

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย

ผลการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของวิธีการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกสำหรับปัญหาการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่มีสินค้าคงคลังหลายชนิดโดยมีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกันที่น่าเสนอ นำมาสู่ผลสรุปของงานวิจัยดังนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

ปัญหาการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่มีสินค้าคงคลังหลายชนิดโดยมีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกัน (Capacitated multi-item lot-sizing problem-CMLSP) เป็นปัญหาหนึ่งของปัญหาการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตแบบประหยัด โดยพิจารณาการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อของสินค้าจำนวน N ชนิด ภายใน T ช่วงเวลา เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของสินค้าที่เกิดขึ้น โดยที่ทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อและเก็บรักษาพัสดุคงคลังมีจำนวนน้อยที่สุด และในขณะเดียวกันก็ต้องไม่ผิดเงื่อนไขของข้อจำกัดที่ตั้งขึ้นด้วย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะของปัญหาการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่มีสินค้าคงคลังหลายชนิดโดยมีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกัน ทำการพัฒนาฮิวริสติกเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยอาศัยหลักการย้ายปริมาณความต้องการสินค้าในแต่ละช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาไปรวมเข้ากับปริมาณความต้องการในช่วงเวลาก่อนหน้า เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีต้นทุนรวมลดลง และผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลาจะต้องไม่เกินข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพที่กำหนด

5.1.1 วิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก

หลักการทำงานของฮิวริสติกจะเป็นการย้ายปริมาณสินค้าจากช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาไปยังช่วงเวลาก่อนหน้าเพื่อลดต้นทุนการสั่งซื้อลง แต่ในขณะเดียวกันจะทำให้ต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังเพิ่มขึ้น ดังนั้นขั้นตอนในการค้นหาคำตอบของวิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกจึงประกอบด้วย การพิจารณาจำนวนสินค้าที่จะย้ายไปยังช่วงเวลาก่อนหน้า โดยที่ไม่ทำให้ต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังที่เพิ่มขึ้นมากกว่าต้นทุนการสั่งซื้อที่ลดลง และการพิจารณาจำนวนช่วงเวลาที่ย้ายสินค้าไปยังช่วงเวลาก่อนหน้าโดยจำนวนช่วงเวลาที่ใช้จะต้องไม่ทำให้เวลาในการคำนวณสูง และได้คำตอบที่เหมาะสม

5.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก

ปัญหาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกได้จากการกำหนดข้อมูลนำเข้า โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น การทดสอบเบื้องต้นกับปัญหาขนาดเล็ก การทดสอบกับปัญหาใหญ่ การทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและเวลาในการหาคำตอบของฮิวริสติก และการทดสอบฮิวริสติกสำหรับปัญหาทดสอบที่มีผลรวมของปริมาณความต้องการของสินค้าในบางช่วงเวลามากกว่าข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพ จากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบคำตอบของวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกที่นำเสนอกับค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimal solution) จากวิธี Branch and bound approach

5.1.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก

5.1.3.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกจากการทดสอบเบื้องต้นกับปัญหาขนาดเล็ก

จากผลการทดสอบพบว่าวิธีค้นหาคำตอบที่นำเสนอสามารถหาคำตอบของปัญหาทดสอบขนาดเล็กได้ โดยผลลัพธ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากคำตอบที่เหมาะสมที่สุดโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 0.905% และใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยกว่าวิธี Branch and bound approach ในทุกปัญหาทดสอบ และเพื่อเป็นการทดสอบความสามารถของวิธีการที่นำเสนอโดยละเอียดจึงได้ทำการทดสอบผลกับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ต่อไป

5.1.3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกจากการทดสอบกับปัญหาขนาดใหญ่

แบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 แนวทางคือ

5.1.3.2.1 พิจารณาทางด้านคุณภาพของคำตอบ

จากผลการทดสอบจากปัญหาทดสอบที่สร้างขึ้น และเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกที่นำเสนอ

กับค่าที่เหมาะสมที่สุดจากวิธี Branch and bound approach พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของคำตอบที่ชัดเจน คือ จำนวนช่วงเวลา เนื่องจากเมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้นคือมีจำนวนช่วงเวลาเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของคำตอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

