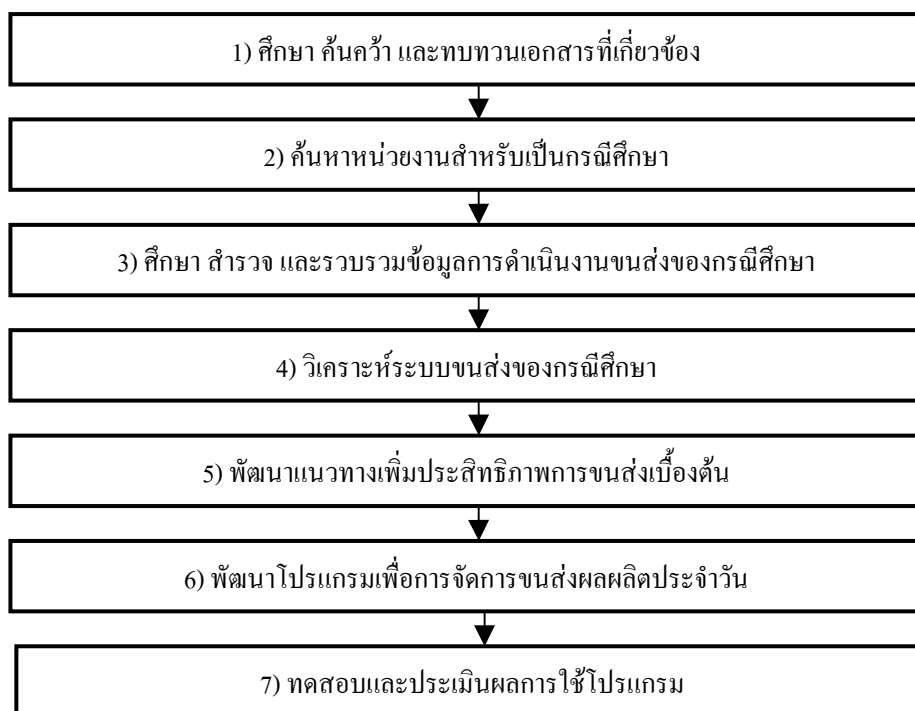


บทที่ 3

วิธีการศึกษาวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยประเภทประยุกต์ทฤษฎีหรือแนวคิด เพื่อนำไปพัฒนากับลักษณะการดำเนินงานจริงของหน่วยงานกรณีศึกษา ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยทำการศึกษา ค้นคว้า และทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องและได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานให้เป็นกรณีศึกษาแล้ว จึงต้องเข้าไปศึกษา สัมภาษณ์ และรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานขนส่งของหน่วยงานกรณีศึกษา ณ สถานที่ปฏิบัติงานจริง ต่อมาจึงทำการวิเคราะห์ระบบการดำเนินงานขนส่ง พัฒนาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งเบื้องต้น และพัฒนาโปรแกรมเพื่อการจัดการขนส่งผลผลิตประจำวัน สุดท้ายจึงทำการทดสอบและประเมินผลการใช้โปรแกรม ขั้นตอนการศึกษาวิจัยดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3. 1 ขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เน้นเกี่ยวกับการนำแนวคิดโลจิสติกส์มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจัดการงานขนส่งผลผลิตประจำวันของหน่วยงานกรณีศึกษา เนื่องจากองค์กรธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็กในประเทศไทยส่วนใหญ่ มักขาดเครื่องมือสำหรับจัดเก็บ บันทึก แก้ไข และวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินงานขนส่งอย่างเป็นระบบ และ มักตัดสินใจวางแผนจัดเส้นทางเดินรถขนส่งผลผลิต ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องมีการตัดสินใจใหม่ทุกวัน โดยอาศัยความชำนาญของพนักงานผู้รับผิดชอบ การตัดสินใจดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลและเครื่องมือช่วยตัดสินใจเพื่อให้ผลการดำเนินงานขนส่งมีความประหยัดมากขึ้น

ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับการจัดการข้อมูลและช่วยวางแผนงานขนส่งดังกล่าวเรียกว่า **โปรแกรมเพื่อการจัดการขนส่งผลผลิตประจำวัน (Daily Produce Transportation Management computer Program: DAPTMAP)** โดยมีจุดประสงค์เพื่อจัดการงานขนส่งประจำวัน 4 ประการ คือ (1) บันทึกข้อมูลพื้นฐานการขนส่ง (2) วางแผนการจัดเส้นทางรถขนส่งประจำวัน (3) บันทึกการดำเนินงานขนส่งประจำวัน และ (4) วิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิภาพการดำเนินงานขนส่ง ซึ่งสามารถนำโปรแกรมไปพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อประยุกต์ใช้กับหน่วยงานอื่นๆทั่วไปได้

สำหรับบทนี้จะได้กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับ หน่วยงานกรณีศึกษา วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล วิธีวิเคราะห์ระบบขนส่ง วิธีพัฒนาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งเบื้องต้น วิธีพัฒนาโปรแกรมเพื่อการจัดการขนส่งผลผลิตประจำวัน และวิธีทดสอบและประเมินผลการใช้โปรแกรม

