198171

ระบบการขนส่งสินค้าจัดเป็นระบบโครงข่ายชนิดหนึ่ง ซึ่งหากเกิดปัญหาขึ้นในระบบการขนส่ง เช่น เส้นทางบางเส้นทางไม่สามารถใช้การได้ชั่วคราวอันเนื่องจากปัจจัยบางอย่าง จะส่งผลให้เส้นทางที่เคยทำการเลือกไว้ไม่สามารถใช้ขนส่งสินค้าได้ หรืออาจส่งผลให้ทั้งระบบโครงข่ายนี้ไม่สามารถขนส่งสินค้าได้เลย ดังนั้นเมื่อระบบโครงข่ายเกิดความไม่แน่นอนขึ้น ทั้งผู้ประกอบการและผู้บริโภคก็จะได้รับความเดือดร้อน

ในปัจจุบันการประเมินระบบโครงข่ายที่มีความไม่แน่นอน นิยมประเมินผ่านค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) (ระบบโครงข่ายที่มีค่าความน่าเชื่อถือสูง ย่อมเป็นระบบโครงข่ายที่ดี เนื่องจากมีโอกาสในการขนส่งสินค้าได้สูง) โดยมีผู้ทำการศึกษาการประเมินความน่าเชื่อถือของระบบโครงข่ายในรูปแบบและเงื่อนไขที่แตกต่างกันออกไปมากมาย แต่การประเมินระบบโครงข่ายที่มีความไม่แน่นอนด้วยความน่าเชื่อถือเพียงอย่างเดียวนี้ อาจไม่เพียงพอในการตัดสินใจได้ว่า ระบบโครงข่ายดังกล่าวมีสมรรถนะดีเพียงใด เนื่องจากยังขาดการพิจารณาในส่วนของต้นทุนที่เกิดจากการใช้ระบบโครงข่ายที่ไม่แน่นอน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการประเมินระบบโครงข่ายที่มีความไม่แน่นอน โดยการใช้ต้นทุนในการใช้เส้นทางร่วมกับความน่าเชื่อถือของเส้นทางมาประเมินเป็นต้นทุนเฉลี่ยของระบบโครงข่าย ผ่านการคำนวณหาค่าคาดหวัง (Expected Value) ซึ่งได้นำเสนอวิธีการในการประเมินไว้ 2 วิธี ได้แก่ การประเมินโดยการคำนวณโดยตรง และการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล โดยแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน จากการทดลองผ่านระบบโครงข่ายตัวอย่าง พบว่าวิธีการคำนวณโดยตรงนั้น เป็นวิธีที่ซับซ้อนและยุ่งยากในการคำนวณ แต่ให้ผลที่ถูกต้อง นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการคำนวณจะแปรตามความซับซ้อนและขนาดของระบบโครงข่าย โดยระบบโครงข่ายที่มีขนาดใหญ่มากขึ้นก็จะใช้เวลาในการคำนวณนานขึ้นด้วย ในขณะที่การจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนและค่าที่ได้เป็นค่าประมาณ นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการจำลองเหตุการณ์ไม่ได้แปรตามขนาดระบบโครงข่าย แต่จะแปรตามความแปรปรวนของต้นทุนที่เกิดขึ้นในระบบโครงข่าย

ในการประยุกต์ใช้ค่าต้นทุนเฉลี่ยกับระบบขนส่งจริงนั้น งานวิจัยนี้ได้นำเสนอตัวอย่างผ่านระบบโครงข่ายการขนส่งปูนซีเมนต์ชนิดถุงในเขตภาคอีสาน ซึ่งการขนส่งปูนซีเมนต์ถุงในปัจจุบันได้ทำการว่าจ้างผู้ประกอบการขนส่งปูนซีเมนต์ถุงจากโรงงานที่สระบุรี ซึ่งในระบบการขนส่งนี้จะมีการขนส่งใน 2 รูปแบบ คือการขนส่งด้วยรถบรรทุกซึ่งเป็นการว่าจ้างผู้รับขนส่งสินค้า และการขนส่งโดยรถไฟ ซึ่งในบางครั้งจะมีปัญหาในการว่าจ้างผู้ขนส่งเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ทำให้ไม่สามารถขนส่งในบางเส้นทางได้ ดังนั้นระบบโครงข่ายการขนส่งนี้จึงมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น

