การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยการจัดตารางในการจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมันแห่งหนึ่ง

นายศุภณัฐ สีทา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Energy efficiency improvement by fuel distribution scheduling of the fuel depot

Mr. Supanut Sitha

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยการจัดตารางในการจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมันแห่งหนึ่ง
โดย	นายศุภณัฐ สีทา
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์วรโชค ไชยวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์วรโชค ไชยวงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ศุภณัฐ สีทา : การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยการจัดตารางในการจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมันแห่งหนึ่ง. (Energy efficiency improvement by fuel distribution scheduling of the fuel depot) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.วรโชค ไชยวงศ์

งานวิจัยนี้นำเสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยการจัดตารางการเติมน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมันที่เข้ามารับน้ำมันในคลังน้ำมันกรณีศึกษา โดยการจัดตารางการรับน้ำมันจะคำนึงถึงความสำคัญของปั๊มมากกว่าคำสั่งซื้อน้ำมัน และคำสั่งซื้อที่ถูกจัดตารางเป็นคำสั่งซื้อที่สามารถรับน้ำมันได้หลายชนิดในเวลาเดียวกัน ประกอบกับการใช้งานปั๊มที่ปั๊มแต่ละตัวสามารถจ่ายน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมัน 2-5 คันพร้อม ๆ กัน ซึ่งกระบวนการจัดตารางจะเป็นแบบฮิวริสติกพลวัต (Dynamic Heuristic) โดยอาศัยกฎ Least Operation Remaining และ Largest Total Processing Time ในการจัดลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อ และการจัดตารางเวลาที่คำนึงถึงจำนวนหัวจ่ายที่ถูกใช้งาน งานที่เหลืออยู่ในระบบ และการใช้พลังงานของปั๊มที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา จากการจัดตารางด้วยฮิวริสติกพลวัตทั้งหมด 6 วิธี พบว่าค่าพลังงานที่ใช้ต่อปริมาณน้ำมัน 1 ลิตรลดลงร้อยละ 42 จากการใช้พลังงานเฉลี่ยเดิม 0.42 วัตต์ชั่วโมงต่อลิตร เหลือเพียง 0.24 วัตต์ชั่วโมงต่อลิตร มีผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเฉลี่ยของปั๊มเป็นจำนวนเงิน 199,006.25 บาทต่อเดือน ทั้งนี้การจัดตารางดังกล่าวดำเนินการภายใต้กระบวนการจัดตารางที่รู้จำนวนงานล่วงหน้า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนงานระหว่างการจัดตาราง ที่ถูกออกแบบโดยการคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพของคลังน้ำมันเป็นหลัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา 2564 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

6170290921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Scheduling, Heuristic scheduling, Dynamic scheduling, Energy improvement

Supanut Sitha : Energy efficiency improvement by fuel distribution scheduling of the fuel depot . Advisor: Assoc. Prof. ANGSUMALIN SENJUNTICHAI, D.Eng. Co-advisor: WORACHOK CHAIWONG

This research demonstrates the improvement of energy efficiency by scheduling the truck to fill fuel in the case study fuel depot. Fuel distribution scheduling is considered based on the pump's usage rather than the fuel's order. Since the orders consist of more than one fuel type, with different fuel volumes, the pump can handle 2-5 nozzles at the same time. The Dynamic Heuristic Scheduling is proposed based on the Least Operation Remaining and Largest Total Processing Time rules to prioritize fuel order and energy factors, used-fuel nozzle quantities, and work remaining in the system, which are changing all the time. With six dynamic heuristic methods, the energy for one-liter fuel was reduced by 42%, from 0.42 watts-hour per liter to 0.24 watts-hour per liter. This also affected the pump energy cost reduction of 199,006.25 Baht per month on average. The scheduling technique is based on a stable ordering process in which there is no change in work quantities and orders during the scheduling. This method is designed by the physical characteristics of the depot under consideration.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Industrial Engineering Student's Signature .....

Academic Year: 2021 Advisor's Signature .....

Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของ รองศาสตรจารย์ ดร. อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย และอาจารย์ วรโชค ไชยวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณะอาจารย์ที่เป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย ขอขอบคุณ คุณวริชาวุธ ตรีมงคล และนายอาทิตย์ โคตรแสนลี สำหรับข้อแนะนำและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในการทำวิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศุภณัฐ สีทา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 18

1.1 ข้อมูลทั่วไปของคลังน้ำมันกรณีศึกษา 18

1.1.1 ระบบจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน 20

1.1.2 ขั้นตอนในการเข้ารับน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมัน 21

1.1.3 แผนผังคลังน้ำมันตัวอย่าง 22

1.1.4 ส่วนผสมของน้ำมันแต่ละชนิด 23

1.1.5 แผนผังโรงจ่ายน้ำมัน 24

1.1.6 แผนผังกระบวนการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับรถบรรทุกน้ำมัน 25

1.1.7 ข้อมูลอุปกรณ์ปั๊มของน้ำมันแต่ละประเภท 26

1.1.8 จำนวนรถที่เข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยในหนึ่งวัน 29

1.1.9 ประเภทของรถบรรทุกน้ำมันที่เข้ามารับบริการ 29

1.1.10 ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของรถบรรทุกน้ำมันที่เข้ามารับบริการ 31

1.2 ความเป็นมาของปัญหา 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 วัตถุประสงค์ 49
1.4 ขอบเขตงานวิจัย 50
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 50
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 50
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 51
2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย 51
2.1.1 ทฤษฎีการจัดตารางเวลา 51
2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดงาน 53
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 64
บทที่ 3 การเก็บข้อมูลและวิธีการดำเนินการวิจัย 69
3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการจ่ายน้ำมัน 69
3.1.1 ข้อมูลคำสั่งซื้อจากลูกค้า 69
3.1.2 ข้อมูลช่องจ่ายและหัวจ่าย 69
3.1.3 ข้อมูลเวลาการทำงานและค่าพลังงานในการทำงานของปั๊ม 70
3.2 กระบวนการในการจัดตารางการจ่ายน้ำมัน 73
3.2.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับการเริ่มจัดตาราง 73
3.2.1.1 การกำหนดลำดับความสำคัญของชนิดปั๊ม (Pump Prioritize) 73
3.2.1.2 การกำหนดลำดับความสำคัญของช่องจ่าย (Bay Prioritize) 74
3.2.2 การสรุปข้อมูลคำสั่งซื้อ 74
3.2.2.1 ปริมาณความต้องการทั้งหมดรายวัน 74
3.2.2.2 กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานที่ดีที่สุดของปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละวัน 75
3.2.2.3 จำแนกจำนวนชนิดน้ำมันในแต่ละคำคำสั่งซื้อ 79
3.2.3 การจัดลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อ 80
3.2.4 การจัดตารางเวลาใบคำสั่งซื้อ 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.5 การคำนวณค่าอรรถประโยชน์ 103
3.2.5.1 ค่าอรรถประโยชน์ ณ จุดเวลาใด ๆ 103
3.2.5.2 ค่าอรรถประโยชน์ใน 1 วัน 104
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย 105
บทที่ 5 การวิเคราะห์ผลการจัดตาราง 115
5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดตารางรับน้ำมัน 115
5.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการรับน้ำมัน 115
5.1.2 วิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการรับน้ำมัน 116
5.1.3 วัตถุประสงค์ในการจัดตารางการรับน้ำมัน 116
5.1.4 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของตารางการรับน้ำมัน 117
5.1.4.1 ลำดับความสำคัญของกลุ่มใบคำสั่งซื้อ 117
5.1.4.2 การจัดเรียงใบคำสั่งซื้อ 118
5.1.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตารางการรับน้ำมัน 118
5.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงานสำหรับการจัดตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อ 123
5.2.1 เดือนมีนาคม 124
5.2.2 เดือนเมษายน 130
5.2.3 เดือนพฤษภาคม 134
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 139
6.1 สรุปผลการวิจัย 139
6.2 ปัญหาและอุปสรรคในการประยุกต์ใช้การจัดตารางและข้อเสนอแนะ 142
บรรณานุกรม 145
ประวัติผู้เขียน 148

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันดีเซล (HSD) ในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของแหล่งจัดเก็บแห่งแรก 27

ตารางที่ 1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันดีเซล (HSD) ในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของแหล่งจัดเก็บแห่งที่สอง 27

ตารางที่ 1.3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 91 (GSH91) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย 27

ตารางที่ 1.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 (E85) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย 28

ตารางที่ 1.5 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย 28

ตารางที่ 1.6 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว (ULG) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย 28

ตารางที่ 1.7 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย 48

ตารางที่ 1.8 การคำนวณเปรียบเทียบค่าไฟก่อนและหลังจัดตารางงานของปั๊มของน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.) 49

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภูมิการกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยงาน 57

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลคำสั่งซื้อจากลูกค้า 71

ตารางที่ 3.2 ประเภทช่องจ่ายและชนิดน้ำมันที่รองรับและอัตราการจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิด 71

ตารางที่ 3.3 กำลังการจ่ายน้ำมันสูงสุดในแต่ละประเภท 72

ตารางที่ 3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและจำนวนการใช้งานหัวจ่ายของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันแต่ละชนิด 73

ตารางที่ 3.5 การคำนวณปริมาณน้ำมันที่ถูกสั่งซื้อ 75

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.6 จำนวนหัวจ่ายที่ควรเปิดใช้งานของแต่ละชนิดน้ำมัน 77
ตารางที่ 3.7 การคำนวณจำนวนการใช้งานและเวลาในการใช้งานปั๊มของแต่ละชนิดน้ำมัน..... 79
ตารางที่ 3.8 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิด 81
ตารางที่ 3.9 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม..... 83
ตารางที่ 3.10 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิดน้ำมัน..... 85
ตารางที่ 3.11 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม..... 87
ตารางที่ 3.12 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิด 89
ตารางที่ 3.13 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม..... 90
ตารางที่ 3.14 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิด 95
ตารางที่ 3.15 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม..... 96
ตารางที่ 3.16 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิด 98
ตารางที่ 3.17 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม..... 99
ตารางที่ 3.18 การใช้งานหัวจ่าย ณ จุดเวลาใด ๆ 104
ตารางที่ 3.19 ค่าอรรถประโยชน์ใน 1 วัน 104
ตารางที่ 4.1 ค่าพลังงานจากการจัดตาราง..... 107
ตารางที่ 4.2 ค่าไฟจากการจัดตาราง 107
ตารางที่ 4.3 ค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางการรับน้ำมันในเดือนมีนาคม 2564 เปรียบเทียบกับค่าพลังงานที่ดีที่สุดและค่าพลังงานที่ใช้จริง..... 109
ตารางที่ 4.4 ค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางการรับน้ำมันในเดือนเมษายน 2564 เปรียบเทียบกับค่าพลังงานที่ดีที่สุดและค่าพลังงานที่ใช้จริง..... 111
ตารางที่ 4.5 ค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางการรับน้ำมันในเดือนพฤษภาคม 2564 เปรียบเทียบกับค่าพลังงานที่ดีที่สุดและค่าพลังงานที่ใช้จริง..... 113
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของกฎการจ่ายงาน 117
ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าพลังงานจากการจัดตาราง 119
ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าจากการจัดตาราง 119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.4 ค่าพลังงานและค่าไฟฟ้าจากเป้าหมายที่ดีที่สุด 119
ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบค่าพลังงานจากการจัดตาราง 121
ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าจากการจัดตาราง 122
ตารางที่ 5.7 การเปรียบเทียบพลังงานที่ไม่มีการจัดตารางและที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อของเดือนมีนาคม 2564 125
ตารางที่ 5.8 ตารางการรับน้ำมันที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อ 126
ตารางที่ 5.9 ตารางการรับน้ำมันที่ได้จากจากจัดตารางที่ไม่มีการเพิ่มเวลาเผื่อ 127
ตารางที่ 5.10 การเปรียบเทียบพลังงานที่ไม่มีการจัดตารางและที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อของเดือนเมษายน 2564 131
ตารางที่ 5.11 การเปรียบเทียบพลังงานที่ไม่เพิ่มเวลาเผื่อและเพิ่มเวลาเผื่อในการจัดตารางของเดือนพฤษภาคม 2564 134
ตารางที่ 5.12 เปรียบเทียบค่าพลังงานจากตารางที่ไม่มีการเพิ่มและมีการเพิ่มเวลาเผื่อและไม่มีการจัดตาราง 137

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ระบบการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน 20

รูปที่ 1.2 เปรียบเทียบยอดจ่ายน้ำมันเฉลี่ย 3 ปี ย้อนหลัง 20

รูปที่ 1.3 ขั้นตอนการเข้ารับน้ำมัน 21

รูปที่ 1.4 แผนผังคลังน้ำมันกรณีตัวอย่าง 22

รูปที่ 1.5 แผนผังถังเก็บน้ำมันและสารอื่น ๆ 23

รูปที่ 1.6 แผนผังโรงจ่ายน้ำมัน 24

รูปที่ 1.7 หัวจ่ายน้ำมันด้านข้างตัวรถบรรทุก (Bottom Loading) 24

รูปที่ 1.8 หัวจ่ายน้ำมันด้านบนตัวรถบรรทุก (Top Loading) 25

รูปที่ 1.9 แผนผังกระบวนการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 26

รูปที่ 1.10 จำนวนรถบรรทุกที่เข้ามารายวันโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนในปี พ.ศ. 2563 29

รูปที่ 1.11 โครงสร้างภายในถังบรรจุน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมัน 29

รูปที่ 1.12 รถบรรทุกน้ำมันขนาด 16,000 ลิตร 30

รูปที่ 1.13 รถบรรทุกน้ำมันขนาดมากกว่า 16,000 ลิตร 30

รูปที่ 1.14 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถลูกค้าเดี่ยวที่อยู่ในคลังน้ำมัน 31

รูปที่ 1.15 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถลูกค้าพ่วงที่อยู่ในคลังน้ำมัน 31

รูปที่ 1.16 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถโอนคลังที่อยู่ในคลังน้ำมัน 32

รูปที่ 1.17 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถ COD ขนาด 16,000 ลิตร 32

รูปที่ 1.18 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถ COD ขนาดมากกว่า 16,000 ลิตร 33

รูปที่ 1.19 กระบวนการบริหารคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากลูกค้า 35

รูปที่ 1.20 การเข้าสู่ระบบตู้ I-Terminal 36

รูปที่ 1.21 การสแกนลายนิ้วมือที่ตู้ I-Terminal 36

รูปที่ 1.22 การกรอกหมายเลขทะเบียนรถที่ตู้ I-Terminal 37
รูปที่ 1.23 การเลือกทะเบียนรถที่ตู้ I-Terminal 37
รูปที่ 1.24 การเลือกประเภทของลูกค้าที่ตู้ Terminal 38
รูปที่ 1.25 การป้อนหมายเลขคำสั่งซื้อที่ตู้ I-Terminal 38
รูปที่ 1.26 การจัดช่องใส่น้ำมันที่ตู้ I-Terminal 39
รูปที่ 1.27 การจัดช่องใส่น้ำมันที่ตู้ I-Terminal 39
รูปที่ 1.28 การกำหนดปริมาณที่ต้องการเติมที่ตู้ I-Terminal 40
รูปที่ 1.29 การยืนยันการจัดช่องเติมน้ำมันที่ตู้ I-Terminal 40
รูปที่ 1.30 การพิมพ์ใบรับซีลที่ตู้ I-Terminal 41
รูปที่ 1.31 การดำเนินการที่แผนกบริการขาย 41
รูปที่ 1.32 การตรวจวัดแอลกอฮอล์และดำเนินการที่ห้องขาย 42
รูปที่ 1.33 การสร้างข้อมูลการจ่ายน้ำมันในระบบ TAS 42
รูปที่ 1.34 การแสดงสถานการณ์ดำเนินการในระบบ TAS 43
รูปที่ 1.35 การออกเอกสารใบกำกับภาษี/ใบกำกับการขนส่ง 43
รูปที่ 1.36 การลงชื่อที่ใบกำกับภาษี/ใบกำกับการขนส่ง 44
รูปที่ 1.37 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในช่วง 1 วัน 45
รูปที่ 1.38 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในช่วง 1 สัปดาห์ 45
รูปที่ 1.39 จำนวนการใช้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ตลอดทั้งวันในวันที 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.) ... 46
รูปที่ 1.40 การเข้ามาของรถบรรทุกน้ำมันที่ใช้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ในช่วง 0.00 น. ถึง 4.00 น. ในวันที 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ... 46
รูปที่ 1.41 จำนวนการใช้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ตลอดทั้งหลังจากจัดตารางแล้ววันในวันที 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.) 47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 1.42 การจัดตารางงานให้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ตลอดทั้งหลังจากจัดตารางแล้ววันในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.) 48

