"สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ"

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

$$x_{ij} \geq 0 \text{ and integer} \quad ; \forall i, j$$

(5)

$$y_i \in \{0,1\} \quad ; \forall i$$

(6)

สมการที่ (1) แสดงฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ การทำให้ต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนในการขนส่งสินค้า สมการที่ (2) แสดงปริมาณสินค้าต่อรอบการขนส่งที่ถูกจัดส่ง

จากศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัทกรณีศึกษา ที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ของศูนย์ที่ i ไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวรที่ j สมการที่ (3) แสดงปริมาณสินค้าที่ถูกจัดส่งไปยังประเทศเพื่อนบ้านทั้งเมียนมาและ สปป.ลาว โดยมีการถ่วงน้ำหนัก จะต้องไม่เกินความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณสินค้าของศูนย์ที่ i สมการที่ (4) แสดงต้นทุนการขนส่งสินค้าจากศูนย์ที่ i ไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวรที่ j จะเท่ากับต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้าโดยคิดตามระยะทาง ข้อจำกัดที่ (5) แสดงการกำหนดตัวแปรต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ และเป็นจำนวนเต็ม และข้อจำกัดที่ (6) แสดงการกำหนดคุณสมบัติของตัวแปรตัดสินใจ

ตัวแปรทราบค่าที่ใช้สำหรับทดสอบแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ ประกอบด้วย ระยะทางในการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัทกรณีศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทยซึ่งมีจุดผ่านแดนถาวรติดกับประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ เมียนมา และ สปป.ลาว แสดงดังตารางที่ 1 ค่าถ่วงน้ำหนักของปริมาณการขนส่งสินค้า ไปยังประเทศเพื่อนบ้านทั้งเมียนมา และ สปป.ลาว มีค่าเท่ากับ 0.5 สำหรับการคำนวณหาต้นทุนการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกสี่ล้อ กรณีรถใช้น้ำมันดีเซล สามารถแสดงโครงสร้างต้นทุน ดังตารางที่ 2 เมื่อนำผลคูณของระยะทางในการขนส่งสินค้ากับโครงสร้างต้นทุนการขนส่งมาคำนวณ จะทำให้ทราบถึงต้นทุนการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัทกรณีศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 ไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทยซึ่งมีจุดผ่านแดนถาวรติดกับประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ เมียนมา และ สปป.ลาว แสดงดังตารางที่ 3 ส่วนข้อมูลด้านปริมาณสินค้าของศูนย์ให้บริการ ที่ต้องการจัดส่งไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ เมียนมา และ สปป.ลาว แสดงดังตารางที่ 4 และข้อมูลด้านต้นทุนในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าและปริมาณความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัทกรณีศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 แสดงดังตารางที่ 5



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

"สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ"

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

ตารางที่ 1 ระยะทาง (S_{ij}) (หน่วย : กิโลเมตร)

ศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัท กรณีศึกษา (i)	ระยะทาง (S_{ij})			
	เชียงราย	ระนอง	...	อุบลราชธานี
พิษณุโลก	413	945	...	601
ขอนแก่น	732	1017	...	282
ตาก	398	994	...	739
มุกดาหาร	975	1210	...	320

ตารางที่ 2 โครงสร้างต้นทุนค่าขนส่งต่อกิโลเมตร (TC) (หน่วย : บาท/กิโลเมตร)

รายการ	ต้นทุนค่าขนส่งของรถบรรทุก
ค่ารถและเครื่องมือ	0.88
ค่าทะเบียน	0.02
ค่าตรวจสภาพรถ	0.01
ค่าประกันภัย	0.22
ค่าพนักงานขับรถและผู้ช่วย	3.41
ค่าเชื้อเพลิง	2.33
ค่ายาง	0.14
ค่าน้ำมันหล่อลื่น	0.15
ค่าซ่อมบำรุงรักษา	0.49
ค่าผ่านด่านข้ามแดน	0.07
ค่าใช้จ่ายไม่มีใบเสร็จ	0.1
ค่าใช้จ่ายสำนักงาน	0.41
ต้นทุนการขนส่งรวม (TC)	8.23
(หน่วย : บาท/กิโลเมตร)	

ที่มา : กรมการขนส่งทางบก (2559).

