โครงงานที่ 11/2562 (วศบ.อุตสาหการ)

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานน้ำแข็ง

นางสาวสุมินตรา ศรีคำ รหัสนักศึกษา 590610353

นางสาวอภิสรา ตรีวิทยา รหัสนักศึกษา 590610356

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงงาน	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานน้ำแข็ง			
โดย	นางสาวสุมินตรา	ศรีคำ	รหัสนักศึกษา	590610353
	นางสาวอภิสรา	ตรีวิทยา	รหัสนักศึกษา	590610356
ภาควิชา	วิศวกรรมอุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช			
ปีการศึกษา	2562			

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้นับโครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงงาน

..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.วิมลิน เหล่าศิริถาวร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ณรงค์ เพชรชาร)

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานน้ำแข็ง ” สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณา และอนุเคราะห์ของท่านทั้งหลายเหล่านี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ รวมถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนค่อยให้คำปรึกษาในทุก ๆ เรื่องตลอดมา

ขอขอบพระคุณ บริษัท โรงน้ำแข็งวังสิงห์คำ อุตสาหกรรม จำกัด ผู้จัดการ ช่างประจำโรงงาน และพนักงานในแผนกธุรการ ที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับในโรงงาน ลักษณะงานที่ทำ อีกทั้งยังให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนผู้วิจัยในการทำงานวิจัยครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จไปด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุก ๆ ท่านในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความรู้ และแนวทางแก้ไขปัญหา ตลอดจนบุคคลากร เจ้าหน้าที่ ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือตลอดการทำโครงงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ วัชริน ศรีรัตนาวิชัยกุล อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณค่าไฟฟ้า และแนวทางแก้ไขปัญหา

ขอขอบพระคุณ คณาอาจารย์ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความรู้ และคำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบทำความเย็นของโรงงานน้ำแข็ง

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในด้านการศึกษา และคอยให้กำลังใจในการทำโครงงานวิจัยในครั้งดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานวิจัยเล่มนี้จะสามารถเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจที่ หากโครงงานวิจัยนี้มีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ทางผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

สุมินตรา ศรีคำ

อภิสรา ตรีวิทยา

หัวข้อโครงงาน	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานน้ำแข็ง			
โดย	นางสาวสุมินตรา	ศรีคำ	รหัสนักศึกษา	590610353
	นางสาวอภิสรา	ตรีวิทยา	รหัสนักศึกษา	590610356
ภาควิชา	วิศวกรรมอุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช			
ปีการศึกษา	2562			

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานน้ำแข็ง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตน้ำแข็ง และพัฒนาโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำแข็งรายสัปดาห์ให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า เนื่องจากปัจจุบัน มีการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำแข็งที่ไม่จำเป็น และกระบวนการวางแผนการผลิตจะอาศัยประสบการณ์ของผู้จัดการโรงงานเป็นหลัก ส่งผลให้แผนการผลิตที่ได้ไม่สอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้า โดยการดำเนินงานวิจัยนี้ได้เริ่มต้นจาก การศึกษากระบวนการผลิต และปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยได้ใช้เครื่องมือ คือ แผนผังก้างปลาเพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา รวมทั้งประยุกต์ใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS) ในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิต และจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม MS Excel Solver เพื่อใช้ในวางแผนการผลิตน้ำแข็งให้สอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้า และมีต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตต่ำที่สุด

ผลจากการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของการสูญเสียในกระบวนการผลิตและ การนำหลักการอีซีอาเอส (ECRS) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตจากสาเหตุกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กโดยการใช้อุปกรณ์ลดขนาดท่อ สามารถเพิ่มผลผลิตโดยลดปริมาณการร่วงหล่นของน้ำแข็งซึ่งจากเดิมมีน้ำแข็งร่วงหล่นจากการบรรจุ ใน 1 วัน คิดเป็น 59 ถุง (88.5 กิโลกรัม) หลังทำการปรับปรุงพบว่ามีการร่วงหล่นของน้ำแข็งลดลงเหลือ 17 ถุง (26 กิโลกรัม) ต่อวันดังนั้นได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 41 ถุงต่อวัน (62.5 กิโลกรัม) คิดเป็น 30.51 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดเวลารอคอยจากการ

ซีลถุงลงได้โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งก่อนปรับปรุง น้ำแข็ง 1 ถุง ใช้เวลาในการผลิต 26.73 วินาที ได้ผลผลิต 500 ถุงต่อวัน หลังปรับปรุงน้ำแข็ง 1 ถุง ใช้เวลาในการผลิต 21.64 วินาที ได้ผลผลิต 616 ถุงต่อวัน ดังนั้นได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 116 ถุงต่อวัน ส่วนสาเหตุจากพนักงานทำน้ำแข็งร่วงหล่นขณะขนย้ายได้ทำการปรับปรุงโดยลดจำนวนชั้นกระสอบน้ำแข็งที่ขนย้ายในแต่ละพาเลตลงสามารถเพิ่มผลผลิตได้ โดยก่อนปรับปรุงมีน้ำแข็งร่วงหล่นจากการขนย้าย 31.24 กิโลกรัมต่อวัน ทำให้ได้ผลผลิตต่อวันเท่ากับ 36,598.76 กิโลกรัมหลังปรับปรุงพบว่าไม่มีการร่วงหล่นของน้ำแข็งขณะขนย้ายทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 36,630 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 0.085 เปอร์เซ็นต์ ในการพัฒนาโปรแกรมช่วยสำหรับการวางแผนการผลิตน้ำแข็งรายสัปดาห์นั้นพบว่าจากการนำโปรแกรมไปทดสอบผลกับความต้องการในอดีต 3 เดือนย้อนหลังคือเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ 2562 พบว่าโปรแกรมสามารถลดต้นทุนค่าไฟในการผลิตรวมทั้ง 3 เดือนได้ 171,719.8 บาท จากต้นทุนค่าไฟรวมทั้ง 3 เดือนที่มีค่าเท่ากับ 2,081,558.4 บาท โดยค่าไฟที่สารมารถลดได้คิดเป็น 8 เปอร์เซ็นต์ของค่าไฟรวม ทั้ง 3 เดือน

Project Title	Improving Production Efficiency and Production Planning for Ice Industry		
Name	Sumintra	Srikham	Code 590610353
	Aphisara	Trevittaya	Code 590610356
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University		
Project Advisor	Assistant Professor Warisa Wisittipanich, D. Eng		
Academic Year	2019		

ABSTRACT

The research aimed to Increase production efficiency and production planning for ice factories. The developed program expected to help factory planed weekly ice production in accordance with customer needs because there were an unnecessary defeats in the previous production process. The previous processes were mainly rely on the experiences of the factory's manager resulted in the mismatch between demand and supply. This project started from collecting the process of ice factory and analyzed the problems occurring within each step. After the problem collection, "Fish bone diagram" had been used for analysis the main cause of each problem and "ECRS method" had been applied for improvement the efficiency of production. Moreover, computer program had been developed to conform the proportion of demand and supply and to minimize the electricity cost in production.

Within 3 months after applying the ECRS method and computer program, the result of this project revealed the benefit of the solution. The ECRS method was able to improve effectiveness of packaging in two aspects. Firstly, it was able to decrease the spilled ice from 88.5 kg/day to 26 kg/day increase 62.5 kg/day) when the dimension of filling pipeline was reduced. Finally, the sealing time of ice pack was reduced from 26.73 second per bag to 21.264 second per bag thus, increasing the amount of ice

from 500 to 616 bags per day. Moreover, the amount of ice leak during carrying on pallet from 31.24 kg to zero (36,598.76 kg increase to 36,630 kg or 0.085 percent) by reducing the number of ice sacks that are transported on each Pallets. The result of applying the developed computer program also demonstrated the reduction cost of electricity during 3 months, from 2,081,558.4 to 1,909,838.60 Baht (8% reduction of electricity bill).

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ค
บทคัดย่อภาษาไทย ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ฉ
สารบัญตาราง ญ
สารบัญภาพ ฎ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงงาน 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ 4
2.2 แผนผังก้างปลา 6
2.3 หลักการ ECRS 8
2.4 การคิดค่าไฟฟ้าของอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU) 9
2.5 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver) 12
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงานวิจัย
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตและปัญหาในโรงงาน 15
3.2 เก็บรวบรวมข้อมูล 15
3.3 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต 16
3.4 หาแนวทางแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต 16
3.5 ดำเนินการแก้ไขปัญหาตามแนวทางการแก้ไข 16
3.6 ออกแบบและจัดทำโปรแกรมในการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 16
3.7 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน 17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.8 สรุปผลการดำเนินงาน 17

บทที่ 4 ผลการดำเนินการโครงงานวิจัย

4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตและปัญหาในโรงงาน 18

4.2 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล 21

4.3 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต 37

4.4 เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต 39

4.5 ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้ 44

4.6 ออกแบบและจัดทำโปรแกรมในการวางแผนการผลิตโดยใช้ โปรแกรม Microsoft Excel 50

4.7 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน 55

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 62

5.2 ข้อจำกัดของโครงงานวิจัย 64

5.3 ปัญหาและอุปสรรค 64

5.4 ข้อเสนอแนะ 64

บรรณานุกรม 66

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางปริมาณความต้องการของลูกค้า ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรแต่ละเครื่อง 67

ภาคผนวก ข ตารางบันทึกเวลาการทำงานของกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก 76

ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลของโปรแกรมช่วยสำหรับการวางแผนการผลิต 78

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งานสำหรับโปรแกรมช่วย 91

ประวัติผู้เขียน 95

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
4.1	รายละเอียดเครื่องจักร	24
4.2	ตัวอย่างปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิดเวลาปิดเครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ตุลาคม	24
4.3	ตัวอย่างปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิดเวลาปิดเครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ตุลาคม	25
4.4	ตัวอย่างปริมาณความต้องการน้ำแข็งซองของลูกค้า ของเดือน ตุลาคม	27
4.5	การคำนวณค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	29
4.6	ค่าปรับค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ของโรงงานในเดือน กันยายน ถึง พฤจิกายน	30
4.7	ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสำนักงาน	30
4.8	ค่าความจุจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิ 25 ถึง -7 องศาเซลเซียส	35
4.9	การคำนวณค่าความร้อนที่น้ำต้องคายออกมาในการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะ	36
4.10	แนวทางการแก้ไขปัญหา	39
4.11	รายละเอียดของอุปกรณ์	41
4.12	ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานก่อนการปรับปรุง	45
4.13	ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานหลังการปรับปรุง	45
4.14	Flow Chart ของกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กก่อนการปรับปรุง	47
4.15	Flow Chart ของกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กหลังการปรับปรุง	48
4.16	ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานก่อนการปรับปรุง	49
4.17	ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานหลังการปรับปรุง	49
4.18	โครงสร้างของโปรแกรม	51
4.19	ชั่วโมงการผลิตของเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม	55
4.20	ค่าไฟฟ้าที่ได้จากโปรแกรมในเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และเดือนธันวาคม	57
4.21	สรุปผลต่างค่าไฟฟ้าของเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม	59
4.22	ผลการดำเนินงานโดยใช้หลักการ ECRS ของสาเหตุหลักที่ 1 และสาเหตุหลักที่ 2	60
4.23	ผลการดำเนินงานโดยใช้หลักการ ECRS ของสาเหตุหลักที่ 3	61
4.24	เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน	63
4.25	เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าเดิมกับค่าไฟฟ้าจากโปรแกรม	63

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.1	โรงงานน้ำแข็งวังสิงห์คำ	2
2.1	ตัวอย่างแผนผังก้างปลา	8
2.2	ตัวอย่างหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า	11
4.1	กระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่และหลอดเล็ก	18
4.2	กระบวนการผลิตน้ำแข็งซอง	19
4.3	น้ำแข็งซอง	21
4.4	น้ำแข็งหลอดเล็ก	21
4.5	น้ำแข็งหลอดใหญ่	22
4.6	เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ 50 ตัน	22
4.7	เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ 30 ตัน	23
4.8	เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก	23
4.9	เครื่องผลิตน้ำแข็งซอง	23
4.10	ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าจริง (P) และกำลังไฟฟ้ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Q)	28
4.11	แผนผังก้างปลาของปัญหาการสูญเสียในกระบวนการ	37
4.12	น้ำแข็งที่คงค้างในกระบะเก็บ	38
4.13	ช่องออกของน้ำแข็งใหญ่เกินไป	40
4.14	ของเสียที่เกิดจากการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก	41
4.15	ข้อต่อลดขนาดชนิดพลาสติก PVC	42
4.16	ข้อต่อลดขนาดชนิดสแตนเลส	42
4.17	ข้อต่อลดขนาดชนิดซิลิโคน	42
4.18	การทำงานของพนักงานในการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก	43
4.19	กระบวนการขนย้ายน้ำแข็ง	43
4.20	อุปกรณ์ลดขนาดท่อ	44
4.21	ความสูงของประตูหลังการปรับปรุง	50
4.22	ตัวอย่างหน้าจอป้อนข้อมูลนำเข้า	53
4.23	ตัวอย่างหน้าจอแสดงกระบวนการคำนวณของโปรแกรม	54
4.24	หน้าจอแสดงผลแผนการผลิตของน้ำแข็งทั้งสามประเภทในหนึ่งสัปดาห์	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4.25	เปรียบเทียบโหลดเครื่องจักรจากค่าไฟฟ้าของ เดือนตุลาคม	56
4.26	เปรียบเทียบโหลดเครื่องจักรจากค่าไฟฟ้าของ เดือนพฤศจิกายน	56
4.27	เปรียบเทียบโหลดเครื่องจักรจากค่าไฟฟ้าของ เดือนธันวาคม	57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

ในจังหวัดเชียงใหม่มีโรงงานผลิตน้ำแข็งจำหน่ายหลายแห่ง หนึ่งในนั้นคือ บริษัท โรงน้ำแข็งวังสิงห์คำ อุตสาหกรรม จำกัด ดังภาพ 1.1 ซึ่งเป็นโรงงานที่ผลิตน้ำแข็งมาเป็นระยะเวลานาน ที่ผ่านมานั้นโรงงานได้ทำการผลิต และจัดจำหน่ายน้ำแข็งซอง รวมถึงน้ำแข็งหลอดให้แก่บริษัท และร้านค้าภายในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งจะจัดจำหน่ายน้ำแข็งทั้งแบบขายปลีก และขายส่ง โดยทางโรงงานมีกระบวนการผลิตที่สะอาด และได้มาตรฐานรวมทั้งเป็นโรงงานที่ทำการผลิต และจัดจำหน่ายน้ำแข็งเป็นรายแรก ๆ ของจังหวัดเชียงใหม่ ทำให้โรงงานมีฐานลูกค้าเป็นของตนเองค่อนข้างมาก และเป็นโรงงานที่ผู้บริโภคให้ความไว้ใจในการซื้อสินค้าตลอดมา

ปัจจุบันโรงงานที่ทำการศึกษาได้ประกอบธุรกิจจำหน่ายน้ำแข็งสามประเภทได้แก่ น้ำแข็งหลอดใหญ่ น้ำแข็งหลอดเล็ก และน้ำแข็งซอง ซึ่งปกติแล้วทางโรงงานจะทำการผลิตน้ำแข็งโดยจะยึดช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีราคาถูกเป็นหลัก (Off Peak) และวางแผนการผลิตตามประสบการณ์ของเจ้าของโรงงาน ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ไม่สอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง และบางครั้งปริมาณผลผลิตที่ได้ก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการ หรือมากเกินความต้องการของลูกค้า

นอกจากนี้ยังพบปัญหาเรื่องการสูญเสียในกระบวนการผลิต เนื่องจากกระบวนการทำงานของพนักงานในปัจจุบันมีการปฏิบัติงานที่ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ จากการเข้าไปสังเกตการทำงานของพนักงานนั้นพบว่าในกระบวนการบรรจุน้ำแข็ง พนักงานบรรจุน้ำแข็งเกินน้ำหนักที่กำหนด หรือมีการร่วงหล่นของน้ำแข็งขณะบรรจุลงในกระสอบทำให้เกิดการร่วงหล่นของน้ำแข็ง รวมทั้งการเคลื่อนย้ายที่ไม่เหมาะสมทำให้เกิดของเสียขึ้น ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตที่ได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น เกิดต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น และยังพบว่าในกระบวนการผลิตนั้นได้เกิดคอขวดในกระบวนการขึ้น ทำให้กระบวนการทำงานมีความล่าช้าเป็นผลให้น้ำแข็งเกิดการละลายระหว่างกระบวนการผลิตอีกด้วย

จากปัญหาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัญหา และเก็บข้อมูล รวมทั้งพัฒนาโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตรายสัปดาห์ของน้ำแข็งทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ น้ำแข็งหลอดเล็ก

น้ำแข็งหลอดใหญ่ และน้ำแข็งซอง เพื่อให้การผลิตสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า รวมทั้งหาปัญหาที่ส่งผลให้เกิดความสูญเสีย หรือส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต หลังจากที่ได้ทราบถึงสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตแล้ว ผู้วิจัยจะนำปัญหาที่ได้ไปวิเคราะห์หาสาเหตุหลักโดยใช้แผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน หลังจากที่ได้ทราบถึงสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตแล้วผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS) มาช่วยลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต ลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

ภาพ 1.1 โรงงานน้ำแข็งวังสิงห์คำ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 พัฒนาโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำแข็งรายสัปดาห์ให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

1.2.2 เพิ่มผลผลิตโดยใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สถานที่ศึกษา บริษัท โรงน้ำแข็งวังสิงห์คำ อุตสาหกรรม จำกัด ที่ตั้ง 161 ถ. รัตนโกสินทร์ ต.ช้างม่อย อ.เมือง จ.เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50300

1.3.2 จัดทำแผนการผลิตรายสัปดาห์ของน้ำแข็งหลอดเล็ก น้ำแข็งหลอดใหญ่ และน้ำแข็งซอง

1.3.3 เก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในช่วง เดือน กันยายน 2562 ถึง เดือน มกราคม 2563

1.3.4 พัฒนาโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้ได้โปรแกรมช่วยที่สามารถวางแผนการผลิตน้ำแข็งทั้ง 3 ประเภท

1.4.2 สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยรวม

1.4.3 ทำให้ได้แผนการผลิตที่สอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้ามากขึ้น

1.4.4 สามารถลดเวลา และของเสียในกระบวนการผลิต

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ

ความสูญเสีย (Wastes) คือ การสูญเสียทรัพยากรการผลิตที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุน คุณภาพ และการส่งมอบ ซึ่งเป็นแนวคิดที่คิดค้นโดย Mr.Shigeo Shing และ Mr.Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ แม้ว่าแนวคิดนี้จะเกิดจากแวดวงอุตสาหกรรมการผลิตแต่ในภาคบริการ หรืองานสนับสนุนก็สามารถนำหลักการดังกล่าวไปพัฒนาประยุกต์ใช้ได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ ดังนี้

2.1.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

การเกิดการสูญเสียเนื่องมาจากการผลิตที่มากเกินความต้องการ อาจจะเนื่องมาจากการผลิตสินค้าที่ อยู่ได้ในระยะสั้น ๆ การผลิตสินค้าเผื่อไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน ในที่นี้อาจเพราะต้องการที่จะลดต้นทุนโดยใช้ การผลิตครั้งเดียวจบ รวมไปถึงการการสั่งผลิตสินค้ามากกว่าความต้องการของลูกค้าที่มาจากความคิดที่ว่า สินค้านั้น ๆ จะไม่พอต่อความต้องการจนกลายเป็นการผลิตสินค้ามากไปจนล้นตลาด บ่อยครั้งที่มีการพยายามที่ จะใช้เครื่องจักรหรือพนักงานในการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าในหน่วยเวลาที่มากที่สุด โดยอาจจะละเลยในเรื่องขีดความสามรถในการผลิตจนนำไปสู่ ความสูญเปล่าทั้งงานและเวลา การเสื่อมสภาพของสินค้าและเครื่องจักร ความไม่ปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การต้องการพื้นที่จัดเก็บที่มากเกินความจำเป็น เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการ เลือกผลิตสินค้าเท่าที่จำเป็นหรือผลิตสินค้าในปริมาณที่ต้องการในเวลาที่ควรสอดคล้องกับความต้องการของตลาด การจัดงานให้กับเครื่องจักรและ พนักงานที่พอเหมาะไม่หนักจนเกินไป ลดกระบวนการที่ไม่จำเป็นเน้นส่วนที่สำคัญของกระบวนการ ดูแลและตรวจเช็คเครื่องจักรให้พร้อมต่อการผลิต ปรับปรุงกระบวนการที่เป็นจุดคอขวดเพื่อเป็นการลดรอบเวลาการผลิตให้น้อยลง

2.1.2 การสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

การเกิดการสูญเสียที่เกิดจากการเก็บวัสดุคงคลัง อาจเนื่องมากจากการตัดสินใจสั่งซื้อวัสดุต่อครั้งครั้งละมาก ๆ อาจเพราะต้องการลดต้นทุนในส่วนของวัสดุจาก

ส่วนลดต่อการสั่งในหนึ่งครั้งหรือเพื่อเผื่อวัสดุในการผลิตครั้งต่อ ๆ ไปคราวละมาก ๆ และนั้นทำให้มีวัสดุในคลังเก็บมีปริมาณมากกเกินความต้องการตลอดเวลา เป็นภาระ ในการจัดการดูแลรักษา บางครั้งสินค้านั้นอาจเปรียบเสมือนของเสียเพราะในการเก็บสินค้าไว้นาน ๆ อาจทำให้สินค้าเสื่อมสภาพ และล้าสมัยได้ และต้องอาศัยทรัพยากรบุคคล และการจัดการในการจัดเก็บวัสดุ เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการ วางแผนการสั่งซื้อวัสดุในแต่ละครั้งให้ ตรงกับความต้องการใช้ในการผลิตแต่ละครั้ง จำกัดการเก็บวัสดุไว้ในคลัง กำหนดยอดสั่งวัสดุที่ชัดเจน วางแผนการผลิตให้เป็นไปตามที่กำหนดเพื่อระบายวัสดุออกจากคลังวัสดุ ลดจำนวนครั้งในการจัดซื้อ เพื่อลดความถี่ของการสั่งซื้อวัสดุ จัดระบบในการทำงานให้เป็นสัดส่วน เพื่อลดการแช่วัสดุไว้ในคลังสินค้า หรือเลือกใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อน และจะได้มีพื้นที่เหลือว่างในการเก็บสินค้าครั้งต่อไป

2.1.3 การสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation)

การเกิดการสูญเสียที่เกิดจากการขนส่ง ซึ่งไม่ได้ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มสำหรับวัสดุ อาจเนื่องมาจาก ระยะทางในการขนส่ง การขนย้ายสินค้าทั้งที่ไม่จำเป็น การวางแผนที่ไม่ดีในการขนส่งสินค้า หรือการวางผัง โครงสร้างสถานที่เก็บสินค้าที่ไม่ดีหรืออุปกรณ์ที่ใช้ไม่ได้คุณภาพ ส่งผลให้ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่ง เช่น แรงงาน เชื้อเพลิง เป็นต้น สูญเสียเวลาในการผลิต อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายกับวัสดุหากมีวิธีในการขนส่งที่ไม่เหมาะสม และความระมัดระวังในการขนส่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการ ศึกษาเส้นทางในการขนส่งเพื่อลด ระยะทางในการขนส่งหรือมีการวางแผนระยะทางที่ดี ขนย้ายสินค้าเมื่อมีความจำเป็น การจัดการแผนการ ขนส่งที่มีประสิทธิภาพพร้อมกับวางแผนผังโครงสร้างสถานที่จัดเก็บสินค้าหรืออุปกรณ์ให้ได้คุณภาพ อบรม พนักงานให้มีระบบจัดการกับงานที่ดี เป็นต้น

2.1.4 ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion)

การจัดสภาพร่างกาย การวางท่าทางขณะทำงานไม่เหมาะสม การวางอุปกรณ์ที่ไม่เอื้อแก่การใช้งาน หรือการวางผังโรงงานและระบบการทำงานไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เหนื่อยล้าง่าย สูญเสียเวลาในการทำงาน การทำงานล่าช้า และก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งการลดความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวสามารถแก้ไขได้โดยการ จัดลำดับขั้นตอนการทำงาน วางระบบโรงงานให้ได้มาตรฐาน ศึกษาวิธีการวางท่าทางกับงานที่ทำให้เหมาะสม วางอุปกรณ์ที่จำเป็นให้ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อลดเวลาการทำงาน ลดความเหนื่อยล้าให้กับพนักงานและเพิ่มความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

2.1.5 ความสูญเสียจากกระบวนการผลิต (Processing)

การวางกระบวนการผลิตบางกระบวนการแบบไม่จำเป็น ทำให้เกิดการทำงานมากขึ้นใน

กระบวนการผลิต ซึ่งไม่เกิดผลต่อผลผลิตนั้น มีต้นทุนเพิ่มขึ้นแบบไม่จำเป็น การลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตสามารถแก้ไขได้โดย การวิเคราะห์ความจำเป็นของกระบวนการผลิตและนำหลัก 5W1H มาประยุกต์ใช้ เลือกการวิเคราะห์ กระบวนการผลิตโดยใช้ แผนภูมิการผลิต (Operation Process Chart) แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) แผนภูมิการประกอบ (Assembly Process Chart) แผนภูมิกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด(Multi-Product Process Chart) หรือ แผนภูมิการเดินทาง (Travel Char)t เพื่อปรับปรุงการทำงานอย่างเหมาะสมทำให้ช่วยลดกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มพื้นที่ในการทำงานมากขึ้น

2.1.6 ความสูญเสียจากการรอคอย (Delay)

การรอพนักงานที่เกิดจากการลางาน ขาดงาน การรอวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต การรอเครื่องจักรที่ใช้ใน กระบวนการผลิต เกิดจากเครื่องจักรเสีย รอการซ่อมแซม ทำให้ไม่สามารถทำงานได้ในส่วนนั้น ๆ เกิดต้นทุนเพิ่มมากขึ้น กระบวนการผลิตบกพร่องไม่สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ เกิดการล่าช้าพนักงานเสียขวัญและกำลังใจการลดความสูญเสียจากการรอคอย สามารถแก้ไขได้โดยการวางแผนระบบการผลิต ตรวจเช็คสภาพเครื่องจักรก่อนใช้งาน ขณะใช้งานและหลังใช้งานอยู่เป็นประจำ จัดสรรปริมาณพนักงานให้มีความสมดุลในการทำงานฝึกทักษะให้กับพนักงาน เพื่อให้พนักงานทำงานได้หลากหลายประเภท 2.1.7 ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) การผลิตแล้วเกิดของเสีย ซึ่งเสียเวลาและแรงงานในการแก้ไขงาน เกิดการทำงานนั้นซ้ำ ทำให้สินค้า และวัตถุดิบในการผลิตไม่ได้คุณภาพ มีต้นทุนที่สูงขึ้น การออกแบบและสร้างกระบวนการผลิตไม่เหมาะสม สูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสียโดยไม่จำเป็น เกิดการชำรุดขณะขนส่งหรือเคลื่อนย้าย การลด ความสูญเสียจากการผลิตของเสียสามารถแก้ไขได้โดยการสร้างมาตรฐานการทำงานและวัตถุดิบให้ถูกต้องเหมาะสม ฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้ความสามารถมีจิตสำนึกด้านคุณภาพการผลิต พัฒนาวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อลดของเสียที่เกิดจากการผลิต ลดความซับซ้อนของกระบวนการผลิต ตรวจเช็ค เครื่องจักรก่อนใช้งาน ขณะใช้งานและหลังใช้งานอยู่เป็นประจำ