รูปที่ 2.1 ลักษณะของการจัดตารางเวลาของงานด้วย Gantt Chart..... 52

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิ Gantt Charts [1]..... 58

รูปที่ 2.3 ภาพรวมของกรอบการทำงานแบบ Six sigma 65

รูปที่ 2.4 จำลองระบบการให้บริการของศูนย์อาหารในมหาวิทยาลัย 65

รูปที่ 3.1แผนภาพการจำแนกใบคำสั่งซื้อตามจำนวนชนิดน้ำมันพร้อมแปลงเป็นเวลาการเติมน้ำมัน 79

รูปที่ 3.2 แผนภาพการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 4 ชนิด 84

รูปที่ 3.3 แผนภาพการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 3 ชนิด 88

รูปที่ 3.4 แผนภาพการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 2 ชนิด 92

รูปที่ 3.5 ใบคำสั่งซื้อที่มีจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิด 3 ชนิด และ 2 ชนิดที่ไม่สามารถรับน้ำมันได้ใน 1 รอบ ก่อนแยกลำดับการเติม 93

รูปที่ 3.6 ใบคำสั่งซื้อที่มีจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิด 3 ชนิด 3 และ 2 ชนิดที่ไม่สามารถรับน้ำมันได้ใน 1 รอบ หลังแยกลำดับการเติม 94

รูปที่ 3.7 แผนภาพการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 6 และ 5 ชนิด 97

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการจัดตารางใบคำสั่งซื้อชนิด A..... 101

รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการจัดตารางใบคำสั่งซื้อชนิด B..... 103

รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงการเติมน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมันในวันที่ 21 มีนาคม 2564 ตั้งแต่เวลา 0.00-3.00 น. 105

รูปที่ 4.2 แผนผังแสดงการเติมน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมันในวันที่ 21 มีนาคม 2564 ตั้งแต่เวลา 0.00-3.00 น. ตามตารางการรับน้ำมัน 105

รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบพลังงานเดือนมีนาคม 2564..... 106

รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบพลังงานเดือนเมษายน 2564 106

รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบพลังงานในเดือนพฤษภาคม 2564..... 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.6 เวลาที่ใช้ในการเติมน้ำมันแต่ละวันสำหรับใบสั่งซื้อในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2564 108
รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบพลังงานเดือนมีนาคม 2564 110
รูปที่ 4.8 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานเทียบกับ Best Target ในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 110
รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบพลังงานเดือนเมษายน 2564 112
รูปที่ 4.10 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานเทียบกับ Best Target ในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 112
รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบพลังงานในเดือนพฤษภาคม 2564 114
รูปที่ 4.12 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานเทียบกับ Best Target ในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 114
รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบยอดจ่ายรวมน้อยสุด 116
รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบยอดจ่ายรวมมากสุด 116
รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางกับค่าพลังงานที่ใช้จริงและค่าพลังงานที่เป็นเป้าหมายที่ดีที่สุด 120
รูปที่ 5.4 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ได้จากการจัดตารางกับค่าพลังงานที่ใช้จริงและค่าพลังงานที่เป็นเป้าหมายที่ดีที่สุด 120
รูปที่ 5.5 เปรียบเทียบค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางกับค่าพลังงานที่ใช้จริงและค่าพลังงานที่เป็นเป้าหมายที่ดีที่สุด 122
รูปที่ 5.6 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ได้จากการจัดตารางกับค่าพลังงานที่ใช้จริงและค่าพลังงานที่เป็นเป้าหมายที่ดีที่สุด 123
รูปที่ 5.7 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 124
รูปที่ 5.8 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่ไม่มีเวลาเผื่อตารางเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 128
รูปที่ 5.9 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่ไม่มีเวลาเผื่อตารางเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 128

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 5.10 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 129

รูปที่ 5.11 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 129

รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบพลังงานเดือนมีนาคม 2564 130

รูปที่ 5.13 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 130

รูปที่ 5.14 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 131

รูปที่ 5.15 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 132

รูปที่ 5.16 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อตารางเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 132

รูปที่ 5.17 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อตารางเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 133

รูปที่ 5.18 เปรียบเทียบพลังงานเดือนเมษายน 2564 133

รูปที่ 5.19 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 134

รูปที่ 5.20 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 135

รูปที่ 5.21 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 135

รูปที่ 5.22 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 136

รูปที่ 5.23 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 136

รูปที่ 5.24 เปรียบเทียบพลังงานเดือนพฤษภาคม 2564 137

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 5.25 เปรียบเทียบค่าพลังงานทุกรูปแบบของทุกเดือน..... 138

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิต การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเป็นสิ่งสำคัญพร้อมคำนึงถึงคุณภาพ ต้นทุน และเวลา นั่นหมายถึง ผู้ประกอบการต้องผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงสุด ต้นทุนต่ำสุด และใช้เวลาน้อยที่สุด ปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตและบริการประเภทใดย่อมต้องมีคู่แข่งทางการค้า การลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบในการพิจารณาที่ส่งผลต่อภาพรวมในการสร้างข้อได้เปรียบกับคู่แข่งได้ ปัญหาด้านการจัดการกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น มีสาเหตุจากการขาดการบริหารการจัดการที่ดี ขาดความรู้ความเข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาความสูญเปล่าที่กระจัดกระจายอยู่ในกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดเวลาในกระบวนการผลิตยาวนาน ดังนั้นผู้วิจัยเกิดแนวความคิดที่จะปรับปรุงกระบวนการวิธีการทำงานโดยมีเป้าหมายเพื่อการปรับปรุง คือ การลดการสูญเสียพลังงานและลดเวลาในกระบวนการผลิต โดยนำเครื่องมือพื้นฐานทางสถิติและการจัดตารางงานมาประยุกต์ใช้เพื่อการปรับปรุงอย่างเป็นระบบเพื่อให้การจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันเพื่อไปจำหน่ายได้รวดเร็วขึ้นจะทำให้เพิ่มโอกาสในการจำหน่ายเพิ่มขึ้นเช่นกัน

1.1 ข้อมูลทั่วไปของคลังน้ำมันกรณีศึกษา

คลังน้ำมันกรณีศึกษาเป็นคลังน้ำมันสาขาหนึ่งของบริษัทน้ำมันและการค้าปลีก ซึ่งมีสาขาอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยคลังน้ำมันกรณีศึกษาอยู่ในภูมิภาคตอนกลางของประเทศไทย โดยมีระบบการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันและการจัดการองค์กรดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คลังน้ำมัน ตั้งอยู่เลขที่ 30 หมู่ 7 ตำบลเสาไห้ อำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรี 18160 บนเนื้อที่ 89 ไร่ 3 งาน 28 ตารางวา และมีพื้นที่กันชนโดยรอบคลังอีก 223 ไร่ 3 งาน 12 ตารางวา รวมเป็นพื้นที่ 313 ไร่ 2 งาน 40 ตารางวา เริ่มก่อสร้างคลัง ตั้งแต่วันที่ 7 เมษายน 2538 และเริ่มเปิดดำเนินการได้เมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2543 โดยมีการรับน้ำมันทางท่อที่มาจากโรงกลั่นน้ำมันทางภาคตะวันออกจังหวัดระยองและชลบุรี และมีการจ่ายน้ำมันทางรถยนต์ ซึ่งคลังดังกล่าวเป็นคลังที่รับน้ำมันที่เป็นน้ำมันพื้นฐานจากโรงกลั่นและจัดเก็บที่ถังสำรอง นอกจากนั้นมีการรับน้ำมันทางเลือกได้แก่ ไบโอดีเซล (B100), เอทานอล ซึ่งจัดเก็บที่ถังสำรองเช่นกันโดยมีการผสมน้ำมันพื้นฐานกับน้ำมันทางเลือกเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันชนิดต่าง ๆ สำหรับจำหน่าย โดยเป็นคลังน้ำมันที่มีผลิตภัณฑ์น้ำมันครบทุก

ผลิตภัณฑ์และเป็นศูนย์กลางในการจัดจ่ายน้ำมันให้กับคลังต่าง ๆ ในภูมิภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคเหนือ

ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่คลังมีจำหน่ายคือ

1. น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว หรือ ULG (Unleaded Gasoline)
2. น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 91 (ส่วนผสมตามสูตรที่ขออนุญาตผลิต)
3. น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 (ส่วนผสมตามสูตรที่ขออนุญาตผลิต)
4. น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 (ส่วนผสมตามสูตรที่ขออนุญาตผลิต)
5. น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 (ส่วนผสมตามสูตรที่ขออนุญาตผลิต)
6. น้ำมันดีเซลหมุนเร็วชนิดไม่เติมสารเติมแต่ง (ส่วนผสมตามสูตรที่ขออนุญาตผลิต)
    6.1 น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือ HSD B7 (High Speed Diesel B7) หรือน้ำมันดีเซลที่มีไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอเตอร์ของกรดไขมันผสมอยู่ไม่เกินร้อยละ 7
    6.2 น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือ HSD B10 (High Speed Diesel B10) หรือน้ำมันดีเซลที่มีไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอเตอร์ของกรดไขมันผสมอยู่ไม่เกินร้อยละ 10
    6.3 น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือ HSD B20 (High Speed Diesel B20) หรือน้ำมันดีเซลที่มีไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอเตอร์ของกรดไขมันผสมอยู่ไม่เกินร้อยละ 20
7. น้ำมันดีเซลหมุนเร็วธรรมดา (ส่วนผสมตามสูตรที่ขออนุญาตผลิต)
    7.1 น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือ HSD B7 (High Speed Diesel B7) หรือน้ำมันดีเซลที่มีไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอเตอร์ของกรดไขมันผสมอยู่ไม่เกินร้อยละ 7
    7.2 น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือ HSD B10 (High Speed Diesel B10) หรือน้ำมันดีเซลที่มีไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอเตอร์ของกรดไขมันผสมอยู่ไม่เกินร้อยละ 10
    7.3 น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว หรือ HSD B20 (High Speed Diesel B20) หรือน้ำมันดีเซลที่มีไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอเตอร์ของกรดไขมันผสมอยู่ไม่เกินร้อยละ 20

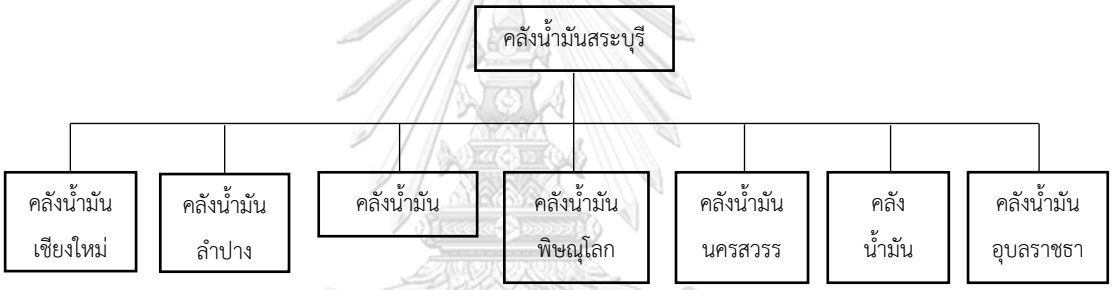
ช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันของคลังมีทั้งการขายให้กับผู้ประกอบการสถานีบริการน้ำมันและการส่งไปที่คลังภูมิภาคปลายทางเพื่อจัดจำหน่ายให้กับลูกค้าผู้ประกอบการสถานีบริการน้ำมัน โดยการจัดส่งจะมีการจัดส่ง 3 วิธี คือ ลูกค้านำรถบรรทุกน้ำมันมารับเอง, ทางคลังน้ำมันกรณีตัวอย่างบริการขนส่งให้กับลูกค้าและทางคลังน้ำมันกรณีตัวอย่างจัดส่งให้กับคลังภูมิภาค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

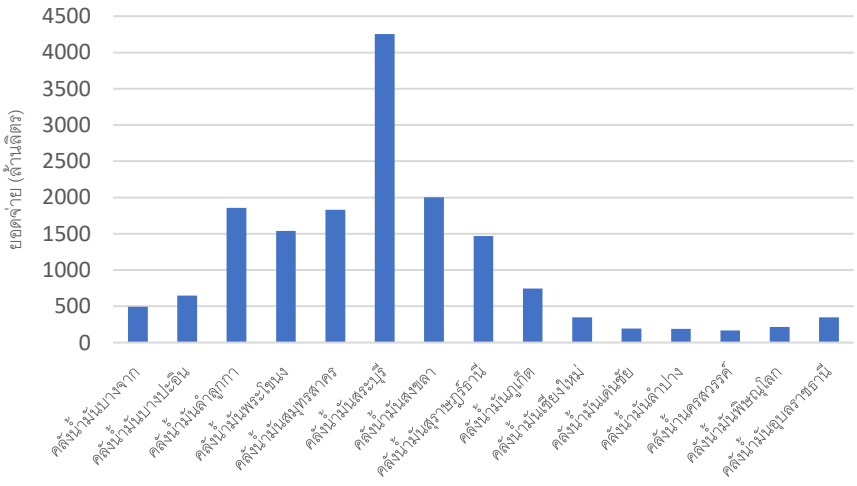
1.1.1 ระบบจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน

ในปัจจุบันคลังน้ำมันของบริษัทกรณีศึกษามีจำนวน 19 แห่ง กระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ โดยคลังน้ำมันที่ผู้วิจัยศึกษาตั้งอยู่ที่จังหวัดสระบุรี เป็นศูนย์กลางในการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันไปยังคลังน้ำมันในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก

ระบบการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันปัจจุบันเป็นการขนส่งโดยบรรทุกน้ำมัน โดยมีคลังน้ำมันสระบุรีเป็นศูนย์กลางซึ่งการจัดจ่ายแบ่งออกเป็นการจัดจ่ายไปยังสถานีบริการน้ำมันในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกกว่า 51 จังหวัดและการจัดจ่ายไปยังคลังน้ำมันภูมิภาคจำนวน 7 แห่ง ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งเป็นคลังน้ำมันที่มีปริมาณความต้องการและความสามารถในการจ่ายน้ำมันสูงที่สุดเป็นอันดับ 1 ของประเทศไทย เมื่อเปรียบเทียบยอดจ่ายน้ำมันเฉลี่ย 3 ปี ย้อนหลังของแต่ละคลังดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 ระบบการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน

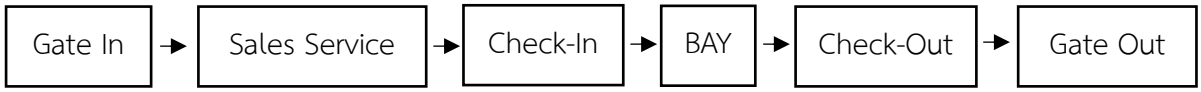


รูปที่ 1.2 เปรียบเทียบยอดจ่ายน้ำมันเฉลี่ย 3 ปี ย้อนหลัง

1.1.2 ขั้นตอนในการเข้ารับน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมัน

ขั้นตอนในการเข้ารับน้ำมันที่คลังน้ำมันสระบุรีตั้งแต่เข้ามาในคลังฯจนออกจากคลังเป็นไปดังรูปที่ 1.3 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เริ่มจากเข้าช่องบริการที่ป้อมรักษาความปลอดภัยขาเข้า (Gate In) แตะบัตรเพื่อยืนยันข้อมูลพนักงานขับรถและทะเบียนรถ โดยมีพนักงานรักษาความปลอดภัย (รปภ.) ตรวจสอบความถูกต้อง และระบบจะแจ้งจำนวนรถและช่องว่างในลานจอดรถ
2. พนักงานขับรถ จอดรถที่ลานจอดและเดินไปติดต่อห้องขาย (Sale Service) และแตะบัตรที่ห้องขายเพื่อยืนยันการเริ่มการจัดคิว
3. ขอบัตรคิวผ่านหน้าจอ KIOS (ระบบจัดคิวอัตโนมัติ) ซึ่งระบบจะทำคำจัดช่องน้ำมัน โดยกดยืนยันเพื่อให้ระบบจัดคิว และกำหนดหมายเลขโรงจ่ายในการเข้ารับน้ำมัน
4. รอเรียกคิว ระบบจะแสดงการจัดลำดับคิวบนหน้าจอที่จุดต่าง ๆ (หน้าห้องขาย, จุด เช็คอิน, โรงอาหาร) และแจ้งเตือนผ่านไปยังโทรศัพท์มือถือของพนักงานขับรถ
5. ยืนยันคิวในการเข้ารับน้ำมัน แตะบัตรที่ห้องขายเพื่อยืนยันเข้ารับน้ำมัน และขับรถเพื่อไปติดต่อจุดเช็คอิน
6. ผ่านจุดเช็คอิน แตะบัตรเพื่อยืนยันการเข้าตรวจสอบที่จุดเช็คอิน
7. เมื่อถึงโรงจ่ายน้ำมัน (BAY) แตะบัตรที่โรงจ่ายน้ำมันเพื่อยืนยันการเข้ารับน้ำมันที่โรงจ่ายน้ำมัน
8. ผ่านจุดเช็คเอาท์ แตะบัตรเพื่อยืนยันการเข้าตรวจสอบที่เช็คเอาท์
9. เมื่อถึงช่องบริการสุดท้ายที่ป้อมรักษาความปลอดภัยขาออก (Gate Out) แตะบัตรเพื่อยืนยันข้อมูลพนักงานขับรถ และทะเบียนรถ โดยมี รปภ.ตรวจสอบความถูกต้องและระบบจะแจ้งจำนวนรถและช่องว่างในลานจอดรถ



รูปที่ 1.3 ขั้นตอนการเข้ารับน้ำมัน

1.1.3 แผนผังคลังน้ำมันตัวอย่าง

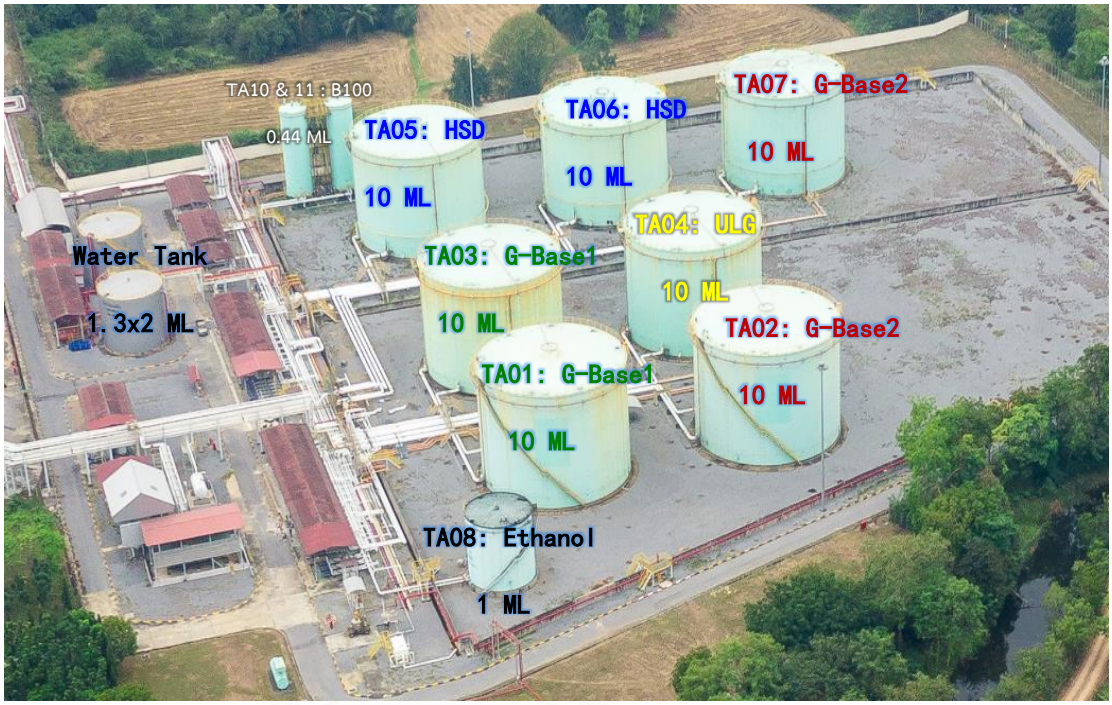
ภายในพื้นที่คลังตัวอย่างมีทางเข้าออกเพียงทางเดียวที่จุดบริเวณป้อม รปภ. และมีลักษณะการไหลของรถขนส่งน้ำมันเป็นรูปแบบตัวยู ดังรูปที่ 1.4

รูปที่ 1.4 แผนผังคลังน้ำมันกรณีตัวอย่าง

ในส่วนของแผนผังถังเก็บน้ำมันเป็นไปดังรูปที่ 1.5 ซึ่งแต่ละถังจะเก็บน้ำมันที่เป็นน้ำมันพื้นฐาน เพื่อรอการนำไปผสมแล้วจ่ายออกต่อไป ประกอบด้วยถังเก็บน้ำมันจำนวน 7 ถัง ไบโอดีเซล (B100) จำนวน 2 ถัง เอทานอลจำนวน 1 ถัง ถังน้ำจำนวน 2 ถัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ถังเก็บน้ำมันดีเซล (HSD) มีจำนวนสองถังคือ TA05 และ TA06 มีปริมาตรรวม 20 ล้านลิตร
- ถังเก็บน้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 1 (G-Base1) มีจำนวนสองถัง คือTA01 และ TA03 มีปริมาตรรวม 20 ล้านลิตร
- ถังเก็บน้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) มีจำนวนสองถัง คือ TA02 และ TA07 มีปริมาตรรวม 20 ล้านลิตร
- ถังเก็บน้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว (ULG) มีจำนวนหนึ่งถัง คือ TA04 มีปริมาตรรวม 10 ล้านลิตร

- ถังเก็บไบโอดีเซล (B100) มีจำนวนสองถัง คือ TA10 และ TA11 มีปริมาตรรวม 440,000 ลิตร
- ถังเก็บเอทานอล มีจำนวนหนึ่งถัง คือ TA08 มีปริมาตรรวม 1 ล้านลิตร
- ถังเก็บน้ำ มีจำนวนสองถัง มีปริมาตรรวม 2.6 ล้านลิตร (มีไว้สำรองน้ำสำหรับดับเพลิง)



รูปที่ 1.5 แผนผังถังเก็บน้ำมันและสารอื่น ๆ

Chulalongkorn University

1.1.4 ส่วนผสมของน้ำมันแต่ละชนิด

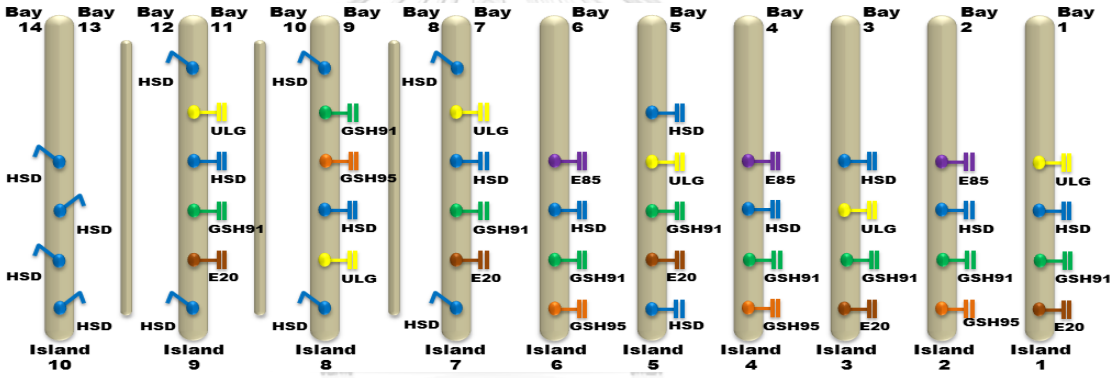
น้ำมันที่ถูกรับไปจำหน่ายที่สถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ มีการผสมตามสูตรของทางบริษัท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. น้ำมันดีเซล (HSD) สามารถผสมไบโอดีเซล (B100) และสารเติมแต่ง (Additive) จะได้ผลิตภัณฑ์ น้ำมันดีเซล B7 (ผสมไบโอดีเซล 7%) น้ำมันดีเซล B10 (ผสมไบโอดีเซล 10%) และ น้ำมันดีเซล B20 (ผสมไบโอดีเซล 20%)
2. น้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 1 (G-Base1) สามาถผสมเอทานอลและสารเติมแต่ง (Additive) จะได้ผลิตภัณฑ์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 91 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 (ผสมเอทานอล 85%)

3. น้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) สามาถผสมเอทานอลและสารเติมแต่ง (Additive) จะได้ผลิตภัณฑ์ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 (ผสมเอทานอล 20%)
4. น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว (ULG) สามารถผสมสารเติมแต่ง (Additive) จะได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันเบนซิน

1.1.5 แผนผังโรงจ่ายน้ำมัน

โรงจ่ายน้ำมัน (Bay) เป็นจุดที่ให้บริการจ่ายน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมัน ภายในโรงจ่ายน้ำมันมีช่องให้บริการทั้งหมด 14 ช่อง และมี 10 สถานี โดยแต่ละช่องจะประกอบด้วยหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดดังรูปที่ 1.6 ซึ่งแบ่งชนิดหัวจ่ายออกเป็น 2 ชนิด คือ หัวจ่ายน้ำมันด้านข้างตัวรถบรรทุก (Bottom Loading) ดังรูปที่ 1.7 และหัวจ่ายน้ำมันด้านบนตัวรถบรรทุก (Top Loading) ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.6 แผนผังโรงจ่ายน้ำมัน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 1.7 หัวจ่ายน้ำมันด้านข้างตัวรถบรรทุก (Bottom Loading)

รูปที่ 1.8 หัวจ่ายน้ำมันด้านบนตัวรถบรรทุก (Top Loading)

โดยมีจำนวนหัวจ่ายรวม 47 หัวจ่าย ซึ่งเป็นหัวจ่ายน้ำมันด้านข้างตัวรถบรรทุก (Bottom Loading) จำนวน 37 หัวจ่าย และเป็นหัวจ่ายน้ำมันด้านบนตัวรถบรรทุก (Top Loading) จำนวน 10 หัวจ่าย สามารถจำแนกตามชนิดของน้ำมันได้ดังนี้

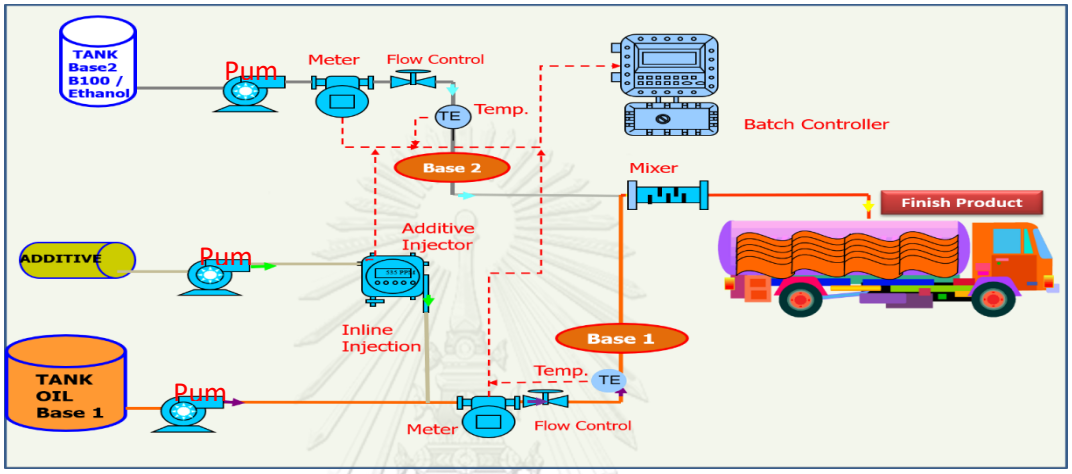
- น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (HSD) จำนวน 20 หัวจ่าย
- น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว (ULG) จำนวน 4 หัวจ่าย
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 91 (GSH91) จำนวน 9 หัวจ่าย
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 (GSH95) จำนวน 6 หัวจ่าย
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 (E20) จำนวน 5 หัวจ่าย
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 (E85) จำนวน 3 หัวจ่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.1.6 แผนผังกระบวนการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับรถบรรทุกน้ำมัน

การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะมีการผสมส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตามสัดส่วนของผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงนั้น ๆ โดยกระบวนการจ่ายน้ำมันเริ่มจากพนักงานขับรถบรรทุกน้ำมันป้อนหมายเลขคำสั่งซื้อที่เครื่องควบคุมปริมาณการจ่ายของเหลว หรือ Batch Controller โดยเครื่องควบคุมปริมาณการจ่ายของเหลวจะได้ข้อมูลปริมาณและชนิดของน้ำมันของคำสั่งซื้อนั้นแล้วคำนวณอัตราส่วนของส่วนผสมในน้ำมันชนิดนั้น ๆ แล้วสั่งการให้ปั๊มทำงานเพื่อสูบน้ำมัน ไบโอดีเซล (ในกรณีที่จ่ายน้ำมันดีเซล) เอทานอล (ในกรณีที่จ่ายน้ำมันเบนซิน) และสารเติมแต่ง (Additive) ให้ได้ตามสัดส่วนจากสูตรที่คำนวณมา โดยเครื่องควบคุมปริมาณการจ่ายของเหลวยังสั่งการวาล์วควบคุมอัตรา

การไหลเพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณการจ่ายเวลานั้น ๆ อีกด้วย ในระบบจะมีมิเตอร์เพื่อนับปริมาณการจ่ายของน้ำมันหรือส่วนผสมอื่น ๆ แล้วส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องควบคุมปริมาณการจ่ายของเหลวเพื่อแจ้งสถานการณ์จ่ายปัจจุบันในเวลานั้น ๆ น้ำมันและส่วนผสมจะถูกคลุกเคล้ากันในอุปกรณ์ Mixer โดยมีลักษณะเป็นท่อกลมเท่ากับท่อจ่ายน้ำมัน ข้างในมีลักษณะเป็นตะแกรง เมื่อผ่านจุดนี้ก็จะลงถังน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมัน ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 แผนผังกระบวนการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