ตารางที่ 3 ต้นทุนการขนส่งสินค้า (C_{ij}) (หน่วย : บาท)

ศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัท กรณีศึกษา (i)	ต้นทุนการขนส่งสินค้า (C_{ij})			
	เชียงราย	ระนอง	...	อุบลราชธานี
พิษณุโลก	3,399	7,777	...	4,946
ขอนแก่น	6,024	8,370	...	2,321
ตาก	3,276	8,181	...	6,082
มุกดาหาร	8,024	9,958	...	2,634

ตารางที่ 4 ข้อมูลปริมาณสินค้าของศูนย์ให้บริการ ที่ต้องการจัดส่งไปยังประเทศเพื่อนบ้าน (D_j) (หน่วย : ชิ้น)

จังหวัดที่มีศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวร (j) (หน่วย : จังหวัด)	ปริมาณสินค้าของศูนย์ให้บริการ ที่ต้องการจัดส่งไปยังประเทศเพื่อนบ้าน (D_j) (หน่วย : ชิ้น)
เชียงราย	320,000
ระนอง	120,000
⋮	⋮
อุบลราชธานี	400,000

ที่มา : ข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 5 ต้นทุนในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า (f_j) และความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณสินค้า (CP_j)

ศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัทกรณีศึกษา (i) (หน่วย : จังหวัด)	ต้นทุนในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า (f_j) (หน่วย : บาท)	ความสามารถสูงสุดในการรองรับปริมาณสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัทกรณีศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 (CP_j) (หน่วย : ชิ้น)
พิษณุโลก	0	4,000,000
ขอนแก่น	0	5,500,000
ตาก	1,000,000	1,420,000
แม่สอด	1,200,000	1,850,000

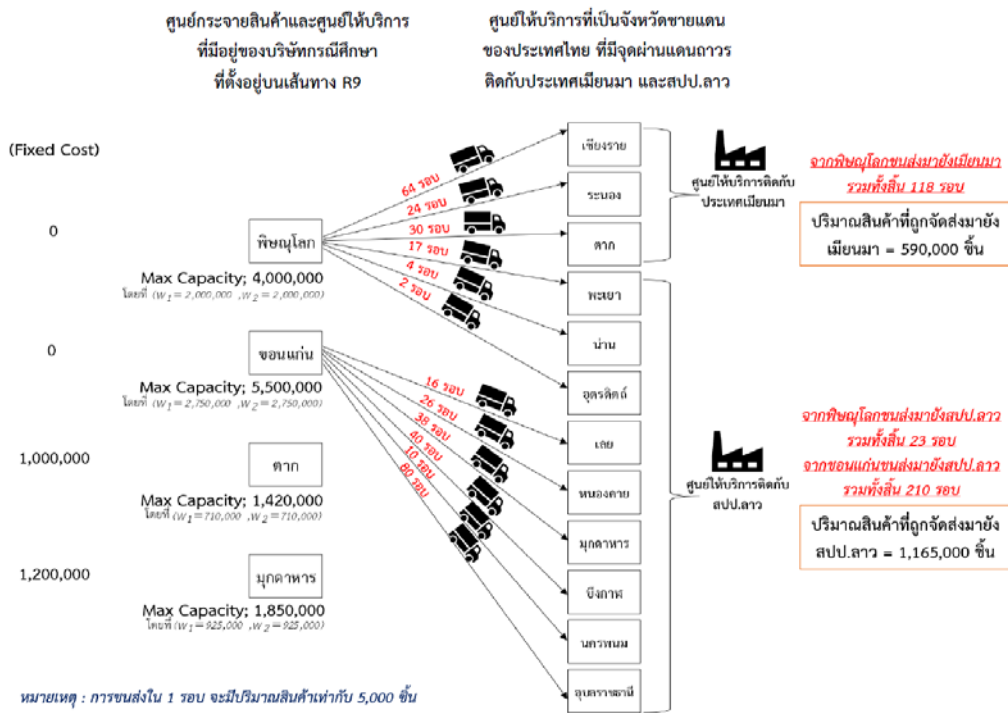
ที่มา : ข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา

สรุปผลการวิจัย

การแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม Microsoft Excel Solver ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือสำหรับหาคำตอบของแบบจำลองกำหนดการทางคณิตศาสตร์ ที่ประมวลผลบนคอมพิวเตอร์พกพาซึ่งมีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel(R) Core(TM) i5-8300H CPU@ 2.30GHz และมีหน่วยความจำหลัก (RAM) 16.0 GB (15.8 GB usable) หน่วยความจำสำรอง (Hard disk) 1024 GB HDD บนระบบปฏิบัติการ (OS) Microsoft Windows 10 Home 64-bit Operating system

ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง MILP สามารถค้นหาคำตอบต้นทุนรวมของการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนในการขนส่งสินค้า พบว่า มีผลรวมของต้นทุนต่ำที่สุดเท่ากับ 961,759 บาท และได้ผลลัพธ์เลือกให้ศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดพิษณุโลก และศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดขอนแก่น เป็นที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพื่อรองรับต่อการขนส่งสินค้าด้วยรูปแบบการขนส่งทางบก ไปยังประเทศเมียนมา และ สปป.ลาว โดยที่ศูนย์พิษณุโลก มีปริมาณสินค้าที่ต้องถูกจัดส่งไปยังประเทศเมียนมา และ สปป.ลาว ทั้งหมด 705,000 ชิ้น แบ่งออกเป็น สินค้าจำนวน 590,000 ชิ้น จัดส่งสินค้าไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทยซึ่งมีจุดผ่านแดนถาวรติดกับเมียนมา ได้แก่ จังหวัดเชียงราย ระนอง และตาก และสินค้าอีก 115,000 ชิ้น จัดส่งสินค้าไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทยซึ่งมีจุดผ่านแดนถาวรติดกับ สปป.ลาว ได้แก่ จังหวัดพะเยา น่าน และอุตรดิตถ์ ส่วนศูนย์ขอนแก่น มีปริมาณสินค้าที่ต้องถูกจัดส่งทั้งหมด 1,050,000 ชิ้น ไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทยซึ่งมีจุดผ่านแดนถาวรติดกับ สปป.ลาว ได้แก่ จังหวัดเลย หนองคาย

มุกดาหาร บึงกาฬ นครพนม และอุบลราชธานี ปริมาณรอบการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกทุกสี่ล้อ กรณีรถใช้น้ำมันดีเซล ไปยังแต่ละศูนย์ให้บริการของบริษัทการศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย มีจำนวนรอบที่แตกต่างกัน มีรายละเอียดของต้นทุนที่เกิดขึ้นและปริมาณการกระจายของสินค้าในแต่ละศูนย์ แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง

เมื่อทราบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองแล้ว การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เป็นส่วนที่สำคัญมาก ในการศึกษาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทราบค่าหรือพารามิเตอร์ของแบบจำลอง เนื่องจากคำตอบที่เหมาะสมที่สุดที่ได้รับในแบบจำลองนั้น เป็นคำตอบที่เกิดจากการประมาณค่าพารามิเตอร์บางตัว ซึ่งในความเป็นจริงค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทราบค่า ขั้นตอนนี้ คือ การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบกับปัญหา เพื่อแสดงการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรทราบค่า ต้นทุนการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัทการศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง R9 (i) ไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทการศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวร (j) แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความไว โดยใช้การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการขนส่งสินค้า (C_{ij}) (หน่วย : บาท)