3.1 หน่วยงานกรณีศึกษา

ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก “มูลนิธิโครงการหลวง” ให้เป็นหน่วยงานกรณีศึกษา เนื่องจากผู้วิจัยทำงานวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งมีบุคลากรหลายท่านภายในมหาวิทยาลัยทำงานวิจัยร่วมกับมูลนิธิโครงการหลวง ประกอบกับมูลนิธิโครงการหลวง มีนโยบายพัฒนาประสิทธิภาพการดำเนินงานขนส่ง เพื่อลดค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงานดังกล่าว

การทำความเข้าใจหน่วยงานกรณีศึกษาควรเริ่มต้นจาก การทำความเข้าใจที่มาของหน่วยงานกรณีศึกษา และลักษณะงานของหน่วยงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยจึงเริ่มทำความเข้าใจมูลนิธิโครงการหลวง ด้วยการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทุกข้อมูมิที่ได้มีการบันทึกและสามารถสืบค้นได้จากแหล่งต่างๆ จากนั้นจึงนำมาเรียบเรียงขึ้นใหม่แล้วแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน คือ ที่มาของมูลนิธิโครงการหลวง ลักษณะการดำเนินงานของมูลนิธิโครงการหลวง และลักษณะพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง

3.2 วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานขนส่ง ณ สถานที่ปฏิบัติงานจริงของมูลนิธิโครงการหลวง โดยแบ่งงานสำรวจออกเป็น 2 ครั้ง คือ การสำรวจการดำเนินงานในภาพรวม และการสำรวจข้อมูลในรายละเอียด เนื่องจากมูลนิธิโครงการหลวงมีเครือข่าย พื้นที่ และ หน่วยงานรับผิดชอบจำนวนมาก เพื่อเข้าใจลักษณะเครือข่าย การดำเนินงาน และข้อมูลการดำเนินงานขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวงในสภาพปัจจุบัน

3.2.1 การสำรวจการดำเนินงานขนส่งในภาพรวม

การสำรวจการดำเนินงานขนส่งในภาพรวม มีจุดประสงค์เพื่อทราบลักษณะเครือข่ายการขนส่ง สถานี และลักษณะการดำเนินงานขนส่ง ของมูลนิธิโครงการหลวงในภาพรวม ผู้วิจัยทำการสำรวจการดำเนินงานในครั้งแรก ณ สถานที่ต่างๆ ได้แก่

- สำนักงานมูลนิธิโครงการหลวง
- สำนักงานเกษตรที่สูง
- ศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่
- ศูนย์คัดบรรจุกรุงเทพ
- ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่างๆ เช่น ท่งหลวง ห้วยลึก อ่างาง ฯลฯ
- ลูกค้าย่อยบางรายภายในจังหวัดเชียงใหม่
- ลูกค้าย่อยบางรายภายในจังหวัดกรุงเทพ

3.2.2 การสำรวจข้อมูลการขนส่งในรายละเอียด

การสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลการขนส่งในรายละเอียด มีจุดประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลเชิงตัวเลข สำหรับวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานขนส่งจากหน่วยงานภายในของมูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่

- รายงานการขอเบิกเบี้ยเลี้ยงพนักงานขับรถยนต์โครงการหลวง ปีพ.ศ. 2545 แสดงข้อมูลการใช้พาหนะขนส่งผลผลิตจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทั้ง 36 แห่ง ไปยัง ศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ (ที่มา: ฝ่ายยานพาหนะ สำนักงานมูลนิธิโครงการหลวง)
- รายงานการใช้รถประจำเดือนของศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2545 แสดงข้อมูลการใช้พาหนะขนส่งผลผลิตจากศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ ไปยัง ลูกค้าภายในจังหวัดเชียงใหม่ (ที่มา: ฝ่ายยานพาหนะ ศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่)

- รายงานการขอเบิกเบี้ยเลี้ยงพนักงานขับรถยนต์โครงการหลวง รถกรุงเทพฯ ปีพ.ศ. 2545 แสดงข้อมูลการใช้พาหนะขนส่งผลผลิตจากศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ ไปยังลูกค้าระยะทางไกล ซึ่งมีลูกค้าหลัก 4 ราย ได้แก่ ศูนย์คัดบรรจุกรุงเทพ ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง และตลาดราชบุรี (ที่มา: ฝ่ายยานพาหนะ สำนักงานมูลนิธิโครงการหลวง)

- สรุปการใช้รถของศูนย์คัดบรรจุกรุงเทพ ปี พ.ศ. 2545 แสดงข้อมูลการใช้พาหนะขนส่งผลผลิตจากศูนย์คัดบรรจุกรุงเทพ ไปยัง ลูกค้าภายในกรุงเทพมหานคร (ที่มา: แผนกขนส่ง ศูนย์คัดบรรจุกรุงเทพ)

3.3 วิธีวิเคราะห์ระบบการดำเนินงานขนส่ง

วิธีวิเคราะห์ระบบการดำเนินงานขนส่ง ของมูลนิธิโครงการหลวง ใช้วิธีการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน (Internal Environmental Analysis) คือ การระบุถึง จุดแข็ง (Strengths) และ จุดอ่อน (Weakness) ขององค์กร เพื่อนำมาใช้สร้างความได้เปรียบจาก โอกาส ที่เปิดให้ และเพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรค ที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากการวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะด้านการขนส่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรเป็นสำคัญ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ วิธีวิเคราะห์โดยใช้ทรัพยากรเป็นฐาน (Resource-based approach) เพื่อวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในของกรณีศึกษา (พิบูล ทีปะปาล, 2546)