1.1.7 ข้อมูลอุปกรณ์ปั๊มของน้ำมันแต่ละประเภท

อุปกรณ์ปั๊มจะถูกติดตั้งเพื่อสูบน้ำมันพื้นฐานออกจากถังเก็บเพื่อจ่ายให้กับรถบรรทุกน้ำมัน โดยน้ำมันพื้นฐานแต่ละชนิดจะมีขนาดและจำนวนปั๊ม รวมไปถึงมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิดดังนี้

1. น้ำมันดีเซล (HSD) มีการใช้ปั๊มจาก 2 สถานที่ เนื่องจากมีการเก็บสำรองอยู่ 2 แห่ง มีรายละเอียดดังนี้
    - ปั๊มจากแหล่งจัดเก็บแห่งแรก ขนาด 315 kW จำนวน 4 ตัว ใช้งานจ่าย 5 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิดดังตารางที่ 1.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันดีเซล (HSD) ในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของแหล่งจัดเก็บแห่งแรก

จำนวนหัวจ่าย	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)
1	160	89.84
2	164	92.09
3	172	96.58
4	177	99.39
5	180	101.07

- ปั๊มจากแหล่งจัดเก็บแห่งที่สอง ขนาด 56 kW จำนวน 6 ตัว ใช้งานจ่าย 3 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิดดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันดีเซล (HSD) ในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของแหล่งจัดเก็บแห่งที่สอง

จำนวนหัวจ่าย	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)
1	43	22.63
2	47	24.74
3	50	26.32

2. น้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 1 (G-Base1) การใช้ปั๊มจะจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ตามชนิดน้ำมัน
    - น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 91 (GSH91) มีปั๊มขนาด 52 kW จำนวน 3 ตัว ใช้งานจ่าย 3 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิดดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 91 (GSH91) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย

จำนวนหัวจ่าย	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)
1	42	21
2	46	23
3	49	24.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 (E85) มีปั๊มขนาด 52 kW จำนวน 2 ตัว ใช้งานจ่าย 2 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิดดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 (E85) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย

จำนวนหัวจ่าย	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)
1	42	21
2	45	22.5
3	49	24.5

3. น้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) มีปั๊มขนาด 55 kW จำนวน 3 ตัว ใช้งานจ่าย 3 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิดดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย

จำนวนหัวจ่าย	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)
1	42	22.11
2	46	24.21
3	50	26.32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

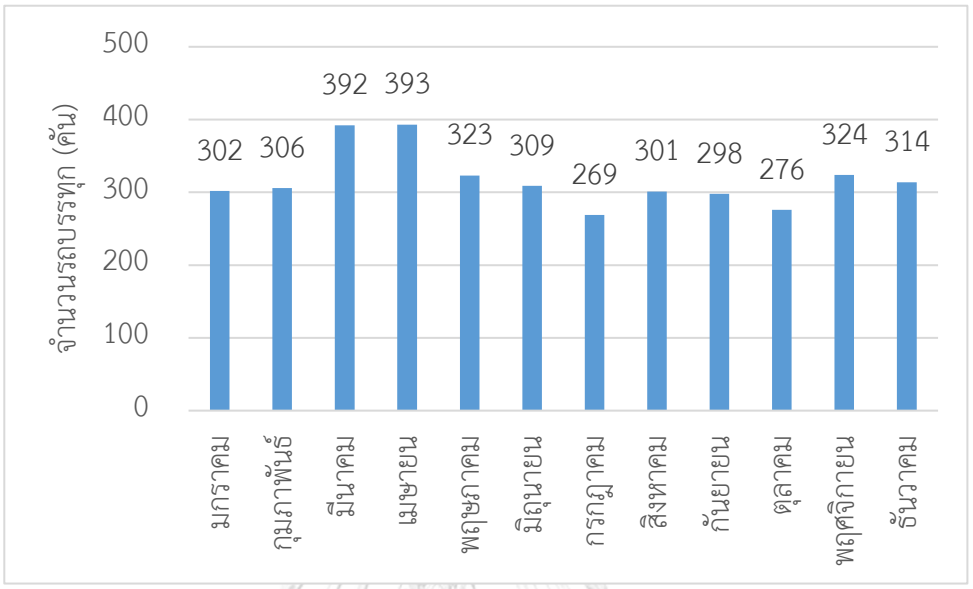
4. น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว (ULG) มีปั๊มขนาด 52 kW จำนวน 3 ตัว ใช้งานจ่าย 3 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิดดังตารางที่ 1.6

ตารางที่ 1.6 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันน้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว (ULG) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย

จำนวนหัวจ่าย	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)
1	42	21
2	46	23
3	50	25

1.1.8 จำนวนรถที่เข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยในหนึ่งวัน

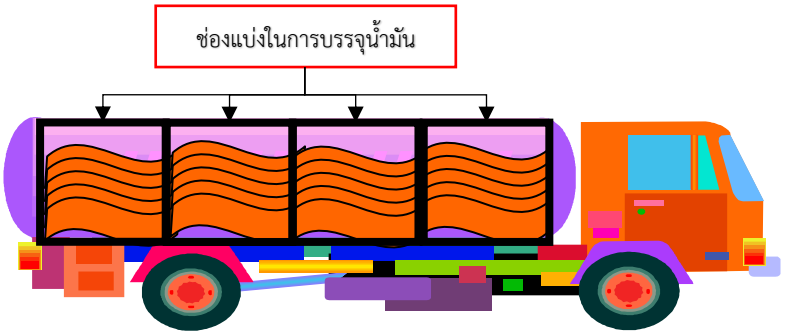
คลังน้ำมันกรณีตัวอย่างมีจำนวนรถที่เข้ามาโดยเฉลี่ยในแต่ละวันอยู่ที่ 317 คัน โดยมีจำนวนรถบรรทุกที่เข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือนตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ดังรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 จำนวนรถบรรทุกที่เข้ามารายวันโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนในปี พ.ศ. 2563

1.1.9 ประเภทของรถบรรทุกน้ำมันที่เข้ามารับบริการ

รถบรรทุกที่เข้ามารับบริการแต่ละคันมีขนาดต่างกัน ซึ่งโครงสร้างภายในถังบรรจุมีการแบ่งสัดส่วนเพื่อแยกพื้นที่ในการบรรจุน้ำมันแต่ละประเภท ดังนั้นรถบรรทุก 1 คัน สามารถบรรจุน้ำมันได้มากกว่า 1 ประเภท ตามสัดส่วนจำนวนช่องของแต่ละคัน ดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 โครงสร้างภายในถังบรรจุน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมัน

ในการบันทึกเวลาการเข้ารับน้ำมันมีการแบ่งชนิดของรถขนส่งน้ำมันตามความจุและจุดประสงค์ในการขนส่ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

- ลูกค้าเดี่ยว หมายถึง ลูกค้าที่ใช้รถขนส่งน้ำมันที่มีความจุน้อยกว่า 16,000 ลิตร เป็นลักษณะรถตอนเดียว ไม่มีลูกพ่วง มีจำนวนช่องแบ่งประเภทน้ำมันจำนวน 4 ช่อง
- ลูกค้าพ่วง หมายถึง ลูกค้าที่ใช้รถขนส่งน้ำมันที่มีความจุมากกว่า 16,000 ลิตร เป็นลักษณะรถที่มีลูกพ่วงหรือรถเทรลเลอร์ มีจำนวนช่องแบ่งประเภทน้ำมันจำนวน 8-10 ช่อง ขึ้นอยู่กับขนาดของความจุถัง
- รถโอนคลัง คือรถที่ใช้ขนส่งน้ำมันระหว่างคลังต้นทางไปยังคลังปลายทาง โดยมีขนาดความจุมากกว่า 16,000 ลิตรขึ้นไป
- รถ COD เป็นรถที่ทางบริษัทจัดการขนส่งน้ำมันให้กับลูกค้า จากคลังน้ำมันไปยังปั๊มน้ำมัน ซึ่งสินค้ายังคงเป็นของบริษัทจนถึงหน้าปั๊ม แบ่งออกเป็นประเภทย่อยตามขนาดความจุ คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 16,000 ลิตร และมากกว่า 16,000 ลิตรขึ้นไป ดังรูปที่ 1.12 และ 1.13

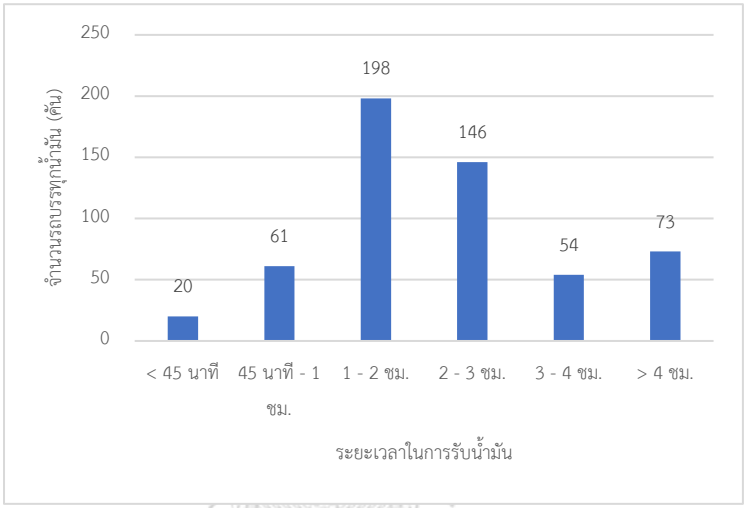
รูปที่ 1.12 รถบรรทุกน้ำมันขนาด 16,000 ลิตร

รูปที่ 1.13 รถบรรทุกน้ำมันขนาดมากกว่า 16,000 ลิตร

1.1.10 ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของรถบรรทุกน้ำมันที่เข้ามารับบริการ

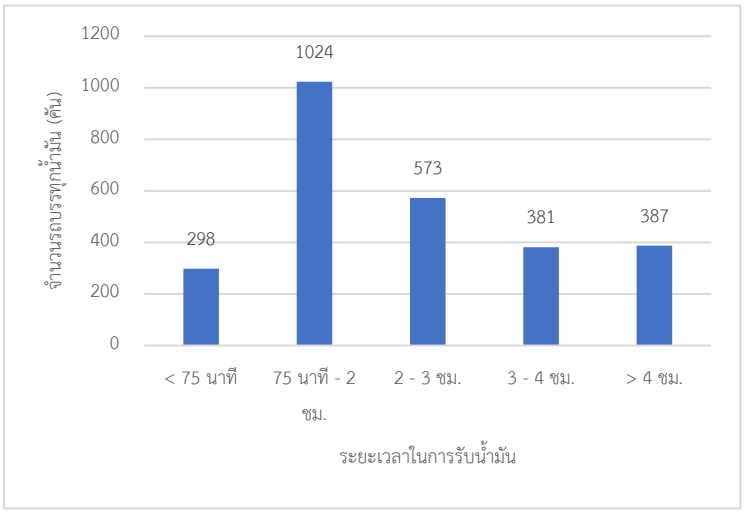
จากข้อมูลเดือนมกราคมถึงธันวาคมในปี พ.ศ. 2563 ระยะเวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกน้ำมันในการรับบริการสามารถแบ่งได้ตามประเภทรถดังนี้

- ลูกค้าเดี่ยว (รถน้ำมันขนาด 16,000 ลิตร) ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1 ชั่วโมง 53 นาที โดยมาค่าฐานนิยมอยู่ในช่วง 1 ถึง 2 ชั่วโมง ในการรับน้ำมัน ดังรูปที่ 1.14



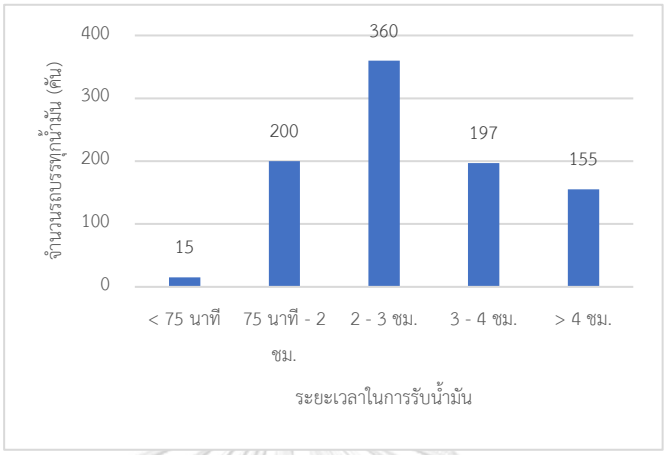
รูปที่ 1.14 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถลูกค้าเดี่ยวที่อยู่ในคลังน้ำมัน

- ลูกค้าพ่วง (รถน้ำมันขนาดมากกว่า 16,000 ลิตร) ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 2 ชั่วโมง 49 นาที โดยมีค่าฐานนิยมอยู่ในช่วง 75 นาที ถึง 2 ชั่วโมง ในการรับน้ำมัน ดังรูปที่ 1.15



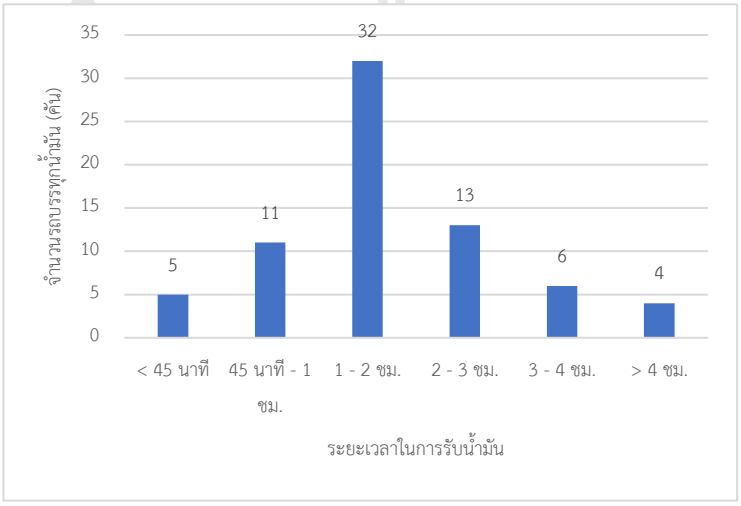
รูปที่ 1.15 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถลูกค้าพ่วงที่อยู่ในคลังน้ำมัน

- รถโอนคลัง (รถน้ำมันขนาดมากกว่า 16,000 ลิตร) ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 3 ชั่วโมง 14 นาที โดยมีค่าฐานนิยมอยู่ในช่วง 2 ถึง 3 ชั่วโมง ในการรับน้ำมัน ดังรูปที่ 1.16