2.2 แผนผังก้างปลา

2.2.1 ทฤษฎีก้างปลา หรือเรียกเป็นทางการว่า แผนผังสาเหตุและผล

แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ "ผังก้างปลา (Fish Bone

Diagram)" เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลาย ๆ คนอาจรู้ จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

2.2.2 วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

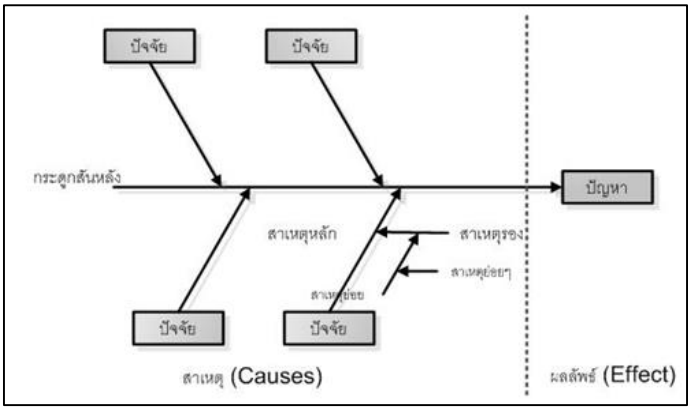
2.2.3 การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผลโดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

M - Man	คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
M - Machine	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
M - Material	วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
M - Method	กระบวนการทำงาน
E - Environment	อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการการทำงาน

2.2.4 การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบเทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ ดังแสดงตัวอย่างในภาพ 2.1



ภาพ 2.1 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา

ที่มา : http://akachai99.blogspot.com

2.2.5 ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

- ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
- สาเหตุหลัก
- สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) คือ การใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 ถึง 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา (Sub-bone) ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 ถึง 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมด ที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.3 หลักการอีซีอาเอส (ECRS)

หลักการอีซีอาเอส (ECRS) การลดความสูญเสียด้วยหลักการ ECRS ความสูญเสีย 7 ประการ เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่องค์กร โดยมีความสัมพันธ์ระหว่าง พนักงาน กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ และความสูญเสีย 7 ประการ ดังนั้นจึงควรลดความสูญเสียให้เหลือน้อย

ที่สุด และการลดความสูญเสียนอกจาก จะเป็นการปรับปรุงการผลิตและเพิ่มผลผลิตได้แล้ว ยังช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย หลักการ ECRS ประกอบด้วย

- การการกำจัด (Eliminate)
- การรวมกัน (Combine)
- การจัดใหม่ (Rearrange)
- การทำให้ง่าย (Simplify)

การลดความสูญเสียในการผลิต เป็นสิ่งสำคัญ ที่ต้องเร่งดำเนินการอย่างรีบด่วนเพราะความสูญเสียจะทำให้ต้นทุนสิ้นค้าเพิ่มสูงขึ้นหากสามารถลดความสูญเสียลงได้ก็จะส่งผลให้ประหยัด ต้นทุนการผลิตลงด้วย อีกทั้งยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้สูงขึ้น แนวทางการลด ความสูญเสียด้วยหลักการ ECRS เป็นดังนี้

E = Eliminate การกำจัดหมายถึงการพิจารณาขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็นและไม่เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์แล้วกำจัดขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็นออกไปรวมทั้งการการจัดความสูญเสียทั้ง 7 ประการคือการผลิตเกินจำเป็น การเก็บวัสดุคงคลัง การขนส่ง การเคลื่อนไหว การผลิตมากขั้นตอน การรอคอยและการผลิตของเสียการกำจัด เป็นวิธีการที่มีประสิทธิผลสูงสุดในการปรับปรุงงาน

C = Combine การรวมกันหมายถึงการรวมขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงโดยพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงได้หรือไม่ถ้าลดขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงก็จะสามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่ทำให้ใช้เวลาในการผลิตน้อยลง

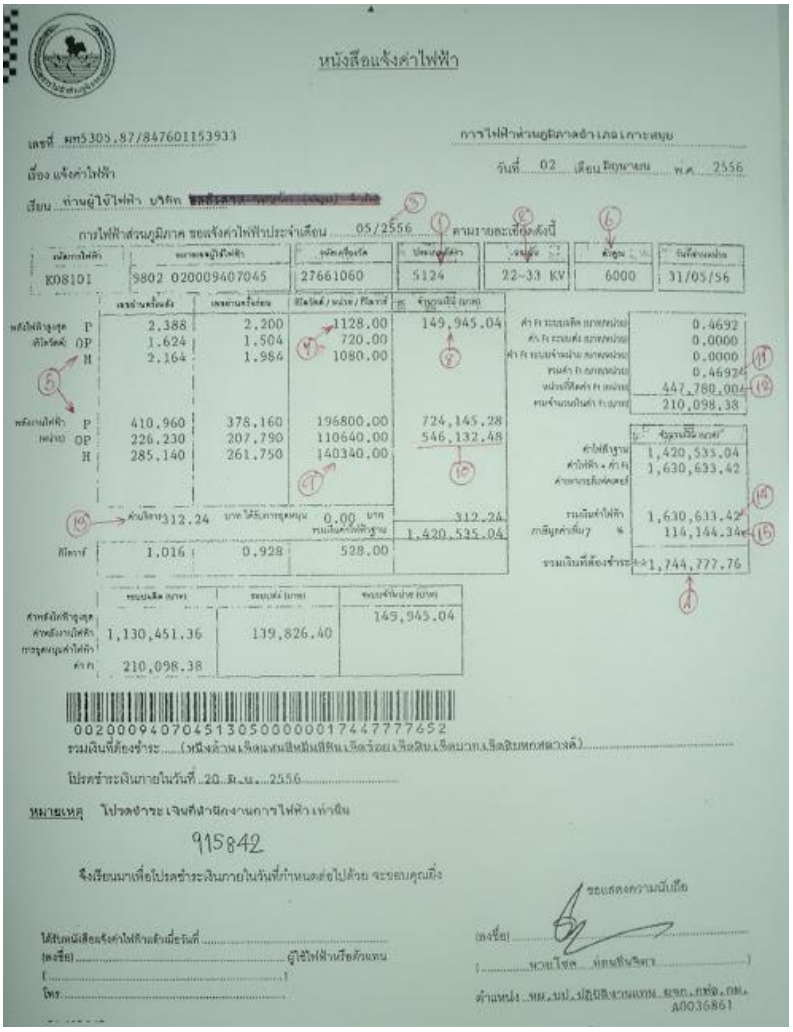
R = Rearrange การจัดใหม่หมายถึงการจัดลำดับการผลิตใหม่โดยการโยกย้าย สับเปลี่ยนขั้นตอนการผลิตให้เหมาะสมเพื่อลดการเคลื่อนที่เกินจำเป็นหรือลดการรอคอยและ อาจจะสามารถรวมขั้นตอนการผลิตบางส่วนเข้าด้วยกันได้

S = Simplify การทำให้ง่ายหมายถึงการปรับปรุงวิธีการทำงานให้สะดวกและง่ายขึ้น โดยอาจจะออกแบบ เครื่องมือ มาช่วยเพื่อให้การทำงานให้สะดวกและแม่นยำซึ่งจะสามารถลดของเสียลงได้เพราะเป็นการลดการเคลื่อนที่และลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

2.4 การคิดค่าไฟฟ้าของอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้หรือทีโอยู เริ่มนำมาใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2540 โดยขณะนั้นกำาหนดช่วง On Peak ตั้งแต่วันจันทร์-วันเสาร์เวลา 09.00 - 22.00 น. และช่วง Off

Peak ตั้งแต่วันจันทร์-เสาร์เวลา 22.00 - 09.00 น. และวันอาทิตย์ทั้งวันโดยกำหนดให้อัตราค่าไฟฟ้าทีโอยูเป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมแต่เป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 355,000 หน่วยต่อเดือนขึ้นไปหรือใช้พลังไฟฟ้าเกินกว่า 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป วันที่ 1 ตุลาคม 2543 รัฐบาลได้ประกาศโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าใหม่และได้กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าทีโอยูให้มีช่วง Off Peak มากขึ้นคือเพิ่มวันเสาร์และวันหยุดราชการ (ยกเว้นวันหยุดชดเชย) ทั้งวันด้วยและกำหนดให้เป็นอัตราเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมแต่เป็นอัตราบังคับสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ากิจการเฉพาะอย่างกิจการโรงแรม) และผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 250,000 หน่วยต่อเดือนขึ้นไปหรือใช้พลังไฟฟ้าเกินกว่า 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป ผู้ใช้ไฟฟ้าทีโอยูส่วนใหญ่มีความพึงพอใจกับอัตราค่าไฟฟ้าทีโอยู (เนื่องจากทำให้ค่าไฟฟ้าของตนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าเดิม) อัตราค่าไฟฟ้าที่โอยูที่กำหนดใช้ในปัจจุบันสะท้อนถึงต้นทุนไฟฟ้าอย่างแท้จริงกล่าวคือในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง (On Peak) ค่าไฟฟ้าจะสูงเนื่องจากการไฟฟ้าต้องลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าระบบสายส่ง / สายจำหน่ายให้เพียงพอต่อความต้องการไฟฟ้าในช่วงนี้และต้องใช้เชื้อเพลิงทุกชนิด (ทั้งถูกและแพง) ในการผลิตไฟฟ้าแต่ในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำ (Off Peak) ค่าไฟฟ้าจะต่ำเนื่องจากการไฟฟ้าไม่ต้องสร้างโรงไฟฟ้าและระบบสายส่ง / สายจำหน่าย (สร้างไว้แล้วในช่วง On Peak) จึงไม่มีต้นทุนค่าไฟฟ้าในส่วนนี้มีเพียงต้นทุนค่าเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าซึ่งการไฟฟ้าสามารถเลือกใช้เชื้อเพลิงที่ถูกมาผลิตไฟฟ้าจึงทำให้ต้นทุนพลังงานไฟฟ้าในช่วง Off Peak ต่ำกว่าช่วง On Peak มากกว่าครึ่งหนึ่ง ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัยอุตสาหกรรมหน่วยราชการสำนักงานหรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจสถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียวและหากเดือนใดมีเพาเวอร์แฟคเตอร์แลค (Lag) ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (กิโลวาร์) เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ย ใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (กิโลวัตต์) โดยส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรา กิโลวาร์ (KVAR) ละ 56.07 บาท (เศษของกิโลวาร์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์)ตัวอย่างการคำนวณค่าไฟฟ้าแบบอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้หรือทีโอยู (Time of Use Rate: TOU) จากหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า จะแสดงดังภาพ 2.2



ภาพ 2.2 ตัวอย่างหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า

ที่มา : https://hotelsengineer.blogspot.com

จากภาพ 2.2 จะแสดงรายละเอียดของหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า ดังนี้

หมายเลข 1 แสดงให้ทราบว่าเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่างซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สุงสุดตั้งแต่ 30 kw ขึ้นไป เป็น (TOU)

หมายเลข 2 แสดงให้ทราบว่าซื้อไฟฟ้าระดับแรงดัน 22-33 kv

หมายเลข 3 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าประจำเดือน

หมายเลข 4 ค่าไฟฟ้ารวมทั้งหมดที่ต้องจ่ายกับ การไฟฟ้า

หมายเลข 5 "P,OP,H" ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย คิดจากการแบ่งเวลาในแต่ละวันของสัปดาห์ออกเป็น 3 ช่วงตามอัตรา TOU คือ ช่วง P (PEAK) ระหว่างเวลา 9.00 - 22.00 น. ของวันจันทร์ถึงศุกร์ที่ไม่ใช่วันหยุดราชการ ช่วง OP (OFF PEAK) ระหว่างเวลา 22.00 - 9.00 น. ของวันจันทร์ถึงศุกร์

ที่ไม่ใช่วันหยุดราชการ ช่วง H (HOLIDAYS) ระหว่างเวลา 0.00 - 24.00 น. ของวันเสาร์ อาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ

หมายเลข 6 ตัวคูณของมิเตอร์เกิดจากอัตราส่วนทดของ CT และ PT ซึ่งแต่ละสถานที่จะมีค่าไม่เท่าขึ้นอยู่กับความต้องการของ LOAD แต่ละที่

หมายเลข 7 ค่าความต้องการ การใช้พลังงานสุงสุด เป็น kw ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แบ่งไว้ตามซึ่งต้องนำค่าของช่วง p มาคิดเงิน

หมายเลข 8 ค่าไฟฟ้าในส่วนของความต้องการกำลังไฟฟ้าสุงสุด ในช่วง Peak

หมายเลข 9 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าเป็นหน่วย (kw./hr.) ที่ถูกใช้ไปในช่วงเวลา

หมายเลข 10 ค่าไฟฟ้าในช่วง Peak และช่วง Off Peak รวมกับ Holidays

หมายเลข 11 ค่า Ft.

หมายเลข 12 ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายเพิ่มตามส่วนของ Ft.

หมายเลข 13 ค่าบริการ

หมายเลข 14 ค่าไฟฟ้ารวมก่อนคิดภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT)

หมายเลข 15 คิดภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) 7 เปอร์เซ็นต์

2.5 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นโดยโปรแกรม MS Excel Solver

การประมวลผลตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (Standard Excel Solver) ที่มาพร้อมกับ Microsoft Excel จะสามารถใช้ได้กับจำนวนตัวแปรตัดสินใจไม่เกิน 200 ตัวแปร และ 100 ข้อจำกัด การใช้ MS Excel Solver ในการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น คือ เครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณประเภทโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โดยจะช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดและดีที่สุด (Optimization)

จากข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่มีอยู่โซลเวอร์ (Solver) เป็นโปรแกรมย่อย (Add-ins) หนึ่งโปรแกรมของเอ็กเซล มีไว้เพื่อใช้ช่วยวิเคราะห์ปัญหาประเภทต้อการคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยโซลเวอร์ (Solver) สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่แท้จริงได้ แต่ไม่เสมอไป เพราะบางครั้งให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในขอบเขตหนึ่ง บางครั้งอาจให้เพียงผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเท่าที่หาได้ภายในเวลาที่กำหนด อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติหรือในมุมมองของผู้ตัดสินใจ ผลลัพธ์ที่ได้นั้นเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่แท้จริงหรือไม่นั้นหรือจะเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดภายในขอบเขตหนึ่ง ไม่เป็นประเด็นสำคัญนัก เพียงขอให้ได้ผลลัพธ์ที่ทำให้การดำเนินการด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในขณะนั้นเท่านั้น

การเรียกใช้ โปรแกรมโซลเวอร์ (Solver) ในการสร้างแบบจำลองสเปรดชีต (Spreadsheet) จัดเตรียมข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการหาผลลัพธ์ข้อมูลที่นำมาใช้ ได้แก่ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรทั้งหมดที่ปรากฏในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Functions) ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทั้งหมดในข้อจำกัด (Constraints) จะต้องกำหนดไว้ในเสปรดชีตและควรจะมีการกำหนดคำอธิบายของค่าเหล่านี้ด้วย กำหนดเซลล์ในเสปรดชีตสำหรับตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) แต่ละตัว โดยควรที่จะเลือกวางในตำแหน่งเซลล์ที่สะดวกในการที่จะสามารถกำหนดสูตร (Formula) สำหรับเซลล์นั้นได้โดยง่าย และควรมีการกำหนดคำอธิบายสำหรับเซลล์เหล่านี้ด้วย กำหนดเซลล์สำหรับเสนอค่าที่จะได้จากการหาผลลัพธ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์และกำหนดสูตรของเซลล์ดังกล่าวโดยการแทนค่าสัมประสิทธิ์และตัวแปรตัดสินใจในสูตรที่กำหนดขึ้นด้วยตำแหน่งของเซลล์ที่ระบุค่าดังกล่าว กำหนดเซลล์สำหรับเสนอค่าของข้อจำกัดแต่ละอันและกำหนดสูตรของเซลล์เหล่านี้ โดยการแทนค่าสัมประสิทธิ์และตัวแปรที่เกี่ยวข้องด้วยตำแหน่งเซลล์ที่ระบุค่าเหล่านั้นในสเปรดชีต หลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองสเปรดชีตของปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การหาผลลัพธ์สำหรับไมโครซอฟท์ เอ็กเซล จะมีโปรแกรมเสริมของสเปรดชีต ซึ่งมีชื่อว่า โซลเวอร์เพื่อใช้ในการคำนวณหาผลลัพธ์ ซึ่งในการใช้งานต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ (Parameter) และออฟชั่น (Options) ให้ถูกต้อง หลังจากนั้นโซลเวอร์ก็จะประมวลผลตามที่พารามิเตอร์และออฟชั่น ที่กำหนดไว้ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงถึงค่าของตัวแปรตัดสินใจที่ทำให้เซลล์เป้าหมายมีค่าสูงสุด (Maximize) หรือต่ำสุด (Minimize) ตามที่กำหนดไว้ในฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงงานวิจัยของธีระพร คติอุดมพร (2555) งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel) ช่วยในการจัดตารางการผลิตของโรงงานพ่นสีชิ้นส่วนรถยนต์เนื่องจากที่ผ่านมามีการส่งชิ้นงานให้กับลูกค้าไม่ทันกำหนดส่งมอบ ปัญหานี้มีสาเหตุมาจากกระบวนการวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสมเพราะกำลังการผลิตมีความเพียงพอเมื่อเทียบกับปริมาณคำสั่งซื้อจากลูกค้าความยุ่งยากในการจัดตารางการผลิตในอดีตคือการใช้ประสบการณ์ของพนักงานในการจัดตารางการผลิตและการขาดความสามารถในการตรวจสอบแผนการผลิตกับกำหนดส่งมอบจากคำสั่งซื้อจากลูกค้าส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการจัดลำดับงานที่ทำให้การผลิตงานล่าช้ากว่ากำหนดส่งมอบการวิจัยนี้ใช้ฮิวริสติกที่พัฒนาจากเกณฑ์การจัดงานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date, EDD) พร้อมทั้งนำกำลังการผลิตระดับสินค้าคงคลัง

และเงื่อนไขการผลิตของงานรุ่นต่าง ๆ มาใช้สำหรับการจัดตารางการผลิตแบบเครื่องจักรขนาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel) ถูกพัฒนาขึ้นจากกระบวนการขั้นตอนที่ออกแบบไว้ตั้งแต่การคำนวณกำลังการผลิตจนถึงการสร้างตารางการผลิตผลการวิจัยพบว่า การส่งงานไม่ทันกำหนดมีจำนวนลดลงจากเดิมสัดส่วนงานที่ส่งมอบไม่ทันเวลาประมาณร้อยละ 4. 6 หลังประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดตารางการผลิตสัดส่วนของงานที่ส่งมอบไม่ทันเวลาลดลงเหลือประมาณร้อยละ 0. 97 นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยสร้างระบบการจัดตารางการผลิตที่เป็นมาตรฐานและง่ายต่อการจัดตารางการผลิตประจำวันของผู้วางแผนการผลิต

โครงงานวิจัยของยศธนา เสน่หา (2549) ได้วิจัยถึงการศึกษาสภาพทั่วไปและปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้า พร้อมทั้งประยุกต์ใช้วิชาการทางวิศวกรรมอุตสาหการ ด้านการจัดตารางการผลิต การวางแผนการผลิต และการใช้คอมพิวเตอร์ในการวางแผนการผลิต จากการศึกษาพบว่า ปัญหาหลักที่พบในปัจจุบันของโรงงาน ได้แก่ ปัญหาการขาดการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ปัญหาสินค้าคงคลังมากเกินความจำเป็น และปัญหาการส่งมอบสินค้าล่าช้า จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ทางผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพดังนี้ 1. การประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการในการลดปริมาณสินค้าคงคลัง 2. การปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต 3. การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวางแผนการผลิต หลังการปรับปรุงตามวิธีการที่เสนอแนะได้ผลจากการทดสอบกับข้อมูลจริงของโรงงาน พบว่าทำให้การวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยเกณฑ์ในการประเมินเปรียบเทียบวิธีการจัดตารางการผลิตที่พัฒนา ขึ้นกับวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 4 เกณฑ์ ได้แก่ 1. เวลาไหลเฉลี่ยของงาน 2. เวลางานล่าช้าเฉลี่ย 3. สินค้าระหว่างกระบวนการ 4. ปริมาณสินค้าคงคลังในแต่ละผลิตภัณฑ์ เช่น กลุ่มผ้าเช็ดหน้า ผ้าเช็ดมือ ผ้าเช็ดตัว ผ้าเช็ดเท้า ผ้าห่ม มีค่าลดลง ดังนั้นสรุปได้ว่า วิธีการวางแผนการผลิตที่พัฒนาขึ้นทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นจากวิธีการที่ใช้ในปัจจุบัน และเพิ่มความแม่นยำในการวางแผนการผลิต ซึ่งผู้บริหารของโรงงานตัวอย่าง สามารถนำวิธีการไปใช้ในการตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้นด้วย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานโครงงานวิจัย

ในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อที่จะนำมาปรับปรุงกระบวนการทำงานและการพัฒนาโปรแกรมช่วยในวางแผนการผลิตโดยประยุกต์ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล โซลเวอร์ (Microsoft Excel Solver) ในการดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตและปัญหาในโรงงาน

ทำการศึกษาสังเกตกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ หลอดเล็กและน้ำแข็งซอง เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งแต่ละประเภท รวมถึงขั้นตอนการวางแผนการผลิตน้ำแข็ง และหลังจากที่ทราบถึงกระบวนการผลิตน้ำแข็งแล้วจะทำการสอบถามปัญหาภายในโรงงานจากพนักงานและผู้จัดการโรงงาน พร้อมทั้งระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและปัญหาของการวางแผนการผลิต

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการทำโครงงานวิจัย โดยข้อมูลที่จะทำการเก็บรวบรวมนั้นจะประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ ข้อมูลที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำแข็งแต่ละประเภท และข้อมูลของการวางแผนการผลิตในปัจจุบันของโรงงาน ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นจะทำเก็บตั้งแต่ช่วงเดือน กันยายน พ.ศ.2562 ไปจนถึง เดือน มกราคม พ.ศ.2563 ซึ่งข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมมีดังนี้

1. ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ผลิต
2. รายละเอียดกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ผลิตน้ำแข็งแต่ละประเภท
3. เวลาเปิด และเวลาปิด เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งแต่ละประเภท
4. ปริมาณความต้องการของลูกค้า
5. ปริมาณสินค้าคงคลัง

6. ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้านี้ จะใช้สำหรับการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตก่อน และหลังการดำเนินการ

7. ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการขนย้ายของพนักงาน

8. ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการบรรจุน้ำแข็งเพ็คเล็ก

3.3 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต

จากปัญหาที่ได้ระบุเกี่ยวกับกระบวนการผลิต ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและสังเกตการทำงานของกระบวนการผลิตน้ำแข็งแต่ละประเภท เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดในกระบวนผลิตโดยผู้วิจัยจะใช้แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เพื่อวิเคราะห์ว่าสาเหตุนั้นเกิดจาก คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) หรือ กระบวนการผลิต (Method)

3.4 หาแนวทางแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต

หลังจากการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาแล้ว ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจึงหาแนวทางที่สามารถแก้ไขได้โดยใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS) คือ การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำแข็งและนำแนวทางที่ได้เสนอแก่ทางโรงงานเพื่อทำการพิจารณา

3.5 ดำเนินการแก้ไขปัญหาตามแนวทางการแก้ไข

นำแนวทางแก้ไขปัญหาที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เสนอให้กับทางโรงงาน เมื่อผ่านการเห็นชอบจากทางโรงงานเป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น จึงจะดำเนินการแก้ไขปัญหาตามแนวทางอีซีอาเอส (ECRS)

3.6 ออกแบบและจัดทำโปรแกรมในการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

สำหรับปัญหาการวางแผนการผลิตผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและจัดทำโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตโดยใช้ MS Excel Solver เพื่อหาตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด โดยจะวางแผนล่วงหน้า 1 สัปดาห์ เนื่องในปัจจุบันโรงงานรับคำสั่งซื้อล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ดังนั้นจึงทำการวางแผนให้

สอดคล้องกับการทำงานในปัจจุบันของโรงงาน โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล โซลเวอร์ (Microsoft Excel Solver) จะแก้ปัญหาได้จะต้องมีการกำหนด สมมติฐาน (Assumption) Index ตัวแปร (Parameter) ค่าคงที่ (Constant) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable) และวัตถุประสงค์ (Objective) แล้วทำการพัฒนาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.7 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

ทำการเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงกับผลการดำเนินงานที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง ทั้งในเรื่องกระบวนการผลิตน้ำแข็งและการวางแผนการผลิต

3.8 สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำรูปเล่มโครงงานวิจัย พร้อมทั้งบอกถึงปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ในการทำโครงงานวิจัย

บทที่ 4

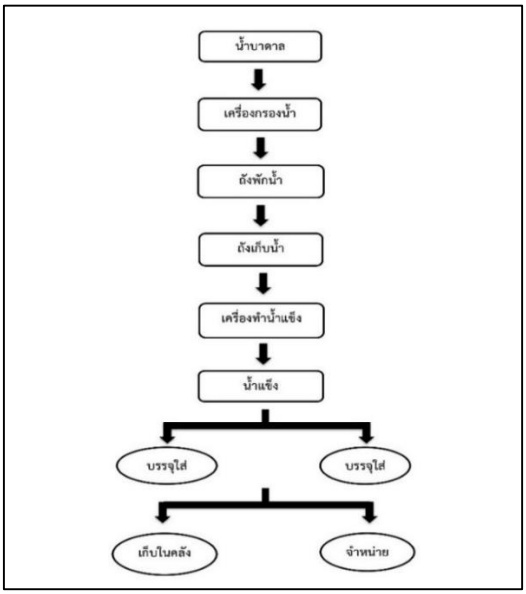
ผลการดำเนินงาน

ในเนื้อหาบทนี้จะแสดงถึงผลการดำเนินงานตามวิธีการดำเนินงานที่กล่าวไปแล้วในบทที่ 3 โดยผลการดำเนินงานแสดงดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตและปัญหาในโรงงาน

4.1.1 กระบวนการผลิต

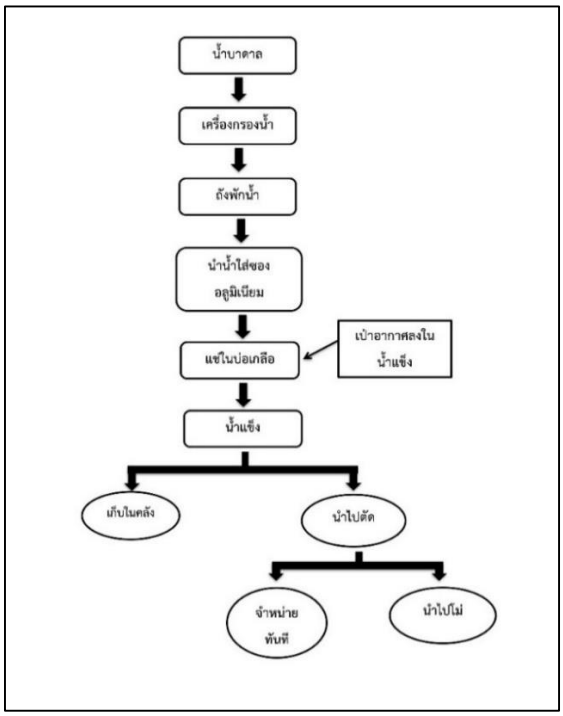
หลังจากที่ได้เข้าไปศึกษากระบวนการผลิตน้ำแข็งของโรงงาน พบว่าปัจจุบันโรงงานมีการผลิตน้ำแข็งอยู่ 3 ประเภท ได้แก่น้ำแข็งหลอดเล็ก น้ำแข็งหลอดใหญ่และน้ำแข็งซอง โดยกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดเล็กและน้ำแข็งหลอดใหญ่จะมีกระบวนการผลิตที่เหมือนกันจะแสดงดังภาพ 4.1 และกระบวนการผลิตน้ำแข็งซองจะแสดงดังภาพ 4.2



ภาพ 4.1 กระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่และหลอดเล็ก

จากภาพ 4.1 จะบอกถึงรายละเอียดการทำงานของกระบวนการทำน้ำแข็งหลอดใหญ่และน้ำแข็งหลอดเล็ก โดยเริ่มจากจากการที่คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่อัดส่งน้ำยาทำความเย็นที่มีสถานะแก๊สที่มีแรงดันสูงและอุณหภูมิสูง ไปยังชุดคอนเดนเซอร์ (Condenser) เพื่อลดอุณหภูมิลง โดยใช้มอเตอร์พัดลมหรือน้ำ ดึงความร้อนออกจากน้ำยาทำความเย็นผ่านแผงครีบที่ชุดคอนเดนเซอร์ น้ำยาทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์จะมีสถานะเป็นของเหลว ที่มีแรงดันสูงแต่อุณหภูมิลดลง น้ำยาทำความเย็นถูกส่งไปชุดบล็อกทำน้ำแข็ง ซึ่งในส่วนของ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ อีแวปปอเรเตอร์ (Evaporator) และน้ำยาทำความเย็นจะเป็นส่วนประกอบของเครื่องทำน้ำแข็ง น้ำยาทำความเย็นสถานะดังกล่าวเมื่อเข้าไปที่ชุดอีแวปปอเรเตอร์ หรือชุดบล็อกทำน้ำแข็ง ซึ่งน้ำยาทำความเย็นจะมีหน้าที่ในการดูดความร้อนออกจาก โหลด ซึ่งในที่นี้โหลดคือน้ำที่นำมาทำน้ำแข็งโดยน้ำนี้ทางโรงงานจะทำการปั๊มน้ำจากถังพักน้ำที่ผ่านกระบวนการกรองสะอาดเรียบร้อยแล้วไปยังถังเก็บน้ำด้านบนของเครื่องทำน้ำแข็ง เมื่อโหลดหรือน้ำถูกดูดความร้อนออก น้ำก็จะกลายเป็นน้ำแข็งในที่สุด และเมื่อถึงจุดที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็งแล้วเครื่องจะทำการปล่อยน้ำแข็งให้ไหลตกลงไปยังใบมีด ใบมีดจะทำหน้าที่ตัดน้ำแข็งเป็นเป็นก้อนขนาดที่ต้องการ น้ำแข็งที่ทำการตัดแล้วจะถูกสายพานลำเลียงออกจากเครื่องเพื่อนำไปบรรจุใส่กระสอบและทำการจำหน่ายต่อไป

กระบวนการผลิตน้ำแข็งซอง จะแสดงดังภาพ 4.2



ภาพ 4.2 กระบวนการผลิตน้ำแข็งซอง

จากภาพ 4.2 จะบอกถึงกระบวนการผลิตน้ำแข็งซอง เริ่มจากการนำน้ำจากถังพักที่ผ่านการกรองให้สะอาดแล้วนั้นมาใส่ซองโลหะสำหรับทำน้ำแข็งจากนั้นน้ำซองโหะที่บรรจุน้ำแล้วไปแช่ในบ่อน้ำเกลือแล้วปล่อยแอมโมเนียเหลวจากเครื่องคอมเพลสเซอร์ไปตามท่อต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆซองน้ำแข็ง โดยแอมโมเนียจะทำหน้าที่ดูดความร้อนออกจากน้ำในซองโลหะและบ่อน้ำเกลือ ทำให้น้ำในซองเย็นลงและในขณะที่น้ำในซองเย็นลงจะมีการเป่าอากาศลงไปในน้ำเพื่อไล่เศษฝุ่นต่าง ๆ และอากาศออกไป โดยจะใช้เวลาประมาณ 30 ถึง 40 ชั่วโมง จนน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง จากนั้นจะทำการยกซองโลหะออกมาจากบ่อน้ำเกลือเพื่อดูดก้อนน้ำแข็งออกมาจากซอง

4.1.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน

หลังจากที่เข้าไปศึกษากระบวนการทำงานของโรงงานแล้วนั้น ผู้วิจัยพบว่า โรงงานที่ทำการศึกษานั้นมีปัญหาหลักที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน ได้แก่ ปัญหาในด้านกระบวนการทำงานของพนักงานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจากการสังเกตกระบวนการผลิตนั้น ส่วนใหญ่ปัญหาเกิดจากการทำงานของพนักงานที่ไม่มีค่อยประสิทธิภาพ ในกระบวนการบรรจุน้ำแข็งและการเคลื่อนย้ายน้ำแข็งของพนักงานนั้น พนักงานค่อนข้างที่จะไม่มีความระมัดระวัง และไม่ใส่ใจในการทำงาน จนทำให้เกิดการร่วงหล่นของน้ำแข็งเป็นจำนวนมาก และการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กที่ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากขนาดของท่อบรรจุมีขนาดใหญ่กว่าปากถุงที่ใช้ในการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก และในบางขั้นตอนของการผลิตน้ำแข็งแพ็คเล็กได้เกิดปัญหาคอขวดขึ้นในกระบวนการ ทำให้กระบวนการทำงานมีความล่าช้าเป็นผลให้น้ำแข็งเกิดการละลายระหว่างกระบวนการผลิต

อีกปัญหาหลักที่พบของโรงงานคือ การวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสมเท่าที่ควร เนื่องจากปริมาณการผลิตที่ได้ไม่สอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานจะจัดตารางการผลิตสินค้าที่อาศัยประสบการณ์ของผู้จัดการโรงงานเป็นหลัก โดยเครื่องจักรแต่ละเครื่องจะทำการผลิตจนจบครบตามช่วงเวลาที่ผู้จัดการโรงงานกำหนด ซึ่งเวลาการผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง Off Peak ของวันที่ราคาค่าไฟมีราคาถูก ส่งผลให้ในการวางแผนและจัดตารางเวลาการผลิตนั้นบางครั้งตารางการผลิตที่ได้อาจไม่เหมาะสมต่อปริมาณความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง

4.2 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการทำโครงงานวิจัย โดยรายละเอียดข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วย

4.2.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่โรงงานได้ทำการผลิตได้แก่ น้ำแข็งซอง น้ำแข็งหลอดเล็ก และหลอดใหญ่ จะแสดงในภาพ 4.3 ภาพ 4.4 และภาพ 4.5 ตามลำดับ

ภาพ 4.3 น้ำแข็งซอง

ภาพ 4.4 น้ำแข็งหลอดเล็ก

ภาพ 4.5 น้ำแข็งหลอดใหญ่

4.2.2 รายละเอียดเครื่องจักร

ในปัจจุบันโรงงานมีเครื่องจักรที่ใช้ผลิตน้ำแข็งจำนวน 4 เครื่อง ซึ่งประกอบไปด้วย

- เครื่องทำน้ำแข็งหลอด จำนวน 3 เครื่อง

    เครื่องทำน้ำแข็งหลอดใหญ่จำนวน 2 เครื่อง จะแสดงในภาพ 4.6 และภาพ 4.7

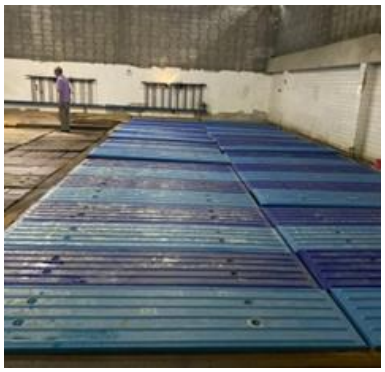
    เครื่องทำน้ำแข็งหลอดเล็กจำนวน 1 เครื่อง จะแสดงในภาพ 4.8

ภาพ 4.6 เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ 50 ตัน

ภาพ 4.7 เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ 30 ตัน

ภาพ 4.8 เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก

- เครื่องทำน้ำแข็งซองจำนวน 1 เครื่อง จะแสดงในภาพ 4.9



ภาพ 4.9 เครื่องผลิตน้ำแข็งซอง

เครื่องจักรแต่ละเครื่องจะมีกำลังการผลิตที่ไม่เท่ากัน โดยในการทำงานของเครื่องจักรนั้นจะทำงานเป็นอิสระต่อกัน หรือจะทำงานพร้อมกันทุกเครื่องได้ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดเครื่องจักรดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 รายละเอียดเครื่องจักร

เครื่องจักร	กำลังไฟฟ้า(กิโลวัตต์)	จำนวน	กำลังการผลิต
เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ 50 ตัน	134	1	50 ตัน / 24 ชั่วโมง
เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ 30 ตัน	93.2	1	30 ตัน / 24 ชั่วโมง
เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก	119	1	30 ตัน / 24 ชั่วโมง
เครื่องผลิตน้ำแข็งซอง	164	1	673 ซอง / 48 ชั่วโมง

4.2.3 ปริมาณความต้องการของลูกค้า ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิด เครื่องจักรแต่ละเครื่อง ในการเก็บข้อมูลนั้นจะเก็บตั้งแต่ ช่วงเดือน ตุลาคม ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งจะแสดงตัวอย่างข้อมูล ซึ่งแยกตามประเภทของน้ำแข็ง ยกตัวอย่างข้อมูลของเดือน ตุลาคม

ตัวอย่างข้อมูลของน้ำแข็งหลอดใหญ่ในเดือนตุลาคมจะแสดงดังตาราง 4.2 ตัวอย่างข้อมูลของน้ำแข็งหลอดเล็กในเดือนตุลาคมจะแสดงดังตาราง 4.3 และตัวอย่างข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำแข็งซองของลูกค้า ของเดือน ตุลาคม แสดงดังตาราง 4.4

ตาราง 4.2 ตัวอย่างปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิดเวลาปิดเครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ตุลาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	10/1/2019	31725	14000	6375	23.00	7.00	23.00	7.00
	10/2/2019	32175	15400	6500	23.00	7.00	23.00	7.00
	10/3/2019	35175	16800	8250	22.30	8.30	22.30	8.30
	10/4/2019	33525	19500	10000	22.00	10.00	22.00	9.00
	10/5/2019	32575	37150	27175	22.00	15.00	22,15	11,22
	10/6/2019	29900	20300	18000	22.00	12.30	22.00	8.30

ตาราง 4.2 ตัวอย่างปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิดเวลาปิดเครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ตุลาคม (ต่อ)

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 2	10/7/2019	31750	17250	7575	20.00	8.30	23.00	7.00
	10/8/2019	29700	15050	7375	23.00	7.00	23.00	7.00
	10/9/2019	27075	13400	7250	23.00	7.00	23.00	7.00
	10/10/2019	31575	14975	7075	23.00	7.00	23.00	7.00
	10/11/2019	33475	16400	7125	23.00	8.00	23.00	8.00
	10/12/2019	35800	43500	10500	23.00	22.00	23.00	12.00
	10/13/2019	24775	22650	19750	22.00	11.00	22.00	16.00
สัปดาห์ที่ 3	10/14/2019	29550	15200	7750	23.00	7.00	23.00	7.00
	10/15/2019	32225	16700	6750	23.00	7.30	23.00	7.30
	10/16/2019	26875	14925	4875	23.00	7.00	23.00	7.00
	10/17/2019	33875	16525	5250	23.00	7.30	23.00	7.30
	10/18/2019	33575	16500	6875	23.00	7.30	23.00	7.30
	10/19/2019	38750	26975	22625	23.00	11.30	23.00	22.00
	10/20/2019	39500	28700	27025	22.00	11.00	22.00	22.00
สัปดาห์ที่ 4	10/21/2019	33875	15000	7750	23.00	8.00	22.00	8.00
	10/22/2019	34750	16175	6950	23.00	7.30	23.00	7.30
	10/23/2019	33200	18000	9525	22.00	8.00	22.00	16.00
	10/24/2019	33525	16375	6225	23.00	7.30	23.00	7.30
	10/25/2019	36100	19200	7125	23.00	9.00	23.00	9.00
	10/26/2019	38800	48025	22125	22.00	22.00	22.00	22.00
	10/27/2019	4125	19275	20600	22.00	9.00	22.00	22.00
สัปดาห์ที่ 5	10/28/2019	36525	17850	7125	23.00	9.00	22.00	8.00
	10/29/2019	33525	15875	6000	23.00	8.00	23.00	8.00
	10/30/2019	33050	17475	6000	23.00	8.30	23.00	8.00
	10/31/2019	28500	11900	5250	23.00	7.30	23.00	7.30

ตาราง 4.3 ตัวอย่างปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิดเวลาปิดเครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ตุลาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	10/1/2019	20500	12600	23.00	7.00
	10/2/2019	21000	12250	23.00	7.00
	10/3/2019	21575	12550	22.30	8.30
	10/4/2019	20500	13300	22.00	10.00

ตาราง 4.3 ตัวอย่างปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิดเวลาปิดเครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ตุลาคม (ต่อ)

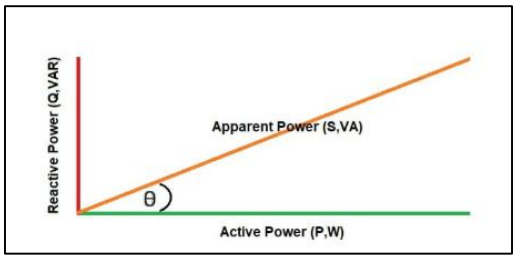
สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	10/5/2019	20075	21000	22.00	15.00
	10/6/2019	17975	20650	22.00	12.30
สัปดาห์ที่ 2	10/7/2019	20500	13275	20.00	8.30
	10/8/2019	20575	12925	23.00	7.00
	10/9/2019	16775	12850	23.00	7.00
	10/10/2019	18050	11625	23.00	7.00
	10/11/2019	18250	21325	23.00	8.00
	10/12/2019	18675	30175	23.00	22.00
	10/13/2019	16975	30850	22.00	11.00
สัปดาห์ที่ 3	10/14/2019	8575	11750	23.00	7.00
	10/15/2019	20275	12325	23.00	7.30
	10/16/2019	16775	12750	23.00	7.00
	10/17/2019	20575	13025	23.00	7.30
	10/18/2019	20050	10625	23.00	7.30
	10/19/2019	18625	15620	23.00	11.30
	10/20/2019	15025	16200	22.00	11.00
สัปดาห์ที่ 4	10/21/2019	23075	12825	23.00	8.00
	10/22/2019	21650	12450	23.00	7.30
	10/23/2019	18075	29400	22.00	8.00
	10/24/2019	21725	11450	23.00	7.30
	10/25/2019	22800	29275	23.00	9.00
	10/26/2019	19375	29675	22.00	22.00
	10/27/2019	3250	30000	22.00	9.00
สัปดาห์ที่ 5	10/28/2019	22900	13150	23.00	9.00
	10/29/2019	23325	11450	23.00	8.00
	10/30/2019	25925	28875	23.00	8.30
	10/31/2019	17950	8425	23.00	7.30

ตาราง 4.4 ตัวอย่างปริมาณความต้องการน้ำแข็งซองของลูกค้า ของเดือน ตุลาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งซอง (กก.)
สัปดาห์ที่ 1	10/1/2019	329
	10/2/2019	349
	10/3/2019	299
	10/4/2019	348
	10/5/2019	344
	10/6/2019	347
สัปดาห์ที่ 2	10/7/2019	343
	10/8/2019	324
	10/9/2019	291
	10/10/2019	294
	10/11/2019	350
	10/12/2019	344
	10/13/2019	262
สัปดาห์ที่ 3	10/14/2019	332
	10/15/2019	333
	10/16/2019	273
	10/17/2019	308
	10/18/2019	300
	10/19/2019	297
	10/20/2019	238
สัปดาห์ที่ 4	10/21/2019	316
	10/22/2019	277
	10/23/2019	312
	10/24/2019	313
	10/25/2019	335
	10/26/2019	342
	10/27/2019	43
สัปดาห์ที่ 5	10/28/2019	324
	10/29/2019	320
	10/30/2019	311
	10/31/2019	281

4.2.4 เก็บข้อมูลค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

ในอดีตโรงงานที่ทำการศึกษาไม่มีการเก็บข้อมูลของประสิทธิภาพของเครื่องจักรภายในโรงงานไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูล การใช้กำลังไฟฟ้าจริง (P) ซึ่งเป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริง มีหน่วยวัดเป็นวัตต์ หรือกิโลวัตต์ และกำลังไฟฟ้ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Q) ซึ่งเป็นกำลังไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับสร้างสนามแม่เหล็ก มีหน่วยวัดเป็นวาร์หรือกิโลวาร์ จากหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าของโรงงานย้อนหลัง 3 เดือน ได้แก่ เดือนกันยายน ถึง เดือนพฤจิกายน พ.ศ 2562 เพื่อทำการคำนวณหาค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง มีหน่วยเป็นวัตต์ ต่อกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ มีหน่วยเป็นโวลต์ - แอมป์ โดยแสดงความสัมพันธ์ดังภาพ 4.10



ภาพ 4.10 ความสัมพันธ์กำลังไฟฟ้าจริง (P) และกำลังไฟฟ้ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Q)

ที่มา : https://mall.factomart.com/

โดยมี 2 สมการที่เกี่ยวข้องดังนี้

$$S = V \times I = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (4.1)$$

$$\text{Cos}\theta = \frac{P}{VI} = \frac{P}{S} \quad (4.2)$$

ยกตัวอย่างการคำนวณพาวเวอร์แฟคเตอร์ของเดือนกันยายน

พลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้มีค่าเท่ากับ (P) 556.8 กิโลวัตต์

กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟมีค่าเท่ากับ (Q) 364.8 กิโลวาร์

แทนค่าในสมการ 4.1

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

จะได้

$$S = \sqrt{556.8^2 + 364.8^2}$$

$$S = 665.66$$

แทนค่า S = 665.66 ในสมการ 4.2

จากสมการ

$$\cos\theta = \frac{P}{S}$$

จะได้

$$\cos\theta = 556.8/665.66 = 0.84$$

ซึ่งค่า $\cos\theta$ นี้คือค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าหรือค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ ซึ่งจากการคำนวณพบว่า ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ของโรงงานในเดือนกันยายนมีค่าเท่ากับ 0.84 ซึ่งต่ำว่าค่าที่การไฟฟ้ากำหนดคือ 0.85 ทำให้ในเดือนกันยายนทางโรงงานต้องเสียค่าปรับพาวเวอร์จากการไฟฟ้า

ดังนั้นจะได้ข้อมูลการคำนวณค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในแต่ละเดือนแสดงดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 การคำนวณค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

รายละเอียด	เดือน		
	กันยายน	ตุลาคม	พฤจิกายน
พลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ (กิโลวัตต์)	556.8	535.2	543.6
กำลังไฟฟ้ากำลังรีแอคทีฟ (กิโลวาร์)	364.8	354	362.4
กำลังงานที่ปรากฏ	665.66	641.68	653.32
ค่าตัวประกอบกำลัง	0.84	0.83	0.83

จากตาราง 4.5 พบว่าปัจจุบันค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของโรงงานมีค่าเท่ากับ 0.83 ซึ่งน้อยกว่าค่าที่การไฟฟ้ากำหนดว่าต้องมากกว่า 0.85 ทำให้ปัจจุบันโรงงานต้องเสียค่าปรับให้กับการไฟฟ้าในทุก ๆ เดือน โดยการคิดค่าปรับคิดจากความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (kVAR) เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ย ใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (kW) ส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์

(kVAR) ละ 56.07 บาท (เศษของ kVAR ถ้าไม่ถึง 0.5 kVAR ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kVAR ขึ้นไปคิดเป็น 1 kVAR) โดยจะแสดงค่าที่คำนวณได้ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ค่าปรับค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ของโรงงานในเดือน กันยายน ถึง พฤจิกายน

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ (กิโลวัตต์)	กำลังไฟฟ้ากำลังรีแอคทีฟ (กิโลวาร์)	61.97 เปอร์เซ็นต์ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด	ค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิน (กิโลวาร์)	ค่าปรับ (บาท)
กันยายน	556.8	364.8	345.04896	20.00	1121.4
ตุลาคม	535.2	354	331.66344	22.00	1233.54
พฤจิกายน	543.6	362.4	336.86892	26.0	1457.82

4.2.5 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสำนักงาน

ตาราง 4.7 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสำนักงาน

ลำดับ	อุปกรณ์ เครื่องจักร	จำนวน	กำลังไฟฟ้า (Kw)	ชั่วโมงใช้งานต่อเดือน		ค่าไฟฟ้า On Peak	ค่าไฟฟ้า Off Peak	ค่าไฟรวม (บาท)
				On Peak	Off Peak			
1	หลอดไฟ	32	0.009	21	471	25.5	356.7	382.1
2	พัดลม	3	0.08	168	576	169.7	363.5	533.2
3	เครื่องตอกบัตร	1	0.06	260	412	65.7	65.0	130.7
4	คอมพิวเตอร์	3	0.4	155		783.0		783.0
5	เครื่องปริ้น	3	0.011	155		21.5		21.5
6	เครื่องฟอกอากาศ	1	0.045	186		35.2		35.2
7	เครื่องปรับอากาศ	2	3.2	180		4849.6		4849.6
8	โทรทัศน์	1	0.095	180		72.0		72.0
9	กล้องวงจรปิด	16	0.019	286	434	366.0	346.9	712.9
10	โทรศัพย์	1	0.005	286	434	6.0	5.7	11.7

ตาราง 4.7 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสำนักงาน (ต่อ)

ลำดับ	อุปกรณ์เครื่องจักร	จำนวน	กำลังไฟฟ้า (Kw)	ชั่วโมงใช้งานต่อเดือน		ค่าไฟฟ้า Off Peak	ค่าไฟรวม (บาท)	ลำดับ
				On Peak	Off Peak			
11	เครื่องกดน้ำ	1	0.068	286	434	81.9	77.6	159.5
12	เครื่องคอมเพลสเซอร์1	2	12.048	273	471	27692.7	29843.2	57536.0
13	เครื่องคอมเพลสเซอร์2	1	24.096	104	88	10549.6	5575.8	16125.4
14	เครื่องบดน้ำแข็ง 1	1	4.458		300		3516.6	3516.6
15	เครื่องบดน้ำแข็ง 2	6	4.458	15		1689.0		1689.0
16	เครื่องตัดน้ำแข็ง	2	4.458	15		563.0		563.0
17	เครื่องปั๊มน้ำบาดาล	4	6.627		284		19794.1	19794.1
18	มอเตอร์ปั๊มน้ำ1	3	4.458		284		9987.0	9987.0
19	มอเตอร์ปั๊มน้ำ2	2	6.627		330		11500.1	11500.1
20	มอเตอร์ปั๊มน้ำ3	1	13.253		280		9757.7	9757.7

ยกตัวอย่างการคำนวณ ค่าไฟฟ้ารวมของ หลอดไฟ ดังนี้

ค่าไฟฟ้ารวม = (จำนวน*กำลังไฟฟ้า (Kw)) *((ชั่วโมงใช้งาน On Peak *ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย On Peak) +(ชั่วโมงใช้งาน Off Peak *ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย Off Peak))

= (32*0.009) *((21*4.2097) +(471*2.6295))

ค่าไฟฟ้ารวม = 382.1 บาท

จากตาราง 4.7 แสดงข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในโรงงาน จำนวนชั่วโมงใช้งานเพื่อคำนวณหาค่าไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในโรงงาน โดยปัจจุบันโรงงานได้ใช้อัตราประเภท 4.2.2 คือ ประเภทที่ 4 สำหรับกิจการขนาดใหญ่ มีอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ 1000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่าน

เครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว

การประมาณค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสำนักงาน ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามเวลาการใช้งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ภายในสำนักงานจากเจ้าของโรงงาน และช่างประจำโรงงาน จากนั้นทำการเก็บข้อมูลกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร และอุปกรณ์จากป้ายติดเครื่องจักร (Nameplate) โดยกำลังไฟฟ้าที่ได้จากป้ายติดเครื่องจักร (Nameplate) นั้นผู้จัดทำได้นำค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่คำนวนได้จากหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้ามาคำนวณร่วมด้วยเพื่อให้ได้อัตราการใช้ไฟฟ้าที่ใกล้เคียงการใช้งานจริง จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคิดค่าไฟฟ้าของสำนักงานโดยใช้อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time Of Use Rate : TOU)

จากข้อมูลค่าไฟฟ้าที่แสดงดังตาราง 4.7 ทำให้ทราบปริมาณค่าไฟฟ้าของเครื่องคอมเพลสเซอร์ 1 และ 2 ที่ใช้สำหรับทำความเย็นในห้องเย็นเก็บน้ำแข็งซึ่งการเปิดใช้งานห้องเย็นเก็บน้ำแข็งพบว่า โรงงานจะมีเวลาเปิด-ปิดที่แน่นอนโดยไม่แปรผันตามปริมาณน้ำแข็งที่ทำการผลิต ในส่วนของเครื่องคอมเพลสเซอร์ 1 จะทำการเปิดเครื่อง 24 ชั่วโมงของทุกวัน และเครื่องคอมเพลสเซอร์ 2 จะทำการเปิด 24 ชั่วโมง 2 วันต่อสัปดาห์ ส่งผลให้ค่าไฟที่เกิดจากการจัดเก็บน้ำแข็งนั้นเป็นค่าไฟคงที่จากการผลิต และเมื่อนำมาวิเคราะห์กับค่าไฟฟ้ารวม พบว่าค่าไฟฟ้าจากการเก็บรักษาอยู่ที่ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของค่าไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นในการวางแผนการผลิต ผู้วิจัยจะคิดเฉพาะค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตเท่านั้น เนื่องจากค่าไฟฟ้าของกระบวนการผลิตนั้นอยู่ที่ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของค่าไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งส่งผลอย่างมากต่อค่าไฟฟ้าโดยรวมของโรงงาน