3.3.1 แนวคิดการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน

วิธีวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในโดยใช้ทรัพยากรเป็นฐาน “ทรัพยากร” (Resource) ในที่นี้ หมายถึง สินทรัพย์ (asset) ความสามารถ (competency) กระบวนการ (process) และทักษะหรือความรู้ (skill or knowledge) ที่อยู่ภายใต้การควบคุมขององค์กร ทรัพยากรต่างๆเหล่านี้หากช่วยให้ องค์กรมีความได้เปรียบหรือความเป็นต่อในการแข่งขัน ก็ถือได้ว่าเป็น จุดแข็ง ในทางตรงข้ามหาก ทรัพยากรเหล่านี้ได้นำไปใช้ประโยชน์น้อยกว่าคู่แข่ง ก็ถือได้ว่าเป็น จุดอ่อน ผู้วิจัยใช้กรอบการ วิเคราะห์ทรัพยากรขององค์กรที่เรียกว่า “VRIO framework” เพื่อการตอบคำถาม 4 ข้อต่อไปนี้

1. V = Value (คุณค่า) ; ทรัพยากรนั้นทำให้ได้เปรียบคู่แข่งหรือไม่
2. R = Rareness (ความหายาก) ; ทรัพยากรนั้นคู่แข่งอื่นหายากหรือไม่
3. I = Imitation (ความสามารถในการลอกเลียนแบบ) ; ทรัพยากรนั้นหากคู่แข่งอื่นเลียนแบบแพงหรือไม่
4. O = Organization (องค์กร) ; ทรัพยากรนั้นองค์กรนำมาใช้ประโยชน์และคุ้มค่าหรือไม่

หากคำตอบต่อคำถามเหล่านี้คือ “ใช่” สำหรับทรัพยากรใดๆก็ตามในองค์กรถือเป็นจุดแข็งและความสามารถพิเศษ ในทางตรงกันข้ามหากคำตอบที่ได้คือ “ไม่ใช่” ก็ถือเป็นจุดอ่อนของทรัพยากรนั้นๆ จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ก็เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่า ได้นำปัจจัยเหล่านี้ ทั้งจุดแข็งและจุดอ่อน มาช่วยวางแผนการดำเนินงานเชิงกลยุทธ์ขององค์กรแล้วหรือไม่

3.3.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในด้านการขนส่ง ของมูลนิธิโครงการหลวง

ทรัพยากร สำหรับการพิจารณาวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในด้านการขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ สินทรัพย์ ความสามารถ กระบวนการ และทักษะหรือความรู้ ซึ่งมีรายละเอียด คือ

1. ด้านสินทรัพย์ ประกอบด้วย สถานที่ พาหนะ บุคลากร และ สินค้า
2. ด้านความสามารถ ประกอบด้วย การขนส่งที่รวดเร็ว การขนส่งที่ตรงเวลา การขนส่งที่ประหยัด และการขนส่งที่ตรงตามความต้องการของลูกค้า
3. ด้านกระบวนการ ประกอบด้วย การรับสินค้า การขนถ่ายสินค้า การจัดเก็บสินค้า การจัดส่งสินค้า
4. ด้านทักษะหรือความรู้ ประกอบด้วย ทักษะการจัดเส้นทางขนส่ง ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานการขนส่ง ความรู้เกี่ยวกับต้นทุนการขนส่ง และ ความรู้เกี่ยวกับประสิทธิภาพการขนส่ง

ต่อมาจึงทำการพิจารณาว่า ทรัพยากรข้างต้น มีความได้เปรียบคู่แข่งหรือไม่ คู่แข่งหาทรัพยากรนั้นยากหรือไม่ มีความต้องการเลียนแบบได้แพงหรือไม่ และมีการนำมาใช้ประโยชน์คุ้มค่าหรือไม่ โดยใช้มุมมองเฉพาะของผู้วิจัยเอง เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ ซึ่งได้จากการสังเกตระบบการดำเนินงานขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวงในปี พ.ศ. 2546

3.4 วิธีการพัฒนาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งเบื้องต้น

การพัฒนาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพ จะพิจารณาจากปัจจัยเชิงกลยุทธ์ภายในทั้งจุดอ่อนและจุดแข็ง ที่ได้จากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน และ แนวทางปฏิบัติที่มีการนำไปประยุกต์ใช้งานแล้วสามารถพัฒนาประสิทธิภาพการขนส่งได้ดี ผู้วิจัยจึงพัฒนาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งเบื้องต้น ของมูลนิธิโครงการหลวง ออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.4.1 ด้านนโยบายและแผนงานขนส่ง

เนื่องจากระบบโครงข่ายการขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวงส่วนใหญ่มีลักษณะแยกหน้าที่กันทำ ขาดการพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างศูนย์ต่างๆ และยังขาดการวางแผนงานขนส่ง