Cij = TC x Sij ละครยะทางอีก 30 กิโลเมตรจากระยะทางจริง (หน่วย : บาท)												Min total	
	เชียงใหม่ (i=1)	ระนอง (i=2)	ตาก (i=3)	พะเยา (i=4)	น่าน (i=5)	อุดรธานี (i=6)	เลย (i=7)	หนองคาย (i=8)	มุกดาหาร (i=9)	บึงกาฬ (i=10)	นครพนม (i=11)	อุบลราชธานี (i=12)	cost
พิษณุโลก (i=1)	3152	7530	889	2378	2181	724	1967	3745	4378	3991	4831	4699	875,260
ขอนแก่น (i=2)	5777	8123	3514	5004	4806	3350	1448	1119	1753	2749	2206	2074	
ตาก (i=3)	3029	7934	313	2255	2732	1226	3103	4880	5514	5448	5967	5835	
มุกดาหาร (i=4)	7777	9711	5514	7004	6814	5349	3350	2461	-181	2321	609	2387	
Cij = TC x Sij ละครยะทางอีก 20 กิโลเมตรจากระยะทางจริง (หน่วย : บาท)												Min total	
	เชียงใหม่ (i=1)	ระนอง (i=2)	ตาก (i=3)	พะเยา (i=4)	น่าน (i=5)	อุดรธานี (i=6)	เลย (i=7)	หนองคาย (i=8)	มุกดาหาร (i=9)	บึงกาฬ (i=10)	นครพนม (i=11)	อุบลราชธานี (i=12)	cost
พิษณุโลก (i=1)	3234	7612	971	2460	2263	806	2049	3827	4460	4073	4913	4781	904,098
ขอนแก่น (i=2)	5859	8205	3596	5086	4888	3432	1530	1201	1835	2831	2288	2156	
ตาก (i=3)	3111	8016	395	2337	2814	1308	3185	4962	5596	5530	6049	5917	
มุกดาหาร (i=4)	7859	9793	5596	7086	6896	5431	3432	2543	-99	2403	691	2469	
Cij = TC x Sij ละครยะทางอีก 10 กิโลเมตรจากระยะทางจริง (หน่วย : บาท)												Min total	
	เชียงใหม่ (i=1)	ระนอง (i=2)	ตาก (i=3)	พะเยา (i=4)	น่าน (i=5)	อุดรธานี (i=6)	เลย (i=7)	หนองคาย (i=8)	มุกดาหาร (i=9)	บึงกาฬ (i=10)	นครพนม (i=11)	อุบลราชธานี (i=12)	cost
พิษณุโลก (i=1)	3317	7695	1054	2543	2346	889	2132	3910	4543	4156	4996	4864	932,936
ขอนแก่น (i=2)	5942	8288	3679	5169	4971	3515	1613	1284	1918	2914	2371	2239	
ตาก (i=3)	3194	8099	478	2420	2897	1391	3268	5045	5679	5613	6132	6000	
มุกดาหาร (i=4)	7942	9876	5679	7169	6979	5514	3515	2626	-16	2486	774	2552	
Cij = TC x Sij ระยะทางที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริง (หน่วย : บาท)												Min total	
	เชียงใหม่ (i=1)	ระนอง (i=2)	ตาก (i=3)	พะเยา (i=4)	น่าน (i=5)	อุดรธานี (i=6)	เลย (i=7)	หนองคาย (i=8)	มุกดาหาร (i=9)	บึงกาฬ (i=10)	นครพนม (i=11)	อุบลราชธานี (i=12)	cost