4.2.5 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำน้ำแข็งซอง

การทำน้ำแข็งซองนั้น เริ่มต้นจากน้ำที่อุณหภูมิปกติ 25 อาศาเซลเซียสในปริมาตร 150 กิโลกรัม (ประมาณ 1 ลิตร) ใส่ลงไปในซองอลูมิเนียมจากนั้นนำซองอะลูมิเนียมไปแช่ในบ่อน้ำเกลือที่มีอุณหภูมิ -7 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมงเพื่อให้น้ำแข็งตัวกลายเป็นน้ำแข็ง

ดังนั้นพลังงานที่ต้องใช้ในการดึงความร้อนจากน้ำจากสถานะของเหลวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้กลายเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ -7 องศาเซลเซียส สามารถคำนวณได้จากค่าปริมาณความร้อนแฝงของการแข็งตัวของน้ำ โดยเกิดจากปริมาณความร้อนที่สารใช้ในการเปลี่ยนแปลงสถานะ ซึ่งอุณหภูมิขณะที่สารกำลังเปลี่ยนสถานะนั้นคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง และการคำนวนความจุความร้อนจำเพาะ เท่ากับ ปริมาณความร้อนที่สารมวล 1 หน่วย ได้รับ หรือคายออก เพื่อใช้เปลี่ยนอุณหภูมิโดยที่สถานะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งค่าความจุจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิ 25 ถึง -7 องศาเซลเซียสแสดงดังตาราง 4.8 เมื่อทราบพลังงานความร้อน (จูล) ที่น้ำคายออกมาแล้ว จากนั้นนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปคำนวนหากำลังไฟฟ้าที่เครื่องจักรต้องทำการจ่ายให้กับน้ำแข็งแต่ละซอง ค่าไฟฟ้าในการผลิตน้ำแข็งซองจะแปรผันตรงกับปริมาณน้ำแข็งที่ต้องทำการผลิต การคำนวณหาพลังงานความร้อนที่น้ำ

คายออกมาจากการทำน้ำแข็งซองแสดงดังตาราง 4.9

สมการความร้อนแฝง คือ

$$Q = mL \tag{4.3}$$

เมื่อ

Q = ความร้อนแฝงหรือปริมาณความร้อนที่วัตถุได้รับหรือคายออก มีหน่วยเป็นแคลอรี่ (cal) กิโลแคลอรี่ (kcal) หรือ จูล (J)

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกรัม (g) หรือ กิโลกรัม (kg)

L = ความร้อนแฝงจำเพาะของวัตถุ มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม (cal/g) กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (kcal/kg) หรือ จูลต่อ กิโลกรัม (J/Kg) โดยความร้อนแฝงจำเพาะของน้ำมีค่า เท่ากับ 333.7 (Kl/Kg)

สมการความจุความร้อนจำเพาะ

$$Q = mc\Delta t \tag{4.4}$$

เมื่อ

Q = ปริมาณความร้อนที่วัตถุได้รับหรือคายออก มีหน่วยเป็นแคลอรี่ (cal) กิโลแคลอรี่ (kcal) หรือ จูล (J)

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกรัม (g) หรือ กิโลกรัม (kg)

c = ความจุความร้อนจำเพาะ (J/g.K)

Δt = อุณหภูมิของวัตถุที่เปลี่ยนไป (K)

ยกตัวอย่างการคำนวณพลังงานที่ต้องใช้ในการผลิตน้ำแข็งซองต่อซอง (150 กิโลกรัม)

State 1 คำนวณหาความจุความร้อนของน้ำที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียส เป็น 0 องศาเซลเซียส

จากสมการ 4.4 จะได้ว่า

$$Q = MC\Delta T$$

$$Q^1 = (150)\left(\frac{4,180+4,217}{2}\right)(25\text{-}0)$$

$$Q^1 = 15,744.375 \text{ กิโลจูล}$$

จากการคำนวณ พบว่า ต้องใช้พลังงาน 15,744.375 กิโลจูล ในการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำจาก 25 องศาเซลเซียส เป็น น้ำอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

State 2 คำนวณหาค่าความร้อนแฝงจำเพาะของน้ำในการเปลี่ยนสถานะจากน้ำที่มีสถานะของเหลว มวล 150 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นน้ำแข็งสถานะของแข็ง มวล 150 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส โดยคำนวณจากสมการความร้อนแฝง

จากสมการ 4.3 จะได้ว่า

$$Q = ML$$

$$Q^2 = (150)\ (333.7)$$

$$Q^2 = 50,055 \text{ กิโลจูล}$$

จากการคำนวณ พบว่า ต้องใช้พลังงาน 50,055 กิโลจูล ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำมวล 150 กิโลกรัม เป็นน้ำแข็ง มวล 150 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

State 3 คำนวณหาความจุความร้อนของน้ำที่ใช้ในการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำแข็ง 0 องศาเซลเซียส เป็นน้ำแข็งอุณหภูมิ -7 องศาเซลเซียส

จากสมการ 4.4 จะได้

$$Q = MC\Delta T$$

$$Q^3 = (150)\left(\frac{4,217+4,217}{2}\right)(\ 0\text{-}(-7)\ )$$

$$Q^3 = 4,427.85 \text{ กิโลจูล}$$

จากการคำนวณ พบว่า ต้องใช้พลังงาน 4,427.85 กิโลจูลในการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำแข็งมวล 150 กิโลกรัมที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นน้ำแข็งมวล 150 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ -7 อาศาเซลเซียส

ดังนั้นพลังงานรวมที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนน้ำมวล 150 กิโลกรัมที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นน้ำแข็งมวล 150 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ -7 องศาเซลเซียส ต้องใช้พลังงานรวม เท่ากับ

$$Q_{รวม} = Q^1 + Q^2 + Q^3$$

$$Q_{รวม} = 15,744.375 + 50,055 + 4,427.85 \text{ กิโลจูล}$$

$$Q_{รวม} = 70,227.225 \text{ กิโลจูล}$$

จากการคำนวณ พบว่า ในการผลิตน้ำแข็งซอง 1 ก้อน (150 กิโลกรัม) จะต้องใช้พลังงานทั้งหมด 70,227.225 กิโลจูล ซึ่งก็คือพลังงานความร้อนที่น้ำคายออกมาจากการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และในการผลิตน้ำแข็งซองนั้นทางโรงงานใช้เวลาในการผลิตน้ำแข็ง 48 ชั่วโมง ดังนั้นจึงสามารถคิดค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการผลิตน้ำแข็งซองต่อ 48 ชั่วโมงได้จากสมการ (4.5)

ตาราง 4.8 ค่าความจุจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิ 25 ถึง -7 องศาเซลเซียส

ชนิดสาร	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ (J/g.K)
น้ำบริสุทธิ์	25	4,180
	0	4,217
	-7	4,217

ตาราง 4.9 การคำนวณค่าความร้อนที่น้ำต้องคายออกมาในการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะ

สถานะ	การเปลี่ยนแปลง	ปริมาณความร้อน ความจุความร้อน จำเพาะ (กิโลจูล)	ปริมาณความร้อน แฝง (กิโลจูล)	สมการที่ใช้
1	น้ำอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นน้ำ อุณหภูมิ 0 องศา เซลเซียส	15,744.375	ไม่เปลี่ยนสถานะ	$Q = mc\Delta t$
2	น้ำอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสถานะเป็น น้ำแข็งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส	ไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ	50,055	$Q=mL$
3	น้ำแข็งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง อุณหภูมิ -7 องศา เซลเซียส	4,427.85	ไม่เปลี่ยนสถานะ	$Q = mc\Delta t$
		พลังงานความร้อนรวม	70,227.225	กิโลจูล

จากการคำนวณพบว่า การผลิตน้ำแข็ง 1 ซอง (150 กิโลกรัม) โดยน้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กลายเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ -7 องศาเซลเซียส ซึ่งจะคายพลังงานความร้อนออกมาเท่ากับ 70,227.225 กิโลจูล โดยความร้อนที่คายออกมานี้จะนำไปคำนวนพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องจักรต้องใช้ในการผลิตน้ำแข็งต่อซอง (150 กิโลกรัม) โดยการคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ต้องใช้ต่อน้ำแข็ง 1 ซอง สามารถคำนวณได้จากสมการ 4.5 โดยการนำค่าพลังงานความร้อนหารด้วยเวลาที่ใช้ในการคายความร้อนโดยเวลาที่ใช้นี้เทียบจากระยะเวลาในการผลิตน้ำแข็งซอง โดยน้ำแข็งซอง 1 ก้อนจะใช้เวลาผลิต 48 ชั่วโมง นับจากการเริ่มใส่น้ำสถานะของเหลวอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ลงไปในซองอลูมิเนียมจนน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเปลี่ยนเป็นน้ำในสถานะของแข็งอุณหภูมิ -7 องศาเซลเซียส

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ผลิตน้ำแข็งต่อ } 1 \text{ ซอง} = \frac{\text{พลังงานความร้อนที่น้ำคายออกมาจากการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ}}{\text{เวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งต่อซอง}} \quad (4.5)$$

ยกตัวอย่างการคำนวณ

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งต่อ 1 ซอง} = \frac{70{,}227.225 \text{ กิโลจูล}}{48 \text{ ชั่วโมง}}$$

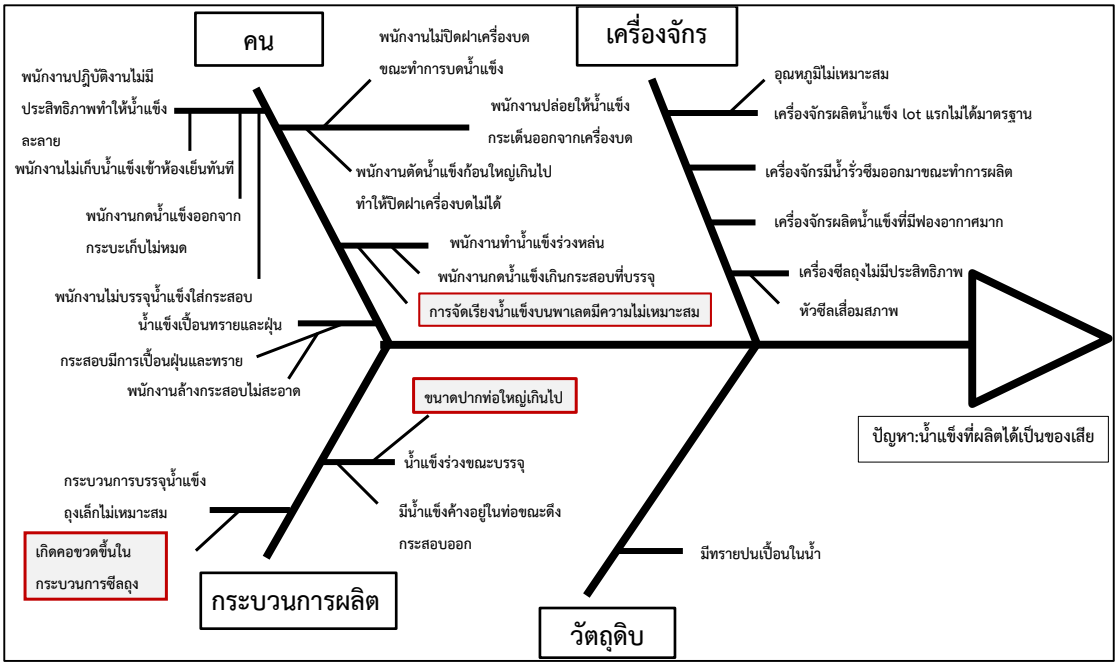
$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งต่อ 1 ซอง} = \frac{70{,}227.225 \text{ กิโลจูล}}{172800 \text{ วินาที}}$$

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งต่อ 1 ซอง = 0.41 กิโลวัตต์ / 48 ชั่วโมง / ซอง

ดังนั้นในการผลิตน้ำแข็งซอง 1 ซอง ต้องใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.41 กิโลวัตต์ต่อ 48 ชั่วโมง โดยกำลัง ไฟฟ้าที่ต้องใช้จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณน้ำแข็งต่อซองที่ทำการผลิต

4.3 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต

หลังจากที่ผู้วิจัยเข้าไปได้สังเกตและวิเคราะห์กระบวนการทำงานทำให้เห็นถึงการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำปัญหามาวิเคราะห์โดยใช้แผนผังก้างปลา โดยวิเคราะห์ 4 หัวข้อ ได้แก่ คน เครื่องจักร กระบวนการผลิต และวัตถุดิบ ได้ผลดังภาพ 4.11



ภาพ 4.11 แผนผังก้างปลาของปัญหาการสูญเสียในกระบวนการ

จากภาพ 4.11 แสดงถึงแผนผังก้างปลาได้แสดงสาเหตุต่าง ๆ ที่ส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำแข็งซึ่งมีสาเหตุหลักทั้งหมด 4 ก้าง คือ คน เครื่องจักร กระบวนการผลิต และวัตถุดิบ

สาเหตุหลักเกี่ยวกับคน คือ การที่พนักงานปฏิบัติงานไม่มีประสิทธิภาพมีการปล่อยให้น้ำแข็งละลายที่มีสาเหตุย่อยมาจากการที่พนักงานไม่เก็บน้ำแข็งเข้าห้องเย็นทันทีหลังบรรจุเสร็จ รวมถึงการกดน้ำแข็งออกจากกระบะเก็บไม่หมด ดังแสดงในภาพ 4.12 ทำให้น้ำแข็งเกิดการละลายและการทำน้ำแข็งร่วงหล่นขณะขนย้าย ซึ่งเกิดจากความไม่ระมัดระวัง การจัดเรียงกระสอบน้ำแข็งบนพาเลตที่ไม่เหมาะสม และการกดน้ำแข็งเกินกระสอบที่บรรจุ อีกทั้งการที่พนักงานมีการปล่อยให้มีน้ำแข็งกระเด็นออกจากเครื่องบดเนื่องจากการไม่ปิดฝาเครื่องบดขณะทำงานหรือการตัดน้ำแข็งก้อนใหญ่เกินไปทำให้ไม่สามารถปิดฝาเครื่องบดได้

ภาพ 4.12 น้ำแข็งที่คงค้างในกระบะเก็บ

สาเหตุหลักเกี่ยวกับเครื่องจักร คือ เกิดจากการที่เครื่องจักรจะผลิตน้ำแข็งล็อตแรกเป็นของเสียเพราะอุณหภูมิของแอมโมเนียยังไม่เหมาะสมต่อการแข็งตัวของน้ำ และการที่เครื่องจักรมีน้ำรั่วซึมออกมาจากตัวเครื่องขณะทำการผลิต และในส่วนของเครื่องซีลถุงที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้การซีลถุงมีความล่าช้าส่งผลให้น้ำแข็งเกิดการละลาย

สาเหตุหลักเกี่ยวกับกระบวนการผลิต คือ ปัจจุบันมีขั้นตอนการบรรจุที่ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพโดยจะมีการร่วงหล่นของน้ำแข็งเกิดขึ้นซึ่งสาเหตุย่อย คือ มีกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากขนาดปากท่อปล่อยน้ำแข็งมีขนาดใหญ่กว่าปากถุงบรรจุ ทำให้น้ำแข็งร่วงหล่นเป็น

จำนวนมาก และในการบรรจุน้ำแข็งลงกระสอบจะมีน้ำแข็งค้างอยู่ในท่อปล่อยน้ำแข็งเสมอ ทำให้ในบางครั้งที่มีการดึงกระสอบออกจากท่อก็จะเกิดการร่วงหล่นของน้ำแข็งที่ค้างอยู่ในท่อได้

สาเหตุหลักเกี่ยวกับวัตถุดิบ ผู้วิจัยพบว่าน้ำมีการปนเปื้อนของเศษทรายเกิดขึ้น

ดังนั้นจากการวิเคราะห์แผนผังก้างปลาที่ได้จากการสังเกตและปรึกษาเจ้าของโรงงาน พบว่าในปัจจุบันโรงงานมีสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตที่สำคัญคือ กระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กมีความไม่เหมาะสมเนื่องจากขนาดปากท่อของกระบะน้ำแข็งมีขนาดใหญ่เกินไปทำให้ขณะบรรจุน้ำแข็งลงถุงน้ำแข็งเกิดการกระเด็นและร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก อีกทั้งขั้นตอนในการซีลถุงมีความล่าช้าเพราะเครื่องซีลถุงไม่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดคอขวดขึ้นในกระบวนการผลิต ในส่วนของพนักงานมีการปฏิบัติงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากน้ำแข็งออกจากเครื่องผลิตน้ำแข็งพนักงานมักจะไม่บรรจุน้ำแข็งใส่กระสอบทันที ทำให้น้ำแข็งเกิดการละลาย และในบางครั้งเมื่อพนักงานบรรจุน้ำแข็งใส่กระสอบเสร็จ พนักงานมักจะวางกระสอบทิ้งไว้ไม่นำกระสอบน้ำแข็งเข้าไปเก็บในห้องเย็นทันทีทำให้น้ำแข็งเกิดการละลายเช่นกัน อีกทั้งขณะพนักงานทำการขนย้ายน้ำแข็งไปเก็บในคลังก็จะเกิดการร่วงหล่นของน้ำแข็งบนพาเลตเนื่องจากการวางกระสอบน้ำแข็งที่สูงเกินไปไม่เหมาะสมต่อการเคลื่อนย้ายเป็นต้น

4.4 เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการเลือกสาเหตุที่แท้จริงที่สามารถแก้ไขและวัดผลได้ จึงเสนอแนวทางแก้ไขโดยใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS) ซึ่งเป็นหลักการลดความสูญเสียความจำเป็นและการไม่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่องค์กร โดยมีความสัมพันธ์ระหว่าง พนักงาน กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะแสดงภาพรวมของการแก้ปัญหาดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 แนวทางการแก้ไขปัญหา

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	แนวทางแก้ไข	ECRS
1. น้ำแข็งร่วงขณะบรรจุ	ขนาดปากท่อของช่องออกใหญ่เกินไป	ปรับขนาดปากท่อให้เล็กลงเพื่อที่จะทำการบรรจุลงถุงเล็กได้ง่ายขึ้น	S การทำให้ง่าย
2. กระบวนการบรรจุแพ็คเล็กไม่เหมาะสม	เกิดคอขวดของขั้นตอนการซีลถุง	ทำการวิเคราะห์กระบวนการทำงานใหม่ เพื่อลดปัญหาคอขวด	R การจัดใหม่

ตาราง 4.10 แนวทางการแก้ไขปัญหา (ต่อ)

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	แนวทางแก้ไข	ECRS
3. พนักงานทำน้ำแข็งร่วงหล่น	พนักงานจัดเรียงน้ำแข็งบนพาเลตมีความไม่เหมาะสม	จัดระเบียบการเรียงกระสอบน้ำแข็งบนแพลเลทขณะขนย้าย	R การจัดใหม่

จากตาราง 4.10 จะแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของแนวทางการปรับปรุง ซึ่งจะมีสาเหตุหลักอยู่ทั้งหมด 3 สาเหตุ ได้แก่ น้ำแข็งร่วงขณะบรรจุ กระบวนการบรรจุแพ็คเล็กไม่เหมาะสม และพนักงานทำน้ำแข็งร่วงหล่น โดยเราจะแสดงรายละเอียดของแต่ละแนวทางดังนี้

สาเหตุหลักที่ 1 น้ำแข็งร่วงขณะบรรจุ

สาเหตุย่อย คือ ขนาดปากท่อของช่องออกน้ำแข็งใหญ่เกินไป

ในปัจจุบันกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากขนาดของปากท่อมีขนาดใหญ่กว่าถุงที่ใช้บรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก ดังแสดงในภาพ 4.13 จึงทำให้ขณะบรรจุน้ำแข็งลงถุงเกิดการล่วงของน้ำแข็งเป็นจำนวนมาก ดังแสดงในภาพ 4.14 ซึ่งเป็นการสูญเสียที่ไม่ควรจะเกิดขึ้น

ภาพ 4.13 ช่องออกของน้ำแข็งใหญ่เกินไป

ภาพ 4.14 ของเสียที่เกิดจากการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก

แนวทางการแก้ไข

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขคือ การใช้อุปกรณ์ช่วยเพื่อปรับขนาดท่อให้เล็กลงเพื่อที่จะทำการบรรจุลงถุงเล็กได้ง่ายขึ้น โดยจะเสนออุปกรณ์ในการปรับขนาดดังตาราง 4.11 ซึ่งจะบอกถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ ข้อดี และข้อเสีย เพื่อช่วยให้เจ้าของโรงงานได้มีข้อมูลในการตัดสินใจ

ตาราง 4.11 รายละเอียดของอุปกรณ์

อุปกรณ์	ข้อดี	ข้อเสีย
1. ข้อต่อลดขนาดชนิดพลาสติก PVC แสดงดังภาพ 4.15	- ราคาถูก - น้ำหนักเบา - ทนต่อสารเคมีและน้ำมัน - ทนต่อการลามไฟ ผิวสัมผัสเรียบลื่น	อุณหภูมิการใช้งานระหว่าง -15 ถึง + 65 องศาเซลเซียส อายุการใช้งานต่ำ
2. ข้อต่อลดขนาดชนิดสแตนเลส แสดงดังภาพ 4.16	- มีความทนทานสูง - ทนต่อการกัดกร่อน - ทนความร้อนและความเย็น - ทำความสะอาดง่าย - ผิวเรียบลื่น	- ราคาแพง
3. ข้อต่อลดขนาดชนิดซิลิโคน แสดงดังภาพ 4.17	- ทนความร้อนและแรงดันสูง	- ราคาแพง

ภาพ 4.15 ข้อต่อลดขนาดชนิดพลาสติกPVC

ที่มา : http://www.pipework2544.com

ภาพ 4.16 ข้อต่อลดขนาดชนิดสแตนเลส

ที่มา : https://www.facebook.com/

ภาพ 4.17 ข้อต่อลดขนาดชนิดซิลิโคน

ที่มา : http://hiteckmachinery.th

สาเหตุหลักที่ 2 กระบวนการบรรจุแพ็คเล็กไม่เหมาะสม

สาเหตุย่อย คือ เกิดคอขวดของขั้นตอนการซีลถุง

จากการสังเกตการทำงานของพนักงานในขั้นตอนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กนั้น พบว่า เกิด

ปัญหาการรองานในขั้นตอนการซีลถุง ทำให้กระบวนการทำงานมีความล่าช้าเป็นผลให้น้ำแข็งเกิดการละลายระหว่างกระบวนการผลิต จะแสดงการทำงานดังภาพ 4.18

ภาพ 4.18 การทำงานของพนักงานในการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก

แนวทางการแก้ไข

นำหลักการ การวิเคราะห์กิจกรรม โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพนักงาน และหาแนวทางแก้ไขต่อไป

สาเหตุหลักที่ 3 พนักงานทำน้ำแข็งร่วงหล่น

สาเหตุย่อย คือ พนักงานจัดเรียงน้ำแข็งบนพาเลตมีความไม่เหมาะสม เนื่องจากมีความสูงที่ใกล้เคียงกับความสูงของประตู และรูปแบบการเรียงกระสอบในปัจจุบัน จะทำการจัดเรียง แสดงดังภาพ 4.19 ทำให้เกิดการร่วงหล่นของน้ำแข็งขณะเคลื่อนย้ายออกจากประตู

ภาพ 4.19 กระบวนการขนย้ายน้ำแข็ง

แนวทางแก้ไข

เปลี่ยนวิธีการจัดเรียงน้ำแข็งบนพาเลต โดยลดจำนวนปริมาณชั้นน้ำแข็งที่ขนย้ายในแต่ละพาเลตลง 1 ชั้น เพื่อที่จะทำให้ความสูงของชั้นน้ำแข็งลดลงจะช่วยลดการร่วงหล่นของน้ำแข็ง และนำน้ำแข็งส่วนที่ลดออกนั้นไปเติมในพาเลตถัดไป ทำให้สามารถลดการรอคอยในการขนย้ายได้เพราะพาเลตถัดไปสามารถขนย้ายได้ทันทีไม่ต้องรอการบรรจุน้ำแข็งใหม่รอบใหม่

4.5 ดำเนินการแก้ไขปัญหา

สาเหตุหลักที่ 1 น้ำแข็งร่วงขณะบรรจุ

ผลการดำเนินการแก้ไข สาเหตุย่อย คือ ขนาดปากท่อของช่องออกน้ำแข็งใหญ่เกินไป ซึ่งหลังจากได้เสนออุปกรณ์ในการแก้ไขปัญหาต่อโรงงานพบว่า โรงงานมีอุปกรณ์ที่ใช้ลดขนาดท่ออยู่แล้ว แสดงดังภาพ 4.20 เพียงแต่ว่าพนักงานไม่นำมาใช้ในการทำงาน ดังนั้นจึงขอให้ทางโรงงานให้พนักงานนำมาใช้ ผลปรากฏว่า ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่น ลดลงจากเดิม 70 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 10 ถุงที่ได้ทำการผลิต โดยปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานก่อนการปรับปรุง บันทึกผล 10 ครั้ง แสดงดังตาราง 4.12 และปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานหลังการปรับปรุง บันทึกผล 10 ครั้ง แสดงดังตาราง 4.13

ภาพ 4.20 อุปกรณ์ลดขนาดท่อ

ตาราง 4.12 ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานก่อนการปรับปรุง

ครั้งที่	ปริมาณ (กก.)/ 10 ถุง
1	2.4
2	1.8
3	2.1
4	2.3
5	1.9
6	1.4
7	1.2
8	1.7
9	1.4
10	1.5
เฉลี่ย	1.77

ตาราง 4.13 ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานหลังการปรับปรุง

ครั้งที่	ปริมาณ (กก.)
1	0.5
2	0.6
3	0.7
4	0.4
5	0.5
6	0.3
7	0.7
8	0.5
9	0.4
10	0.6
เฉลี่ย	0.52

สาเหตุหลักที่ 2 กระบวนการบรรจุน้ำแข็งหลอดเล็กไม่เหมาะสม

ผลการดำเนินการแก้ไข สาเหตุย่อย คือ เกิดคอขวดของขั้นตอนการซีลถุง เมื่อนำหลักการอีซีอาเอส (ECRS) มาใช้ในการหาแนวทางแก้ไขคือ การจัดใหม่ โดยได้ทำการปรับปรุงการทำงานโดยจัดงานให้พนักงานคนที่ 1 ให้มาช่วยพนักงานคนที่ 2 ซีลถุงโดยเมื่อพนักงานคนที่ 1 ทำการกดน้ำแข็งใส่

