

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำดื่มด้วยการหาขนาด การผลิตที่เหมาะสม

ณัฐพล พันธุ์เพชร¹ ศิริรัตน์ อ่อนไธสง² อติทยา เสยกระโทก³ ศิวพร สุกสี^{4*}
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1 2 3 4*}
อีเมล : siwaporn.k29@gmail.com^{4*}

วันที่รับบทความ 11 ตุลาคม 2564

วันแก้ไขบทความ 8 ธันวาคม 2564

วันที่ตอบรับบทความ 8 ธันวาคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขนาดการผลิตในกระบวนการผลิตน้ำดื่มและค่าใช้จ่ายในการส่งผลิตเพื่อหาประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ Silver and Meal heuristic (SM) และ Least Unit Cost (LUC) โดยใช้ข้อมูลปริมาณความต้องการของลูกค้าภายในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 เป็นเวลา 31 วัน และมีการเปิดใช้เครื่องจักรเพื่อทำการผลิตวันละ 5 ชั่วโมงทุกวัน ตั้งแต่เวลา 06.00 – 11.00 น. ก่อให้เกิดต้นทุนในการผลิต โดยเฉพาะค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรที่ค่อนข้างสูง ผลการวิจัยพบว่า การหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสมด้วยวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) มีต้นทุนรวมในการส่งผลิต 143.181 บาทต่อเดือน สามารถลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ร้อยละ 87.5 ต่อเดือน และการหาขนาดการผลิตด้วยวิธีการ Least Unit Cost (LUC) มีต้นทุนรวมในการส่งผลิต 198.974 บาทต่อเดือน สามารถลดอัตราค่าไฟฟ้าลงได้ ร้อยละ 70.83 ต่อเดือน

คำสำคัญ : การหาขนาดที่เหมาะสม Silver and Meal heuristic, Least Unit Cost



INCREASING EFFICIENCY IN THE PRODUCTION PROCESS OF DRINKING WATER USING LOT-SIZING APPROACH

Nathapol Phunpeth ¹, Sirirat Onthaisong ², Atitaya Seaykrathok³, Siwaporn Suksee^{4*}

Department of Management Engineering, Faculty of Industrial Technology,

Surindra Rajabhat University^{1 2 3 4*}

E – mail : siwaporn.k29@gmail.com^{4*}

Received 11 October 2021

Revised 8 December 2021

Accepted 8 December 2021

Abstract

The aims of this article to study the scale of production in the process of drinking water production and ordering cost. Instruments used were Silver and Meal Heuristic (SM) and Least Unit Cost (LUC) using data demand of the customers. By July 2017, for 31 days, and the machine was activated for production 5 hours a day from 06:00 p.m. to 11:00 p.m. The results revealed that finding the production scale of drinking water by the method of Silver and Meal heuristic (SM). Production 31 watts per month the total cost of ordering is 143.181 baht per month the electricity is reduced to 87.5%. The Least Unit Cost (LUC) Method, the total cost of ordering is 198.974 baht per month the electricity is reduced to 70.833%.