5.1.3.2.2 พิจารณาทางด้านเวลาในการหาคำตอบ

เมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาในการหาคำตอบจากวิธีการค้นหา คำตอบแบบฮิวริสติกที่น่าเสนอ กับเวลาในการหาคำตอบของวิธีสร้าง รูปแบบปัญหาเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ พบว่าเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ จากวิธีฮิวริสติกน้อยกว่าวิธี Branch and bound approach ในทุกปัญหา ทดสอบ โดยเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบของวิธีฮิวริสติกจะเพิ่มขึ้นเมื่อ ปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น คือ มีจำนวนชนิดของสินค้าเพิ่มขึ้น หรือจำนวน ช่วงเวลาเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของเวลาในการหา คำตอบระหว่างการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดของสินค้ากับการเพิ่มขึ้นของ จำนวนช่วงเวลา พบว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนช่วงเวลาจะมีผลกับการ เพิ่มขึ้นของเวลาในการหาคำตอบมากกว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดของ สินค้า

- 5.1.3.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกจากการ ทดสอบปัจจัย คือ อัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพ กับผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อ และอัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อ กับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลัง

แบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 แนวทางคือ

5.1.3.3.1 พิจารณาทางด้านคุณภาพของคำตอบ

จากผลการทดสอบจากปัญหาทดสอบที่สร้างขึ้น และ เปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกที่น่าเสนอ กับค่าที่เหมาะสมที่สุดจากวิธี Branch and bound approach พบว่า อัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังมี ความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของคำตอบ เนื่องจากเมื่อ

อัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของคำตอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งเป็นผลมาจากเมื่ออัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังเพิ่มขึ้น การลดต้นทุนในการสั่งซื้อด้วยการลดจำนวนครั้งในการสั่งซื้อลงจะส่งผลให้สามารถลดต้นทุนรวมลงได้เพิ่มขึ้น ดังนั้นการย้ายปริมาณสินค้าด้วยปริมาณสินค้าทั้งหมดในช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาจากวิธีการฮิวริสติกที่นำเสนออาจจะไม่สามารถลดจำนวนครั้งในการสั่งซื้อให้น้อยที่สุดได้ เพราะการย้ายปริมาณสินค้าทั้งหมดในช่วงเวลาที่กำลังพิจารณานั้นจะทำได้เมื่อข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพที่เหลือในช่วงเวลาก่อนหน้าในช่วงเวลาที่จะย้ายปริมาณสินค้าไปรวมมีค่ามากกว่าปริมาณการสั่งซื้อที่จะย้ายไปเท่านั้น ซึ่งถ้าปริมาณการสั่งซื้อมีค่ามากกว่าข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพที่เหลือเพียงเล็กน้อยก็ไม่สามารถทำการย้ายปริมาณสินค้าได้ จึงทำให้ขาดโอกาสในการลดจำนวนครั้งในการสั่งซื้อไป ทำให้ต้นทุนที่ลดลงไม่มีค่าไม่มากนัก

และจากผลการทดสอบปัจจัยของอัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพกับผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างอัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพกับผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อกับเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของคำตอบ

5.1.3.3.2 พิจารณาทางด้านเวลาในการหาคำตอบ

เมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาในการหาคำตอบจากวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกที่นำเสนอ กับเวลาในการหาคำตอบของวิธี Branch and bound approach พบว่าอัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพกับผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อมีความสัมพันธ์กับเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบ แต่ความสัมพันธ์จะมีความแตกต่างกันใน 2 วิธีการ คือ ในวิธีการหาคำตอบของวิธี Branch and bound approach เมื่ออัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพกับผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อเพิ่มขึ้น เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบจะมีค่าลดลง เนื่องจากเมื่ออัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพกับผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นจะทำให้ปัญหาลดความซับซ้อนลง เวลาในการ

หาคำตอบจึงลดลง แต่ในวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก เมื่ออัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพกับผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อเพิ่มขึ้น เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลมาจากวิธีการในการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกที่นำเสนอ คือ เมื่ออัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพกับผลรวมของปริมาณการสั่งซื้อมีค่ามากขึ้น โอกาสที่ปริมาณความต้องการจะถูกย้ายไปยังช่วงเวลาก่อนหน้าจะเพิ่มขึ้น ดังนั้นเวลาในการหาคำตอบจึงเพิ่มขึ้น