3.4.2 ด้านการจัดการข้อมูลการขนส่ง

เนื่องจากการจัดเก็บข้อมูลการขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวงยังไม่เป็นระบบ และยังขาดการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานขนส่ง

3.5 วิธีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการจัดการขนส่งผลผลิตประจำวัน

โปรแกรมสำหรับจัดการงานขนส่งผลผลิตประจำวัน ถูกพัฒนาเพื่อเป็นเครื่องมืออันหนึ่งในการพัฒนาระบบขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวงให้มีประสิทธิภาพขึ้น ใช้ชื่อว่า โปรแกรมเพื่อการจัดการขนส่งผลผลิตประจำวัน (**Daily Produce Transportation Management computer Program: DAPTMAP**) ซึ่งพัฒนาขึ้นจากโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 และ Microsoft Access 97 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่นิยมนำมาพัฒนาร่วมกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์และสามารถประยุกต์ใช้งานกับระบบฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการพัฒนาโปรแกรมมี 4 ประการ คือ 1) บันทึกฐานข้อมูลการขนส่ง 2) วางแผนจัดเส้นทางรถขนส่งประจำวัน 3) บันทึกข้อมูลการขนส่งประจำวัน และ 4) วิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิภาพการขนส่ง

3.4.1 การบันทึกฐานข้อมูลการขนส่ง

ฐานข้อมูลด้านการขนส่ง คือ ข้อมูลทรัพยากรพื้นฐานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการขนส่ง ประกอบด้วย ฐานข้อมูลสถานี ฐานข้อมูลพาหนะ และ ฐานข้อมูลบุคลากร ฐานข้อมูลเหล่านี้ควรถูกนำมาบันทึกและจัดเก็บไว้ที่เดียวกัน เพื่อความสะดวกในการเพิ่ม ลบ หรือ แก้ไขข้อมูล และยังสามารถนำไปใช้ในการวางแผนหรือวิเคราะห์ประสิทธิภาพการขนส่งได้ทันที

3.4.1.1 ฐานข้อมูลสถานี

ข้อมูลสถานี ควรทำการสำรวจและบันทึกให้ครบทุกสถานีและควรทำการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ ข้อมูลสถานีที่ควรทำการจัดเก็บและบันทึกอย่างน้อยที่สุด ได้แก่

- ชื่อสถานี่
- ประเภทสถานี่
- ค่าพิกัดตำแหน่งสถานี่
- ที่อยู่สถานี่

3.4.2.2 ฐานข้อมูลพาหนะ

ข้อมูลพาหนะ ควรทำการสำรวจและบันทึกให้ครบทุกคัน และควรทำการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอเช่นกัน ข้อมูลพาหนะที่ควรทำการสำรวจและบันทึกไว้ ได้แก่

- เลขทะเบียนพาหนะ
- ประเภทพาหนะ
- สถานี่ต้นสังกัดพาหนะ
- ความสามารถในการบรรทุก (น้ำหนัก, ปริมาตร, จำนวนถังพลาสติก)
- พนักงานขับรถประจำ และพนักงานผู้ช่วย
- มูลค่าราคารถ
- มูลค่าซากรถ
- อายุการใช้งานรถ
- ค่าภาษีรถยนต์
- ค่าค่าประกันภัยรถยนต์

3.4.2.3 ข้อมูลบุคลากร

ข้อมูลบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ พนักงานขับรถ (ซึ่งรวมถึงพนักงานผู้ช่วยยกของขึ้น-ลง) พนักงานซ่อมบำรุง และพนักงานประจำสถานี่ (เฉพาะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง) ซึ่งบุคลากรเหล่านี้จะประจำอยู่ที่สถานี่ต่างๆ ในจำนวนต่างๆกัน ข้อมูลบุคลากรก็ควรทำการบันทึกและจัดเก็บไว้ที่เดียวกับฐานข้อมูลอื่นๆ และควรทำการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอเช่นกัน ข้อมูลบุคลากรที่ควรบันทึกอย่างน้อยที่สุดได้แก่

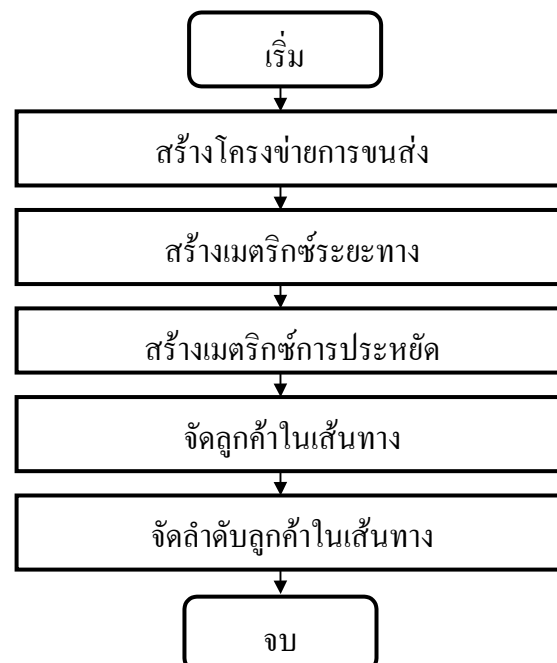
- หมายเลขบัตรประชาชน
- ชื่อ-นามสกุล
- ตำแหน่ง หรือ ประเภทบุคลากร
- สถานี่ต้นสังกัด
- เงินเดือน