Keywords : lot sizing, Silver and Meal Heuristic, Least Unit Cost

1. บทนำ

จากสภาพปัจจุบันการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น และสภาพการแข่งขันทางธุรกิจมากขึ้นตามลำดับ รัฐบาลพยายามกระตุ้นเศรษฐกิจโดยมีการสนับสนุนธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprise : SME) ค่อนข้างมาก ดังนั้น อุตสาหกรรมต่างๆจึงต้องพัฒนาการบริหารการผลิต และสร้างศักยภาพของตนเองเพื่อให้มีจุดแข็ง ให้ต้นทุนการผลิตที่ลดลงและสามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางธุรกิจ ในสภาวะการแข่งขันดังกล่าวร่วมกับสถานการณ์ปัจจุบัน ทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจแต่ละแห่งมีกลยุทธ์การแข่งขันในรูปแบบแตกต่างกัน และหาวิธีการหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน สถานประกอบการต่างๆ จึงพยายามหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งจะต้องแก้ปัญหา 3 ส่วนไปพร้อมกัน คือ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักร การปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงานและการลดหรือป้องกันการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งในแต่ละธุรกิจมีเทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน การหาขนาดการผลิตที่เหมาะสมเป็นเครื่องมือหนึ่งซึ่งใช้ในการลดต้นทุนในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผลิตแบบสั่งทำ (Job shop) และผลิตจำนวนมาก (Mass production) (Blackburn and Millen. 1980) เมื่อผู้ทำการผลิตหรือฝ่ายผลิตทราบความต้องการของสินค้าชนิดหนึ่งในแต่ละเดือนในระยะเวลาหนึ่งปี หากเริ่มทำการผลิตในเดือนใดๆ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเริ่มต้นการผลิต หรือค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิต (Set up cost) ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนสินค้าที่สั่งผลิตหรือสั่งซื้อ แต่คิดตามจำนวนครั้งในการสั่งผลิตหรือสั่งซื้อ เมื่อยิ่งสั่งบ่อยค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิตยิ่งสูงขึ้น ดังนั้น เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต ขนาดการผลิตควรจะมีความใหญ่ๆ เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิตน้อยที่สุด แต่ในอีกทางหนึ่งนั้นหากเมื่อสั่งขนาดผลิตที่ใหญ่ ทำให้จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ ยิ่งขนาดการผลิตมีขนาดใหญ่มากเท่าใดก็ต้องเสียค่าในการจัดเก็บเพิ่มขึ้นเท่านั้น โดยค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนชิ้นของสินค้าที่ทำการจัดเก็บ รวมถึงจำนวนคาบเวลาทำการจัดเก็บทั้งหมด เมื่อสั่งผลิตจำนวนมากในคาบเวลาหนึ่ง ๆ แล้วใช้ไม่หมด (ผลิตมากกว่าจำนวนความต้องการ) จะเหลือเก็บเป็นสินค้าคงคลังและจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บข้ามเดือนหรือคาบเวลา (Inventory holding cost) ซึ่งค่าใช้จ่ายประเภทนี้ จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนสินค้าที่จัดเก็บและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเก็บ หากขนาดการผลิตมีขนาดเล็กจะประหยัดค่า ใช้จ่ายในการจัดเก็บและจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือผลิต หากขนาดการผลิตมีขนาดใหญ่จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือผลิตแต่จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ (สุนิตยา เกื้ออนาดี และคณะ. 2562) ดังนั้น ปัญหาการหาขนาดผลิตที่เหมาะสมจึงเป็นการหาจุดสมดุลระหว่างค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือผลิต ที่ผ่านมามีการคิดค้นวิธีการฮิวริสติกเพื่อแก้ปัญหาการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสม เช่นวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) และ วิธีการ Least Unit Cost (LUC) (Karimi et al. 2003) ซึ่งเป็นวิธีการที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างน้อย ที่ผ่านมามีการศึกษาค้นคว้าของการลดต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะต้นทุนสินค้าคงคลังโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ ตัวอย่างเช่น เกลิมศักดิ์ ถาวรรัตน์ และระพี กาญจนะ (2556) เปรียบเทียบต้นทุนสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นของโรงงานประกอบชิ้นส่วนโลหะตามสั่ง ซึ่งกำหนดปริมาณการสั่งซื้อด้วยวิธี Silver and Meal heuristic (SM), Part-Period Balancing (PPB) และ Least Unit Cost (LUC) ต่อมา กิ่งกาญจน์ ผลิทะ และ นพปฎล สุวรรณทรัพย์ (2559) พบว่าวิธี Silver and Meal heuristic (SM) สามารถลดต้นทุนคลังสินค้าของบริษัทแห่งหนึ่งได้ประมาณร้อยละ 44 เป็นต้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็กในชุมชน โดยเฉพาะการผลิตน้ำตาลที่มีคุณภาพ เพื่อการลดต้นทุนการผลิต ต้นทุนการเก็บรักษาและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้บริษัทกรณีศึกษาเป็นวิสาหกิจกองทุนหมู่บ้านตั้งอยู่ในอำเภอปรังคัง จังหวัดศรีสะเกษ ดำเนินการผลิตน้ำตาลมีเฉพาะบรรจุขนาด 19 ลิตร ส่งจำหน่ายในหมู่บ้านและชุมชนข้างเคียง เนื่องจากงบประมาณการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัดส่งผลกระทบต่อปริมาณแรงงานที่รับผิดชอบและเวลาที่ใช้ในการผลิตที่จำกัดเพียง 5 ชั่วโมงต่อวัน ด้วยปริมาณความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอน ทำให้ต้องมีการผลิตทุกวัน ทำให้สูญเสียต้นทุน โดยเฉพาะการใช้ไฟฟ้าในการผลิต ซึ่งจะต้องเปิดใช้เครื่องจักรทุกเครื่องทุกวันอีกทั้งใช้