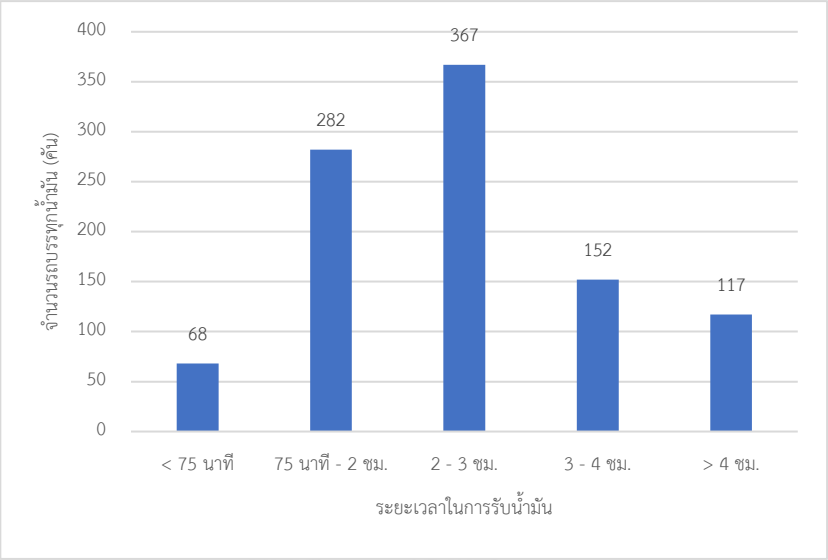


รูปที่ 1.16 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถโอนคลังที่อยู่ในคลังน้ำมัน

- รถ COD แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อยตามขนาดความจุ คือ รถที่มีขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 16,000 ลิตร ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 2 ชั่วโมง 9 นาที โดนมีค่าฐานนิยมอยู่ในช่วง 1 ถึง 2 ชั่วโมง ในการรับน้ำมันและ รถที่มีขนาดมากกว่า 16,000 ลิตรขึ้นไป ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 2 ชั่วโมง 31 นาที โดยมีค่าฐานนิยมอยู่ในช่วง 75 นาที ถึง 2 ชั่วโมง ในการรับน้ำมัน ดังรูปที่ 1.17 และ 1.18 ตามลำดับ



รูปที่ 1.17 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถ COD ขนาด 16,000 ลิตร



รูปที่ 1.18 ระยะเวลาเฉลี่ยตลอดทั้งปี พ.ศ. 2563 ของรถ COD ขนาดมากกว่า 16,000 ลิตร

1.2 ความเป็นมาของปัญหา

คลังน้ำมันกรณีศึกษาเป็นคลังน้ำมันที่มีปริมาณความต้องการและความสามารถในการจ่ายน้ำมันสูงที่สุดเป็นอันดับ 1 ของประเทศไทย ลักษณะการให้บริการของคลังน้ำมันกรณีศึกษาจะเน้นให้ผู้ขับขี่รถขนส่งน้ำมันเป็นผู้ดำเนินการเองเป็นส่วนใหญ่ ทางคลังฯมีหน้าที่เพียงจัดการระบบให้พร้อมต่อการจ่ายน้ำมัน ซึ่งในการเข้ามารับน้ำมัน มีกระบวนการสั่งซื้อจนกระทั่งการเข้ามารับน้ำมัน มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระบวนการบริหารคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากลูกค้า

การสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องมีการประสานไปยังศูนย์บริหารคำสั่งซื้อและลูกค้าสัมพันธ์ (ORC) เพื่อทำการสั่งซื้อ (Order) และยืนยันก่อนเข้ารับน้ำมันที่คลังน้ำมัน ดังรูปที่ 1.19

1. เริ่มจากลูกค้าทำการสั่งซื้อสินค้าผ่านโทรศัพท์ อีเมล์ หรือ เว็บไซต์ ไปยังศูนย์บริหารคำสั่งซื้อและลูกค้าสัมพันธ์ ทางศูนย์บริหารคำสั่งซื้อและลูกค้าสัมพันธ์จะทำการสำรองสินค้าไว้ หากไม่มีสินค้า ก็จะแจ้งยกเลิกคำสั่งซื้อสินค้านั้น ๆ
2. ถ้ามีสินค้า ทางศูนย์บริหารคำสั่งซื้อและลูกค้าสัมพันธ์จะรับคำสั่งซื้อ และทำการแยกชนิดของคำสั่งซื้อว่าเป็นสินค้าผลิตภัณฑ์(Product) หรือสินค้าส่งเสริมการขาย(Sales Service) หากเป็นสินค้าส่งเสริมการขาย จะต้องจัดทำว่าเป็นคำสั่งซื้อชนิดส่งเสริมการขาย แต่ถ้าเป็น

สินค้าผลิตภัณฑ์ จะมีการคัดแยกต่อว่าเป็นผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอน หรือผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น (ซึ่งไม่ใช่ผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงจึงขอไม่กล่าวถึง)

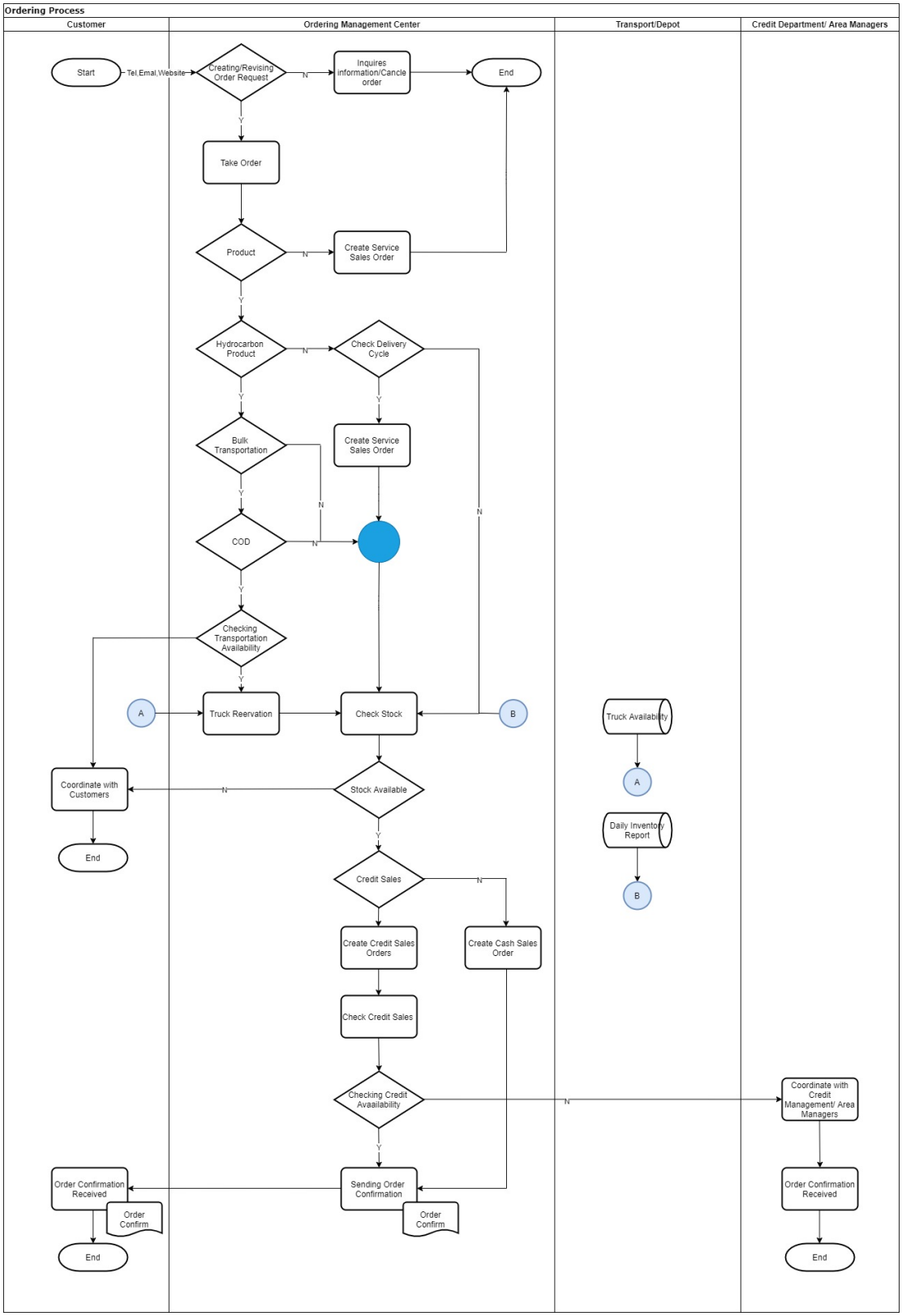
3. หากเป็นคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนแล้วนั้น จะมีการคัดแยกว่าลูกค้าต้องการมารับสินค้าเองหรือต้องการให้ทางบริษัทจัดส่งให้
4. ในกรณีที่ลูกค้าต้องการมารับสินค้าเอง จะมีการตรวจสอบสถานะคงคลัง
5. จากนั้นตรวจสอบว่าเป็นลูกค้าชนิดใด
    - กรณีลูกค้าชำระด้วยเงินสด จะจัดทำว่าเป็นคำสั่งซื้อชนิดเงินสด (Cash Sales Order) และทำการยืนยันคำสั่งซื้อกับลูกค้าเพื่อให้ลูกค้าเข้ามารับสินค้าในลำดับต่อไป
    - กรณีลูกค้าชำระแบบมีเงื่อนไข จะจัดทำว่าเป็นคำสั่งซื้อชนิดแบบมีเงื่อนไข (Credit Sales Order) จากนั้นตรวจสอบวงเงินเครดิต (Credit limit) ของลูกค้า

        - กรณีลูกค้าวงเงินเครดิตไม่ผ่าน ต้องมีการประสานงานไปยังแผนกสินเชื่อเพื่อให้ผู้จัดการสินเชื่อตรวจสอบและรับรองวงเงินเครดิตของลูกค้า จากนั้นจะยืนยันคำสั่งซื้อกับลูกค้าเพื่อให้ลูกค้าเข้ามารับสินค้าในลำดับต่อไป

        - กรณีลูกค้าวงเงินเครดิตผ่าน จะทำการยืนยันคำสั่งซื้อกับลูกค้าเพื่อให้ลูกค้าเข้ามารับสินค้าในลำดับต่อไป

6. ในกรณีต้องการให้ทางบริษัทจัดส่งให้ จะมีการตรวจสอบว่าเป็นคำสั่งซื้อรถโอนคลังหรือคำสั่งซื้อที่ลูกค้าต้องการให้ทางบริษัทจัดส่งให้ หากเป็นคำสั่งซื้อรถโอนคลังจะมีกระบวนการดังข้อ 5. ที่กล่าวมาในข้างต้น
7. ในกรณีเป็นคำสั่งซื้อรถโอนคลังหรือคำสั่งซื้อที่ลูกค้าต้องการให้ทางบริษัทจัดส่งให้ จะต้องมีการตรวจสอบรถขนส่ง
    - ในกรณีที่มีรถให้บริการจัดส่ง จะทำการสำรองรถบรรทุกน้ำมัน และเข้าสู่กระบวนการดังข้อ5.ที่กล่าวไว้ในข้างต้น
    - ในกรณีที่ไม่สามารถสำรองรถบรรทุกน้ำมันเพื่อให้จัดส่งในเวลาที่ลูกค้าต้องการได้นั้น จะมีการประสานไปยังลูกค้าเพื่อเจรจาจัดหารถในรอบถัดไปที่เร็วที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 1.19 กระบวนการบริหารคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากลูกค้า

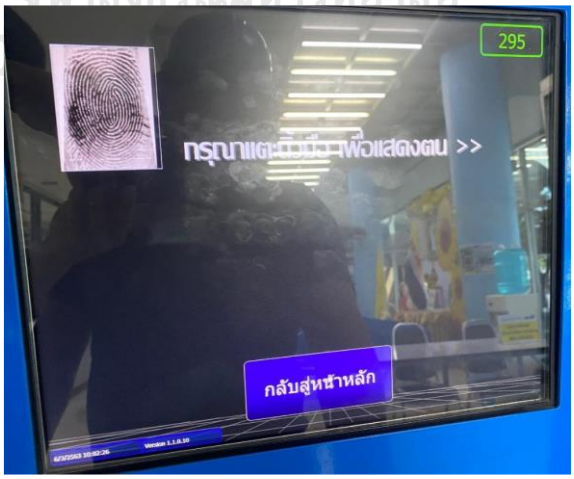
กระบวนการเข้ารับน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมัน

หลังจากได้รับการยืนยันคำสั่งซื้อ (Order) เรียบร้อยแล้ว พนักงานขับรถจะนำรถบรรทุกน้ำมันเข้ารับน้ำมันที่คลังน้ำมัน โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

1. เมื่อพนักงานขับรถบรรทุกน้ำมันนำรถเข้ามาถึงคลังน้ำมัน จะจอดรถแล้วเดินมาอาคารสำนักงานเพื่อดำเนินการเข้ารับน้ำมัน จากนั้นพนักงานขับรถบรรทุกน้ำมันจะเริ่มทำคำที่ตู้ I-Terminal โดยเริ่มจากกดที่หน้าจอที่คำสั่ง “เข้าสู่ระบบ” ดังรูปที่ 1.20

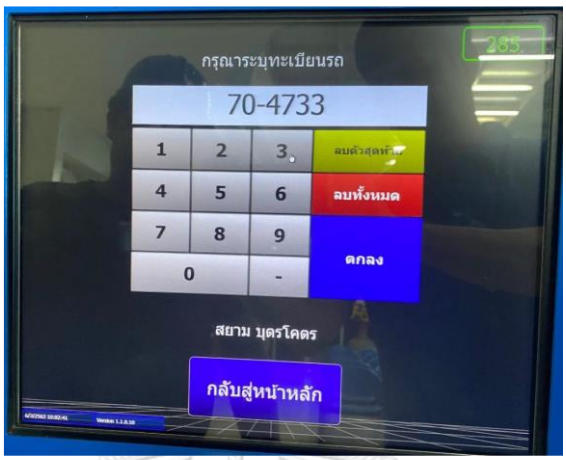
รูปที่ 1.20 การเข้าสู่ระบบตู้ I-Terminal

2. พนักงานขับรถสแกนลายนิ้วมือเพื่อยืนยันตัวตน



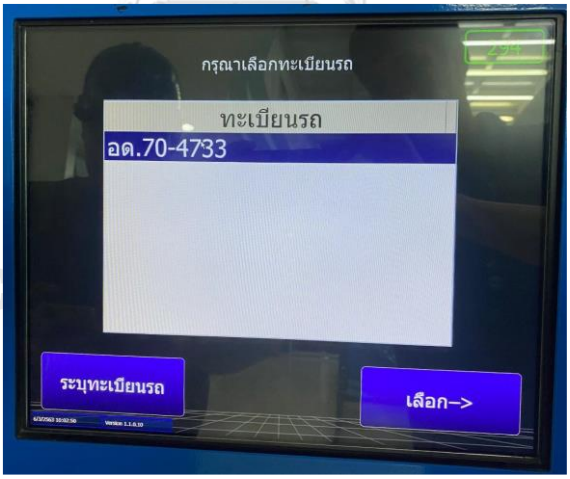
รูปที่ 1.21 การสแกนลายนิ้วมือที่ตู้ I-Terminal

3. พนักงานขับรถน้ำมันกรอกหมายเลขทะเบียนรถบรรทุกน้ำมันที่จะนำมารับน้ำมันในรอบนี้ให้ตรงกับที่ระบุในคำสั่งซื้อ



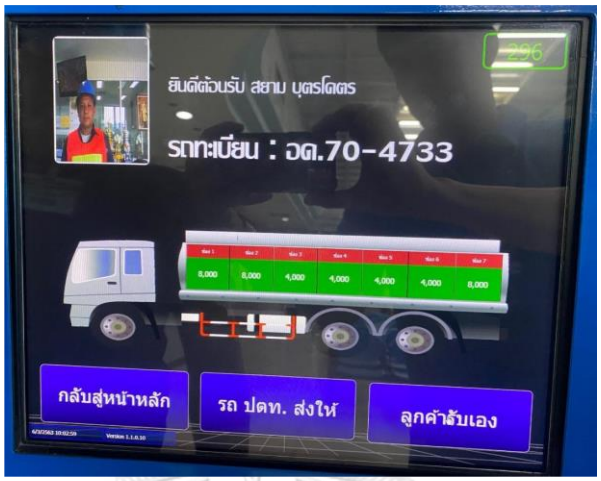
รูปที่ 1.22 การกรอกหมายเลขทะเบียนรถที่ตู้ I-Terminal