- เงินจ่ายเพิ่มเติมเฉลี่ยประจำเดือน

3.4.2 การวางแผนจัดเส้นทางรถขนส่งประจำวัน

การขนส่งผลผลิตของมูลนิธิโครงการหลวงประจำวัน มีทั้งการขนส่งแบบตรงและการขนส่งแบบวงรอบ ปัญหาการขนส่งแบบวงรอบ คือ รูปแบบการขนส่งจากศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า 1 แห่งไปยัง ลูกค้าหลายราย โดยการใช้รถหลายขนาดและหลายคัน ผู้วิจัยเลือกใช้ **วิธีเมตริกซ์การประหยัด (The Saving Matrix Method)** ซึ่งเสนอโดย Chopra, S. et al. 2001 (วิทยาสุหฤทธิรงค์, 2545) สำหรับวางแผนการขนส่งดังกล่าว เนื่องจากเป็นวิธีที่มีข้อมูลเพียงพอสำหรับวิเคราะห์ผล มีขั้นตอนการตัดสินใจไม่ซับซ้อน ใช้เวลาและความยากในการพัฒนาโปรแกรมไม่มากนัก และใช้เวลาในการประมวลผลเพื่อให้ได้คำตอบไม่นานเกินไป

การพัฒนาโปรแกรมเพื่อจัดเส้นทางเดินรถขนส่งผลผลิตประจำวัน เริ่มจาก การสร้างเครือข่ายที่ต้องการวางแผน การสร้างเมตริกซ์ระยะทางระหว่างสถานี การสร้างเมตริกซ์การประหยัด การจัดลูกค้าในเส้นทาง และการจัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง กระบวนการวางแผนการขนส่งแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กระบวนการวางแผนการขนส่งของโปรแกรม DPTMP

3.4.2.1 การสร้างเครือข่ายขนส่ง

การวางแผนจัดเส้นทางเดินรถขนส่งจะพิจารณาที่แต่ละเครือข่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างเครือข่ายการขนส่งที่ต้องการพิจารณาขึ้นมาก่อนเป็นลำดับแรก ซึ่งแต่ละเครือข่ายขนส่งจะต้องระบุข้อมูลดังต่อไปนี้

- สถานีแม่ข่าย
- สถานีลูกข่าย
- พาหนะที่ใช้ในเครือข่าย
- ปริมาณการขนส่งของแต่ละสถานีลูกข่าย

3.5.2.2 การสร้างเมตริกซ์ระยะทาง

เมตริกซ์ระยะทาง คือ เมตริกซ์ที่แสดงค่า ระยะทาง เวลา หรือ ต้นทุน ระหว่างสถานีขนส่งใดๆในเครือข่ายขนส่งที่ต้องการวางแผน โปรแกรมนี้สามารถสร้างเมตริกซ์ระยะทางได้จากค่าพิกัดของแต่ละสถานีโดยใช้สมการที่ 3-1 หากมีเฉพาะข้อมูลพิกัดของแต่ละสถานี ในกรณีที่มีข้อมูลซึ่งได้จากการสำรวจเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นข้อมูล ระยะทาง เวลา หรือ ต้นทุน ระหว่างสถานี โปรแกรมยังเปิดโอกาสให้แก้ไขข้อมูลจากเมตริกซ์ระยะทางที่คำนวณได้ภายหลัง

$$Dist(A, B) = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2} \quad (3.1)$$

เมื่อ $Dist(A, B)$ คือ ระยะทางระหว่างตำแหน่ง A และ B
 (x_A, y_A) คือ ค่าพิกัดของตำแหน่ง A
 (x_B, y_B) คือ ค่าพิกัดของตำแหน่ง B

3.4.2.3 การสร้างเมตริกซ์การประหยัด

เมตริกซ์การประหยัด คือ เมตริกซ์ที่แสดงค่าการประหยัดจากการรวมลูกค้า 2 รายใดๆเข้าไว้ในเส้นทางเดียวกัน สร้างขึ้นจากเมตริกซ์ระยะทางที่ได้สร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้ ค่าการประหยัดคำนวณได้จากสมการที่ 3.2

$$S(C_A, C_B) = Dist(DC, C_A) + Dist(DC, C_B) - Dist(C_A, C_B) \quad (3.2)$$

เมื่อ $S(C_A, C_B)$ คือ ค่าการประหยัดจากการรวมลูกค้า A และ B ไว้ในเส้นทางเดียวกัน

| | | |
|-------|-----|-------------------------|
| DC | คือ | ศูนย์รวมและกระจายสินค้า |
| C_A | คือ | ลูกค้า A |
| C_B | คือ | ลูกค้า B |