เวลาการผลิตที่ไม่แน่นอน ทำให้การผลิตล่าช้าไม่สามารถตอบสนองความต้องการผู้บริโภคได้ จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำดื่มบริษัทกรณีศึกษา โดยวิธีการหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสม ด้วยวิธี Silver and Meal heuristic (SM) และ Least Unit Cost (LUC) เพื่อหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการเปิดเครื่องจักร และเพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตน้ำดื่มให้ผู้ประกอบการบริษัทกรณีศึกษาต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสม
- 2.2 เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม

3. วิธีการวิจัย

- 3.1 สืบค้น สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันกรณีศึกษาเช่น ปริมาณความต้องการของลูกค้า บรรจุภัณฑ์ขนาด 19 ลิตรต่อถัง ต้นทุนในการผลิต อัตราค่าไฟฟ้าเวลาในการผลิต เป็นต้น
- 3.2 ศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้แก่ การหาขนาดการผลิตที่เหมาะสม
- 3.3 วิเคราะห์หาขนาดการผลิตที่เหมาะสมด้วยวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) และ วิธีการ Least Unit Cost (LUC)

3.3.1 วิเคราะห์หาขนาดการผลิตที่เหมาะสมด้วยวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับคำตอบที่ใกล้เคียงที่สุดกับค่าที่ต่ำที่สุดแต่มีความง่ายและสะดวกในการคำนวณมาก วิธีการ SM นี้มีหลักการง่าย ๆ คือ การทำจะผลิตในคาบเวลาที่ทำให้การตัดสินใจเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งค่าใช้จ่ายในการคลังวัสดุ ค่าใช้จ่ายในการส่งผลิตรวมกับค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บเฉลี่ยต่อจำนวนคาบเวลาที่ความต้องการในแต่ละคาบเวลาถูกผลิตรวมไว้ในแต่ละคาบเวลานั้น ๆ เพิ่มขึ้น และมีการดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 1) เก็บรวบรวมความต้องการ (Demand) ของลูกค้าในระยะเวลา 31 วัน
- 2) หาค่าใช้จ่ายในด้านอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำดื่มต่อวัน
- 3) หาต้นทุนในการจัดเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ต่อถัง
- 4) หาขนาดการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM) ในกระบวนการผลิต

การผลิต

ในการคำนวณหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสม มีการกำหนด ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณวิธีการ Silver and Meal Heuristic (SM)

ตัวแปร	ความหมาย	รายละเอียด
t	คาบเวลาที่ใช้ในการผลิต	พิจารณาการผลิตเดือนกรกฎาคมซึ่งมีการดำเนินการ 24 วัน
D_t	ความต้องการของลูกค้า (ถังต่อวัน)	ปริมาณสินค้าที่มีการผลิตต่อวัน (ถัง)
A_t	ค่าใช้จ่ายในการผลิต (พิจารณาเฉพาะค่าไฟฟ้า)	มีการคำนวณดังนี้ - มีอัตราค่าไฟฟ้าเดิม 600 บาทต่อเดือน - มีการเปิดใช้เครื่องจักร 24 วันต่อเดือน จะได้ว่า = อัตราค่าไฟฟ้าต่อเดือน/จำนวนวันที่ใช้งานเครื่องจักรในหนึ่งเดือน = 600 บาทต่อเดือน/24วันต่อเดือน = 25 บาทต่อวัน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวแปร	ความหมาย	รายละเอียด
h_t	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า (บาท) **หมายเหตุ - ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าต่อตารางเมตร ได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าของกิจการ - น้ำดื่ม 1 ถังใช้พื้นที่ในการจัดเก็บประมาณ 0.070 ตารางเมตร	พื้นที่คลังสินค้า กว้าง 3 เมตร ยาว 3.1 เมตร จากสูตร พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง × ยาว = 3 เมตร × 3.1 เมตร = 9.3 ตารางเมตร จะสามารถบรรจุถึงน้ำได้ = พื้นที่คลังสินค้า/พื้นที่ในการจัดเก็บน้ำดื่ม 1 ถัง = (9.3 ตารางเมตร)/(0.070 ตารางเมตร) = 132 ถัง ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ = พื้นที่คลังสินค้า × ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ = 9.3 ตารางเมตร × 100 บาทต่อตารางเมตร = 930 บาท ระยะเวลาในการจัดเก็บตลอดระยะเวลา 8 ปี ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า = พื้นที่คลังสินค้า × ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ = 9.3 ตารางเมตร × 100 บาทต่อตารางเมตร = 930 บาท ระยะเวลาในการจัดเก็บตลอดระยะเวลา 8 ปี ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า = 930/(132×(365×8)) = 0.002 บาทต่อถังต่อวัน
Q_t	ตัวแปรตัดสินใจว่าควรจะมีผลผลิตด้วยจำนวนเท่าไรในคาบเวลา	พิจารณาขนาดการผลิตที่ยอมรับได้ ณ คาบผลิตปัจจุบัน
I_t	สินค้าเหลือเก็บ	พิจารณาสินค้าที่มีการจัดเก็บในวันที่ทำการผลิต