พิษณุโลก (i=1)	3399	7777	1136	2625	2428	971	2214	3992	4625	4238	5078	4946	961,759
ขอนแก่น (i=2)	6024	8370	3761	5251	5053	3597	1695	1366	2000	2996	2453	2321	
ตาก (i=3)	3276	8181	560	2502	2979	1473	3350	5127	5761	5695	6214	6082	
มุกดาหาร (i=4)	8024	9958	5761	7251	7061	5596	3597	2708	66	2568	856	2634	
Cij = TC x Sij เพิ่มระยะทางอีก 10 กิโลเมตรจากระยะทางจริง (หน่วย : บาท)												Min total	
	เชียงใหม่ (i=1)	ระนอง (i=2)	ตาก (i=3)	พะเยา (i=4)	น่าน (i=5)	อุดรธานี (i=6)	เลย (i=7)	หนองคาย (i=8)	มุกดาหาร (i=9)	บึงกาฬ (i=10)	นครพนม (i=11)	อุบลราชธานี (i=12)	cost
พิษณุโลก (i=1)	3481	7859	1218	2707	2510	1053	2296	4074	4707	4320	5160	5028	990,612
ขอนแก่น (i=2)	6106	8452	3843	5333	5135	3679	1777	1448	2082	3078	2535	2403	
ตาก (i=3)	3385	8263	642	2587	3061	1555	3432	5209	5843	5777	6296	6164	
มุกดาหาร (i=4)	8106	10040	5843	7333	7143	5678	3679	2790	148	2650	938	2716	
Cij = TC x Sij เพิ่มระยะทางอีก 20 กิโลเมตรจากระยะทางจริง (หน่วย : บาท)												Min total	
	เชียงใหม่ (i=1)	ระนอง (i=2)	ตาก (i=3)	พะเยา (i=4)	น่าน (i=5)	อุดรธานี (i=6)	เลย (i=7)	หนองคาย (i=8)	มุกดาหาร (i=9)	บึงกาฬ (i=10)	นครพนม (i=11)	อุบลราชธานี (i=12)	cost
พิษณุโลก (i=1)	3564	7942	1301	2790	2593	1136	2379	4157	4790	4403	5243	5111	1,019,450
ขอนแก่น (i=2)	6189	8535	3926	5416	5218	3762	1860	1531	2165	3161	2618	2486	
ตาก (i=3)	3441	8346	725	2667	3144	1638	3515	5292	5926	5860	6379	6247	
มุกดาหาร (i=4)	8189	10123	5926	7416	7226	5761	3762	2873	231	2733	1021	2799	
Cij = TC x Sij เพิ่มระยะทางอีก 30 กิโลเมตรจากระยะทางจริง (หน่วย : บาท)												Min total	
	เชียงใหม่ (i=1)	ระนอง (i=2)	ตาก (i=3)	พะเยา (i=4)	น่าน (i=5)	อุดรธานี (i=6)	เลย (i=7)	หนองคาย (i=8)	มุกดาหาร (i=9)	บึงกาฬ (i=10)	นครพนม (i=11)	อุบลราชธานี (i=12)	cost
พิษณุโลก (i=1)	3646	8024	1383	2872	2675	1218	2461	4239	4872	4485	5325	5193	1,048,288
ขอนแก่น (i=2)	6271	8617	4008	5498	5300	3844	1942	1613	2247	3243	2700	2568	
ตาก (i=3)	3523	8428	807	2749	3226	1720	3597	5374	6008	5942	6461	6329	
มุกดาหาร (i=4)	8271	10205	6008	7498	7308	5843	3844	2955	313	2815	1103	2881	