และพบว่าอัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังมีความสัมพันธ์กับเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบ เนื่องจากเมื่ออัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังเพิ่มขึ้น เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบจะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของเวลาในการหาคำตอบของวิธีการหาคำตอบแบบฮิวริสติกเป็นผลมาจากวิธีการในการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกที่นำเสนอ คือ เมื่ออัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังเพิ่มขึ้น จะทำให้จำนวนรอบในการคำนวณซ้ำเพิ่มขึ้นจึงทำให้เวลาในการหาคำตอบเพิ่มขึ้น และในการหาคำตอบของวิธีการสร้างรูปแบบปัญหาเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์เมื่ออัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังเพิ่มขึ้น จะทำให้ปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้น จึงทำให้เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบเพิ่มขึ้น แต่ลักษณะการเพิ่มขึ้นของเวลาทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกัน คือ เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของฮิวริสติกเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่น้อยกว่าเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของวิธี Branch and bound approach

5.1.3.4 ผลการทดสอบฮิวริสติกสำหรับปัญหาทดสอบที่มีผลรวมของปริมาณความต้องการของสินค้าในบางช่วงเวลามากกว่าข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพ

จากผลการทดสอบพบว่าวิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกที่นำเสนอสามารถหาคำตอบของปัญหาทดสอบได้ โดยผลลัพธ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากคำตอบที่เหมาะสมที่สุดโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 3.257% และใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยกว่าวิธี Branch and bound approach ในทุกปัญหาทดสอบ

5.1.4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก

5.1.4.1 จุดแข็งของวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก

- 1) สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว
- 2) สามารถหาคำตอบสำหรับปัญหาขนาดใหญ่ได้
- 3) สามารถหาคำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด เมื่ออัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังมีค่าไม่สูงมากนัก

5.1.4.2 จุดอ่อนของวิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก

- 1) ในการย้ายปริมาณสินค้าทั้งหมดในช่วงเวลาที่กำลังพิจารณาไปยังช่วงเวลาก่อนหน้าเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุด เนื่องจากเพราะการย้ายปริมาณสินค้าทั้งหมดในช่วงเวลาที่กำลังพิจารณานั้นจะทำได้เมื่อข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพที่เหลือในช่วงเวลาก่อนหน้าในช่วงเวลาที่จะย้ายปริมาณสินค้าไปรวมมีค่ามากกว่าปริมาณการสั่งซื้อที่จะย้ายไปเท่านั้น ซึ่งถ้าปริมาณการสั่งซื้อมีค่ามากกว่าข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพที่เหลือเพียงเล็กน้อยก็ไม่สามารถทำการย้ายปริมาณสินค้าได้ จึงทำให้ขาดโอกาสในการลดจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งจะเกิดกับปัญหาที่มีอัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังสูง

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยและแนวทางประยุกต์ใช้

วิธีการค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกที่น่าเสนอสามารถคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่มีสินค้าคงคลังหลายชนิดโดยมีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกันที่เหมาะสม ซึ่งให้ค่าต้นทุนรวมระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังมีค่าน้อยที่สุด ที่มีสินค้าคงคลังหลายชนิดโดยมีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์จากการใช้ทรัพยากรสูงที่สุด โดยสามารถหาคำตอบสำหรับปัญหาขนาดใหญ่ได้ ซึ่งคำตอบที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด เมื่ออัตราส่วนระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อกับต้นทุนการเก็บรักษาพัสดุคงคลังมีค่าไม่สูงมากนัก และสามารถหาคำตอบของปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

และเนื่องจากวิธีการคำนวณของฮิวริสติกจำเป็นต้องใช้ข้อมูลนำเข้าในการตัดสินใจ ดังนั้นสิ่งสำคัญที่สุด คือ การนำเข้าข้อมูลที่ถูกต้องและตรงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อให้สามารถนำคำตอบที่ได้จากฮิวริสติกไปประยุกต์ใช้ได้

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนาฮิวริสติกเพื่อคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่มีสินค้าคงคลังหลายชนิด โดยมีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกันที่เหมาะสม โดยพิจารณาที่สินค้าจำนวน N ชนิด ภายใน T ช่วงเวลา โดยวิธีฮิวริสติกที่นำเสนอจะใช้วิธีการย้ายปริมาณสินค้าไปรวมกับปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาก่อนหน้าโดยจะพิจารณาการย้ายปริมาณสินค้าทั้งล็อต จึงยังคงมีความน่าสนใจที่จะศึกษาการย้ายปริมาณสินค้าไปยังเวลาต่างๆ ทั้งช่วงเวลาก่อนหน้า และช่วงเวลาถัดไป และพิจารณาการย้ายปริมาณสินค้าไปเพียงบางส่วนของล็อต เพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมมากขึ้น รวมถึงการนำวิธีการอื่นๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับฮิวริสติกที่นำเสนอ หรือปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น