ถุงน้ำแข็งครบ 20 ถุง ให้มาช่วยพนักงานคนที่ 2 ทำการซีลถุงจนนำแข็งในจุดรอเหลือ 1 ถุง ในจุดรอ และพนักงานคนที่ 1 จะทำการกลับไปทำการกดน้ำแข็งใหม่ เมื่อทำการปรับปรุงพบว่าเวลารอคอยลดลง โดยจากเดิมเวลารอคอย อยู่ที่ 12.64 วินาทีต่อถุง หลังปรับปรุงพบว่าเวลารอคอยลดลงเหลือ 6.54 วินาทีต่อถุง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นที่ลดลงได้ 48.26 เปอร์เซนต์ ซึ่งกระบวนการทำงานก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงแสดงดังตาราง 4.14 และตาราง 4.15 ตามลำดับ

ตาราง 4.14 Flow Chart ของกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กก่อนการปรับปรุง

แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)				
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1				
ผลิตภัณฑ์ : น้ำแข็งแพ็คเล็ก	Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
กระบวนการ : บรรจุน้ำแข็ง	ปฏิบัติงาน ○	9.83	10.37	
สถานที่ : โรงงานน้ำแข็งวังสิงคำ	เคลื่อนย้าย ⇨	4.26	4.76	
บันทึกโดย : สุมิตรา และอภิสรา	ตรวจสอบ □	0.00	0.00	
วันที่ :	ล่าช้า D	12.64	6.54	6.10
	เก็บ ▽	0.00	0.00	

ก่อนปรับปรุง

ลำดับ	คำอธิบาย	ระยะทาง (เมตร)	เวลา(วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	□	D	▽
1	พนักงานคนที่ 1 กดน้ำแข็งใส่ถุง		3.83	○				
2	พนักงานคนที่ 1 วางถุงน้ำแข็งที่ชั้นวาง	0.65	1.32		⇨			
3	รอการซีลถุง		12.64				D	
4	พนักงานคนที่ 2 หยิบถุงน้ำแข็ง		1.93		⇨			
5	พนักงานคนที่ 2 ทำการจัดถุงน้ำแข็ง		3.62	○				
6	พนักงานคนที่ 2 ทำการซีลถุงน้ำแข็ง	0.55	2.38	○				
7	พนักงานคนที่ 2 วางถุงน้ำแข็งที่ซีลเสร็จไว้		1.01		⇨			
		รวม (เมตร)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)
		1.2	26.73	9.83	4.26	0.00	12.64	0.00

ตาราง 4.15 Flow Chart ของกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็กหลังการปรับปรุง

แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)				
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 2				
ผลิตภัณฑ์ : น้ำแข็งแพ็คเล็ก	Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง
กระบวนการ : บรรจุน้ำแข็ง	ปฏิบัติงาน ○	9.83	10.37	
สถานที่ : โรงงานน้ำแข็งวังสิงคำ	เคลื่อนย้าย ⇨	4.26	4.76	
บันทึกโดย : สุมิตรา และอภิสรา	ตรวจสอบ □	0.00	0.00	
วันที่ :	ล่าช้า D	12.64	6.54	6.10
	เก็บ ▽	0.00	0.00	

หลังปรับปรุง

ลำดับ	คำอธิบาย	ระยะทาง (เมตร)	เวลา(วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	□	D	▽
1	พนักงานคนที่ 1 กดน้ำแข็งใส่ถุง		4.07	○				
2	พนักงานคนที่ 1 วางถุงน้ำแข็งที่ชั้นวาง	0.65	1.58		⇨			
3	รอการซีลถุง		6.54				D	
4	พนักงานคนที่ 2 หยิบถุงน้ำแข็ง		2.11		⇨			
	พนักงานคนที่ 2 ทำการจัดถุงน้ำแข็ง		4.02	○				
5	พนักงานคนที่ 2 ทำการซีลถุงน้ำแข็ง	0.55	2.28	○				
6	พนักงานคนที่ 2 วางถุงน้ำแข็งที่ซีลเสร็จไว้		1.07		⇨			
		รวม (เมตร)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)	รวม (วินาที)
		1.2	21.67	10.37	4.76	0.00	6.54	0.00

สาเหตุหลักที่ 3 พนักงานทำน้ำแข็งร่วงหล่น

ผลการดำเนินการแก้ไข สาเหตุย่อย คือ พนักงานจัดเรียงน้ำแข็งบนพาเลตมีความไม่เหมาะสม โดยก่อนการปรับปรุงได้เก็บข้อมูลปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นซึ่งจะแสดงดังตาราง 4.16 เมื่อทำการปรับปรุงโดยลดจำนวนชั้นกระสอบลงจำนวน 1 ชั้น พบว่าไม่มีกระสอบน้ำแข็งร่วงหล่นอีกเลย จะแสดงปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจะแสดงดังตาราง 4.17 เนื่องจากก่อนทำการปรับปรุง ความสูงรวมของพาเลตจากเดิม 1.92 เมตร หลังทำการปรับปรุงความสูงรวมของพาเลตลดลงเป็น 1.72 ซึ่งความสูงของพาเลตได้ลดลง 0.28 เมตร จะแสดงดังภาพ 4.34 ทำให้พาเลตสามารถเคลื่อนผ่านประตูได้โดยไม่ชนขอบประตูด้านบนส่งผลให้ไม่เกิดการร่วงหล่นของน้ำแข็ง

ตาราง 4.16 ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นก่อนการปรับปรุง

ครั้งที่	ปริมาณ (กก.) / 1 พาเลต (35 กระสอบ)
1	0
2	0
3	0
4	6.2
5	0
6	0
7	2.3
8	5.7
9	0
10	0
เฉลี่ย	1.42

ตาราง 4.17 ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานหลังการปรับปรุง

ครั้งที่	ปริมาณ (กก.)/ 1 พาเลต(35 กระสอบ)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0

ตาราง 4.17 ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นจากการทำงานหลังการปรับปรุง (ต่อ)

ครั้งที่	ปริมาณ (กก.)/ 1 พาเลต(35 กระสอบ)
7	0
8	0
9	0
10	0
เฉลี่ย	0

ภาพ 4.21 ความสูงของประตูหลังการปรับปรุง

4.6 ผลการออกแบบและจัดทำโปรแกรมในการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel)

พัฒนาโปรแกรมโซลเวอร์ (Solver) ในโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel) สำหรับการวางแผนการผลิตของน้ำแข็งแต่ละประเภท ในขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมนั้นจะเริ่มต้นโดยการกำหนดข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นสำหรับการวางแผนการผลิตน้ำแข็งของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ได้แก่ ปริมาณน้ำแข็งที่สั่งผลิตจะพิจารณาจากค่าความต้องการของลูกค้า ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยที่กำหนดโดยผู้ใช้งาน และปริมาณสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ จากโปรแกรมจะทำการประมวลผลโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด และแสดงผลลัพธ์

ออกมา ได้แก่ เวลาในการผลิตน้ำแข็งของแต่ละเครื่องจักร ปริมาณน้ำแข็งที่เครื่องจักรแต่เครื่องสามารถผลิตได้ และแสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตต่อ 1 สัปดาห์ โดยจะแสดงโครงสร้างของโปรแกรมในตาราง 4.18

ตาราง 4.18 โครงสร้างของโปรแกรม

ข้อมูลนำเข้า	กระบวนการ	ผลลัพธ์ที่ได้
- ปริมาณความต้องการของลูกค้าต่อสัปดาห์ของน้ำแข็งแต่ละประเภท - ระดับเปอร์เซ็นต์สินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยที่ต้องการ - ปริมาณสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ - ราคาค่าไฟต่อหน่วย On Peak และ Off Peak (กรณีที่ค่าไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง)	การคำนวนหาแผนการผลิตที่ดีที่สุดโดยมีสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการหาแผนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด	- เวลาในการผลิตน้ำแข็งแต่ละชนิดใน แต่ละเครื่องจักร/สัปดาห์ - ปริมาณน้ำแข็งที่แต่ละเครื่องจักรสามารถผลิตได้/สัปดาห์ - ค่าไฟในช่วง On Peak และ Off Peak/สัปดาห์

ในการสร้างสมการเพื่อหาค่าที่ดีทีสุดนั้น จะต้องทำการกำหนดตัวแปรและค่าต่าง ๆ ดังนี้

- สมมติฐาน (Assumption)

  กำหนดให้ไม่มีคำสั่งซื้อแทรกระหว่างสัปดาห์

  เครื่องจักรไม่เสียระหว่างการผลิต

  ไม่มีรอบการผลิตควบช่วง On Peak และ Off Peak

- Index

  i = ชนิดของน้ำแข็งที่ผลิต (i = 1,2,3)

  j = เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็ง โดย (j = 1,2,3,4)

  o = รอบในการผลิต โดย (o = 1,2,3,...,12)

  k = วันในหนึ่งสัปดาห์ โดย (k = 1,2, 3,...,7)

- ตัวแปร (Parameter)

  $Demand_i$ = ความต้องการผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i [กิโลกรัม]

Cap_j = กำลังการผลิตของเครื่องจักรที่ j [กิโลกรัมต่อชั่วโมง]

ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (off-peak) [บาทต่อหน่วย]

ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (on-peak) [บาทต่อหน่วย]

SS_i = ปริมาณสินค้าเพื่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i [กิโลกรัม]

I_i = ปริมาณสินค้าคงคลังต้นสัปดาห์ของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i [กิโลกรัม]

$Load_j$ = กำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร j [กิโลวัตต์]

- ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

$$\mathbf{Y_{ijo}}\ ,\ P_{ijo}$$

: ปริมาณผลิตภัณฑ์ชนิด i เครื่องจักรชนิด j และในรอบการผลิตที่ o

- วัตถุประสงค์ (Objective)

$$\text{Min cost} = \sum_{o=0}^{12} \text{cost}_{\text{on peak}_o} + \sum_{o=1}^{12} \text{cost}_{\text{off peak}_o} \text{ [บาท]} \qquad (4.6)$$

- ข้อจำกัด (Constraints)

$$\text{cost}_{\text{on peak}} = P_{ijo} * Cap_{ijo} * \text{cost}_{\text{on peak}} \qquad (4.7)$$

$$\text{cost}_{\text{off peak}} = P_{ijo} * Cap_{ijo} * \text{cost}_{\text{off peak}} \qquad (4.10)$$

$$S_{ijo} \geq S_{ijo-1} + P_{ijo-1},\ \forall_{ijo} \qquad (4.11)$$

: เวลาเริ่มผลิตของรอบถัดไปต้องมากกว่าเวลาเริ่มผลิตรวมกับเวลาผลิตของรอบก่อนหน้า

$$P_{ijo} \geq \frac{\mathbf{Y_{ijo}}}{\mathbf{Cap_{ijo}}}\ ,\ \forall_{ijo} \qquad (4.12)$$

: เวลาผลิตแต่ละรอบต้องมากกว่าหรือเท่ากับปริมาณผลิตภัณฑ์หารด้วยกำลังการผลิตของเครื่องจักรในรอบนั้น

$$\sum_i Y_{ijo} \geq Demand_i + SS_i - I_i, \forall\ ijo \qquad (4.12)$$

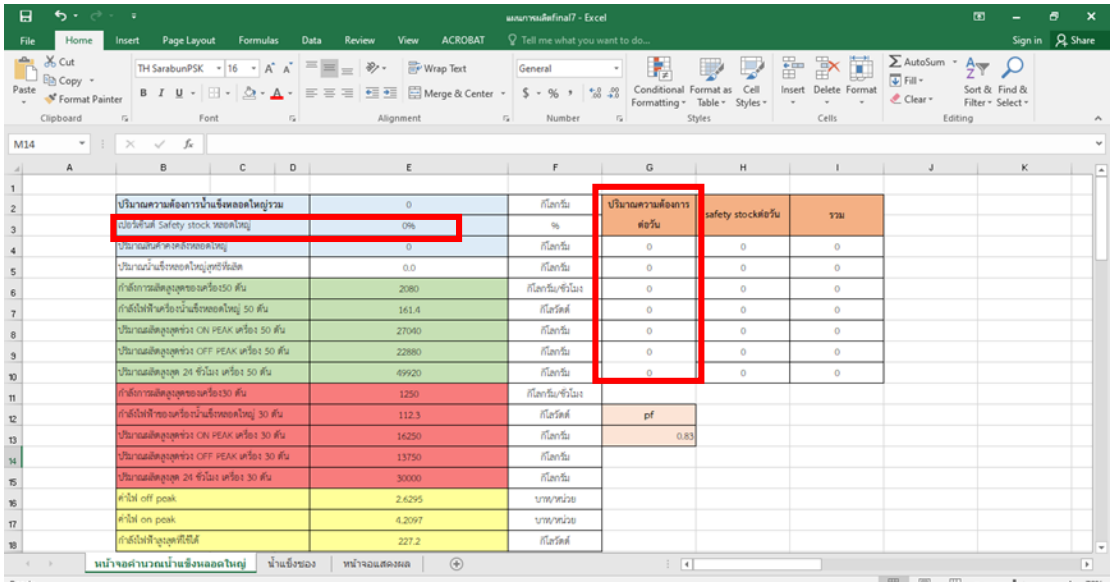
: ปริมาณผลิตภัณฑ์รวมต้องมากกว่าปริมาณความต้องการรวมกับปริมาณสินค้าเพื่อความปลอดภัยลบกับปริมาณสินค้าคงคลัง

$$\sum_{k=1}^{7} Y_{ijk} \geq d_k + \text{เปอร์เซ็นต์ SS}, \forall\ i,j \qquad (4.13)$$

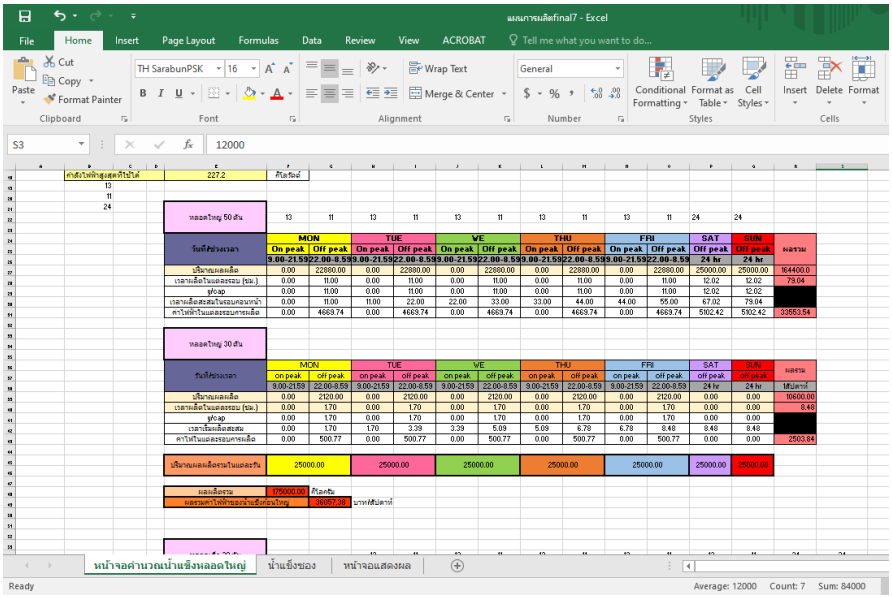
All load ≤ Max peak (4.14)

M_o (ค่า load รอบการผลิตที่ o) ≤ Max peak

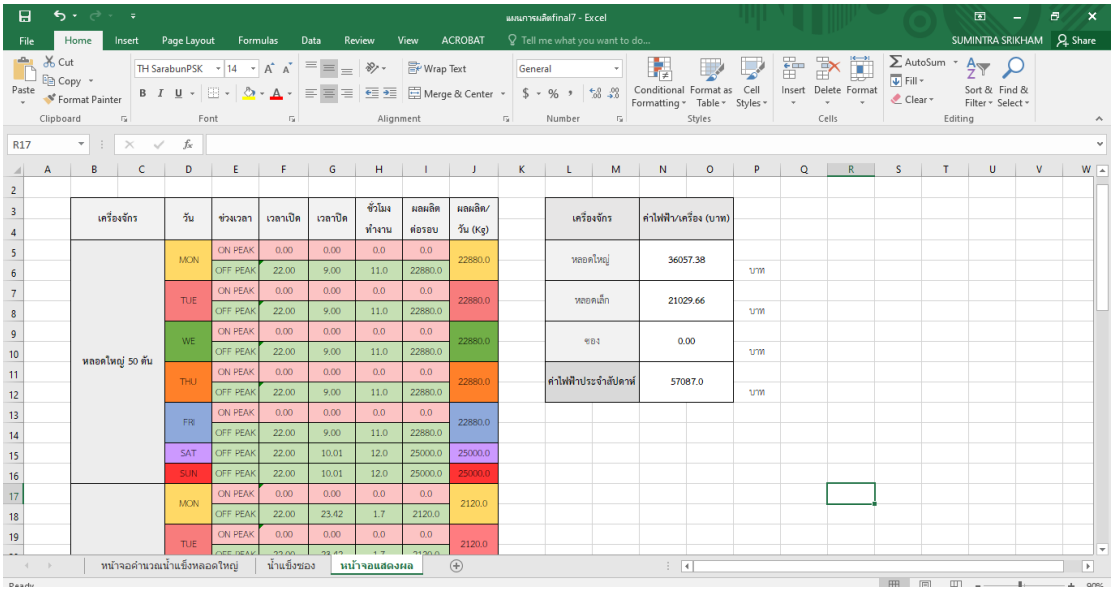
โดยโครงสร้างของโปรแกรมจะแสดง 3 ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ตัวอย่างหน้าจอป้อนข้อมูลนำเข้าแสดงดังภาพ 4.22 ซึ่งพนักงานจะต้องป้อนข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำแข็งทั้งสามประเภทในแต่ละวันของหนึ่งสัปดาห์ และเปอร์เซ็นต์ระดับสินค้าเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ตัวอย่างหน้าจอแสดงกระบวนการคำนวณของโปรแกรมแสดงดังภาพ 4.23 และหน้าจอแสดงผลแผนการผลิตของน้ำแข็งทั้งสามประเภทในหนึ่งสัปดาห์แสดงดังภาพ 4.24 ซึ่งเป็นหน้าจอสำหรับพนักงานที่จะสั่งการผลิตของแต่ละวันได้



ภาพ 4.22 ตัวอย่างหน้าจอป้อนข้อมูลนำเข้า



ภาพ 4.23 ตัวอย่างหน้าจอแสดงกระบวนการคำนวณของโปรแกรม



ภาพ 4.24 หน้าจอแสดงผลแผนการผลิตของน้ำแข็งทั้งสามประเภทในหนึ่งสัปดาห์

4.7 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

4.7.1 เปรียบเทียบชั่วโมงการผลิต

ตาราง 4.19 ชั่วโมงการผลิตของเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม

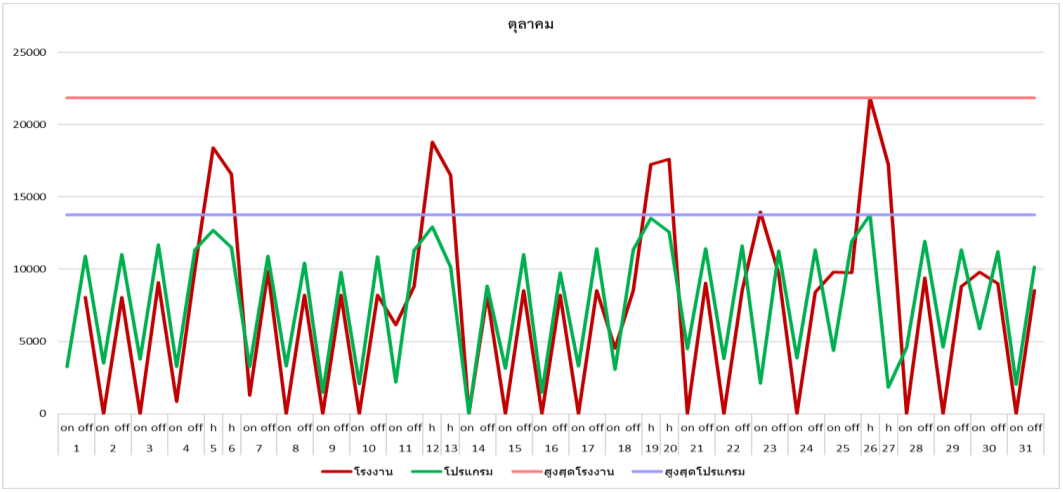
เดือน	เครื่องจักร	แบบเดิม		จากโปรแกรม		ผลต่าง (โปรแกรม-แบบเดิม)	
		ชั่วโมงทำงาน		ชั่วโมงทำงาน		ชั่วโมงทำงาน	
		ON PEAK	OFF PEAK	ON PEAK	OFF PEAK	ON PEAK	OFF PEAK
ตุลาคม	50 ตัน หลอดใหญ่	1.0	335.0	0.0	370.6	-1.0	35.6
	30 ตัน หลอดใหญ่	0.0	383.0	0.0	175.1	0.0	-207.9
	30 ตัน หลอดเล็ก	39.0	455.0	120.3	352.9	81.3	-102.1
พฤศจิกายน	50 ตัน หลอดใหญ่	2.0	344.0	0.0	371.5	-2.0	27.5
	30 ตัน หลอดใหญ่	0.0	333.0	0.0	144.7	0.0	-188.3
	30 ตัน หลอดเล็ก	65.0	442.0	112.0	354.6	47.0	-87.4
ธันวาคม	50 ตัน หลอดใหญ่	0.0	339.0	0.0	352.0	0.0	13.0
	30 ตัน หลอดใหญ่	0.0	214.5	0.0	75.2	0.0	-139.3
	30 ตัน หลอดเล็ก	0.0	395.0	54.6	328.2	54.6	-66.8

จากตาราง 4.19 แสดงข้อมูลชั่วโมงการผลิตที่ได้จากโปรแกรมช่วยของเครื่อง 50 ตันหลอดใหญ่ และเครื่อง 30 ตันหลอดใหญ่ พบว่า ชั่วโมงการผลิตของเครื่อง 50 ตันหลอดใหญ่จะเพิ่มขึ้น ส่วนชั่วโมงการผลิตของเครื่อง 30 ตันหลอดใหญ่จะลดลง และชั่วโมงการผลิตจากโปรแกรมช่วยของเครื่อง 30 ตันหลอดเล็ก ผลปรากฏว่า ชั่วโมงการผลิตในช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้ามีราคาแพง (On Peak) เพิ่มขึ้น ส่วนในช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้ามีราคาถูก (Off Peak) ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชั่วโมงการผลิตแบบเดิมของโรงงาน เนื่องจากชั่วโมงการผลิตจากโปรแกรมช่วยจะพิจารณาจากค่าไฟฟ้าที่ต่ำที่สุดเท่าที่เป็นไปได้โดยจะต้องตอบสนองความต้องการของลูกค้า และบาลานต์โหลดเครื่องจักรเพื่อให้ค่าโหลดในการผลิตไม่เกินค่าโหลดสูงสุดที่ได้กำหนดไว้

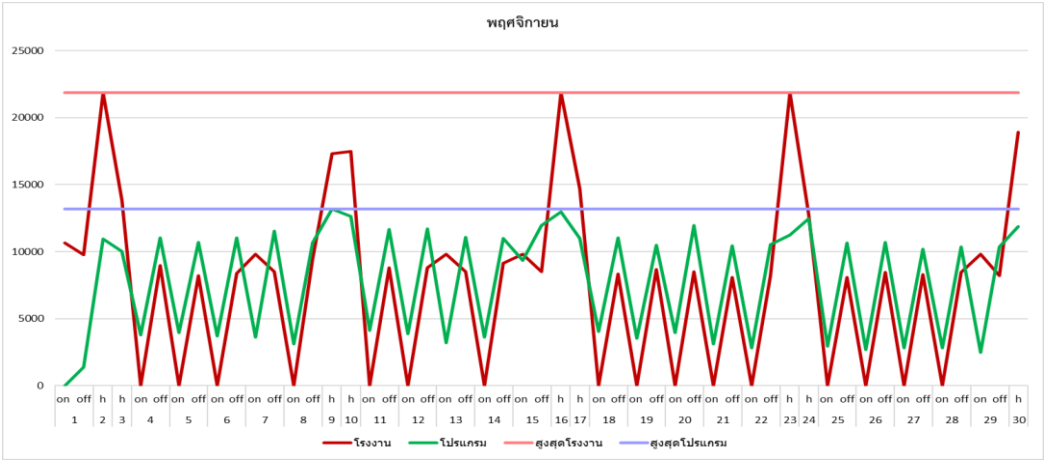
4.7.2 เปรียบเทียบโหลดเครื่องจักรโดยการเทียบค่าไฟฟ้าที่ใช้

เปรียบเทียบโหลดเครื่องจักรโดยการเทียบค่าไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการใช้งานเครื่องจักรที่ทำการผลิตน้ำแข็งจำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ เครื่องทำน้ำแข็งหลอดใหญ่ 50 ตัน เครื่องทำน้ำแข็งหลอดใหญ่ 30

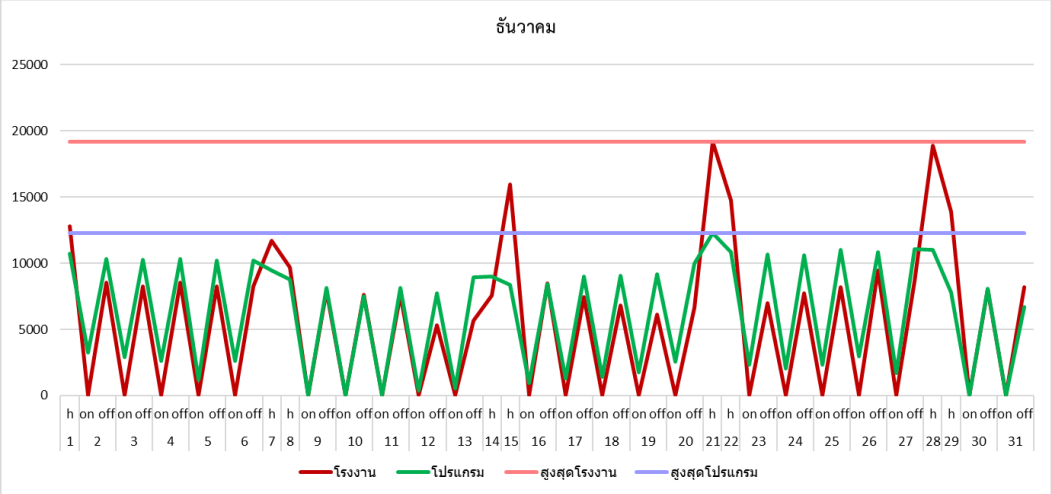
ตัน และเครื่องทำน้ำแข็งหลอดเล็ก 30 ตัน พบว่า เดือนตุลาคม การใช้งานเครื่องจักรเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้เครื่องจักรของโรงงาน และโปรแกรมช่วยนั้น สามารถสรุปได้ว่าปริมาณการใช้เครื่องจักรของโปรแกรมลดลง 37.01 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพ 4.25 เดือนพฤจิกายน การใช้งานเครื่องจักรเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้เครื่องจักรของโรงงาน และโปรแกรมช่วยนั้น สามารถสรุปได้ว่าปริมาณการใช้เครื่องจักรของโปรแกรมลดลง 39.62 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพ 4.26 และเดือนธันวาคม การใช้งานเครื่องจักรเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้เครื่องจักรของโรงงาน และโปรแกรมช่วยนั้น สามารถสรุปได้ว่าปริมาณการใช้เครื่องจักรของโปรแกรมลดลง 35.83 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพ 4.27