4. เลือกหมายเลขทะเบียนรถที่ระบุอักษรย่อตังวัดให้ถูกต้อง



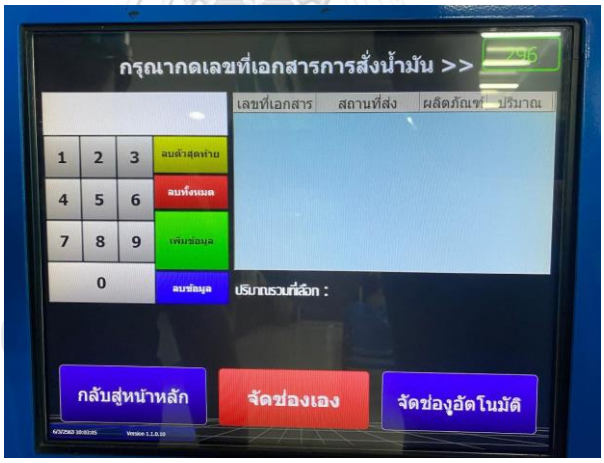
รูปที่ 1.23 การเลือกทะเบียนรถที่ตู้ I-Terminal

5. เลือกประเภทของลูกค้า ในกรณีนี้เป็นลูกค้าที่มารับเอง



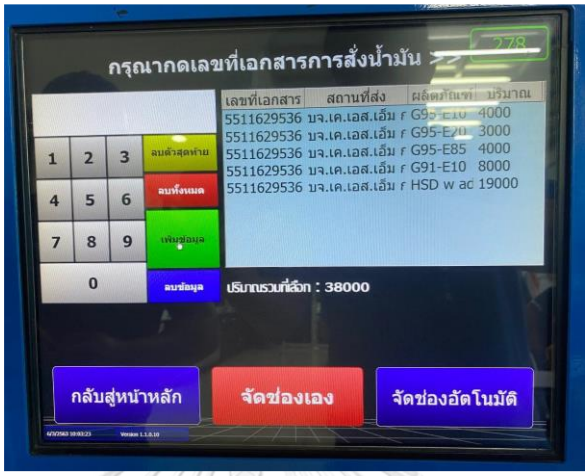
รูปที่ 1.24 การเลือกประเภทของลูกค้าที่ตู้ Terminal

6. กดหมายเลข Order 5xxxxxxxxx ที่ได้รับจาก ORC และกด “เพิ่มข้อมูล”



รูปที่ 1.25 การป้อนหมายเลขคำสั่งซื้อที่ตู้ I-Terminal

7. ตรวจสอบชนิดและปริมาณของน้ำมันที่จะสั่งซื้อว่าถูกต้องหรือไม่ หากรับน้ำมันเต็มทุกช่องและมีชนิดน้ำมันประเภทเดียว สามารถกด “จัดช่องอัตโนมัติ” แต่ถ้ารับน้ำมันมากกว่า 1 ชนิด ให้เลือก “จัดช่องเอง”



รูปที่ 1.26 การจัดช่องใส่น้ำมันที่ตู้ I-Terminal

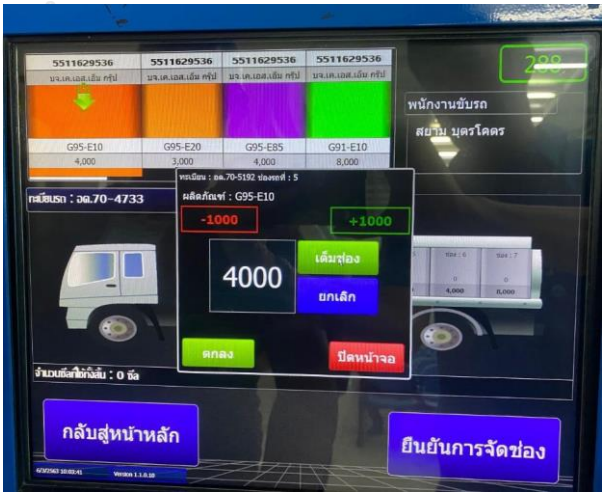
8. ให้จัดน้ำมันลงช่องตามลำดับประเภทน้ำมันที่ลูกศรสีเขียวระบุ ตัวอย่างลูกศรชี้น้ำมัน G95 E10 4000 L แตะไปที่ช่องรถที่ต้องการจะเติม

รูปที่ 1.27 การจัดช่องใส่น้ำมันที่ตู้ I-Terminal

9. ใส่จำนวนปริมาณน้ำมันที่ต้องการจะเติม โดยแตะที่ “เต็มช่อง” น้ำมันจะถูกดึงมาเต็มปริมาณ หากต้องการจะลดปริมาณน้ำมันให้แตะที่ “-1000” จนได้ปริมาณที่ต้องการ และกด “ตกลง”

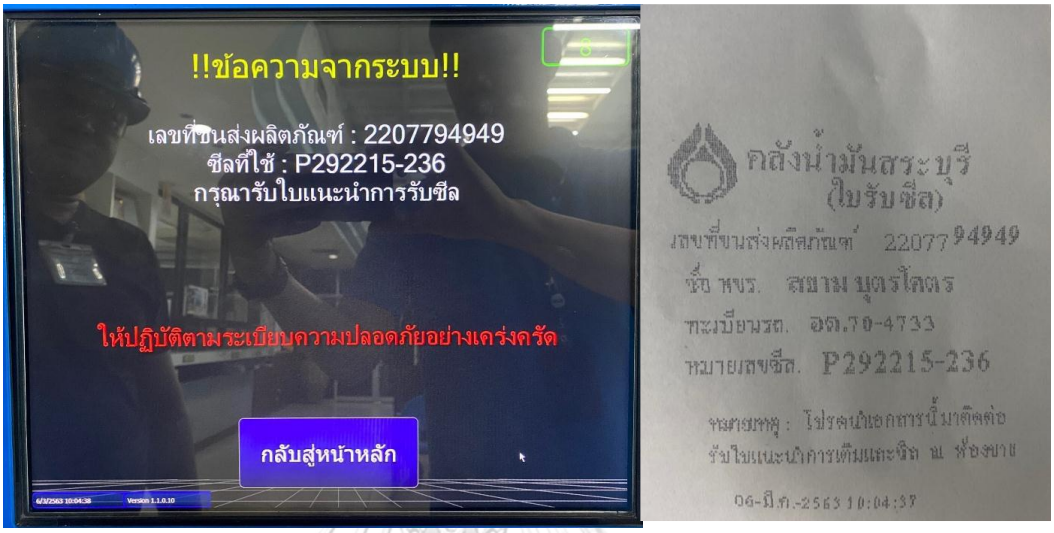
รูปที่ 1.28 การกำหนดปริมาณที่ต้องการเติมที่ตู้ I-Terminal

10. ดำเนินการใส่ชนิดและปริมาณของน้ำมันตามที่ต้องการและตรวจสอบความถูกต้องของชื่อพนักงานขับรถ, ทะเบียนรถ, จำนวนซีล, ปริมาณน้ำมัน, ชนิดน้ำมัน หากถูกต้องทุกจุดให้กดที่ “ยืนยันการจัดช่อง”



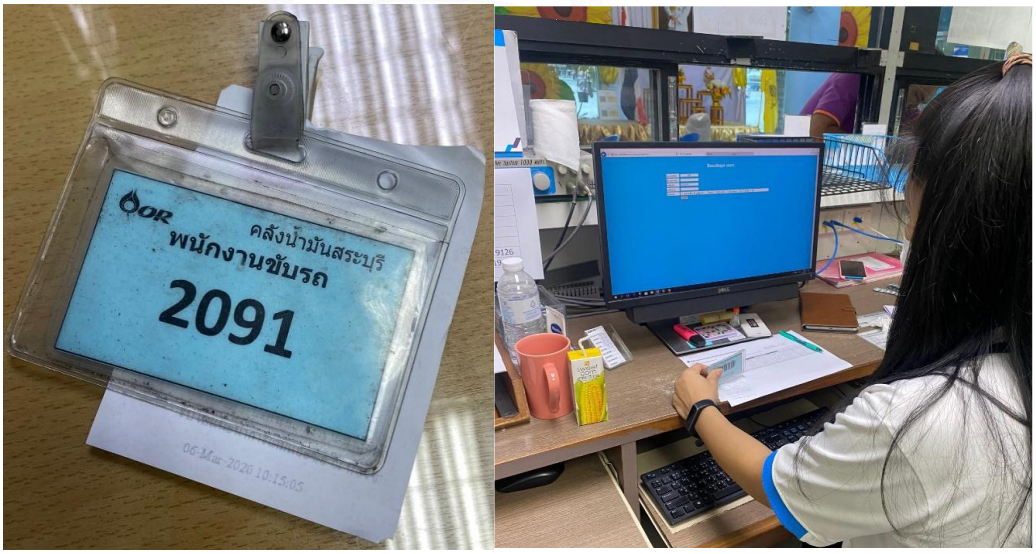
รูปที่ 1.29 การยืนยันการจัดช่องเติมน้ำมันที่ตู้ I-Terminal

11. ระบบ I-Terminal จะสร้างใบแนะนำการเติมและแจ้งหมายเลขขนส่ง/หมายเลขซีล และพิมพ์ใบรับซีลที่ตู้ I-Terminal พร้อมกับพิมพ์ใบแนะนำการเติมที่เครื่องพิมพ์ในแผนกบริการขายช่องที่ 2



รูปที่ 1.30 การพิมพ์ใบรับซีลที่ตู้ I-Terminal

12. พนักงานขับรถน้ำมันนำใบรับซีลหนีบกับบัตรพนักงานขับรถที่ได้รับจากป้อมรักษาความปลอดภัยขาเข้าคลังน้ำมัน แล้วยื่นที่ช่อง 1 แผนกบริการขาย



รูปที่ 1.31 การดำเนินการที่แผนกบริการขาย

13. พนักงานแผนกบริการขายช่องที่ 1 จะรับใบรับซีลและบัตรพนักงานขับรถ นำตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ เมื่อตรวจผ่านมาถึงช่องที่ 2 พนักงานบริการขาย ประกาศเรียกชื่อพนักงานขับรถต่อจากช่องที่ 1 เพื่อจ่ายใบแนะนำการเติมและซีลตามหมายเลขที่ระบุในใบแนะนำการเติม เพื่อส่งให้กับพนักงานขับรถ และคืนบัตรพนักงานขับรถให้พนักงานขับรถ

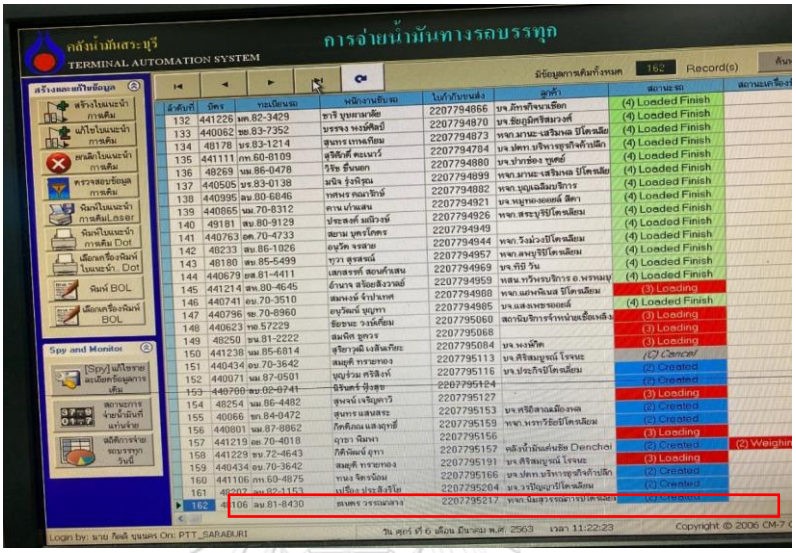
รูปที่ 1.32 การตรวจวัดแอลกอฮอล์และดำเนินการที่ห้องขาย

14. พนักงานขับรถจะนำคีย์การ์ด (Key card) ไปแตะที่ตู้สร้างข้อมูลการจ่ายน้ำมันทางรถบรรทุกของระบบ TAS และกดหมายเลข 5 หลักท้ายหมายเลขขนส่งผลิตภัณฑ์ จากใบแนะนำการเติม และกดยืนยัน (Enter)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 1.33 การสร้างข้อมูลการจ่ายน้ำมันในระบบ TAS

15. ระบบ TAS จะสร้างลำดับของข้อมูลการจ่ายขึ้นพร้อมระบุสถานะ “Created” พนักงานขับรถ จะนำรถเข้าไปรับน้ำมันที่โรงจ่ายน้ำมัน (Bay) เมื่อพนักงานขับรถรับน้ำมันครบถ้วนตามปริมาณที่สั่งซื้อ พร้อมเก็บอุปกรณ์ สถานะจะเปลี่ยนเป็น “Loaded Finish”



รูปที่ 1.34 การแสดงสถานการณ์ดำเนินการในระบบ TAS

16. เมื่อสถานะเปลี่ยนเป็น “Loaded Finish” “ใบกำกับภาษี/ใบกำกับการขนส่ง” จะถูกสั่งพิมพ์ที่จุดเช็คเอาท์

รูปที่ 1.35 การออกเอกสารใบกำกับภาษี/ใบกำกับการขนส่ง

17. พนักงานขับรถจะเคลื่อนรถมาที่จุดเช็คเอาท์ เพื่อตรวจสอบระดับน้ำมัน พร้อมร้อยลวดกับซีล เพื่อให้พนักงานปฏิบัติการปิดผนึกซีล และจ่าย “ใบกำกับภาษี/ใบกำกับการขนส่ง” ให้กับพนักงานขับรถเมื่อพนักงานขับรถลงนาม 2 จุดคือ

    17.1 ฉบับสีขาว ช่อง ซีลเรียบร้อยแล้ว/ตรวจสอบปริมาณ

    17.2 ฉบับสีฟ้า ช่อง ตรวจรับสินค้าข้างบนนี้ในสภาพเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วนแล้ว

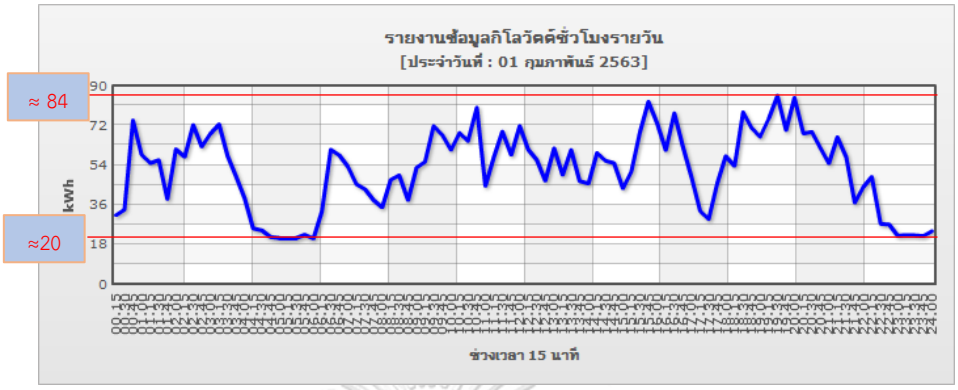
รูปที่ 1.36 การลงชื่อที่ใบกำกับภาษี/ใบกำกับการขนส่ง