3.4.2.4 การจัดลูกค้าในเส้นทาง

การจัดลูกค้าให้เส้นทาง อาศัยแนวคิดในการจัดลูกค้าที่มีเมตริกซ์การประหยัดมากที่สุดก่อน โดยพิจารณาผลรวมของปริมาณการบรรทุกเกินขีดความสามารถในการบรรทุกของพาหนะหรือไม่ กระทบเรื่อยไปจนลูกค้าถูกจัดไว้ในเส้นทางทั้งหมด ในกรณีที่ลูกค้าไม่สามารถรวมได้ ถือว่าลูกค้ารายนั้นต้องทำการขนส่งโดยตรง วิธีการพิจารณาว่ามีลูกค้ารายใดบ้างอยู่ในเส้นทางเดียวกันมีดังนี้

1. พิจารณากลุ่มลูกค้าที่มีค่าเมตริกซ์การประหยัดมากที่สุดและจัดลูกค้าดังกล่าวไว้ในเส้นทางเดียวกัน หากปริมาณการบรรทุกของลูกค้าดังกล่าว ไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของรถที่พิจารณา จึงรวมลูกค้าดังกล่าวไว้ในเส้นทางเดียวกัน ถ้าเกินก็เลิกพิจารณาลูกค้านี้
2. เลือกกลุ่มลูกค้าที่มีค่าการประหยัดมากลำดับถัดมา แล้วจัดให้อยู่ในเส้นทางที่สร้างขึ้นแล้วหรือเส้นทางใหม่ โดยแต่ละเส้นทางทางที่เกิดขึ้นต้องมีปริมาณบรรทุกรวมไม่เกินไม่ความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งที่พิจารณา
3. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 จนลูกค้าถูกจัดไว้ในเส้นทางทั้งหมด

3.5.2.5 การจัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง

การจัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง ใช้วิธี Nearest Insert เนื่องจากเป็นวิธีจัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง ที่มีขั้นตอนการคำนวณเป็นแนวทางเดียวกัน ไม่ซับซ้อนเกินไปนัก อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากวิธีนี้ให้คำตอบใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด ขั้นตอนการจัดลำดับมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างเส้นทางเริ่มต้น โดยการแทรกลูกค้ารายแรกที่อยู่ใกล้ศูนย์กระจายสินค้ามากที่สุด ซึ่งจะให้ค่าระยะการแทรกต่ำที่สุด
2. แทรกลูกค้ารายต่อมา โดยพิจารณาแทรกลูกค้าและตำแหน่ง ที่ทำให้ค่าระยะการแทรกรวมเพิ่มน้อยที่สุด
3. แทรกลูกค้ารายต่อไปเรื่อยๆ พิจารณาเหมือนขั้นตอนที่ 2 จนกระทั่งลูกค้าที่เหลือถูกรวมไว้ในเส้นทางทั้งหมด

3.4.3 การบันทึกข้อมูลการขนส่งประจำวัน

การบันทึกข้อมูลการขนส่งประจำวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทราบข้อมูลการใช้และผลที่ได้จากการใช้ทรัพยากรต่างๆ เพื่อนำไปคำนวณต้นทุนและประสิทธิภาพที่ได้จากการดำเนินการขนส่ง ในช่วงเวลาที่พิจารณา ข้อมูลสำหรับบันทึกการขนส่งประจำวัน ได้แก่

- วันที่ทำการบันทึก
- เครือข่ายขนส่งที่พิจารณา
- สถานีแม่ข่าย
- สถานีลูกข่าย
- พาหนะขนส่งที่ใช้
- ข้อมูลการใช้พาหนะแต่ละคัน ได้แก่
 - หมายเลขทะเบียนรถขนส่ง
 - ค่าซ่อมบำรุงรายวัน
 - ค่าน้ำมันรถประจำวัน
 - ค่าไสหุ้ยรายวัน
 - ราคาน้ำมันต่อลิตร
- ข้อมูลการขนส่งของแต่ละสถานีลูกข่าย ได้แก่
 - ระยะทางระหว่างสถานี
 - ปริมาณการขนส่ง (หน่วย: กก.)
 - ปริมาณการขนส่ง (หน่วย: ลังพลาสติก)
 - มูลค่าสินค้า

3.5.4 การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิภาพการขนส่ง

3.5.4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่ง

การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่ง พิจารณาจากโครงสร้างต้นทุนที่เสนอโดย David A.H. et al. (2002) ซึ่งแบ่งต้นทุนขนส่งออกเป็น 5 ประเภทได้แก่ 1) ต้นทุนทางตรง 2) ต้นทุนพนักงานขับรถ 3) ต้นทุนการซ่อมบำรุง 4) ต้นทุนค่าโสหุ้ย และ 5) ต้นทุนเนื่องจากการลงทุนในรถ แสดงรายละเอียดต้นทุนดังกล่าวในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดโครงสร้างต้นทุนการขนส่ง