ภาพ 4.25 เปรียบเทียบโหลดเครื่องจักรจากค่าไฟฟ้าของ เดือนตุลาคม



ภาพ 4.26 เปรียบเทียบโหลดเครื่องจักรจากค่าไฟฟ้าของ เดือนพฤศจิกายน



ภาพ 4.27 เปรียบเทียบโหลดเครื่องจักรจากค่าไฟฟ้าของ เดือนธันวาคม

4.7.3 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ตาราง 4.20 ค่าไฟฟ้าที่ได้จากโปรแกรมในเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และเดือนธันวาคม

เดือน	สัปดาห์	ค่าไฟจากโปรแกรมต่อสัปดาห์	ผลรวมค่าไฟจากโปรแกรม (บาท)	ค่าใช้จ่ายโรงงาน (บาท)	ค่าไฟฟ้าฐานจากบิลค่าไฟ (บาท)	ผลต่างค่าไฟที่ลดลง (บาท)
ตุลาคม	1	131,982.6	553,498.2	138,160.3	737,266.9	45,608.3
	2	122,840.5				
	3	118,487.1				
	4	122,873.1				
	5	57,314.9				
พฤจิกายน	2	131,606.6	501,810.3	138,160.3	701,994.5	62,023.9
	3	137,703.7				
	4	129,810.0				
	5	102,690.0				

ตาราง 4.20 ค่าไฟฟ้าที่ได้จากโปรแกรมในเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และเดือนธันวาคม (ต่อ)

เดือน	สัปดาห์	ค่าไฟจากโปรแกรมต่อสัปดาห์	ผลรวมค่าไฟจากโปรแกรม (บาท)	ค่าใช้จ่ายโรงงาน (บาท)	ค่าไฟฟ้าฐานจากบิลค่าไฟ (บาท)	ผลต่างค่าไฟที่ลดลง (บาท)
ธันวาคม	1	109,303.2	440,049.0	138,160.3	642,297.0	64,087.7
	2	86,986.8				
	3	109,167.8				
	4	114,211.5				
	5	20,379.6				

จากตาราง 4.20 พบว่า เดือนตุลาคม โรงงานต้องเสียค่าไฟฟ้าในส่วนของค่าไฟฟ้าฐานให้กับการไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน 737,266.9 บาท ซึ่งหากวางแผนการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการปริมาณน้ำแข็งของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้โปรแกรมช่วย พบว่า จะต้องเสียค่าไฟฟ้าเป็นเงิน 533,498.2 บาท และเมื่อรวมกับค่าไฟฟ้าจากอุปกรณ์เครื่องจักรในสำนักงาน ที่ได้แสดงดังข้อมูลในหัวข้อ 4.2.5 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสำนักงาน ดังนั้นพบว่าผลรวมค่าไฟฐานจากโปรแกรมจะเท่ากับ 691,658.5 บาท ซึ่งสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้เป็นจำนวนเงิน 45,608.3 บาท

เดือนพฤศจิกายน ค่าไฟฟ้าฐานจากการไฟฟ้าที่เรียกเก็บกับทางโรงงานมีค่าเท่ากับ 701,994.5 บาท และค่าไฟฐานในส่วนที่โปรแกรมคำนวณได้ มีค่าเท่ากับ 501,810.3 บาท เมื่อรวมกับค่าใช้จ่ายจากอุปกรณ์สำนักงานพบว่าค่าไฟฐานจากโปรแกรมจะเท่ากับ 639,970.6 บาท ซึ่งสามารถลดค่าไฟลงได้เป็นจำนวนเงิน 62,023.9 บาท

เดือนธันวาคม ค่าไฟฐานจากการไฟฟ้าที่เรียกเก็บกับโรงงานมีค่าเท่ากับ 642,297 บาท และค่าไฟฐานในส่วนที่โปรแกรมคำนวณได้พบว่ามีค่าเท่ากับ 440,049 บาท เมื่อรวมกับค่าใช้จ่ายจากอุปกรณ์สำนักงานพบว่าค่าไฟฟ้าฐานจากโปรแกรมจะเท่ากับ 578,209.3 บาทซึ่งสามารถลดค่าไฟลงได้เป็นจำนวนเงิน 64,087.7 บาท

สรุปทั้ง 3 เดือนตั้งแต่ เดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2562 พบว่าโปรแกรมสามารถลดค่าไฟลงได้ 171,719.9 บาท คิดเป็น 8 เปอร์เซ็นต์จากค่าไฟทั้ง 3 เดือน ซึ่งมีค่า 2,081,558.4 บาท แสดงดังตาราง 4.21

ตาราง 4.21 สรุปผลต่างค่าไฟฟ้าของเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม

เดือน	ค่าไฟฟ้าเดิม (บาท)	ค่าไฟฟ้าจากโปรแกรม (บาท)	ผลต่างค่าไฟฟ้า (บาท)
ตุลาคม	737,266.9	691,658.5	45,608.3
พฤศจิกายน	701,994.5	639,970.7	62,023.9
ธันวาคม	642,497.0	578,209.3	64,287.7
รวม	2,081,758.4	1,909,838.5	171,919.9

4.7.4 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานโดยใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS) แสดงตาราง 4.22

ตาราง 4.22 ผลการดำเนินงานโดยใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS) ของสาเหตุหลักที่ 1 และสาเหตุหลักที่ 2

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	วิธีการปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
1. น้ำแข็งร่วงขณะบรรจุ	ขนาดปากท่อของช่องออกใหญ่เกินไป	ใช้อุปกรณ์ช่วยเพื่อปรับขนาดท่อให้เล็กลง เพื่อที่จะทำการบรรจุลงถุงเล็กได้ง่ายขึ้น	มีน้ำแข็งร่วงหล่นจากการบรรจุ ใน 1 วัน คิดเป็น 59 ถุง (88.5 กิโลกรัม)	มีการร่วงหล่นของน้ำแข็งลดลงเหลือ 26 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 41 ถุงต่อวัน (62.5 กิโลกรัม)	30.51
2. กระบวนการบรรจุแพ็คเล็กไม่เหมาะสม	เกิดคอขวดของขั้นตอนการซีลถุง	วิเคราะห์กิจกรรม โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	น้ำแข็ง 1 ถุง ใช้เวลาในการผลิต 26.73 วินาที ได้ผลผลิต 500 ถุงต่อวัน	น้ำแข็ง 1 ถุง ใช้เวลาในการผลิต 21.64 วินาที ได้ผลผลิต 616 ถุงต่อวัน	18.83

จากตาราง 4.22 แสดงผลการดำเนินงานอีซีอาเอส (ECRS) โดยสาเหตุหลักที่ 1 น้ำแข็งร่วงขณะบรรจุ สาเหตุย่อย ได้แก่ ขนาดปากท่อช่องออกใหญ่เกินไป สาเหตุหลักที่ 2 กระบวนการบรรจุแพ็คเล็กไม่เหมาะสม สาเหตุย่อย ได้แก่ เกิดคอขวดในขั้นตอนการซีลถุง ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานได้ทำการผลิตน้ำแข็งแพ็คเล็กจำนวน 500 ถุงต่อวัน ใช้เวลาในการผลิต 3.71 ชั่วโมง หลังจากการปรับปรุงลดขนาดท่อ พบว่า สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 30.51 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อปรับการทำงานในขั้นตอนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก พบว่า สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 18.83 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 4.23 ผลการดำเนินงานโดยใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS) ของสาเหตุหลักที่ 3

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	วิธีการปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
3. พนักงานทำน้ำแข็งร่วงหล่น	พนักงานจัดเรียงน้ำแข็งบนพาเลตมีความไม่เหมาะสม	เปลี่ยนวิธีการจัดเรียงน้ำแข็งบนพาเลต โดยลดจำนวนปริมาณชั้นน้ำแข็งที่ขนย้ายในแต่ละพาเลตลง 1 ชั้น	มีน้ำแข็งร่วงหล่นจากการขนย้าย 31.24 กิโลกรัมต่อวัน ทำให้ได้ผลผลิตต่อวันเท่ากับ 36598.76 กิโลกรัม	ไม่มีการร่วงหล่นของน้ำแข็งขณะขนย้ายทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 36630 กิโลกรัมต่อวัน	0.085

จากตาราง 4.23 แสดงสาเหตุหลักที่ 3 คือพนักงานทำน้ำแข็งร่วงหล่นจากการเคลื่อนย้าย พบว่าปัจจุบันโรงงานมีการขนย้ายพาเลตผ่านประตู 2 รอบต่อชั่วโมง ซึ่งปกติแล้วโรงงานมีเวลาทำงาน 11 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้ 1 วันมีพาเลตเคลื่อนย้ายผ่านประตู 22 รอบต่อวัน มีการร่วงหล่นของน้ำแข็งจากการเคลื่อนย้าย 31.24 กิโลกรัมต่อวัน หลังปรับปรุงด้วยการเปลี่ยนวิธีการจัดเรียงน้ำแข็งบนพาเลต โดยลดจำนวนปริมาณชั้นน้ำแข็งที่ขนย้ายในแต่ละพาเลตลง 1 ชั้น พบว่าไม่มีการร่วงหล่นของน้ำแข็งอีก คิดเป็น 0.085 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

โครงงานวิจัยเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานน้ำแข็ง” มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตโดยใช้หลักการอีซีอาเอส (ECRS) และพัฒนาโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตโดยใช้โปรแกรมเอ็กซ์เซล โซฟเวอร์ (Excel Solver) สำหรับการวางแผนการผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก หลอดใหญ่ และน้ำแข็งซอง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการผลิต และปัญหาภายในโรงงานน้ำแข็ง เพื่อวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต พบว่าเกิดจากปัญหาการสูญเสียผลผลิตเป็นจำนวนมาก ทั้งจากตัวพนักงาน เครื่องมือเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสมต่อการทำงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในการวางแผนการผลิตของโรงงาน ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานไม่มีแผนการผลิตโดยโรงงานจะผลิตตามคำสั่งของผู้จัดการเป็นหลัก ซึ่งโดยทั่วไปจะยึดช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีราคาถูกเป็นหลัก (Off Peak) โดยไม่ได้คำนึงถึงความต้องการของลูกค้า ทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ไม่สอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้าทำให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยลดการสูญเสียของผลผลิตจากการทำงานโดยใช้อีซีอาเอส (ECRS) และออกแบบแผนการผลิตโดยพัฒนาโปรแกรมเอ็กซ์เซล โซฟเวอร์ (Excel Solver) เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิตของโรงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า โดยดัชนีชี้วัดผลสำเร็จสำหรับโครงงานวิจัยนี้มี 2 ดัชนี ได้แก่ ปริมาณผลผลิตในกระบวนการผลิต และต้นทุนค่าไฟฟ้าของกระบวนการผลิต

จากการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานจากสาเหตุที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้ พบว่า ในกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก ปริมาณน้ำแข็งที่ร่วงหล่นลดลง 30.51 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการจัดลำดับการทำงานใหม่ในกระบวนกระบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก พบว่าเวลารอคอยก่อนการซีลถุงนั้น

ลดลงเป็นเวลา 6.1 วินาทีต่อถุง คิดเป็น 18.83 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเคลื่อนย้ายน้ำแข็งบนพาเลตผ่านประตูนั้น พบว่า น้ำแข็งไม่เกิดการร่วงหล่นเลย คิดเป็น 0.085 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตาราง 4.24

ตาราง 4.24 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น	เปอร์เซนต์
1. น้ำแข็งร่วงขณะบรรจุ	ขนาดปากท่อของช่องออกใหญ่เกินไป	59 ถุง (88.5 กิโลกรัม) /วัน	18 ถุง (26 กิโลกรัม)	41 ถุง (62.5 กิโลกรัม)	30.51
2. กระบวนการบรรจุแพ็คเล็กไม่เหมาะสม	เกิดคอขวดของขั้นตอนการซีลถุง	500 ถุงต่อวัน	616 ถุงต่อวัน	116 ถุงต่อวัน	18.83
3. พนักงานทำน้ำแข็งร่วงหล่น	พนักงานจัดเรียงน้ำแข็งบนพาเลตมีความไม่เหมาะสม	ผลิตต่อวันเท่ากับ 36,598.76 กิโลกรัม	ผลผลิตต่อวันเท่ากับ 36,630 กิโลกรัม	31.24 กิโลกรัม	0.085

เมื่อประยุกต์ใช้โปรแกรมไมโครซอฟ เอ็กซ์เซล โซฟเวอร์ (Microsoft Excel Solver) เพื่อวางแผนการผลิตที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา โดยใช้ข้อมูลความต้องการของลูกค้า 3 เดือนย้อนหลัง ได้แก่ เดือน ตุลาคม พฤจิกายน และเดือนธันวาคม ปี พ.ศ 2562 พบว่า ค่าไฟฟ้าจากการผลิตลดลงเป็นจำนวนเงินดังตาราง 4.25

ตาราง 4.25 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าเดิมกับค่าไฟฟ้าจากโปรแกรม

เดือน	ค่าไฟฟ้าเดิม (บาท)	ค่าไฟฟ้าจากโปรแกรม (บาท)	ค่าไฟฟ้าที่ลดลง (บาท)	คิดเป็นเปอร์เซนต์ค่าไฟที่ลดลง
ตุลาคม	737,266.9	691,658.5	45,608.3	6.19
พฤจิกายน	701,994.5	639,970.7	62,023.9	8.84
ธันวาคม	642,297.0	578,209.3	64,087.7	9.98
รวม	2,081,558.4	1,909,838.5	171,719.9	8.25

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เมื่อประยุกต์ใช้โปรแกรม MS Excel Solver เพื่อวางแผนการผลิตที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา ทำให้แผนการผลิตสามารถตอบสนองความต้องของลูกค้า และมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าจากการผลิตที่ลดลงกับค่าไฟฟ้าจากการผลิตแบบเดิมของโรงงาน

5.2 ข้อจำกัดของโครงงานวิจัย

5.2.1 ค่าไฟฟ้าจากกระบวนการผลิตที่ได้จากโปรแกรมตามเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่คำนวณได้ อาจเกิดการคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากข้อจำกัดจากกำลังการผลิตของเครื่องจักรอาจมีการเปลี่ยนแปลง

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 โรงงานไม่มีการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องจักรในโรงงาน ทำให้ไม่ทราบถึงอัตราการกินไฟที่แท้จริงของเครื่องจักรในแต่ละเครื่อง

5.3.2 ในการเก็บข้อมูลที่โรงงานในแต่ละครั้งต้องมีพนักงานช่างของโรงงานอยู่ด้วยตลอด เนื่องจากระบบเซฟตี้ในโรงงานไม่ได้มาตรฐานเท่าที่ควร ทั้งในเรื่องของมลพิษทางเสียง สารเคมีที่รั่วไหล และไม่มีราวกันเครื่องจักร ทำให้ในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งต้องรอช่างของโรงงานมาดูแลจึง ส่งผลให้ระยะเวลาการเก็บข้อมูลคลาดเคลื่อนจากแผนเนื่องจากบางครั้งพนักงานช่างไม่ว่างก็จะไม่สามารถเข้าไปเก็บข้อมูลได้

5.3.4 มีข้อมูลผลผลิตในการเปรียบเทียบค่อนข้างน้อย เนื่องจากที่ผ่านมาทางโรงงานไม่มีการเก็บข้อมูลผลผลิต

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ค่าไฟที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าสำนักงานเกิดจากการประมาณค่าขึ้นมา โดยได้สอบถามเวลาในการใช้งานของแต่ละอุปกรณ์ เครื่องจักร จากเจ้าของโรงงาน และเก็บข้อมูลกำลังเครื่องจักรจากป้ายติดเครื่องจักร (Nameplate) ดังนั้นถ้าหากโรงงานต้องการค่าไฟจากการผลิตที่แม่นยำมากขึ้น ควรทำการติดมิเตอร์ไฟในส่วนของการผลิตแยกกับส่วนของสำนักงานเพื่อที่จะได้ทราบค่าไฟในแต่ละส่วนได้แม่นยำมากขึ้น

5.4.2 โปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อวางแผนการผลิตจะไม่แสดงเวลาในการส่งมอบสินค้า เนื่องจากโปรแกรมได้วิเคราะห์เพียงช่วงเวลาการผลิตที่ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตสอดคล้องกับความ

ต้องการ และมีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด หากต้องการที่จะให้ผลคำตอบที่ได้มีความเหมาะสมมากขึ้น ควรเพิ่มข้อจำกัดอื่นร่วมด้วยในการสร้างระบบการการวางแผนการผลิต ซึ่งจะทำให้ผลคำตอบที่ได้นั้นมีประสิทธิภาพและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

5.4.3 โปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้น ได้ทำการทดสอบผลกับความต้องการน้ำแข็ง 3 เดือนย้อนหลังของโรงงาน (ตุลาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ 2562) เนื่องจากเวลาในการเก็บข้อมูลมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถนำโปรแกรมไปทดสอบผลจากการผลิตจริงในโรงงานได้ ดังนั้นก่อนการนำโปรแกรมไปใช้งานจริง โรงงานควรทำการทดสอบโปรแกรมเพื่อยืนยันผลค่าไฟฟ้าจากโปรแกรมว่ามีความสอดคล้องกับค่าไฟฟ้าจริงจากบิลการไฟฟ้า

บรรณานุกรม

ธีระพร คติอุดมพร. “งานวิจัยการวางแผนการผลิต” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา ttp://digital_collect.lib.buu.ac.th. (10 ตุลาคม 2562).

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. “หลักการ ECRS” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://cpico.wordpress.com. (1 ตุลาคม 2562).

ยศธนา เสน่หา. “วิจัยการวางแผนการผลิต” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https: //cuir.car.chula.ac.th. (1 ตุลาคม 2562).

วรพจน์ เสรีรัฐ การจัดการวัสดุคงคลัง การวางแผนการผลิต การจัดลำดับงาน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยชียงใหม่

อนุรัตน์ ระยับพันธุ์. “การวางแผนการผลิต” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://share.sparcidea.com. (1 ตุลาคม 2562).

Platalo. “ทฤษฎีคำนวนค่าปริมาณความร้อน” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://platalo-science1.blogspot.com. (20 กุมภาพันธ์ 2563).

ภาคผนวก ก

ตาราง ปริมาณความต้องการของลูกค้า ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิด เครื่องจักรแต่ละเครื่อง

ตาราง ก-1 ปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิด เครื่องจักร ของโรงงานในเดือน พฤศจิกายน

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	11/1/2019	5700	22500	5625	23.00	11.00	23.00	9.00
	11/2/2019	33500	47675	23800	23.00	23.00	23.00	23.00
	11/3/2019	31950	4350	1500	23.00	9.00	23.00	10.30
สัปดาห์ที่ 2	11/4/2019	32325	17850	6750	23.00	8.30	23.00	8.30
	11/5/2019	30875	15325	5875	23.00	7.00	23.00	7.00
	11/6/2019	32325	16300	5875	23.00	7.30	23.00	7.30
	11/7/2019	34375	15925	6250	23.00	7.30	23.00	7.30
	11/8/2019	30725	36250	14575	23.00	9.00	23.00	9.00
	11/9/2019	35900	25500	13200	23.00	18.00	23.00	18.00
	11/10/2019	33650	30350	14375	19.30	12.00	19.30	12.30
สัปดาห์ที่ 3	11/11/2019	34925	17675	5250	22.30	8.00	22.30	8.00
	11/12/2019	35100	15800	7050	23.00	8.00	23.00	8.00
	11/13/2019	32375	16850	7650	23.00	7.30	23.00	7.30
	11/14/2019	32050	18275	7775	23.00	8.30	23.00	8.30
	11/15/2019	53525	15475	6550	23.00	7.30	23.00	7.30
	11/16/2019	34875	49950	24675	23.00	23.00	23.00	23.00
	11/17/2019	30725	23625	12650	23.00	11.00	23.00	11.00
สัปดาห์ที่ 4	11/18/2019	32200	14850	5925	23.00	7.00	23.00	7.30
	11/19/2019	30025	16350	7125	22.30	7.30	22.30	7.30
	11/20/2019	37375	2900	750	23.00	7.30	23.00	7.30
	11/21/2019	29800	14700	6375	23.30	7.30	23.30	7.30
	11/22/2019	30100	14550	5775	23.30	7.30	23.30	7.30
	11/23/2019	29875	47825	29350	23.30	23.30	23.30	23.30
	11/24/2019	28875	19225	9000	23.30	8.30	23.30	8.00
สัปดาห์ที่ 5	11/25/2019	30600	14850	7500	23.30	7.00	23.30	7.00
	11/26/2019	30775	10250	5250	23.00	7.00	23.00	6.30
	11/27/2019	28725	4300	1000	23.00	7.00	23.00	6.30
	11/28/2019	29350	10150	4875	23.00	8.00	23.00	8.00
	11/29/2019	29425	14850	7250	23.00	7.00	23.00	7.00
	11/30/2019	31325	32750	9750	23.00	23.00	23.00	11.00

ตาราง ก-2 ปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิด เครื่องจักร ของโรงงานในเดือน พฤศจิกายน

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	11/1/2019	2325	29300	22.00	22.00
	11/2/2019	18175	39850	22.00	22.00
	11/3/2019	16600	22200	22.00	22.00

ตาราง ก-2 ปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิด เครื่องจักร ของโรงงานในเดือน พฤศจิกายน (ต่อ)

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 2	11/4/2019	21575	12450	22.00	8.30
	11/5/2019	21950	12475	22.00	9.00
	11/6/2019	21375	11800	22.00	8.30
	11/7/2019	21200	29675	22.00	22.00
	11/8/2019	20225	20775	22.00	9.00
	11/9/2019	19450	16200	23.00	18.00
	11/10/2019	19075	30050	19.30	22.30
สัปดาห์ที่ 3	11/11/2019	22275	11675	22.30	8.30
	11/12/2019	21750	11800	22.00	9.00
	11/13/2019	20375	29375	22.00	22.00
	11/14/2019	21200	12925	22.00	9.00
	11/15/2019	21375	30650	22.00	22.00
	11/16/2019	19475	31325	22.00	22.00
	11/17/2019	15700	33575	22.00	22.00
สัปดาห์ที่ 4	11/18/2019	22125	12500	22.00	9.00
	11/19/2019	21075	12525	22.30	9.00
	11/20/2019	21125	4800	22.00	9.00
	11/21/2019	20225	12200	22.00	8.30
	11/22/2019	19550	12925	22.00	9.00
	11/23/2019	17100	30400	22.00	22.00
	11/24/2019	21850	33225	22.00	22.00
สัปดาห์ที่ 5	11/25/2019	19875	13300	22.00	9.00
	11/26/2019	19325	8425	22.00	9.00
	11/27/2019	19625	3925	22.00	9.00
	11/28/2019	19625	27175	22.00	9.00
	11/29/2019	18925	12725	22.00	22.00
	11/30/2019	18250	20300	22.00	22.00

ตาราง ก-3 ปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิด เครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ธันวาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	12/1/2019	28175	30800	12775	23.00	13.30	22.00	22.00
	12/2/2019	29350	15525	7150	22.30	7.00	22.00	9.00
	12/3/2019	28950	15000	7500	23.00	7.00	22.00	9.00
	12/4/2019	29175	14900	6375	22.30	7.00	22.00	9.00
	12/5/2019	28775	14850	5300	23.00	7.00	22.30	11.00
	12/6/2019	28725	30125	11625	23.00	7.30	22.00	9.00
	12/7/2019	25450	22750	24125	23.00	11.00	23.00	4.00
	12/8/2019	22700	16150	9625	22.00	11.00	15.00	22.00
สัปดาห์ที่ 2	12/9/2019	19775	13250	5150	23.30	7.00	22.00	9.00
	12/10/2019	19450	12025	6375	23.30	7.00	23.00	10.00
	12/11/2019	20550	13500	4500	23.30	7.00	23.00	9.00
	12/12/2019	17600	11100	0	23.30	7.00	23.00	7.30
	12/13/2019	23350	14675	0	23.30	7.30	23.30	8.00
	12/14/2019	24164	13950	6000	23.30	8.30	23.00	13.00
	12/15/2019	21000	20450	4900	22.00	22.00	20.00	20.00
สัปดาห์ที่ 3	12/16/2019	20975	14500	5125	22.00	7.00	20.00	8.00
	12/17/2019	23675	14750	5500	23.00	6.30	23.00	8.00
	12/18/2019	23775	16300	0	22.00	8.00	22.00	8.30
	12/19/2019	24475	16775	0	22.00	6.00	22.00	8.30
	12/20/2019	27875	17000	1800	22.00	8.00	22.00	8.00
	12/21/2019	36250	54625	12750	22.00	22.00	22.00	22.00
	12/22/2019	27825	27350	7250	22.00	12.00	22.00	22.00
สัปดาห์ที่ 4	12/23/2019	30650	12800	5700	22.00	8.30	22.00	8.30
	12/24/2019	30550	17000	3000	22.00	8.30	22.00	8.30
	12/25/2019	32100	16150	8750	22.30	8.00	22.30	8.30
	12/26/2019	31325	19300	8400	22.00	8.30	22.00	8.30
	12/27/2019	32475	16100	7350	22.30	8.00	22.30	8.00
	12/28/2019	31400	50250	11775	23.00	23.00	23.00	23.00
	12/29/2019	29475	22000	11000	23.00	9.30	23.00	23.00
สัปดาห์ที่ 5	12/30/2019	28625	15550	6700	22.30	7.30	23.00	7.30
	12/31/2019	25075	9975	4500	22.30	7.30	22.30	7.30

ตาราง ก-4 ปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิด เครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ธันวาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	12/1/2019	16575	16575	22.00	11.16
	12/2/2019	20475	20475	22.00	14.23

ตาราง ก-4 ปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก ปริมาณผลผลิตที่ได้ และเวลาเปิด เวลาปิด เครื่องจักร ของโรงงานในเดือน ธันวาคม (ต่อ)