18. พนักงานขับรถแยก “ใบกำกับภาษี/ใบกำกับการขนส่ง” แต่ละฉบับดังนี้

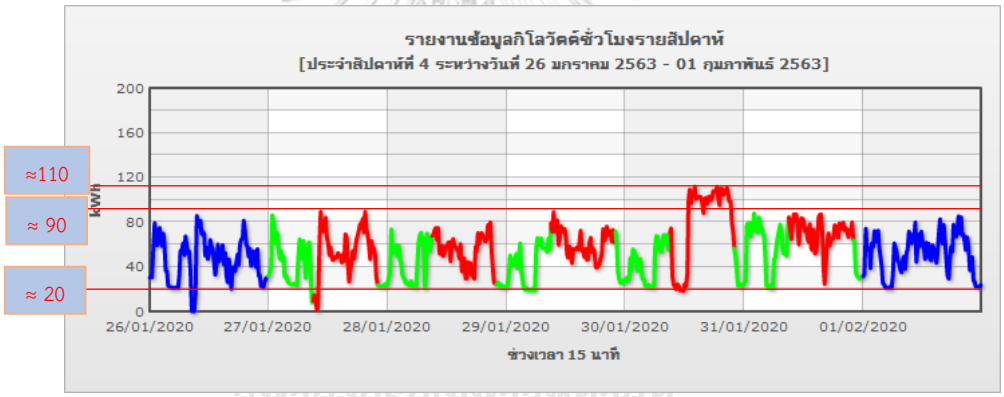
    - ฉบับสีขาวและสีเหลือง พนักงานขับรถนำกลับไปด้วย
    - ฉบับสีฟ้าและสีเขียว พนักงานขับรถส่งคืนพนักแผนกปฏิบัติการที่จุดเช็คเอาท์

จากกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่ายังไม่มีการจัดการคิวเพื่อเข้ารับน้ำมัน ซึ่งทำให้การเข้าคิวเพื่อรับน้ำมัน ผู้ขับขี่รถขนส่งน้ำมันสามารถเลือกช่องจ่ายน้ำมันเองได้ ทำให้ความสามารถในการให้บริการของสถานีจ่ายไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้การทำงานของอุปกรณ์จ่ายน้ำมันมีการใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพและมีการใช้พลังงานที่ไม่ได้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากอุปกรณ์ปั๊ม 1 ตัว ถูกออกแบบให้ใช้งานจ่ายน้ำมัน 2-5 หัวจ่ายตามที่กล่าวไว้ข้างต้นในหัวข้อ 1.1.7 แต่ในปัจจุบันมีการใช้งานพร้อมกันไม่เต็มประสิทธิภาพสูงสุดทำให้มีการสูญเสียพลังงานจากการใช้อุปกรณ์ปั๊ม โดยจากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าพบว่าในช่วงเวลาที่ไม่มีการจ่าย ทำการตัดระบบบัญชีในระบบ SAP จะมีการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 20 kWh ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีใช้งานรันปั๊ม แสดงให้เห็นว่าปั๊มมีการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 64

kWh ซึ่งคิดเป็น 76.2 % ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ดังรูปที่ 1.37 และมีบางช่วงมีการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 110 kwh ดังรูปที่ 1.38

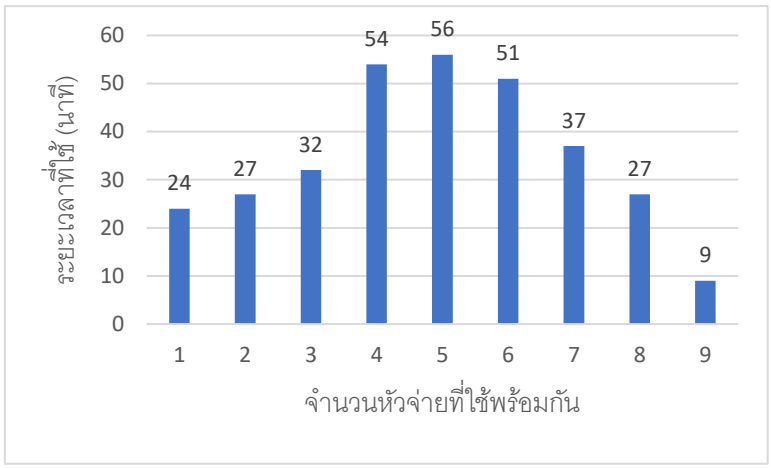


รูปที่ 1.37 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในช่วง 1 วัน

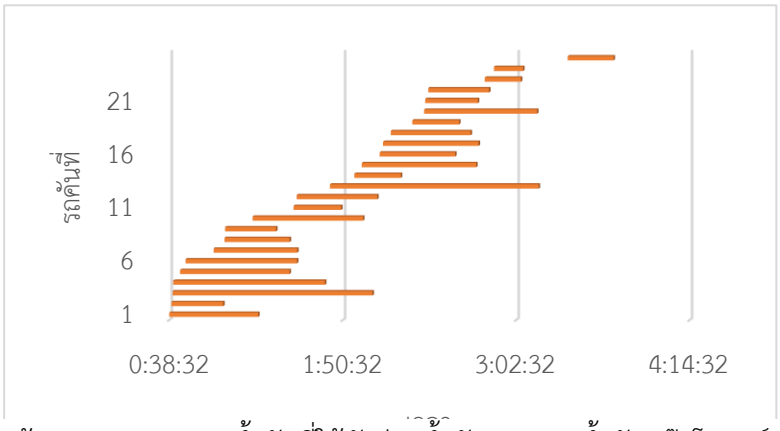


รูปที่ 1.38 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในช่วง 1 สัปดาห์

จากข้อมูลการใช้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.) มีการใช้งานหัวจ่ายที่ยังกระจายอยู่ในทุก ๆ จำนวนหัวจ่ายและมีการใช้งานพร้อมกัน 9 หัวจ่ายน้อยที่สุดที่ 9 นาที ดังรูปที่ 1.39 ซึ่งไม่ควรเป็นเช่นนั้น เนื่องจากปั๊มที่ใช้จ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 มีจำนวน 3 ตัว และ 1 ตัวจ่ายได้ 3 หัวจ่าย ถ้าหากจะใช้งานให้เต็มประสิทธิภาพควรจะใช้งานพร้อมกันทั้งหมด 9 หัวจ่ายจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด และมีแผนภาพการเข้ามาของรถบรรทุกน้ำมันดังรูปที่ 1.40



รูปที่ 1.39 จำนวนการใช้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ตลอดทั้งวันในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.)



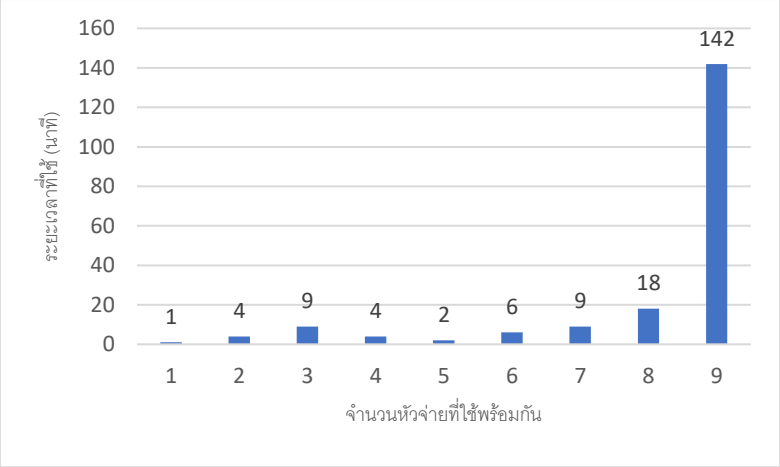
รูปที่ 1.40 การเข้ามาของรถบรรทุกน้ำมันที่ใช้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ในช่วง 0.00 น. ถึง 4.00 น. ในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

จากการวิเคราะห์พบว่าปัญหาการใช้งานหัวจ่ายอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพเกิดจากการจัดคิวของระบบจัดคิวซึ่งไม่มีการระบุหัวจ่ายให้กับผู้ขับขี่รถยนต์ขนส่งน้ำมันซึ่งเป็นผู้ดำเนินงานรับน้ำมันเอง ทำให้ระบบคิวไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มีการใช้ประสิทธิภาพของหัวจ่ายไม่เต็มที่ ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานอย่างที่มีควรจะเป็น หากระบบจัดคิวมีการจัดสรรอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้การดำเนินการมีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน และลดเวลาในการรับน้ำมันได้อีกด้วย

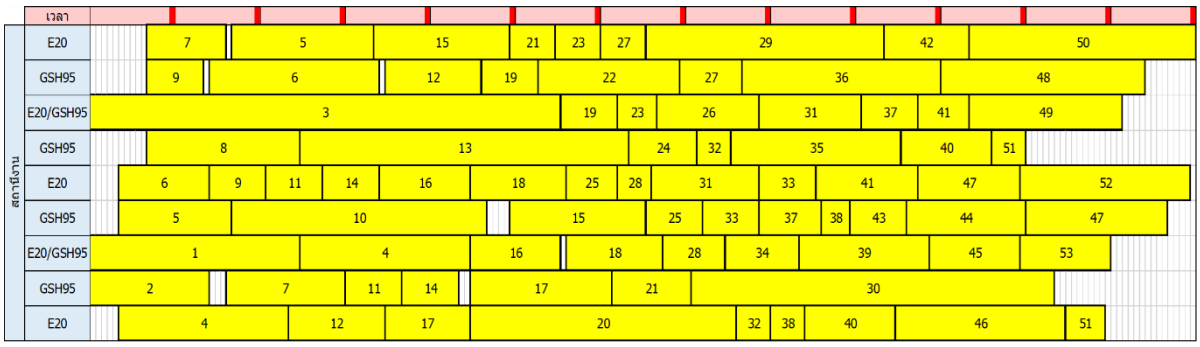
หลังจากการจัดตารางงานในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.) ของวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ให้มีการใช้งานประสิทธิภาพหัวจ่ายสูงสุด โดยเกณฑ์การจัดตารางงานเป็นดังนี้

- ในช่วงเริ่มต้นหลังจากการหยุดจ่ายเพื่อตรวจสอบปริมาณสินค้าคงคลัง (Inventory Checking) ในช่วงเวลาประมาณ 23.00 น. - 00.00 น. และมีการเริ่มจ่ายต่อในช่วงหลังเที่ยงคืนเป็นต้นไป โดยรถจะผ่านจุดเช็คอินได้รอบละสามคัน ซึ่งในแต่ละรอบจะใช้เวลาตรวจสอบ 5 นาที ทำให้ช่วงแรกมีการเข้ามาของรถบรรทุกน้ำมันเป็นรอบ รอบละจำนวน 3 คัน แต่ละรอบมีระยะเวลาห่างกัน 5 นาที
- ในการจัดงานลงตารางงานจะยึดหลัก FIFO ในการเข้ามาของรถบรรทุกน้ำมันเป็นอันดับแรก
- จัดงานที่มีความยาวในการทำงานมากลงเพื่อให้มีการทับกันของงานนานที่สุด
- เลือกสถานีงานที่ว่างและเร็วที่สุดให้กับงานนั้น ๆ และจัดงานให้สถานีงานมีความต่อเนื่องในการทำงานมากที่สุด

จะได้ตารางงานดังรูปที่ 1.42 และมีข้อมูลการใช้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ดังรูปที่ที่ 1.41 จานั้นเมื่อหากำลังไฟฟ้าที่ใช้จ่ายน้ำมันในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) ที่มีขนาด 55 kW จำนวน 3 ตัว ที่มีคุณลักษณะเหมือนกันทั้ง 3 ตัว ใช้งานจ่าย 3 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม จะสามารถคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ดังตารางที่ 1.7



รูปที่ 1.41 จำนวนการใช้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ตลอดทั้งหลังจากจัดตารางแล้ววันในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.)



รูปที่ 1.42 การจัดตารางงานให้หัวจ่ายน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ตลอดทั้งหลังจากจัดตารางแล้ววันในวันที 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.)

ตารางที่ 1.7 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) ในแต่ละจำนวนหัวจ่าย

จำนวนหัวจ่ายที่เปิดใช้	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)
1	42	22.11
2	46	24.21
3	50	26.32

จากรูปที่ 1.41 และตารางที่ 1.7 ข้างต้น สามารถคำนวณค่าไฟได้ โดยค่าไฟต่อหน่วยอยู่ที่ 3.14 บาทต่อยูนิต จะเห็นได้ว่าหลังจากจัดตารางงานแล้ว สามารถลดค่าไฟได้ประมาณ 2,320 บาท ดังตารางที่ 1.8

ตารางที่ 1.8 การคำนวณเปรียบเทียบค่าไฟก่อนและหลังจัดตารางงานของปั๊มของน้ำมันประเภทน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 95 และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 ในช่วงกะดึก (0.00 น. ถึง 8.00 น.)

	จำนวนหัวจ่ายที่ใช้พร้อมกัน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟ (บาท)
ก่อนจัดตารางงาน	1	265.26	835.58
	2	326.84	1029.55
	3	421.05	1326.32
	4	1307.37	4118.21
	5	1414.74	4456.42
	6	1342.11	4227.63
	7	1382.63	4355.29
	8	1037.37	3267.71
	9	355.26	1119.08
		รวม	24735.79
หลังจัดตารางงาน	จำนวนหัวจ่ายที่ใช้พร้อมกัน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh)	ค่าไฟ (บาท)
	1	11.05	34.82
	2	48.42	152.53
	3	118.42	373.03
	4	96.84	305.05
	5	50.53	159.16
	6	157.89	497.37
	7	336.32	1059.39
	8	691.58	2178.47
	9	5605.26	17656.58
		รวม	22416.39

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 วัตถุประสงค์

พัฒนาและปรับปรุงกระบวนการจัดตารางการเข้ารับผลิตภัณฑ์น้ำมันภายในคลังน้ำมันเพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตของการศึกษามีดังนี้

1. ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการจัดตารางงานเพื่อเรียกรถบรรทุกน้ำมันในคลังน้ำมันกรณีศึกษาเท่านั้น
2. ตารางงานครอบคลุมการจ่ายน้ำมันชนิดที่มีอยู่ในคลังกรณีศึกษา สำหรับรถบรรทุกน้ำมันของลูกค้าเท่านั้น
3. การวัดผลการจัดตารางการรับน้ำมัน จะใช้ข้อมูลใบคำสั่งซื้อจำนวน 90 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2564 ถึง 31 พฤษภาคม 2564 โดยวัดผลจากค่าพลังงานที่ใช้หลังจากการดำเนินการจัดตารางเทียบกับค่าพลังงานที่เกิดจากการดำเนินการโดยไม่มีการจัดตาราง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาด้านพลังงานที่เกิดจากกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
2. ศึกษาหาแนวทางต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหากระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
3. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
4. สำรวจรวบรวมข้อมูลที่ใช้สำหรับการจัดตารางการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
5. พัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจัดตารางการจ่ายน้ำมัน
6. ทดสอบและปรับปรุงกระบวนการจัดตารางการจ่ายน้ำมัน
7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับสรุปได้ดังนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในส่วนของปั๊มให้เกิดประโยชน์สูงสุด
2. เพิ่มความสามารถในการจ่ายน้ำมันมากขึ้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับงานทางด้านการจัดตารางเวลาที่เกี่ยวกับงานด้านการจัดตารางงานรถน้ำมันเพื่อเข้ารับน้ำมันในคลังน้ำมัน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทางในการศึกษาและพัฒนาต่อไป โดยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเนื้อหาที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย
2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