ตัวอย่างการคิดคำนวณ

ขั้นตอนที่ 1 ในคาบที่ 1 มีขั้นตอนแสดงดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงการผลิตปัจจุบันของขั้นที่ 1 ในคาบที่ 1

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
D_t	52	53	62	60	52	0	62	0	48	50	58	65	0	69	51	0
Q_t	52	*ปริมาณสินค้าที่การผลิตในคาบที่ 1 เพื่อจ่ายออกไปยังคาบเวลาที่ 1														
I_t	0	*ไม่มีค่าจัดเก็บในคาบที่ 1 ดังนั้น ไม่ต้องคิดค่าจัดเก็บในคาบที่ 1														

ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิต 25 บาท → อัตราค่าไฟฟ้าในแต่ละวัน

ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ 0 บาท → ไม่มีค่าจัดเก็บในคาบเวลาที่ 1

รวมค่าใช้จ่ายคงคลังวัสดุ $25+0 = 25$ บาท $\longrightarrow$ ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิต + ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ
รวมจำนวนคาบเวลาที่ผลิต 1 คาบเวลา
เฉลี่ยค่าใช้จ่ายคงคลังวัสดุ/จำนวนคาบเวลาที่ผลิต $= 25/1 = 25$ บาท/คาบ
จำนวนครั้งที่ผลิตรวมในคาบเวลานี้ 52 ถึง
ดังนั้นขนาดการผลิตที่ยอมรับได้ ณ คาบผลิตปัจจุบัน 52 ถึง

ขั้นตอนที่ 2 ในคาบที่ 1 มีขั้นตอนแสดงดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงการผลิตปัจจุบันของขั้นที่ 2 ในคาบที่ 1

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
D_t	52	53	62	60	52	0	62	0	48	50	58	65	0	69	51	0
Q_t	105	0	*ปริมาณสินค้าที่ทำการผลิตในคาบที่ 1+ ปริมาณสินค้าที่ทำการผลิตในคาบที่ 2 เพื่อจ่ายออกไปยังคาบเวลาที่ 1													
I_t	53	0	*สินค้าจัดเก็บในคาบที่ 1 ดังนั้น $0.002 \times 53 = 0.106$ คิดเป็นค่าจัดเก็บในคาบที่ 1													

***ดำเนินการไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะสั่งผลิตครบ 31 วัน

ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิต 25 บาท
ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ $53 \times 0.002 = 0.106$ บาท
รวมค่าใช้จ่ายคงคลังวัสดุ $25 + 0.106 = 25.106$ บาท
รวมจำนวนคาบเวลาที่ผลิต 2 คาบเวลา
เฉลี่ยค่าใช้จ่ายคงคลังวัสดุ/จำนวนคาบเวลาที่ผลิต $25.106/2 = 12.553$ บาท/คาบ
ค่าเฉลี่ยเมื่อคาบที่แล้ว 25 บาท
ผลที่พบ : ค่าใช้จ่ายลดลงจากคาบที่แล้ว
ดังนั้นขนาดการผลิตที่ยอมรับได้ ณ คาบผลิตปัจจุบัน 105 ถึง
(ปริมาณสินค้าที่ทำการผลิตในคาบที่ 1+ ปริมาณสินค้าที่ทำการผลิตในคาบที่ 2 = $52+53=105$ ถึง)

3.3.2 วิเคราะห์หาขนาดการผลิตที่เหมาะสมด้วยวิธีการ Least Unit Cost (LUC) มีลักษณะการคำนวณคล้ายกับ Silver and Meal heuristic (SM) แต่ตัวหาค่ามีความแตกต่างกันคือ Silver and Meal heuristic (SM) ใช้จำนวนคาบเวลาเป็นตัวหาค่าใช้จ่ายในการคลังวัสดุ แต่วิธี LUC ใช้จำนวนครั้งที่ทำการผลิตในคาบนั้นเป็นตัวหาเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยต่อถึงในคาบเวลานั้นๆ ส่วนกลไกการเพิ่มหรือไม่เพิ่มขนาดการผลิตดำเนินการได้เช่นเดียวกับ Silver and Meal heuristic (SM) และมีการดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 1) เก็บรวบรวมความต้องการ (Demand) ของลูกค้าในระยะเวลา 31 วัน
- 2) หาค่าใช้จ่ายในด้านอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำดื่มต่อวัน
- 3) หาต้นทุนในการจัดเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ต่อถึง
- 4) หาขนาดการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ในกระบวนการผลิต

ในการคำนวณหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสม มีการกำหนด ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณดังตารางที่ 1

ตารางที่ 4 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณวิธีการ Least Unit Cost (LUC)

ตัวแปร	ความหมาย	รายละเอียด
t	คาบเวลาที่ใช้ในการผลิต	พิจารณาการผลิตเดือนกรกฎาคม 2560 ซึ่งมีการดำเนินการ 24 วัน
D_t	ความต้องการของลูกค้า (ถึงต่อวัน)	ปริมาณสินค้าที่มีการผลิตต่อวัน (ถึง)
A_t	ค่าใช้จ่ายในการผลิต (พิจารณาเฉพาะค่าไฟฟ้า)	มีการคำนวณดังนี้ - มีอัตราค่าไฟฟ้าเดิม 600 บาทต่อเดือน - มีการเปิดใช้เครื่องจักร 24 วันต่อเดือน จะได้ว่า = อัตราค่าไฟฟ้าต่อเดือน/จำนวนวันที่ใช้งานเครื่องจักรในหนึ่งเดือน = 600 บาทต่อเดือน/24วันต่อเดือน = 25 บาทต่อวัน
h_t	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า (บาท) **หมายเหตุ 1) ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าต่อตารางเมตร ได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าของกิจการ 2) น้ำดื่ม 1 ถังใช้พื้นที่ในการจัดเก็บประมาณ 0.070 ตารางเมตร	พิจารณาจำนวนถังน้ำดื่มได้จาก ขนาดถัง มีรัศมี 13.25 เซนติเมตร จะได้เส้นผ่าศูนย์กลาง 26.5 เซนติเมตร = 0.265 พื้นที่จัดเก็บน้ำดื่ม 1 ถัง = 0.265 เมตร $\times$ 0.265 เมตร = 0.070 ตารางเมตร พื้นที่คลังสินค้า กว้าง 3 เมตร ยาว 3.1 เมตร จากสูตร พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง $\times$ ยาว = 3 เมตร $\times$ 3.1 เมตร = 9.3 ตารางเมตร จะสามารถบรรจุถังน้ำได้ = พื้นที่คลังสินค้า/พื้นที่ในการจัดเก็บน้ำดื่ม 1 ถัง = (9.3 ตารางเมตร)/(0.070 ตารางเมตร) = 132 ถัง ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ = พื้นที่คลังสินค้า $\times$ ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ = 9.3 ตารางเมตร $\times$ 100 บาทต่อตารางเมตร = 930 บาท ระยะเวลาในการจัดเก็บตลอดระยะเวลา 8 ปี ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า = 930/(132 $\times$ (365 $\times$ 8)) = 0.002 บาทต่อถังต่อวัน
Q_t	ตัวแปรตัดสินใจว่าควรจะมีผลิตด้วยจำนวนเท่าใดในคาบเวลา	พิจารณาขนาดการผลิตที่ยอมรับได้ ณ คาบผลิตปัจจุบัน
l_t	สินค้าเหลือเก็บ	พิจารณาสินค้าที่มีการจัดเก็บในวันที่ทำการผลิต

ตัวอย่างการคิดคำนวณ

ขั้นตอนที่ 1 ในคาบที่ 1 มีขั้นตอนแสดงดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงการผลิตปัจจุบันของขั้นที่ 1 ในคาบที่ 1

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	31
D_t	52	53	62	60	52	0	62	0	48	50	58	65	0	69	...	
Q_t	52	*ปริมาณสินค้าที่การผลิตในคาบที่ 1 เพื่อจ่ายออกไปยังคาบเวลาที่ 1														
I_t	0	*ไม่มีค่าจัดเก็บในคาบที่ 1 ดังนั้น ไม่ต้องคิดค่าจัดเก็บในคาบที่ 1														

ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิต 25 บาท $\longrightarrow$ อัตราค่าไฟฟ้าในแต่ละวัน

ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ 0 บาท $\longrightarrow$ ไม่มีค่าจัดเก็บในคาบเวลาที่ 1

รวมค่าใช้จ่ายคงคลังวัสดุ $25+0 = 25$ บาท $\longrightarrow$ ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิต + ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ
จำนวนชิ้นที่ผลิตรวมในคาบเวลานี้ 52 ถึง