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	12/7/2019	14100	14325	23.00	23.00
	12/8/2019	13750	31900	23.00	11.00
สัปดาห์ที่ 2	12/9/2019	13500	11825	23.30	7.00
	12/10/2019	11750	14800	23.30	7.00
	12/11/2019	13125	11100	23.30	7.00
	12/12/2019	14500	9450	23.00	7.00
	12/13/2019	14925	9375	22.00	7.00
	12/14/2019	13450	20725	20.00	12.30
	12/15/2019	13600	35100	1.30	12.30
สัปดาห์ที่ 3	12/16/2019	15750	10425	22.00	5.30
	12/17/2019	16475	11500	23.00	7.00
	12/18/2019	16700	12025	22.00	8.00
	12/19/2019	17425	11950	22.00	8.00
	12/20/2019	19075	11550	22.00	8.00
	12/21/2019	16225	30275	22.00	11.00
	12/22/2019	17075	32500	22.00	7.30
สัปดาห์ที่ 4	12/23/2019	18550	12300	22.00	8.00
	12/24/2019	18025	11375	5.00	8.00
	12/25/2019	18525	12550	2.30	8.00
	12/26/2019	19825	11075	22.00	8.00
	12/27/2019	17250	10575	22.30	8.00
	12/28/2019	15300	31425	23.00	11.00
	12/29/2019	5937.5	33275	22.30	9.30
สัปดาห์ที่ 5	12/30/2019	6862.5	11150	22.30	7.30
	12/31/2019	5025	6725	22.30	7.30

ตาราง ก-5 ปริมาณความต้องการน้ำแข็งซอง ของเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม

พฤศจิกายน			ธันวาคม		
สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งซอง (กก.)	สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งซอง (กก.)
สัปดาห์ที่ 1	11/1/2019	56	สัปดาห์ที่ 1	12/1/2019	282
	11/2/2019	331		12/2/2019	291
	11/3/2019	288		12/3/2019	270
สัปดาห์ที่ 2	11/4/2019	319		12/4/2019	295
	11/5/2019	298		12/5/2019	222
	11/6/2019	341		12/6/2019	286
	11/7/2019	246		12/7/2019	213
	11/8/2019	328		12/8/2019	248
สัปดาห์ที่ 3	11/9/2019	305	สัปดาห์ที่ 2	12/9/2019	196
	11/10/2019	349		12/10/2019	207
	11/11/2019	277		12/11/2019	159
	11/12/2019	295		12/12/2019	223
	11/13/2019	291		12/13/2019	203
	11/14/2019	317		12/14/2019	208
	11/15/2019	295		12/15/2019	211
สัปดาห์ที่ 4	11/16/2019	329	สัปดาห์ที่ 3	12/16/2019	204
	11/17/2019	277		12/17/2019	219
	11/18/2019	322		12/18/2019	280
	11/19/2019	232		12/19/2019	235
	11/20/2019	290		12/20/2019	282
	11/21/2019	253		12/21/2019	231
	11/22/2019	313		12/22/2019	271
สัปดาห์ที่ 5	11/23/2019	273	สัปดาห์ที่ 4	12/23/2019	239
	11/24/2019	313		12/24/2019	238
	11/25/2019	255		12/25/2019	234
	11/26/2019	267		12/26/2019	259
	11/27/2019	263		12/27/2019	232
	11/28/2019	278		12/28/2019	281
	11/29/2019	251		12/29/2019	234
	11/30/2019	321	สัปดาห์ที่ 5	12/30/2019	231
				12/31/2019	221

ตาราง ก-6 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ จากโปรแกรมช่วยของ

เดือน ตุลาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	10/1/2019	31725	22880	8845	22.00	9.00	22.00	5.05
	10/2/2019	32175	22880	9295	22.00	9.00	22.00	5.26
	10/3/2019	35175	22880	12295	22.00	9.00	22.00	7.50
	10/4/2019	33525	22880	10645	22.00	9.00	22.00	6.31
	10/5/2019	32575	32575	0	22.00	13.40	-	-
	10/6/2019	29900	29900	0	22.00	12.23	-	-
สัปดาห์ที่ 2	10/7/2019	31750	22880	8870	22.00	9.00	22.00	5.06
	10/8/2019	29700	22880	6820	22.00	9.00	22.00	3.27
	10/9/2019	27075	22880	4195	22.00	9.00	22.00	1.21
	10/10/2019	31575	22880	8695	22.00	9.00	22.00	4.57
	10/11/2019	33475	22880	10595	22.00	9.00	22.00	6.29
	10/12/2019	35800	35800	0	22.00	15.13	-	-
	10/13/2019	24775	24775	0	22.00	9.55	-	-
สัปดาห์ที่ 3	10/14/2019	29550	22880	6670	22.00	9.00	22.00	3.20
	10/15/2019	32225	22880	9345	22.00	9.00	22.00	5.29
	10/16/2019	26875	22880	3995	22.00	9.00	22.00	1.12
	10/17/2019	33875	22880	10995	22.00	9.00	22.00	6.48
	10/18/2019	33575	22880	10695	22.00	9.00	22.00	6.33
	10/19/2019	38750	38750	0	22.00	16.38	-	-
	10/20/2019	39500	39500	0	22.00	16.59	-	-
สัปดาห์ที่ 4	10/21/2019	33875	22880	10995	22.00	9.00	22.00	6.48
	10/22/2019	34750	22880	11870	22.00	9.00	22.00	7.30
	10/23/2019	33200	22880	10320	22.00	9.00	22.00	6.15
	10/24/2019	33525	22880	10645	22.00	9.00	22.00	6.31
	10/25/2019	36100	22880	13220	22.00	9.00	22.00	8.35
	10/26/2019	38800	38800	0	22.00	16.39	-	-
	10/27/2019	4125	4125	0	22.00	23.59	-	-
สัปดาห์ที่ 5	10/28/2019	36525	23286	13239	22.00	9.12	22.00	8.35
	10/29/2019	33525	22880	10645	22.00	9.00	22.00	6.31
	10/30/2019	33050	22880	10170	22.00	9.00	22.00	6.08
	10/31/2019	28500	22880	5620	22.00	9.00	22.00	2.30

ตาราง ก-7 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก จากโปรแกรมช่วยของ

เดือน ตุลาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	10/1/2019	31725	22880	8845	22.00	9.00	22.00	5.05
	10/2/2019	32175	22880	9295	22.00	9.00	22.00	5.26

ตาราง ก-7 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก จากโปรแกรมช่วยของ เดือน ตุลาคม (ต่อ)

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	10/3/2019	35175	22880	12295	22.00	9.00	22.00	7.50
	10/4/2019	33525	22880	10645	22.00	9.00	22.00	6.31
	10/5/2019	32575	32575	0	22.00	13.40	-	-
	10/6/2019	29900	29900	0	22.00	12.23	-	-
สัปดาห์ที่ 2	10/7/2019	31750	22880	8870	22.00	9.00	22.00	5.06
	10/8/2019	29700	22880	6820	22.00	9.00	22.00	3.27
	10/9/2019	27075	22880	4195	22.00	9.00	22.00	1.21
	10/10/2019	31575	22880	8695	22.00	9.00	22.00	4.57
	10/11/2019	33475	22880	10595	22.00	9.00	22.00	6.29
	10/12/2019	35800	35800	0	22.00	15.13	-	-
	10/13/2019	24775	24775	0	22.00	9.55	-	-
สัปดาห์ที่ 3	10/14/2019	29550	22880	6670	22.00	9.00	22.00	3.20
	10/15/2019	32225	22880	9345	22.00	9.00	22.00	5.29
	10/16/2019	26875	22880	3995	22.00	9.00	22.00	1.12
	10/17/2019	33875	22880	10995	22.00	9.00	22.00	6.48
	10/18/2019	33575	22880	10695	22.00	9.00	22.00	6.33
	10/19/2019	38750	38750	0	22.00	16.38	-	-
	10/20/2019	39500	39500	0	22.00	16.59	-	-
สัปดาห์ที่ 4	10/21/2019	33875	22880	10995	22.00	9.00	22.00	6.48
	10/22/2019	34750	22880	11870	22.00	9.00	22.00	7.30
	10/23/2019	33200	22880	10320	22.00	9.00	22.00	6.15
	10/24/2019	33525	22880	10645	22.00	9.00	22.00	6.31
	10/25/2019	36100	22880	13220	22.00	9.00	22.00	8.35
	10/26/2019	38800	38800	0	22.00	16.39	-	-
	10/27/2019	4125	4125	0	22.00	23.59	-	-
สัปดาห์ที่ 5	10/28/2019	36525	23286	13239	22.00	9.12	22.00	8.35
	10/29/2019	33525	22880	10645	22.00	9.00	22.00	6.31
	10/30/2019	33050	22880	10170	22.00	9.00	22.00	6.08
	10/31/2019	28500	22880	5620	22.00	9.00	22.00	2.30

ตาราง ก-8 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ จากโปรแกรมช่วยของ เดือน พฤศจิกายน

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	11/1/2019	5700	5700	0	22.00	0.44	-	-
	11/2/2019	33500	33500	0	22.00	14.06	-	-
	11/3/2019	31950	31950	0	22.00	13.22	-	-
สัปดาห์ที่ 2	11/4/2019	32325	22880	9445	22.00	9.00	22.00	5.33
	11/5/2019	30875	22880	7995	22.00	9.00	44.00	4.24

ตาราง ก-8 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ จากโปรแกรมช่วยของ เดือน พฤศจิกายน (ต่อ)

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 2	11/6/2019	32325	22880	9445	22.00	9.00	22.00	5.33
	11/7/2019	34375	22880	11495	22.00	9.00	22.00	7.12
	11/8/2019	30725	22880	7845	22.00	9.00	22.00	4.17
	11/9/2019	35900	35900	0	22.00	15.16	-	-
	11/10/2019	33650	33650	0	22.00	14.11	-	-
สัปดาห์ที่ 3	11/11/2019	34925	22880	12045	22.00	9.00	22.00	7.38
	11/12/2019	35100	22880	12220	22.00	9.00	22.00	7.47
	11/13/2019	32375	22880	9495	22.00	9.00	22.00	5.36
	11/14/2019	32050	22880	9170	22.00	9.00	22.00	5.20
	11/15/2019	53525	40286	13239	22.00	17.22	22.00	8.35
	11/16/2019	34875	34875	0	22.00	14.46	-	-
	11/17/2019	30725	30725	0	22.00	12.46	-	-
สัปดาห์ที่ 4	11/18/2019	32200	22880	9320	22.00	9.00	22.00	5.27
	11/19/2019	30025	22880	7145	22.00	9.00	22.00	3.43
	11/20/2019	37375	24136	13239	22.00	9.36	22.00	8.35
	11/21/2019	29800	22880	6920	22.00	9.00	22.00	3.33
	11/22/2019	30100	22880	7220	22.00	9.00	22.00	3.47
	11/23/2019	29875	29875	0	22.00	12.22	-	-
	11/24/2019	28875	28875	0	22.00	11.53	-	-
สัปดาห์ที่ 5	11/25/2019	30600	22880	7720	22.00	9.00	22.00	4.11
	11/26/2019	30775	22880	7895	22.00	9.00	22.00	4.19
	11/27/2019	28725	22880	5845	22.00	9.00	22.00	2.41
	11/28/2019	29350	22880	6470	22.00	9.00	22.00	3.11
	11/29/2019	29425	31325	6545	22.00	13.04	22.00	3.14
	11/30/2019	31325	28175	0	22.00	11.33	-	-

ตาราง ก-9 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก จากโปรแกรมช่วยของ เดือน พฤศจิกายน

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	11/1/2019	2325	2325	22.00	23.52
	11/2/2019	18175	18175	22.00	12.32
	11/3/2019	16600	16600	22.00	11.17
สัปดาห์ที่ 2	11/4/2019	21575	21575	22.00	15.16
	11/5/2019	21950	21950	22.00	15.34
	11/6/2019	21375	21375	22.00	15.06
	11/7/2019	21200	21200	22.00	14.58
	11/8/2019	20225	20225	22.00	14.11

ตาราง ก-9 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก จากโปรแกรมช่วยของ เดือน พฤศจิกายน (ต่อ)

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 2	11/9/2019	19450	19450	22.00	13.34
	11/10/2019	19075	19075	22.00	13.16
สัปดาห์ที่ 3	11/11/2019	22275	22275	22.00	15.49
	11/12/2019	21750	21750	22.00	15.24
	11/13/2019	20375	20375	22.00	14.18
	11/14/2019	21200	21200	22.00	14.58
	11/15/2019	21375	21375	22.00	15.06
	11/16/2019	19475	19475	22.00	13.35
	11/17/2019	15700	15700	22.00	10.34
สัปดาห์ที่ 4	11/18/2019	22125	22125	22.00	15.42
	11/19/2019	21075	21075	22.00	14.52
	11/20/2019	21125	21125	22.00	14.54
	11/21/2019	20225	20225	22.00	14.11
	11/22/2019	19550	19550	22.00	13.38
	11/23/2019	17100	17100	22.00	11.41
	11/24/2019	21850	21850	22.00	15.29
สัปดาห์ที่ 5	11/25/2019	19875	19875	22.00	13.54
	11/26/2019	19325	19325	22.00	13.28
	11/27/2019	19625	19625	22.00	13.42
	11/28/2019	19625	19625	22.00	13.42
	11/29/2019	18925	18925	22.00	13.08
	11/30/2019	18250	18250	22.00	12.36

ตาราง ก-10 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ จากโปรแกรมช่วยของ เดือน ธันวาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	12/1/2019	28175	28175	0	22.00	11.33	-	-
	12/2/2019	29350	22880	6470	22.00	9.00	22.00	3.11
	12/3/2019	28950	22880	6070	22.00	9.00	22.00	2.51
	12/4/2019	29175	22880	6295	22.00	9.00	22.00	3.02
	12/5/2019	28775	22880	5895	22.00	9.00	22.00	2.43

ตาราง ก-10 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่ จากโปรแกรมช่วยของ เดือน ธันวาคม (ต่อ)

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่ (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (50 ตัน)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (50 ตัน)		เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
					เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	12/6/2019	28725	22880	5845	22.00	9.00	22.00	2.41
	12/7/2019	25450	25450	0	22.00	10.14	-	-
	12/8/2019	22700	22700	0	22.00	8.55	-	-
สัปดาห์ที่ 2	12/9/2019	19775	19775	0	22.00	7.30	-	-
	12/10/2019	19450	19450	0	22.00	7.21	-	-
	12/11/2019	20550	20550	0	22.00	7.53	-	-
	12/12/2019	17600	17600	0	22.00	6.28	-	-
	12/13/2019	23350	22880	470	22.00	9.00	22.00	22.23
	12/14/2019	24164	24164	0	22.00	9.37	-	-
	12/15/2019	21000	21000	0	22.00	8.06	-	-
สัปดาห์ที่ 3	12/16/2019	20975	20975	0	22.00	8.05	-	-
	12/17/2019	23675	22880	795	22.00	9.00	22.00	22.38
	12/18/2019	23775	22880	895	22.00	9.00	22.00	22.43
	12/19/2019	24475	22880	1595	22.00	9.00	22.00	23.17
	12/20/2019	27875	22880	4995	22.00	9.00	22.00	1.60
	12/21/2019	36250	36250	0	22.00	15.26	-	-
	12/22/2019	27825	27825	0	22.00	11.23	-	-
สัปดาห์ที่ 4	12/23/2019	30650	22880	7770	22.00	9.00	22.00	4.13
	12/24/2019	30550	22880	7670	22.00	9.00	22.00	4.08
	12/25/2019	32100	22880	9220	22.00	9.00	22.00	5.23
	12/26/2019	31325	22880	8445	22.00	9.00	22.00	4.45
	12/27/2019	32475	22880	9595	22.00	9.00	22.00	4.41
	12/28/2019	31400	31400	0	22.00	13.36	-	-
	12/29/2019	29475	29475	0	22.00	12.10	-	-
สัปดาห์ที่ 5	12/30/2019	28625	22880	5745	22.00	9.00	22.00	2.36
	12/31/2019	25075	22880	2195	22.00	9.00	22.00	23.45

ตาราง ก-11 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก จากโปรแกรมช่วยของ เดือน ธันวาคม

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	12/1/2019	16575	16575	22.00	11.16
	12/2/2019	20475	20475	22.00	14.23
	12/3/2019	19750	19750	22.00	13.48
	12/4/2019	19200	19200	22.00	13.22
	12/5/2019	16225	16225	22.00	10.59
	12/6/2019	19200	19200	22.00	13.22

ตาราง ก-11 เวลาเปิด เวลาปิดเครื่องจักรสำหรับผลิตน้ำแข็งหลอดเล็ก จากโปรแกรมช่วยของ เดือน ธันวาคม (ต่อ)

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	ความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก (กก.)	น้ำแข็งที่ผลิตได้จริง (30 ตัน)	เวลาเดินเครื่อง (30 ตัน)	
				เปิด	ปิด
สัปดาห์ที่ 1	12/7/2019	14100	14100	22.00	9.17
	12/8/2019	13750	13750	22.00	9.00
สัปดาห์ที่ 2	12/9/2019	13500	13500	22.00	8.48
	12/10/2019	11750	11750	22.00	7.24
	12/11/2019	13125	13125	22.00	8.30
	12/12/2019	14500	14500	22.00	9.36
	12/13/2019	14925	14925	22.00	9.56
	12/14/2019	13450	13450	22.00	8.46
	12/15/2019	13600	13600	22.00	8.53
สัปดาห์ที่ 3	12/16/2019	15750	15750	22.00	10.36
	12/17/2019	16475	16475	22.00	11.11
	12/18/2019	16700	16700	22.00	11.22
	12/19/2019	17425	17425	22.00	11.56
	12/20/2019	19075	19075	22.00	13.16
	12/21/2019	16225	16225	22.00	10.59
	12/22/2019	17075	17075	22.00	11.40
สัปดาห์ที่ 4	12/23/2019	18550	18550	22.00	12.50
	12/24/2019	18025	18025	22.00	12.25
	12/25/2019	18525	18525	22.00	12.49
	12/26/2019	19825	19825	22.00	13.52
	12/27/2019	17250	17250	22.00	11.48
	12/28/2019	15300	15300	22.00	1014.00
	12/29/2019	5937.5	5938	22.00	2.45
สัปดาห์ที่ 5	12/30/2019	6862.5	6863	22.00	3.29
	12/31/2019	5025	5025	22.00	2.01

ภาคผนวก ข

ตารางบันทึกเวลาการทำงานของกระบวนการบรรจุน้ำแข็งแพ็คเล็ก

ตาราง ข-1 เวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง

ขั้นตอน	ครั้งที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
กดน้ำแข็งใส่ถุง	3.21	3.22	3.54	4.14	4.01	5.21	3.74	3.96	3.55	3.71
วางถุงน้ำแข็งที่ชั้นวาง	1.51	1.49	1.26	1.12	0.84	1.28	0.99	1.56	1.4	1.78
รอการซีลถุง	12.1	10.9	13	12.1	14	12.4	13.3	12.1	14.1	12.5
หยิบถุงน้ำแข็ง	1.63	2.55	1.7	1.61	1.8	2.65	1.87	1.64	1.9	1.97
ทำการจัดถุงน้ำแข็ง	3.24	3.4	3.91	3.77	3.02	3.22	3.79	3.83	3.11	4.9
ทำการซีลถุงน้ำแข็ง	2.78	2.63	2.75	1.51	1.75	2.96	1.79	2.72	2.16	2.72
วางถุงน้ำแข็งที่ซีลเสร็จไว้บนโต๊ะ	1.09	0.91	0.69	1.35	0.84	1.26	0.82	1.04	1.28	0.83

ตาราง ข-2 เวลาการทำงานหลังการปรับปรุง

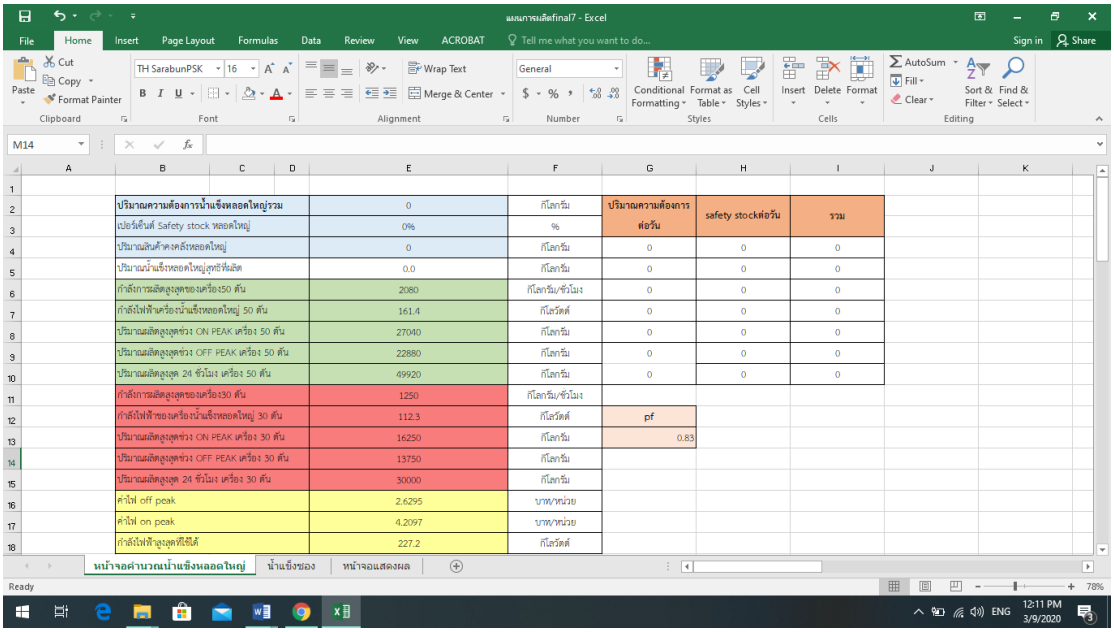
ขั้นตอน	ครั้งที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
กดน้ำแข็งใส่ถุง	4.17	4.29	3.5	3.79	4.02	3.72	5.08	3.73	4.76	3.67
วางถุงน้ำแข็งที่ชั้นวาง	2.54	2.12	0.85	1.79	1.72	0.9	1.13	1.85	1.14	1.72
รอการซีลถุง	6.61	6.71	5.82	6.52	5.51	6.72	5.58	7.35	7.26	7.31
หยิบถุงน้ำแข็ง	1.87	2.13	1.48	1.96	1.93	1.74	2.14	2.85	2.32	2.67
ทำการจัดถุงน้ำแข็ง	4.62	3.78	3.37	3.76	4.77	3.94	3.46	3.78	4.56	4.12
ทำการซีลถุงน้ำแข็ง	2.78	2.43	2.52	2.26	1.82	2.26	1.95	2.19	1.78	2.8
วางถุงน้ำแข็งที่ซีลเสร็จไว้บนโต๊ะ	0.88	1.09	1.14	0.94	0.92	1.15	1.47	0.86	1.1	1.13

ภาคผนวก ค

รายละเอียดข้อมูลของโปรแกรมช่วยสำหรับการวางแผนการผลิต

รายละเอียดข้อมูลของโปรแกรมช่วยประกอบด้วย

1. ค่าคงที่ และช่องกรอกข้อมูลความต้องการของน้ำแข็งหลอดใหญ่สำหรับเครื่อง 50 ตัน และ 30 ตัน แสดงดังภาพ ค-1



ภาพ ค-1 ค่าคงที่ และช่องกรอกข้อมูลความต้องการสำหรับน้ำแข็งหลอดใหญ่สำหรับเครื่อง 50 ตัน และ 30 ตัน

จากภาพ ค-1 แสดงรายละเอียดย่อย ดังนี้ ข้อมูลของเครื่อง 50 ตันหลอดใหญ่แสดงดังตาราง ค-1 ข้อมูลของเครื่อง 30 ตันหลอดใหญ่แสดงดังตาราง ค-2 ข้อมูลค่าไฟฟ้าต่อหน่วยแสดงดังตาราง ค-3 และช่องกรอกความต้องการน้ำแข็งหลอดใหญ่แต่ละวันใน 1 สัปดาห์แสดงดังตาราง ค-4

ตาราง ค-1 ข้อมูลของเครื่อง 50 ตันหลอดใหญ่

รายละเอียด	ข้อมูล	หน่วย
กำลังการผลิตสูงสุดของเครื่อง 50 ตัน	2,080	กิโลกรัม/ชั่วโมง
กำลังไฟฟ้าเครื่องน้ำแข็งหลอดใหญ่ 50 ตัน	161.4	กิโลวัตต์
ปริมาณผลิตสูงสุดช่วง On Peak เครื่อง 50 ตัน	27,040	กิโลกรัม
ปริมาณผลิตสูงสุดช่วง Off Peak เครื่อง 50 ตัน	22,880	กิโลกรัม
ปริมาณผลิตสูงสุด 24 ชั่วโมง เครื่อง 50 ตัน	49,920	กิโลกรัม

ตาราง ค-2 ข้อมูลของเครื่อง 30 ตันหลอดใหญ่

รายละเอียด	ข้อมูล	หน่วย
กำลังการผลิตสูงสุดของเครื่อง30 ตัน	1,250	กิโลกรัม/ชั่วโมง
กำลังไฟฟ้าของเครื่องน้ำแข็งหลอดใหญ่ 30 ตัน	112.3	กิโลวัตต์
ปริมาณผลิตสูงสุดช่วง On Peak เครื่อง 30 ตัน	16,250	กิโลกรัม
ปริมาณผลิตสูงสุดช่วง Off Peak เครื่อง 30 ตัน	13,750	กิโลกรัม
ปริมาณผลิตสูงสุด 24 ชั่วโมง เครื่อง 30 ตัน	30,000	กิโลกรัม

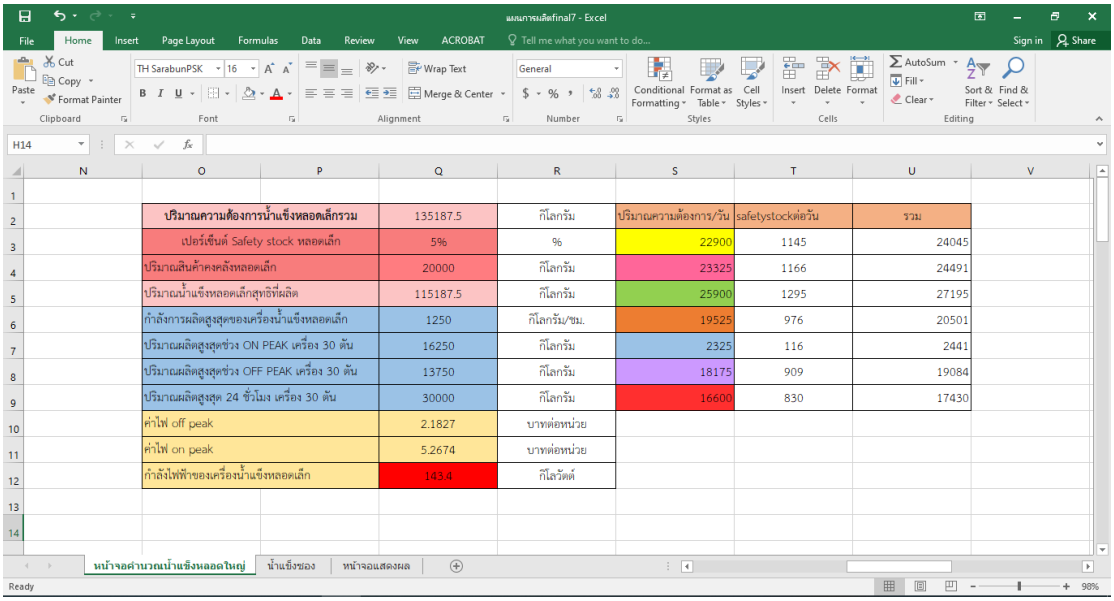
ตาราง ค-3 ข้อมูลค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