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทราบค่าของต้นทุนการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าและศูนย์ให้บริการที่มีอยู่ของบริษัทกรณีศึกษาที่ตั้งอยู่บนเส้นทาง $R9(i)$ ไปยังศูนย์ให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา ที่เป็นจังหวัดชายแดนของประเทศไทย ที่มีจุดผ่านแดนถาวร (j) ทำให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทราบค่านี้ พบว่า เมื่อต้นทุนการขนส่งสินค้าลดลง ผลของต้นทุนโดยรวม (Min Total cost) มีค่าลดลงด้วย ในทางกลับกันหากต้นทุนการขนส่งสินค้ามีค่าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ต้นทุนโดยรวม (Min Total Cost) สูงขึ้นตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

งานวิจัยนี้สามารถนำมาผลที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินธุรกิจของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยรูปแบบการขนส่งทางบก ระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่

เมียนมา และสปป.ลาว อีกทั้งการพัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มแบบผสม MILP จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาบริษัทการขนส่งอื่น ๆ ได้

ในงานวิจัยนี้ควรเพิ่มการวิเคราะห์หรือปรับเปลี่ยนข้อสมมติฐาน และเงื่อนไขข้อบังคับต่าง ๆ เพื่อให้แบบจำลองมีความสมจริง หรือเสมือนจริงมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยพิจารณาข้อมูลด้านต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า และต้นทุนในการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาเพียงแห่งเดียวเท่านั้น ซึ่งสำหรับการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยนี้ในอนาคต ควรศึกษาข้อมูลร่วมกับบริษัทโลจิสติกส์ที่ดำเนินธุรกิจในภาคอุตสาหกรรมทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับระบบการขนส่งสินค้า เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถพิจารณาข้อมูลรูปแบบการขนส่งสินค้าที่หลากหลาย อีกทั้งยังสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และสามารถนำข้อมูลจริงมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อให้งานวิจัยนี้มีผลลัพธ์ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบการขนส่งสินค้าของประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากมหาวิทยาลัยนครราชสีมา คณะโลจิสติกส์ และดิจิทัลซัพพลายเชน ที่ให้ทุนสนับสนุนในการศึกษาวิจัย และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ ที่ให้คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนให้คำปรึกษาในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยตระหนักถึงความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้จัดทำวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ที่ให้ผู้วิจัยได้สำรวจและศึกษาวรรณกรรมเพื่อนำข้อมูลมาคิดวิเคราะห์ สรุป จนสำเร็จงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิด ซึ่งอบรมเลี้ยงดูด้วยความรักและส่งเสริมด้านการศึกษาเป็นอย่างดี ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ ให้แก่คณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชา จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอรับผิดชอบและยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านเพื่อประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กุลบัณฑิต แสงดี, สุภาวดี สายสนิท และปิยรัตน์ แต่เจริญ. (2559, พฤษภาคม-สิงหาคม). การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่ กรณีศึกษา บริษัท RP สาขากรุงเทพมหานคร. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์**. กรุงเทพฯ : คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารถ. 11(2), 324-336.

กรมการขนส่งทางบก. (2559). **โครงการศึกษาต้นทุนการขนส่งและกระจายสินค้าเพื่อรองรับการพัฒนาสถานีขนส่งสินค้าทั่วประเทศ (รายงานอัตราค่าขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกของประเทศไทย)**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <http://www.thaitruckcenter.com>. [2564, 10 กุมภาพันธ์]



**NMCCON
2021**

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา

ครั้งที่ 8 ประจำปี พ.ศ.2564

"สู่ชีวิตวิถีใหม่ ด้วยงานวิจัยทางสุขภาพและการบริการ"