| ประเภทต้นทุน | ประกอบด้วย | ลักษณะของต้นทุน | |
|--|---|-----------------|--------|
| | | คงที่ | แปรผัน |
| 1. ต้นทุนทางตรง (Direct operating costs) | - ค่าน้ำมัน | | ✓ |
| 2. ต้นทุนพนักงานขับรถ (Driver costs) | - ค่าเงินเดือนพนักงานขับรถ | ✓ | |
| | - ค่าจ่ายเพิ่มเติมเนื่องจากการบรรจุเป็นพนักงานขับรถ | ✓ | |
| | - ค่าล่วงเวลาจากการขับรถ | | ✓ |
| 3. ต้นทุนการซ่อมบำรุง (Repair and maintenance costs) | - ค่าเงินเดือนพนักงานซ่อมบำรุง | ✓ | |
| | - ค่าจ่ายเพิ่มเติมเนื่องจากการบรรจุเป็นพนักงานซ่อมบำรุง | ✓ | |
| | - ค่าวัสดุซ่อมบำรุง | | ✓ |
| | - ค่าจ้างซ่อมเพิ่มเติม | | ✓ |
| 4. ต้นทุนค่าโสหุ้ย (Overhead costs) | - ค่าเงินเดือนพนักงานประจำสถานี | ✓ | |
| | - ค่าจ่ายเพิ่มเติมเนื่องจากการบรรจุเป็นพนักงานประจำสถานี | ✓ | |
| | - ค่าภาษีรถยนต์ | ✓ | |
| | - ค่าประกันภัยรถยนต์ | ✓ | |
| | - ค่าโสหุ้ยรายวันอื่นๆ เช่น ค่าจอดรถ ค่าปรับ ค่าทางด่วน เป็นต้น | | ✓ |
| 5. ต้นทุนเนื่องจากการลงทุนในรถ (Vehicle capital-related costs) | - ค่าเสื่อมราคารถยนต์ | ✓ | |

$$\begin{aligned} \text{โดย} \quad & \text{ค่าเสื่อมราคาของรถต่อเดือน} = (\text{มูลค่ารถ-มูลค่าซาก}) \times AF / 12 & (3.3) \\ \text{เมื่อ} \quad & AF = \text{Amortization Factor} \\ & = \frac{r / 100 * (1 + r / 100)^n}{(1 + r / 100)^n - 1} \\ r & = \text{อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR)} \\ n & = \text{อายุการใช้งานของรถ (ปี)} \end{aligned}$$

วิธีการวิเคราะห์ต้นทุนกระทำโดยการดึงข้อมูล จากฐานข้อมูลพื้นฐานการขนส่ง และจากข้อมูลบันทึกการขนส่งประจำวัน มาแบ่งต้นทุนออก 3 ชนิด ได้แก่ ต้นทุนคงที่ (Fix Costs) ต้นทุนแปรผัน (Variable Costs) และ ต้นทุนรวม (Total Costs) ซึ่งต้นทุนดังกล่าว จะถูกคำนวณจากแต่ละเครือข่ายที่พิจารณาในกรอบเวลาที่กำหนด สมการที่ 3.4, 3.5, และ 3.6 แสดงองค์ประกอบของต้นทุนแต่ละชนิด

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนคงที่ (Fix Costs)} &= \text{ค่าเงินเดือนพนักงานขับรถ} + \text{ค่าจ่ายเพิ่ม} \\ &\text{เฉลี่ยเนื่องจากการบรรจุเป็นพนักงานขับรถ} + \text{ค่าเงินเดือนพนักงาน} \\ &\text{ซ่อมบำรุง} + \text{ค่าเงินเดือนพนักงานประจำสถานี} + \text{ค่าจ่ายเพิ่มเฉลี่ย} \\ &\text{เนื่องจากการบรรจุเป็นพนักงานประจำสถานี} + \text{ค่าภาษีรถยนต์} + \\ &\text{ค่าประกันภัยรถยนต์} + \text{ค่าเสื่อมราคารถยนต์} \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนแปรผัน (Variable Costs)} &= \text{ค่าน้ำมัน} + \text{ค่าล่วงเวลาจากการ} \\ &\text{ขับรถ} + \text{ค่าวัสดุซ่อมบำรุง} + \text{ค่าจ้างซ่อมเพิ่มเติม} + \text{ค่าเสียหายรายวัน} \end{aligned} \quad (3.5)$$

$$\text{ต้นทุนรวม (Total Costs)} = \text{ต้นทุนคงที่} + \text{ต้นทุนแปรผัน} \quad (3.6)$$

3.5.4.2 การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการขนส่ง

การดำเนินงานขนส่ง ย่อมมีข้อมูลซึ่งแสดงถึงผลที่ได้จากการขนส่ง โดยจะทำการจัดเก็บข้อมูลแยกแต่ละเครือข่ายของแต่ละวันที่มีการดำเนินงานขนส่ง ข้อมูลผลที่ได้จากการขนส่งประกอบด้วย

- ระยะทางการขนส่ง
- ปริมาณการขนส่ง (น้ำหนักบรรทุก และ จำนวนลังบรรทุก)
- รายได้จากการจำหน่ายผลผลิต
- จำนวนลูกค้าที่ทำการขนส่ง

3.5.4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการขนส่ง

ประสิทธิภาพการขนส่ง คือ สัดส่วนต้นทุนต่อผลที่ได้จากการขนส่ง ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้สำหรับวางแผนปรับปรุงการดำเนินงานหรือนโยบายการขนส่งในอนาคต ภายใต้การมีข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ โปรแกรมจะให้เลือกคำนวณประสิทธิภาพจากต้นทุน 3 ประเภท และเลือกผลที่ได้จากการขนส่ง 4 ประเภท ของแต่ละเครือข่ายขนส่งและช่วงเวลาที่กำหนด ตารางที่ 3.2 แสดงประสิทธิภาพการขนส่งจากทางเลือกต่างๆ