รายละเอียด	ข้อมูล	หน่วย
ค่าไฟ Off Peak	2.6295	บาท/หน่วย
ค่าไฟ On Peak	4.2097	บาท/หน่วย

ตาราง ค-4 ช่องกรอกความต้องการของน้ำแข็งหลอดใหญ่

วัน	ปริมาณความต้องการ ต่อ วัน	ระดับสินค้าเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ต่อ วัน	รวม
จันทร์	0	0	0
อังคาร	0	0	0
พุธ	0	0	0
พฤหัสบดี	0	0	0
ศุกร์	0	0	0
เสาร์	0	0	0
อาทิตย์	0	0	0

2. ค่าคงที่ และช่องกรอกข้อมูลความต้องการของน้ำแข็งหลอดเล็ก สำหรับเครื่อง 30 ตัน แสดงดังภาพ ค-2



ปริมาณความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็กรวม	135187.5	กิโลกรัม	ปริมาณความต้องการ/วัน	safetystockต่อวัน	รวม	
เปอร์เซ็นต์ Safety stock หลอดเล็ก	5%	%	22900	1145	24045	
ปริมาณสินค้าคงคลังหลอดเล็ก	20000	กิโลกรัม	23325	1166	24491	
ปริมาณน้ำแข็งหลอดเล็กสุทธิที่ผลิต	115187.5	กิโลกรัม	25900	1295	27195	
กำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องน้ำแข็งหลอดเล็ก	1250	กิโลกรัม/ชม.	19525	976	20501	
ปริมาณผลิตสูงสุดช่วง ON PEAK เครื่อง 30 ตัน	16250	กิโลกรัม	2325	116	2441	
ปริมาณผลิตสูงสุดช่วง OFF PEAK เครื่อง 30 ตัน	13750	กิโลกรัม	18175	909	19084	
ปริมาณผลิตสูงสุด 24 ชั่วโมง เครื่อง 30 ตัน	30000	กิโลกรัม	16600	830	17430	
ค่าไฟ off peak	2.1827	บาทต่อหน่วย				
ค่าไฟ on peak	5.2674	บาทต่อหน่วย				
กำลังไฟฟ้าของเครื่องน้ำแข็งหลอดเล็ก	143.4	กิโลวัตต์				

ภาพ ค-2 ค่าคงที่ และช่องกรอกข้อมูลความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็ก สำหรับเครื่อง 30 ตัน

จากภาพ ค-2 แสดงรายละเอียดย่อย ดังนี้ ข้อมูลของเครื่อง 30 ตันหลอดเล็กแสดงดังตาราง ค-5 และช่องกรอกความต้องการน้ำแข็งหลอดเล็กแต่ละวันใน 1 สัปดาห์แสดงดังตาราง ค-6

ตาราง ค-5 ข้อมูลของเครื่อง 30 ตันหลอดเล็ก

รายละเอียด	ข้อมูล	หน่วย
กำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องน้ำแข็งหลอดเล็ก	1,250	กิโลกรัม/ชม.
ปริมาณผลิตสูงสุดช่วง On Peak เครื่อง 30 ตัน	16,250	กิโลกรัม
ปริมาณผลิตสูงสุดช่วง Off Peak เครื่อง 30 ตัน	13,750	กิโลกรัม
ปริมาณผลิตสูงสุด 24 ชั่วโมง เครื่อง 30 ตัน	30,000	กิโลกรัม

ตาราง ค-6 ช่องกรอกความต้องการของน้ำแข็งหลอดเล็ก

วัน	ปริมาณความต้องการ ต่อ วัน	Safety stock ต่อ วัน	รวม
จันทร์	0	0	0
อังคาร	0	0	0
พุธ	0	0	0
พฤหัสบดี	0	0	0
ศุกร์	0	0	0
เสาร์	0	0	0
อาทิตย์	0	0	0

3. การคำนวณค่าไฟฟ้าจากการบาลานต์โหลดเครื่องจักรของแต่ละเครื่องจักรแสดงดังตาราง ค-7

ตาราง ค-7 บาลานต์โหลดเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องจักร

เครื่องจักร	mon		TUE		WE		THU		FRI		SAT	SUN
	on peak	off peak	on peak	off peak	on peak	off preak	on peak	off peak	on peak	off peak	off peak	off peak
50 ตันหลอดใหญ่	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 ตันหลอดใหญ่	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30 ตันหลอดเล็ก	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
รวม	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
max (actual)	28562.0	10014.6	28562.0	10014.6	28562.0	10014.6	28562.0	10014.6	28562.0	10014.6	21850.1	21850.1
max (limit)	28276.4	9914.5	28276.4	9914.5	28276.4	9914.5	28276.4	9914.5	28276.4	9914.5	21631.6	21631.6

จากตาราง ค-7 แสดงค่าไฟฟ้าของทั้ง 3 เครื่องจักรในแต่ละช่วงเวลาที่เครื่องจักรได้ทำการผลิตโดยผลรวมของค่าไฟฟ้าในช่วง On Peak ที่เครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องทำได้จริง (Max Actual) คือ 28,562.0 บาท และผลรวมของค่าไฟฟ้าในช่วง Off Peak ที่เครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องทำได้จริง (Max Actual) คือ 10,014.6 บาท เมื่อทำการบาลานต์โหลดแล้ว พบว่าผลรวมของค่าไฟฟ้าในช่วง On Peak ที่เครื่องจักรทั้ง 3 สามารถทำได้ (Max Limit) คือ 28,276.4 บาท และผลรวมของค่าไฟฟ้าในช่วง Off Peak ที่เครื่องจักรทั้ง 3 สามารถทำได้ (Max Limit) คือ 9,914.5 บาท โดยข้อมูลค่าไฟฟ้าที่ทำได้จริง (Max Actual) จะแสดงดังตาราง ค-8

ตาราง ค-8 ผลการคำนวณบาลานต์โหลดเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องจักร หน่วย บาท

เครื่องจักร	Max Actual		
	On Peak	Off Peak	Holiday
J1	11,055.19373	3,876.264819	8,457.30506
J2	7,689.134747	2,696.028964	5,882.245012
J3	9,817.672048	3,442.354578	7,510.591807
sum	2,8562.00053	10,014.64836	21,850.14188

4. ตารางแสดงแผนการผลิตของน้ำแข็งทั้ง 3 ประเภท โดยแผนการผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่เครื่อง 50 ตันแสดงดัง ตาราง ค-9 แผนการผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่เครื่อง 30 ตันแสดงดัง ตาราง ค-10 แผนการผลิตน้ำแข็งหลอดเล็กเครื่อง 30 ตันแสดงดังตาราง ค-11 และแผนการผลิตน้ำแข็งซองแสดงดังตาราง ค-12

ตาราง ค-9 แผนการผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่เครื่อง 50 ตัน

วันที่/ช่วงเวลา	MON		TUE		WE		THU		FRI		SAT	SUN	ผลรวม
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	Off Peak	Off Peak	
	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	24 hr	24 hr	
ปริมาณผลผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
เวลาผลิตในแต่ละรอบ (ชม.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
y/cap	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
เวลาผลิตสะสมในรอบก่อนหน้า	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ค่าไฟฟ้าในแต่ละรอบการผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง ค-10 แผนการผลิตน้ำแข็งหลอดใหญ่เครื่อง 30 ตัน

วันที่/ช่วงเวลา	MON		TUE		WE		THU		FRI		SAT	SUN	ผลรวม
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	Off Peak	Off Peak	
	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	24 hr	24 hr	
ปริมาณผลผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
เวลาผลิตในแต่ละรอบ (ชม.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
y/cap	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
เวลาผลิตสะสมในรอบก่อนหน้า	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ค่าไฟฟ้าในแต่ละรอบการผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง ค-11 แผนการผลิตน้ำแข็งหลอดเล็กเครื่อง 30 ตัน

วันที่/ช่วงเวลา	MON		TUE		WE		THU		FRI		SAT	SUN	ผลรวม
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	Off Peak	Off Peak	
	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	24 hr	24 hr	
ปริมาณผลผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
เวลาผลิตในแต่ละรอบ (ชม.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
y/cap	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
เวลาผลิตสะสมในรอบก่อนหน้า	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ค่าไฟฟ้าในแต่ละรอบการผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตาราง ค-12 แผนการผลิตน้ำแข็งซอง

วันที่/ช่วงเวลา	MON		TUE		WE		THU		FRI		SAT	SUN	ผลรวม
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	Off Peak	Off Peak	
	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	9.00-21.59	22.00-8.59	24 hr	24 hr	1สัปดาห์
ซองที่สามารถใส่ได้	672	672	672	672	672	672	672	672	672	672	672	672	
จำนวน(ก้อน)ที่สั่งผลิต	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผลผลิตสะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
เวลาผลิตในแต่ละรอบ (ชม.)	13	11	13	11	13	11	13	11	13	11	24	24	
ค่าไฟฟ้าในแต่ละรอบการผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

5. แผนการผลิตของน้ำแข็งทั้ง 3 ประเภทสำหรับหนึ่งสัปดาห์ โดยในหน้าจอแสดงผล จะแสดงผลสรุปทั้งหมด ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการผลิต ผลผลิตที่ได้ เวลาเปิดเครื่อง เวลาปิดเครื่อง แสดงดังตาราง ค-12 และค่าไฟฟ้าที่เกิดจากการผลิตของแต่ละเครื่องจักร รวมทั้งค่าฟ้ารวมทั้งสัปดาห์ แสดงดังตาราง ค-13

ตาราง ค-12 จอแสดงผล ของแผนการผลิตน้ำแข็ง 1 สัปดาห์

เครื่องจักร	วัน	ช่วงเวลา	เวลาเปิด	เวลาปิด	ชั่วโมงทำงาน	ผลผลิตต่อรอบ (กิโลกรัม)	ผลผลิตต่อวัน (กิโลกรัม)
หลอดใหญ่ 50 ตัน	MON	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	TUE	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	WE	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	THU	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	FRI	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	SAT	OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
	SUN	OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
หลอดใหญ่ 30 ตัน	MON	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	TUE	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	WE	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	THU	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	FRI	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	SAT	OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
	SUN	OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

ตาราง ค-12 จอแสดงผล ของแผนการผลิตน้ำแข็ง 1 สัปดาห์ (ต่อ)

เครื่องจักร	วัน	ช่วงเวลา	เวลาเปิด	เวลาปิด	ชั่วโมงทำงาน	ผลผลิตต่อรอบ (กิโลกรัม)	ผลผลิต/วัน (กิโลกรัม)
หลอดเล็ก 30 ตัน	MON	ON PEAK	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	TUE	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	WE	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	THU	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	FRI	ON PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
		OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	
	SAT	OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
	SUN	OFF PEAK	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
น้ำแข็งซอง	MON	ON PEAK	เปิด 24 ชั่วโมง		13	0	0
		OFF PEAK			11	0	
	TUE	ON PEAK			13	0	0
		OFF PEAK			11	0	
	WE	ON PEAK			13	0	0
		OFF PEAK			11	0	
	THU	ON PEAK			13	0	0
		OFF PEAK			11	0	
	FRI	ON PEAK			13	0	0
		OFF PEAK			11	0	
	SAT	OFF PEAK			24	0	0
	SUN	OFF PEAK			24	0	0

ตาราง ค-13 ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการผลิตน้ำแข็งแต่ละชนิด และค่าไฟฟ้ารวมจากการผลิต

เครื่องจักร	**ค่าไฟฟ้า/เครื่อง (บาท)**
หลอดใหญ่	**0.00**
หลอดเล็ก	**0.00**
ซอง	**0.00**
รวมค่าไฟฟ้าประจำสัปดาห์	**0.0**

ภาคผนวก ง

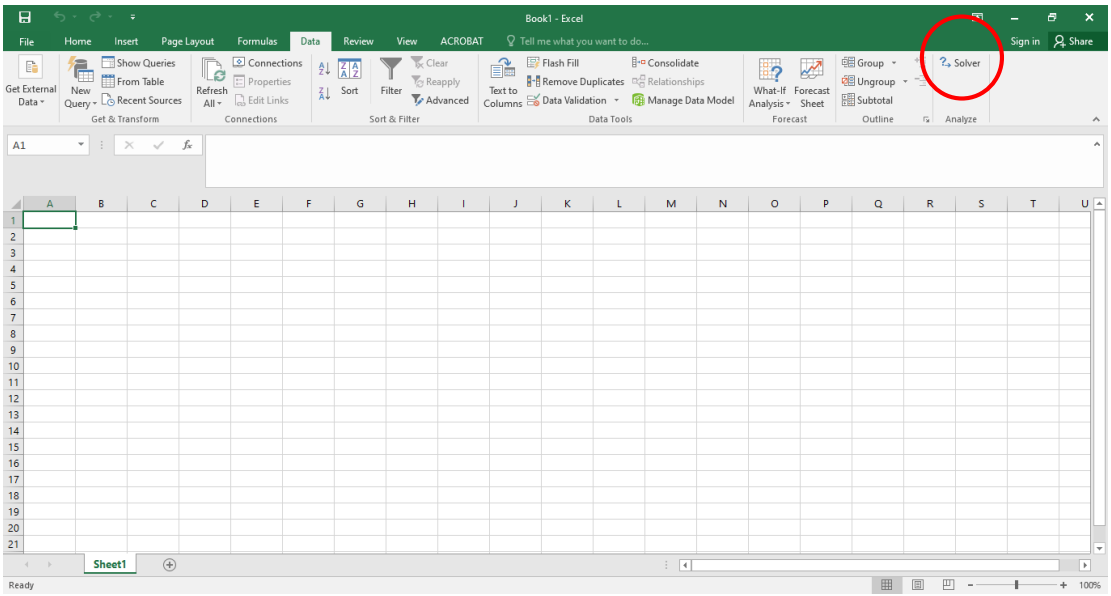
คู่มือการใช้งานสำหรับโปรแกรมช่วย

ขั้นตอนการใช้โปรแกรมช่วยสำหรับการวางแผนการผลิตน้ำแข็ง

1. เปิดโปรแกรมไมโครซอฟ เอ็กเซล (Microsoft Excel)

2. กรณีที่โปรแกรมไมโครซอฟ เอ็กเซล (Microsoft Excel) ยังไม่ได้ทำการเพิ่มโปรแกรมย่อยโซฟเวอร์-แอดอิน (Solver-add in) ให้ผู้ใช้ทำการเพิ่มโซฟเวอร์-แอดอิน (Solver-add in) โดยการไปที่ File>Excel Option > Add-in > Manage Excel Add-in > Select the Solver Add-in checkbox > ok

3. โดยเมื่อกดปุ่ม ok แล้ว ปุ่มใช้งาน Solver จะแสดงดังภาพซึ่งจะสามารถใช้งานได้โดยการไปที่ Data > Solver ซึ่งหน้าแรกของโปรแกรมจะแสงดงัภาพ ง-1

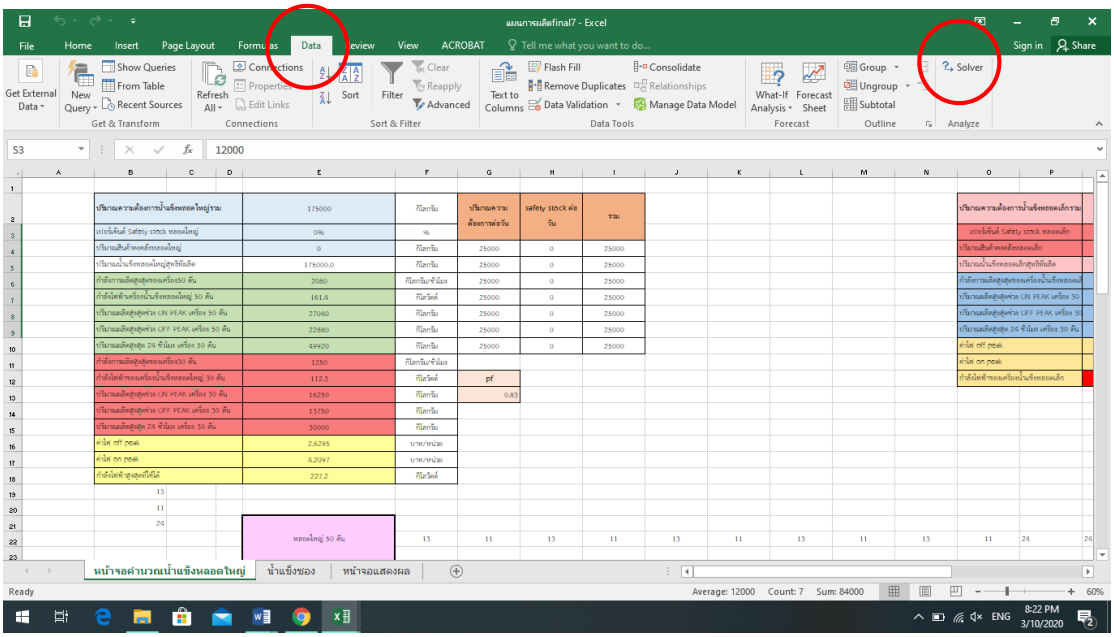


ภาพ ง-1 หน้าแรกของโปรแกรม Microsoft Excel

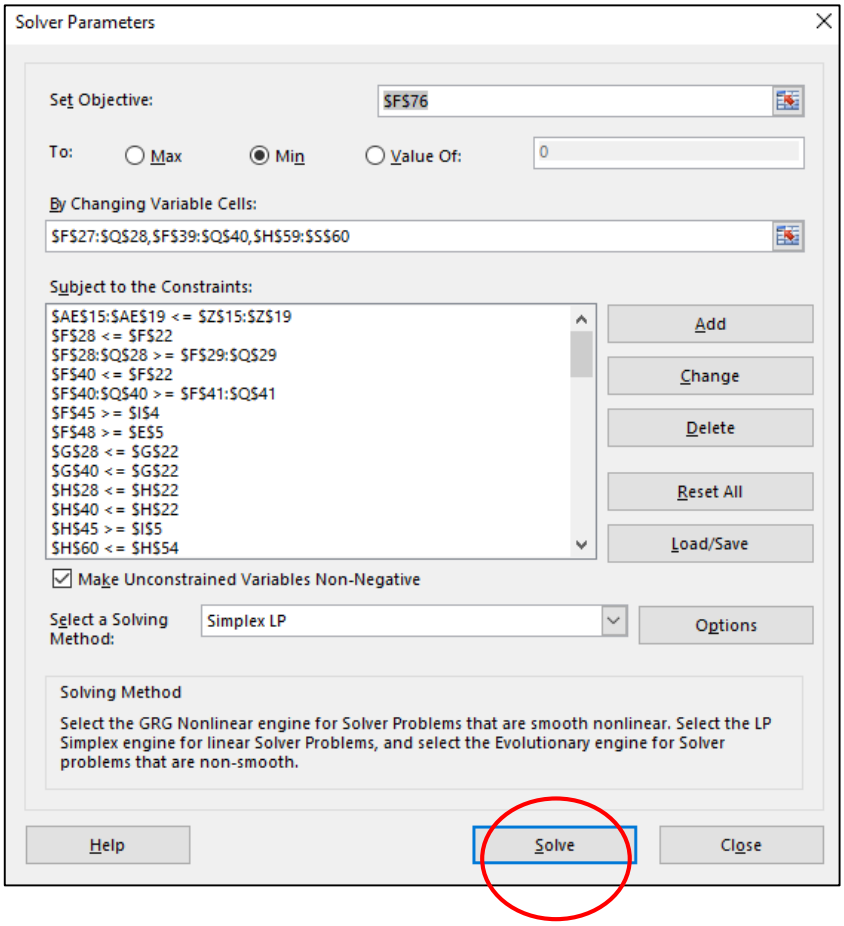
4. เมื่อผู้ใช้ทำการติดตั้งโซฟเวอร์-แอดอิน (Solver-add in) ในโปรแกรมไมโครซอฟ เอ็กเซล (Microsoft Excel) ได้เรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานทำการเปิดโปรแกรมวางแผนการผลิตน้ำแข็งขึ้นมา

5. เมื่อต้องการวางแผนการผลิต ผู้ใช้งานจะต้องกรอกปริมาณความต้องการแต่ละวันของน้ำแข็งแต่ละชนิดที่ช่องกรอกปริมาณความต้องการ และเปอร์เซ็นต์ระดับสินค้าเพื่อความปลอดภัย (Safety stock) ที่ช่องกรอก โดยสามารถดูรายละเอียดได้ที่ภาคผนวก ค

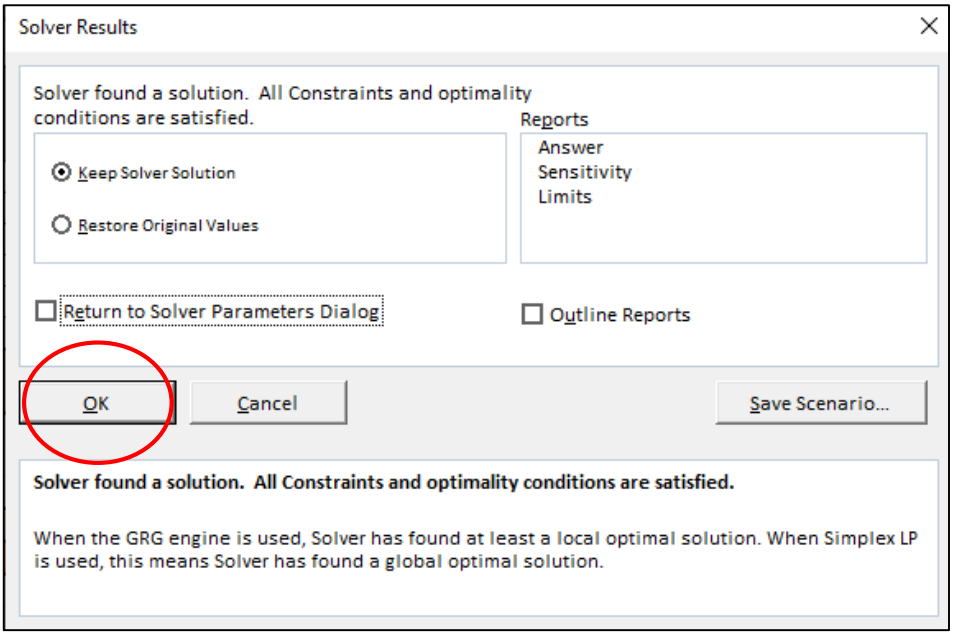
6. หลังจากนั้นทำการกดเมนู ข้อมูล (Data) > Solver แสดงดังภาพ ง-2 จากนั้นหน้าจอ Solver Parameters จะปรากฏขึ้นมา แสดงดังภาพ ง-3 กด Solver > Ok แสดงดังภาพ ง-4



ภาพ ง-2 หน้าจอโปรแกรมช่วย

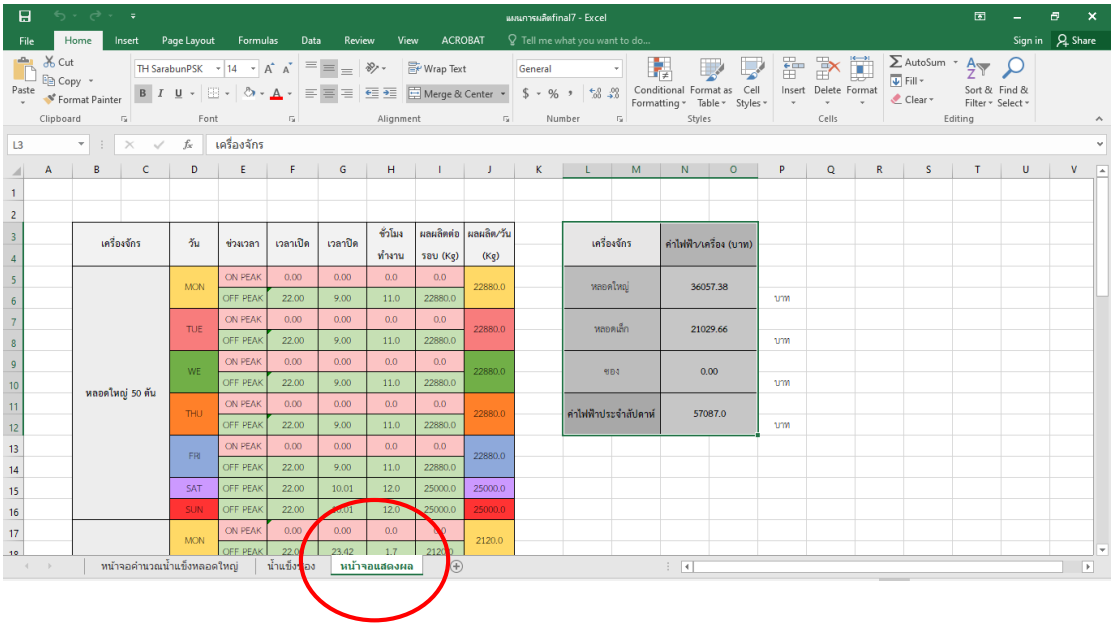


ภาพ ง-3 Solver Parameters



ภาพ ง-4 Solver Results

7. หลังจากนั้น ให้กดไปที่หน้าจอแสดงผลจะพบกับแผนการผลิตของน้ำแข็งทั้ง 3 ประเภท สำหรับหนึ่งสัปดาห์



ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล : นางสาวสุมินตรา ศรีคำ
รหัสนักศึกษา : 590610353
วัน เดือน ปี เกิด : 11 กุมภาพันธ์ 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน : 163 หมู่ที่ 4 ตำบล เวียง
อำเภอ เชียงคำ จังหวัด พะเยา 56110
ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดาราวิทยาลัย เชียงใหม่
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ พะเยา
เบอร์โทรศัพท์ : 0946249911

ชื่อสกุล : นางสาวอภิสรา ตรีวิทยา
รหัสนักศึกษา : 590610356
วัน เดือน ปี เกิด : 17 กรกฎาคม 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน : 79/80 หมู่ที่ 2 ตำบล ช้างเผือก
อำเภอ เมือง จังหวัด เชียงใหม่ 50300
ประวัติการศึกษา: กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เบอร์โทรศัพท์ : 0835748759