เฉลี่ยค่าใช้จ่ายคงคลังวัสดุ/จำนวนคาบเวลาที่ผลิต $25/52=0.480$ บาท/ถึง

ดังนั้นขนาดการผลิตที่ยอมรับได้ ณ คาบผลิตปัจจุบัน 52 ถึง

ขั้นตอนที่ 2 ในคาบที่ 1 มีขั้นตอนแสดงดังตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงการผลิตปัจจุบันของขั้นที่ 2 ในคาบที่ 1

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	...	31
D_t	52	53	62	60	52	0	62	0	48	50	58	65	0	69	...	
Q_t	105	0	*ปริมาณสินค้าที่ทำการผลิตในคาบที่ 1+ ปริมาณสินค้าที่ทำการผลิตในคาบที่ 2 เพื่อจ่ายออกไปยังคาบเวลาที่ 1													
I_t	53	0	*สินค้าจัดเก็บในคาบที่ 1 ดังนั้น $0.002 \times 53 = 0.106$ คิดเป็นค่าจัดเก็บในคาบที่ 1													

*** ดำเนินการไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะสั่งผลิตครบ 31 วัน

ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิต 25 บาท

ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ 0.106 บาท

รวมค่าใช้จ่ายคงคลังวัสดุ $25+0.106=25.106$ บาท

จำนวนชิ้นที่ผลิตรวมในคาบเวลานี้ 105 ถึง

เฉลี่ยค่าใช้จ่ายคงคลังวัสดุ/จำนวนคาบเวลาที่ผลิต $25.106/105 = 0.239$ บาท/ถึง

ค่าเฉลี่ยเมื่อคาบที่แล้ว 0.480

ผลที่พบ: ค่าใช้จ่ายไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ดังนั้นขนาดการผลิตที่ยอมรับได้ ณ คาบผลิตปัจจุบัน 105 ถึง

4. ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสมและเพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนอัตราค่าไฟฟ้าของบริษัทน้ำดื่ม กรณีศึกษา และนำเสนอวิธีหาขนาดที่เหมาะสมของการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำดื่มด้วยการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสม โดยผลของการวิเคราะห์การวางแผนตลอดระยะเวลาของการผลิตน้ำดื่มสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสมวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM)

ผลการหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสมวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) ตลอดระยะเวลา 31 วันทำงานของบริษัทกรณีศึกษา สามารถจัดการผลิตให้มีการสั่งผลิต 3 ครั้ง สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะค่าไฟฟ้าในการผลิตน้ำดื่มบรรจุถึง 19 ลิตร และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำดื่มคงเหลือได้ ผลการจัดขนาดการผลิตด้วยวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) ดังรูปที่ 1 และสามารถสรุปรายละเอียดต้นทุนในการผลิตในตารางที่ 7

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
D_t	52	53	62	60	52	0	62	0	48	50	58	65	0	69	51	0
Q_t	562	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	572	0	0
I_t	510	457	395	335	283	283	221	221	173	123	65	0	0	503	452	452
t	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
D_t	60	0	0	71	53	50	60	59	0	0	43	56	44	36	47	
Q_t	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	0	0	
I_t	392	392	392	321	268	218	158	99	99	99	56	0	83	47	0	

รูปที่ 1 ผลการจัดขนาดการผลิตด้วยวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM)

ตารางที่ 7 การหาขนาดการผลิตน้ำดื่มด้วยวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) จะทำการผลิตในคาบเวลาทำการตัดสินใจเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งค่าใช้จ่ายในคลังวัสดุ เฉลี่ยต่อจำนวนคาบเวลาที่มีความต้องการในแต่ละคาบเวลาถูกรวมผลิตไว้ในคาบเวลานั้น ๆ เพิ่มขึ้น และจะดำเนินการหาขนาดการผลิตจากคาบเวลาด้านหน้าไปจนกระทั่งเสร็จสิ้นทุกคาบเวลา จากผลลัพธ์ที่ได้มีต้นทุนรวมในการสั่งผลิต 143.181 บาทต่อเดือน มีอัตราค่าไฟฟ้าลดลงเหลือ 525 บาทต่อเดือน จากเดิม 600 บาทต่อเดือน คิดเป็น ร้อยละ 87.5

ตารางที่ 7 สรุปผลต้นทุนการผลิตในการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสมด้วยวิธี Silver and Meal heuristic (SM)

ลำดับที่	รอบที่ผลิต	ปริมาณสินค้า (ถัง)	อัตราค่าไฟฟ้า (บาทต่อวัน)	ค่าจัดเก็บคงคลังสินค้า
1	1	562	25	28.849
2	14	572	25	39
3	29	127	25	0.332
รวม		1,261	75	143.181บาทต่อเดือน
ต้นทุนรวมในการสั่งผลิต			143.181บาทต่อเดือน	
อัตราค่าไฟฟ้าลดลง (จากต้นทุนเดิม 600 บาท)			87.50%	