ตารางที่ 3.2 ประสิทธิภาพการขนส่งจากชนิดต้นทุนและผลที่ได้จากการขนส่งต่างๆ

| ผลที่ได้จากการขนส่ง | ต้นทุนการขนส่ง | | |
|-----------------------|------------------|-------------------|----------------|
| | ต้นทุนคงที่ (FC) | ต้นทุนแปรผัน (VC) | ต้นทุนรวม (TC) |
| ระยะทางขนส่ง (S) | FC/S | VC/S | TC/S |
| ปริมาณการขนส่ง (C) | FC/C | VC/C | TC/C |
| รายได้จากการขนส่ง (R) | FC/R | VC/R | TC/R |
| จำนวนลูกค้า (N) | FC/N | VC/N | TC/N |

3.6 วิธีทดสอบและประเมินผลการใช้โปรแกรม

เนื่องจากข้อมูลการดำเนินงานขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง ไม่สมบูรณ์เพียงพอสำหรับทดสอบและประเมินผลการใช้โปรแกรม ผู้วิจัยจึงได้จำลองข้อมูลซึ่งอ้างอิงจากข้อมูลที่มีอยู่ ทำการทดสอบเฉพาะการวางแผนงานขนส่งจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ไปยังศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ เท่านั้น โดยผู้วิจัยเสนอให้เปลี่ยนรูปแบบการขนส่งจาก เดิมเป็นการขนส่งแบบตรงจากศูนย์พัฒนา ทั้ง 36 แห่งไปยัง ศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ เป็นการขนส่งแบบวิ่งรอบ ซึ่งมีศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่เป็นศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการวางแผนการเก็บผลผลิตจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่างๆร่วมกัน ลักษณะข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดสอบและประเมินผลการใช้โปรแกรม คือ

3.6.1 ข้อมูลที่มีอยู่ (Available Data)

ข้อมูลสำหรับทดสอบการใช้โปรแกรมที่มีอยู่ ได้แก่

- ข้อมูลค่าพิกัด UTM ของสถานีศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทั้ง 36 แห่ง
- ข้อมูลค่าพิกัด UTM ของสถานีศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่

3.6.2 ข้อมูลที่จำลองขึ้น (Modeling Data)

ข้อมูลสำหรับทดสอบการใช้โปรแกรมที่จำลองขึ้น ได้แก่

▪ กำหนดให้ทุกสถานีความต้องการขนส่งผลผลิตทุกวัน และมีปริมาณการขนส่งเท่ากันทุกสถานี

▪ พาหนะขนส่งผลผลิต ใช้ชนิดเดียว คือ รถบรรทุก 10 ล้อ ซึ่งมีกำลังบรรทุกวัดเป็นจำนวนลังบรรทุกเต็มคันเท่ากับ 500 ลังพลาสติก

▪ ระยะทางระหว่างสถานี กำหนดจากค่าพิกัด UTM ที่ได้จากข้อมูลที่มีอยู่ โดยมีได้ทำการปรับปรุงให้เป็นระยะทางจริง

▪ แบ่งกรณีศึกษา ตามรูปแบบการขนส่งและความต้องการขนส่งของแต่ละสถานี ออกเป็น 5 กรณี ได้แก่

กรณีที่ (1) การขนส่งแบบตรง จากทุกศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ไปยัง ศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่

กรณีที่ (2) การขนส่งแบบวิ่งรอบจากศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ โดยทุกศูนย์พัฒนาโครงการหลวงมีความต้องการขนส่งเท่ากับ 1/2 เท่าของกำลังบรรทุก ซึ่งเท่ากับจำนวน 250 ลังพลาสติก

กรณีที่ (3) การขนส่งแบบวิ่งรอบจากศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ โดยทุกศูนย์พัฒนาโครงการหลวงมีความต้องการขนส่งเท่ากับ 1/3 เท่าของกำลังบรรทุก ซึ่งเท่ากับจำนวน 166 ลังพลาสติก

กรณี (4) การขนส่งแบบวิ่งรอบจากศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ โดยทุกศูนย์พัฒนาโครงการหลวงมีความต้องการขนส่งเท่ากับ $1/4$ เท่าของกำลังบรรทุก ซึ่งเท่ากับจำนวน 125 ลังพลาสติก

กรณีที่ (5) การขนส่งแบบวิ่งรอบจากศูนย์คัดบรรจุเชียงใหม่ โดยทุกศูนย์พัฒนาโครงการหลวงมีความต้องการขนส่งเท่ากับ $1/5$ เท่าของกำลังบรรทุก ซึ่งเท่ากับจำนวน 100 ลังพลาสติก

จากนั้นจึงทำการตรวจสอบ ระยะทางและจำนวนเที่ยวการขนส่ง เพื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการขนส่งแบบตรง และรูปแบบการขนส่งแบบวิ่งรอบในทุกกรณี เพื่อประเมินผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้โปรแกรมวางแผนการจัดเส้นทางรถขนส่งผลผลิต