27 มีนาคม พ.ศ. 2564

- เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ, จีระศักดิ์ สุทธิกร, จุฑารัตน์ พงษ์สุวรรณ, สุชาดา ไชยพรม และสุนิสา วงศ์พินต์. (2563, เมษายน-มิถุนายน). การแก้ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลและจัดเส้นทางขนส่งวัตถุดิบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา**. กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 31(2), 149-166.
- ณภัทร ศรีนวล, อดุลย์ นงภา, สิทธิโชค สินรัตน์, แวมมยุรา คำสุข และพิมสหรา ยาคคล้าย. (2559, กรกฎาคม-ธันวาคม). การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งของคลังสินค้า. **วารสารธุรกิจปริทัศน์**. สมุทรปราการ : คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 8(2), 75-90.
- ณัฐธยาน์ ไสกุล. (2551). **เส้นทางระเบียงเศรษฐกิจสายตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor: EWEC)**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <https://cite.dpu.ac.th> [2564, 11 กุมภาพันธ์]
- ธนวัฒน์ เมธีธัญญรัตน์. (2558, กันยายน). การเลือกที่ตั้งคลังน้ำมันในประเทศไทย โดยใช้วิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. **วิศวกรรมลาดกระบัง**. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 32(3), 38-42.
- ปรางประเสริฐ น้อยสังข์ และชุมพล มณฑาทิพย์กุล. (2560, มกราคม-มิถุนายน). การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภูมิภาคในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงปริมาณร่วมกับปัจจัยเชิงคุณภาพด้วยฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์. **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน**. กรุงเทพฯ : คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 5(1), 60-70.
- พริดา วิภูภิญโญ. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การศึกษาวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายผลไม้แบบส่งผ่านกรณีศึกษา: พื้นที่การค้าผลไม้ระหว่างอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา. **วารสารวิทยาการจัดการ**. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 36(2), 87-112.
- ยุพิน วงษ์วิลาศ. (2557). **การวิเคราะห์การเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า กรณีศึกษาธุรกิจบริการจัดส่งและกระจายสินค้าอุปโภคบริโภค**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <https://digital.collect.lib.buu.ac.th> [2564, 11 กุมภาพันธ์]
- รุ่งอาทิตย์ บูชาอินทร์ และกฤษ จรินทร์. (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม). การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการวางแผนการเลือกทำเลที่ตั้งหมู่บ้านจัดสรรของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ บริเวณอำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. อุบลราชธานี : สำนักงานส่งเสริมบริหารงานวิจัย บริการวิชาการ และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 20(2), 14-27.
- วรพจน์ พันธุ์คง, ธรินี มณีศรี และชวลิต มณีศรี. (2559, มิถุนายน). การประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น สำหรับการประเมินทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล. **วิศวกรรมลาดกระบัง**. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 33(2), 70-76.
- วลัยลักษณ์ อัครธีรวงศ์ และสิวนีย์ ปงลังกา. (2563, มกราคม-มิถุนายน). การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า : กรณีศึกษา บริษัท ไพรชยนต์ไทยดิสรทิวชั่น จำกัด. **วารสารสถิติประยุกต์และเทคโนโลยีสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ : คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 5(1), 10-24.
- หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ (AEC World). (2556). **รอบรู้เศรษฐกิจตามติดตลาดโลก**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <https://www.ditp.go.th> [2564, 11 กุมภาพันธ์]
- อุทัย มิตรช่วยรอด, พงศ์ หรดาล และสมเดช เฉยไสย. (2554, มกราคม-มิถุนายน). การศึกษาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. **วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา**. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร. 5(1), 94-100.



- อนรรักษ์ ชัยวิเชียร และระพีพันธ์ ปีตาคะโส. (2558, พฤษภาคม-สิงหาคม). การพัฒนาวิธีการฮิวริสติกส์เพื่อใช้ในการค้นหาทำเลสถานที่ตั้งที่มีข้อจำกัด ด้านขนาดควบคู่กับการประเมินชีพหลายเออร์. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. นราธิวาส : มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 7(2), 12-22.
- Xiang Hua, Xiao Hu and Wuwei Yuan. (2016, October). Research optimization on logistics distribution center location based on adaptive particle swarm algorithm. **International Journal for Light and Electron Optics**. China : School of Electronic Information Engineering 127, 8443-8450.
- Shilong Li, Zhenlin Wei and Ailing Huang. (2018, October). Location Selection of Urban Distribution Center with a Mathematical Modeling Approach Based on the Total Cost. **IEEE ACCESS**. USA and Canada : Advancing Technology for Humanity. 6(1), 61833-61842.
- Positioning. (2551). เส้นทางเศรษฐกิจและโอกาสในการเชื่อมโยงโลจิสติกส์ในอนุภูมิภาคแม่น้ำโขง. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <https://positioningmag.com> [2564, 12 กุมภาพันธ์]
- El-Ghazali Talbi. (2009). **Metaheuristics From Design to Implementation**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <https://www.researchgate.net> [2564, 12 กุมภาพันธ์]