4.2 ผลการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสมด้วยวิธี Least Unit Cost (LUC)

ผลการหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสมวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ตลอดระยะเวลา 31 วันทำงานของบริษัทการศึกษา สามารถจัดการผลิตให้มีการสั่งผลิต 7 ครั้ง ผลการจัดขนาดการผลิตด้วยวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ดังรูปที่ 2 และสามารถสรุปรายละเอียดต้นทุนในการผลิตในตารางที่ 8

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
D_t	52	53	62	60	52	0	62	0	48	50	58	65	0	69	51	0
Q_t	279	0	0	0	0	0	62	0	221	0	0	0	0	120	0	0
I_t	227	175	112	52	0	0	0	0	173	123	65	0	0	51	0	0
t	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
D_t	60	0	0	71	53	50	60	59	0	0	43	56	44	36	47	
Q_t	60	0	0	293	0	0	0	0	0	0	226	0	0	0	0	
I_t	0	0	0	222	169	119	59	0	0	0	183	127	83	47	0	

รูปที่ 2 ผลการจัดขนาดการผลิตด้วยวิธีการ Least Unit Cost (LUC)

ตารางที่ 8 สรุปผลต้นทุนการผลิตในการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสมด้วยวิธี Least Unit Cost (LUC)

ลำดับ	รอบที่ผลิต	ปริมาณสินค้า (ถัง)	อัตราค่าไฟฟ้า (บาทต่อวัน)	ค่าจัดเก็บคงคลังสินค้า
1	1	279	25	1.132
2	7	62	25	0
3	9	221	25	0.722
4	14	120	25	0.102
5	17	60	25	0
6	20	293	25	1.138
7	27	226	25	0.880
รวม		1,261	175	3.974 บาทต่อเดือน
ต้นทุนรวมในการสั่งผลิต			198.97 บาท/เดือน	
อัตราค่าไฟฟ้าลดลง (จากต้นทุนเดิม 600 บาท)			70.83%	

การหาขนาดการผลิตด้วยวิธีการ Least Unit Cost (LUC) จะใช้จำนวนคาบเวลาหาค่าใช้จ่ายในการคลังวัสดุ โดยใช้จำนวนถังที่ทำการผลิตในคาบเวลานั้นเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยต่อถังในคาบเวลานั้นๆจากผลลัพธ์ที่ได้มีต้นทุนรวมในการสั่งผลิต 198.974 บาทต่อเดือน มีอัตราค่าไฟฟ้าลดลงเหลือ 425 บาทต่อเดือน จากเดิม 600 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 70.83

5. อภิปรายผลและสรุปผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัย คณะผู้วิจัยได้ศึกษาโรงงานน้ำดื่มกรณีศึกษาได้ทำการสืบค้นข้อมูล สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันกรณีศึกษา ปริมาณความต้องการของลูกค้า บรรจุภัณฑ์ขนาด 19 ลิตร/ถัง ต้นทุนในการผลิตอัตราค่าไฟฟ้าเวลาในการผลิต และศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้แก่ การหาขนาดการผลิตที่เหมาะสม ได้ทำการวิเคราะห์หาขนาดการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) และวิเคราะห์หาขนาดการผลิตที่เหมาะสมโดยวิธีการ Least Unit Cost (LUC) ปัจจุบันโรงงานยังไม่มีการจัดขนาดการผลิตที่เหมาะสม มีการเปิดเครื่องจักรในการผลิตน้ำดื่มทุกวันโดยมีอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 600 บาทต่อเดือน มีระยะเวลาในการผลิตน้ำดื่ม 5 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่เวลา 06.00-11.00 น. มีการผลิต 31 วัน เนื่องจากเครื่องมีการผลิตที่ไม่เต็มกำลังการผลิต จึงทำให้เกิดต้นทุนในการสั่งผลิตสูง ทำให้การผลิตล่าช้าและไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค การหาขนาดการผลิตน้ำดื่มมีเงื่อนไขที่ใช้ในการพิจารณาค่าตอบจากระยะเวลาในการสั่งผลิตในเดือน กรกฎาคม 2560 ในระยะเวลา 31 วัน โดยคำนึงถึงปริมาณความต้องการของลูกค้าในแต่ละวัน เพื่อนำมาพิจารณาหาอัตราค่าไฟฟ้าต่อเดือน มีตัวแปรผูกพันในการตัดสินใจการกำหนดคาบเวลาการผลิตในคาบเวลานั้น ๆ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้และตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้เป็นสำคัญ ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธี Silver and Meal heuristic (SM) พบว่ามีต้นทุนรวมในการสั่งผลิต 143.181 บาทต่อเดือน มีอัตราค่าไฟฟ้าลดลงเหลือ 525 บาทต่อเดือน คิดเป็น ร้อยละ 87.5 และผลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการ Least Unit Cost (LUC) พบว่ามีต้นทุนรวมในการสั่งผลิต 198.974 บาทต่อเดือน มีอัตราค่าไฟฟ้าลดลงเหลือ 425 บาทต่อเดือน จากเดิม 600 บาทต่อเดือน คิดเป็น ร้อยละ 70.833