โดยในการวิเคราะห์ระบบการขนส่งโดยใช้ค่าต้นทุนเฉลี่ยของระบบการขนส่งนี้ จะต้องทำการประเมินความน่าจะเป็นของทางเชื่อมในระบบการขนส่งก่อน โดยทางเชื่อมในระบบการขนส่งในที่นี้จะใช้

แทนผู้ประกอบการขนส่งแต่ละราย ดังนั้นความน่าจะเป็นที่ทางเชื่อมสามารถทำงานได้จะประเมินจากการความน่าจะเป็นที่ผู้ขนส่งเหล่านั้นสามารถขนส่งสินค้าได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยทางเชื่อมในระบบโครงข่ายการขนส่งนี้แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ทางเชื่อมที่เป็นรถไฟ ทางเชื่อมที่เป็นการขนส่งจากคลังไปยังลูกค้า และผู้ประกอบการขนส่งด้วยรถบรรทุกจากสระบุรี โดยความน่าจะเป็นของทางเชื่อม 2 ประเภทแรกคือ รถไฟและการขนส่งจากคลังสินค้านั้น จะทำการประเมินความน่าจะเป็นผ่านข้อมูลในอดีต แต่ในส่วนของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกนั้นไม่สามารถหาข้อมูลในอดีตได้ จึงทำการวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นในการตัดสินใจรับส่งสินค้าของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าจากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการขนส่งเบื้องต้น พบว่าปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจรับขนส่งสินค้าได้แก่ ราคาค่าขนส่งที่ได้รับ ค่าน้ำมัน ลักษณะการว่าจ้างขนส่ง การมีสินค้าเที่ยวกลับ และฤดูกาลที่ทำการขนส่ง ดังนั้นจึงทำการออกแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลโดยการจำลองเหตุการณ์บนปัจจัยต่างๆ เพื่อสอบถามผู้ประกอบการขนส่งว่า ด้วยสถานะของปัจจัยดังกล่าวจะรับขนส่งสินค้าหรือไม่ หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการรับส่งสินค้าต่อไป

แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เป็นลักษณะของการตอบว่าจะ รับส่งสินค้าหรือไม่รับส่งสินค้า ซึ่งข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นได้ จึงต้องใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก หลังจากได้ความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว จะนำความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้ในการประมาณค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ประกอบการขนส่งสินค้าจะรับขนส่งสินค้าต่อไป

จากข้อมูลความน่าจะเป็นและต้นทุนของระบบการขนส่ง นำมาสร้างแบบจำลองของระบบการขนส่ง และศึกษาถึงผลของราคาค่าขนส่งรถบรรทุกที่มีต่อระบบโครงข่ายผ่านค่าความน่าเชื่อถือและค่าต้นทุนเฉลี่ย พบว่าการกำหนดราคาค่าขนส่งรถบรรทุกจากการพิจารณาค่าความน่าจะเชื่อถือที่มีค่าสูงเพียงอย่างเดียวนั้น จะทำให้ราคาค่าขนส่งที่ได้อาจมีค่าสูงเกินไป อีกทั้งยังไม่สะท้อนถึงผลของต้นทุนจากการส่งสินค้าไม่ได้ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของราคาค่าขนส่งรถบรรทุกมากขึ้นไปอีกก็ไม่ทำให้ความน่าเชื่อถือของระบบโครงข่ายเพิ่มขึ้นมากนัก แต่กลับจะทำให้ต้นทุนในการขนส่งสินค้าสูงขึ้น ในขณะที่หากราคารถบรรทุกต่ำลง ความน่าเชื่อถือของระบบก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว

แต่เมื่อทำการพิจารณาความสัมพันธ์ของต้นทุนการขนส่งและค่าความน่าเชื่อถือของระบบโครงข่ายโดยใช้ค่าต้นทุนเฉลี่ยพบว่า ต้นทุนเฉลี่ยนั้นมีค่าแตกต่างกันไปตามต้นทุนจากการส่งสินค้าไม่ได้ และจะมีค่าขนส่งรถบรรทุกค่าหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนเฉลี่ยของระบบการขนส่งนี้มีค่าต่ำสุด หากราคาค่าขนส่งด้วยรถบรรทุกน้อยกว่านี้ ระบบโครงข่ายอาจมีปัญหาด้านความน่าเชื่อถือ ทำให้ต้นทุนเฉลี่ยแปรผันตามต้นทุนจากการส่งสินค้าไม่ได้ แต่หากราคาค่าขนส่งรถบรรทุกมากกว่านี้ การเพิ่มขึ้นของต้นทุนเฉลี่ยจะมีอิทธิพลจากการเพิ่มขึ้นของราคาค่าขนส่งเท่านั้น ซึ่งแสดงว่าระบบโครงข่ายมีความน่าเชื่อถือมากพอแล้ว

A transportation system can be modeled as a network. For a route in the network, there could be problems that cause that particular route to be temporally unoperational. The effect of this unoperation could effect a local decision to select another route to transport, or global causes the entire network to be malfunction all together. Therefore, unreliability of the network affects the suppliers and the customers both.

The performance of an unreliable network is usually measured through the reliability value of the network. Naturally, a network with a higher reliability value is considered a better network. Many studies have evaluated the reliability of the unreliable network in many aspects and under various constraints. The network reliability alone, however, may not be a good measure to determine if that is a good network due to the lack of the transportation cost consideration. Hence, this research proposes a network evaluation methodology that considers both the reliability of the network and its transportation cost simultaneously. The methodology calculates the expected value of the reliability and its associated costs, and yields a Reliability Cost Index (RCI). The RCI value is obtained in two different ways in this research: 1) exact calculation, and 2) Monte Carlo simulation. The exact calculation gives the exact value of RCI, but the calculation is rather tedious. Monte Carlo simulation yields an approximated value of RCI, but the method can be easily coded and performed on a computer. Our test results show that the time required for the exact calculation method to obtain the value of the RCI depends upon the size of the network, whereas the time needed for Monte Carlo simulation to calculate RCI depends on the varience of the costs in the network.

This research applies the RCI methodology in a bagged cement transportation network in the north-east region of Thailand. This particular transportation network comprises of 2 modes of transportation: truck and train. Both modes are outsourced. The unreliability of this network is introduced by the uncertain decision of the truck service providers on whether to transport the bagged cement for the company or not, based on the current transportation conditions.

To calculate RCI, we first need to estimate the probability of being able to use each of the edges in the network. In the transportation network example above, an edge represents a transportation service provider. Thus, the probability that any of the edges is usable depends on the probability that the corresponding transpiration service provider will accept to transport or not. The edges in the network can be divided into 3 groups. The first group represents the train connecting the plant in Saraburi province to

198171 สกว

the company's warehouse in Ubonrajchathani province. The second group represents the truck service providers transporting between the same plant and warehouse. The last group represents the truck service providers who transport the cement from the plant directly to the customers. The probability of the edge representing the train is determined from the past transportation records. The probabilities of the edges representing the truck service providers are evaluated from a questionnaire.

From the first round of interview, we found that factors that influence the decision of the truck service providers. These factors are transportation service price, oil price, contractual agreement, back hauling, and transportation season. Using these factors, the truck service providers were asked to answer the questionnaire simulating various transportation conditions. The truck service providers might answer "accept or not accept" in each of the set of the conditions.

The probabilities of the edges are then modeled from the data obtained from the answers above. Since the data are dichotomous, they are not suitable for a linear regression model. A logistic regression offers better probability estimates of these edges.

With the probabilities and transportation cost data ready, the reliability and the RCI can now be calculated. Considering the reliability of the network alone may lead the company to offer a high transportation price to the service provider and yet not reflecting the cost of not being able to transport in the network at all. The consequences of the mismatch between the increases in the transportation price and the network reliability are likely to lead to unnecessary high transportation cost to the company.

When analyzing the same network with RCI, the results showed that there was a certain transportation price that considers tradeoffs between the increase in the reliability and the expected cost of the entire network. Any transportation prices that are higher than this particular price will unnecessary increase the network reliability, whereas if the transportation prices are lower than this price the expected cost of the network will be greatly incluenced by the unreliability of the network.