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยเพื่อได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำดื่มด้วยการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสม หาปัญหาการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสมมาเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยในการลดต้นทุน แก้ปัญหาการหาความต้องการวัสดุ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนการผลิตในภาพรวม การวางแผนการผลิตนั้นมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดโดยพยายามรักษาระดับคุณภาพของสินค้าหรือบริการเพื่อให้สามารถแข่งขันกับตลาดที่มีการแข่งขันสูง ในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพสูงและต้นทุนต่ำจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการวางแผนและควบคุมดี พิจารณาจากข้อมูลความต้องการของปริมาณการสั่งซื้อน้ำดื่ม เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 31 วัน ของเดือนกรกฎาคม 2560 จากขอบเขตของข้อมูลอาจยังไม่เห็นต้นทุนรวมที่ชัดเจน เนื่องจากขนาดของข้อมูลมีปริมาณที่น้อยและระยะเวลาที่สั้น งานวิจัยในอนาคตควรมีการพยากรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผลของงานวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดอัตราค่าใช้จ่ายในการผลิตโดยพิจารณาจากอัตราค่าไฟฟ้า บาทต่อวัน เพื่อหาขนาดการผลิตน้ำดื่มที่เหมาะสมและเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม โดยเลือกใช้ทฤษฎี วิเคราะห์หาขนาดการผลิตที่เหมาะสมด้วยวิธีการ Silver and Meal heuristic (SM) และวิธีการ Least Unit Cost (LUC) แต่การประยุกต์ใช้นั้นจำเป็นต้องปรับค่าให้ทันต่อความต้องการจริงทุกเดือนซึ่งในการคำนวณต้องใช้ค่าความแปรปรวนของเดือนนั้น ทั้งนี้ทางคณะผู้วิจัยมีความเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจริงนั้นทฤษฎีไม่สามารถที่จะนำมาใช้ได้โดยตรงจะต้องมีการประยุกต์เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงและข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้และตอบสนองต่อความต้องการของปริมาณผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยในอนาคตควรคิดค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง เป็นต้น เพื่อเป็นประโยชน์แก่บริษัทกรณีศึกษาในอนาคตต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษา โรงงานน้ำดื่มประชารัฐ กองทุนหมู่บ้านสุโข ตำบลพิมาย อำเภอปรังค์กู จังหวัดศรีสะเกษ ที่ให้ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- กึ่งกาญจน์ ผลิตกะ และ นพปฎล สุวรรณทรัพย์. (2559, มกราคม - มิถุนายน). “การบริหารสินค้าคงคลังโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎี ABC Classification Analysis เทคนิค EOQ Model และวิธี Silver-Meal: กรณีศึกษา บริษัท XYZ”วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 11(1) : 102-113.
- เฉลิมศักดิ์ ถาวรรัตน์ และ ระพี กาญจนะ. (2556, กรกฎาคม - ธันวาคม). “การปรับปรุงระบบการจัดการสินค้าคงคลัง”.วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชภัฏธนบุรี. 11(2) : 13-23.
- สุนิตยา เกื่อนนาดี ัญญาพร เหล็กดี มาริสา สาระจันทร์ และคณะ .(2562, กรกฎาคม - กันยายน). “การเปรียบเทียบวิธีการกำหนดปริมาณสั่งซื้อสำหรับสินค้าที่ปริมาณความต้องการไม่สม่ำเสมอของร้านค้าปลีกอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์”.วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 29(3) : 388-396.
- Blackburn, J. D., & Millen, R. A. (1980, August). “Heuristic lot-sizing performance in a rolling-schedule environment”. *Decision Sciences*. 11(4) : 691-701.
- Karimi, B., Ghomi, S. F., & Wilson, J. M. (2003, October). “The capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms”. *Omega*. 31(5) : 365-378.