2.1.1 ทฤษฎีการจัดตารางเวลา

ทฤษฎีการจัดตารางเวลามีการพัฒนามาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ มาใช้ในการจัดตารางเวลาของงานที่มีข้อจำกัดอยู่ 2 แบบ คือ ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และ ลักษณะของงานที่ต้องดำเนินการ ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ทำให้แบบจำลองทางด้านการจัดตารางเวลาเป็นแบบจำลองช่วยในการตัดสินใจเชิงปริมาณ (Quantitative Approach)

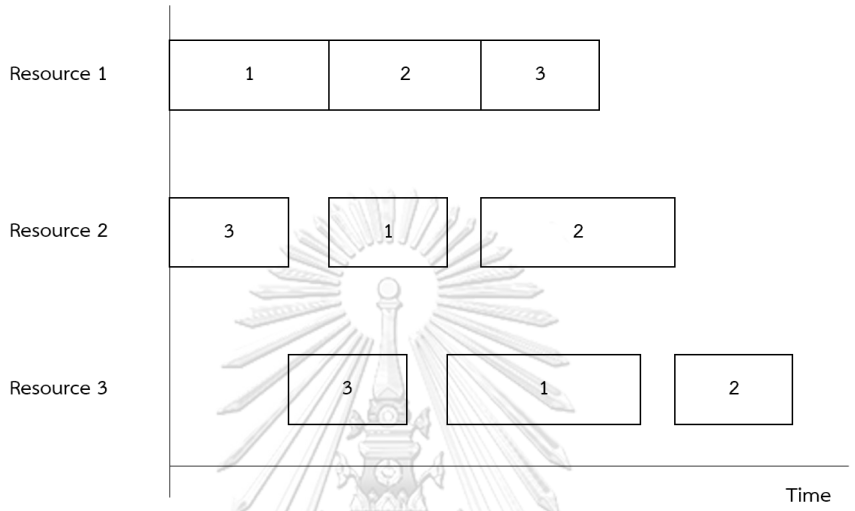
ปัญหาของงานด้านการจัดตารางเวลามักกำหนดเป้าหมายของการตัดสินใจด้านการจัดตารางเวลา ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ (Resource Utilization)
- ความสามารถในการตอบสนองได้ทันเวลา
- การดำเนินงานให้เสร็จทันตามเวลาที่กำหนด

ทำให้ปัญหาของการจัดตารางเวลาแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ 1) การตัดสินใจในการจัดสรรทรัพยากร (Allocation decision) และ 2) การตัดสินใจในการจัดลำดับของงาน (Sequencing decision) การกำหนดจุดประสงค์ของการจัดตารางเวลาในทางทฤษฎีควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ (Cost) ที่เกิดขึ้นในระบบ แต่ในทางปฏิบัติแล้วในการที่จะระบุค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นค่อนข้างยาก จึงมักกำหนดจุดประสงค์ใหม่เป็นประสิทธิภาพของระบบแทน เช่น เวลาที่เครื่องจักรเปิดเครื่องแต่ไม่มีชิ้นงาน เวลาที่ใช้ในแถวคอย หรือ จำนวนทรัพยากรที่ใช้ เป็นต้น

การจำลองปัญหางานทางการจัดตารางเวลาส่วนใหญ่จะกำหนด ทรัพยากร (Resource) แทนด้วย เครื่องจักร (Machine) และลักษณะของงานที่ต้องดำเนินการทำงานแทนด้วยงาน (Job) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะนิยมแสดงการจัดตารางด้วย Gantt Chart ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะของการจัดตารางเวลาของงานด้วย Gantt Chart

[2] ได้แบ่งชนิดของการจัดตารางเวลาออกเป็น 2 แบบ คือ 1) Deterministic Models เป็นการจัดตารางเวลาที่สามารถรู้ลักษณะและปริมาณของทรัพยากรที่แน่นอน และลักษณะของงานจะไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา และ 2) Stochastic Models เป็นการจัดตารางเวลาที่ระบบเกิดความไม่แน่นอนต่าง ๆ ที่ไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ เช่น เครื่องจักรเสีย หรือ เกิดงานที่มีความสำคัญสูงถูกป้อนเข้ามาในระบบ เป็นต้น นอกจากนั้น Pinedo ได้แบ่งลักษณะของปัญหาออกเป็น 4 แบบหลักๆ คือ

1. ปัญหางานที่มีเครื่องจักรเดียว (Single Machine)
2. ปัญหางานที่มีเครื่องจักรหลายเครื่อง (Parallel Machine)
3. ปัญหางานที่มีเครื่องจักรหลายเครื่องทำงานตามลำดับขั้นตอน (Flow shop)
4. ปัญหางานที่มีเครื่องจักรหลายเครื่องทำงานที่มีขั้นตอนเฉพาะแตกต่างกัน (Job shop)

ซึ่งแต่ละลักษณะปัญหาจะมีความแตกต่างกันในข้อจำกัดของปัญหา และ เทคนิคที่ใช้ในการตัดสินใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดงาน

การจัดวิธีการกำหนดงาน (Scheduling) เกิดขึ้นเนื่องจากความต้องการที่จะกำหนดงานหนึ่งงานใดให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ภายในระยะเวลาที่ต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดตามที่กำหนดไว้ เพื่อความเข้าใจถึงความสำคัญของขบวนการกำหนดงานจึงจำเป็นต้องกล่าวถึงปัญหาต่าง ๆในการกำหนดงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาของการผลิตในงานอุตสาหกรรม อาทิ การสั่งผลิต ล็อตสั่งซื้อของให้กับแผนกผลิต การกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยงานต่าง ๆการสำรวจ ขอบข่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต งานที่อยู่ระหว่างดำเนินการจะมีส่วนที่ซับซ้อนกับงานอื่น ๆ ซึ่งใช้ทรัพยากรเดียวกัน การไม่มีวัตถุดิบเข้าโรงงานตามที่คาดหมาย และการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสินค้า ซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต เวลาจัดตั้งกระบวนการผลิตใหม่ และลำดับขั้นการผลิตเป็นต้น [3]

การกำหนดงานมีความหมายทั่วไป คือ การจัดเตรียมตารางเวลา (Time Table) ของขั้นตอนการทำงาน (Activity) ที่เกี่ยวข้องในการทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดให้สำเร็จลุล่วงไป [4] งานที่กล่าวถึงในที่นี้มีความหมายรวมถึงงานทุกชนิดที่ ต้องการวางแผนหรือกำหนดงานขั้นตอนในงานนั้น ๆ ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพโดย ประสิทธิภาพในแต่ละงานมีความหมายแตกต่างกันออกไปแล้วแต่จุดประสงค์หรือนโยบายการดำเนินงาน กล่าวโดยทั่วไปประสิทธิภาพในแต่ละงานที่อ้างถึง ก็คือการกำหนดงานของแต่ละงานให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ เช่น การใช้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานน้อยที่สุด การทำงานเสร็จเร็วที่สุด การใช้เงินทุนสำหรับวัสดุคงคลังน้อยที่สุด ใช้ระยะเวลาในการรอคอยในระหว่างประบวนการผลิต น้อยที่สุด ใช้เงินทุนหมุนเวียนน้อยที่สุด และใช้แรงงานน้อยที่สุด เป็นต้น จากความหมายโดยทั่วไปของการกำหนดงานจะเห็นได้ว่าไม่ได้หมายถึงเฉพาะวิธีการที่จะนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมเพียงอย่างเดียว แต่สามารถนำไปประยุกต์กับงานแขนงอื่น ๆ ได้ด้วย

ลักษณะการใช้วิธีการกำหนดงานในการแก้ไขปัญหา

1. การกำหนดงานโครงการ (Project Scheduling) โครงการ (Project) หมายถึง แผนงานใด ๆ ที่จัดทำขึ้นเพื่อกิจการอย่างหนึ่งอย่างใดภายในระยะเวลาที่กำหนด เมื่อกิจการที่ตั้งเป้าหมายไว้สำเร็จลุล่วงไป โครงการก็สิ้นสุดลงด้วย เช่น โครงการสร้างท่อส่งก๊าซในอ่าวไทย (สุทธิมา ชำนาญเวช, 2541, หน้า12-15) โดยปกติแล้วเป้าหมายในการนำเอาวิธีการกำหนดมาใช้นั้นมักจะเกี่ยวกับเงินและเวลา กล่าวคือ เพื่อให้ใช้เงินใน

การดำเนินการน้อยที่สุดหรือใช้เวลาในการทำโครงการนั้นน้อยที่สุด วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการดำเนินของการกำหนดงาน (Scheduling Algorithm)

ขั้นตอนการดำเนินงานของการกำหนดงานประกอบด้วย การเตรียมงานเบื้องต้นของ การกำหนดงาน การวางแผนการกำหนดงาน และวิธีการของการกำหนดงาน [5]

1. การเตรียมงานเบื้องต้นของการกำหนดงาน (Preliminary Preparation of Scheduling)

ปัญหาใด ๆ ที่ได้ใช้การกำหนดงานเข้าไปช่วยแก้ไข สิ่งที่ขาดเสียไม่ได้ คือ ปริมาณของผลิตผลที่ต้องการจากระบบการทำงาน ซึ่งอาจได้จากการทำสัญญาตกลง การคาดคะเน นอกจากนั้นยังมีข้อมูลอื่น ๆที่จำเป็นต่อการเตรียมงาน คือ ปริมาณวัสดุของการผลิตประสิทธิภาพในการทำงานของหน่วยงาน เป็นต้น

2. การวางแผนการดำเนินงาน (Preliminary for Scheduling)

ในการทำงานจริง ๆ นั้น สภาวะของการทำงานจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอๆ (Dynamic Nature) ดังนั้นช่วงเวลาที่ทำการกำหนดงาน (Scheduling Period) ควรสั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ช่วงเวลาที่ดีที่สุดคือเป็นศูนย์ กล่าวคือ ผู้ออกแบบการกำหนดงานได้รับคำสั่งมาก็สามารถจะออกแบบการกำหนดงานได้ทันที ซึ่งในการทำงานจริง ๆเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากจะต้องมีการวิเคราะห์วิจัยต่าง ๆ ก่อนที่จะสามารถออกแบบการกำหนดงานได้ เพื่อช่วยให้การออกแบบการกำหนดงานมีความรวดเร็วขึ้น จึงได้มีการแบ่งขั้นตอนของการกำหนดงานออกเป็นขั้นๆเพื่อทาให้การวิเคราะห์วิจัย เป็นไปอย่างมีระเบียบแบบแผน ขั้นตอนต่าง ๆ อาจแบ่งได้ดังนี้ [1]

- การกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยงาน ซึ่งหมายถึงการกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยงานผลิตจากคำสั่งผลิต ผู้ออกแบบการกำหนดงานก็จำเป็นที่จะต้องแยกแยะว่าในการผลิตตามคำสั่งแต่ละครั้ง จำเป็นที่จะต้องใช้แรงงาน (Manpower) เครื่องจักร (Machine) และวัตถุดิบ (Material) อะไรบ้าง ปริมาณเท่าใด เมื่อทราบข้อมูลแล้วก็จำเป็นจะต้องกำหนดไปว่าจะต้องใช้หน่วยผลิตใดบ้างในการผลิตนั้น ๆ
- คำนวณปริมาณของงาน (Evaluate Work Load) หลังจากที่ได้กำหนดลงไปว่าหน่วยงานใดบ้างจำเป็นต้องใช้ในการผลิต ก็จะต้องศึกษารายละเอียดว่างานที่กำหนดให้แต่ละหน่วยงานจะต้องใช้แรงงานเท่าใด ใช้เวลาของเครื่องจักรนานเท่าใด จะต้องใช้วัตถุดิบอะไรบ้างและจำนวนเท่าใด จากนั้นก็เปรียบเทียบความสามารถของหน่วยงานนั้นว่าสามารถทำงานที่กำหนดให้ได้หรือไม่ ถ้าทำไม่ได้ควรทำอย่างไรจึงจะให้งานที่ผ่านหน่วยงานนั้นสำเร็จลงได้
- กำหนดลำดับขั้นตอนของแต่ละหน่วยงาน (Sequence Task of Each Facility) หลังจากงานที่ต้องทำในการผลิตถูกกำหนดให้กับหน่วยงานต่าง ๆแล้ว ก็จะต้องมีการจัด

เรียงลำดับการทำงานว่าจะต้องผ่านหน่วยงานใดก่อน หน่วยงานใดหลัง การจัดระดับความสำคัญของการทำงานที่ หน่วยงานใดเป็นอย่างไร ต้องมีการตรวจสอบเพื่อที่จะได้ทราบว่างานที่กำหนดให้ใหม่นี้จะสามารถ เข้าใช้หน่วยงานนั้น ๆได้เมื่อไร

- จัดทำตารางเวลาของการทำงานในขั้นต่าง ๆ (Develop a Detailed Schedule) เมื่อถึงขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบก็สามารถที่จะกำหนดเวลาของการทำงานในการผลิตได้ ซึ่งวิธีการจัดตารางเวลานี้จะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป หลังจากงานและเวลาในการทำงานถูกกำหนดให้หน่วยงาน โดยไม่มีข้อขัดแย้ง (Conflict) ของเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานแล้ว ก็เป็นอันว่าการกำหนดงาน สิ้นสุดสำหรับคำสั่งผลิตนั้น ๆ

วิธีการของการกำหนดงาน (Scheduling Techniques)

เทคนิคและวิธีการต่าง ๆในการกำหนดงานถูกสร้างขึ้นมากมาย มีตั้งแต่วิธีการง่าย ๆ ใช้เพียงสามัญสำนึก จนกระทั่งถึงการใช้คณิตศาสตร์ชั้นสูงที่มีความยุ่งยาก วิธีการหรือเทคนิคที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในสภาวะของการทำงานจริง ๆให้ได้ผล เนื่องมาจากสมมติฐาน (Assumptions) ที่ตั้งขึ้นในการสร้างวิธีการหรือเทคนิคนั้น ๆไม่ตรงกับสภาวะความเป็นจริง หรืออาจจะยอมรับได้เฉพาะงานเท่านั้น ดังนั้นในปัจจุบันการสร้างวิธีการหรือเทคนิคสำหรับการกำหนดงานจึงเกิดขึ้นอยู่เสมอ ๆ [1]

วิธีการและเทคนิคต่าง ๆที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอาจแยกออกได้เป็น 4 จำพวกใหญ่ ๆ คือ

1. การวิเคราะห์แบบแยกส่วนของระบบปัญหา (Analytical Approach) เป็นการสร้างรูปแบบปัญหาของการกำหนดงานในลักษณะรูปแบบของปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งวิธีนี้มักจะใช้ได้ผลกับปัญหาที่ไม่มีความยุ่งยากมาก

2. วิธีแก้โดยการกระทำซ้ำแบบเดิม (Interactive Approach) วิธีการนี้ก็คือการหาการกำหนดงานทุกแบบที่เป็นไปได้สำหรับคำสั่งนั้น ๆ และนำมาเปรียบเทียบหาอันที่ดีที่สุด วิธีการนี้ เป็นวิธีการที่ดีแต่ใช้ในการปฏิบัติไม่ได้เพราะใช้เวลาและแรงงานในการคำนวณ (Computational Effort)

3. วิธีเชิงตรรกวิทยาและสามัญสำนึก (Heuristic Approach) วิธีการนี้เป็นการใช้กฎทางตรรกวิทยา (Logical Rule) หรือการใช้วิธีจำลองปัญหา (Simulation) เข้ามาช่วยในการกำหนดงาน วิธีนี้มักจะไม่ให้การกำหนดงานที่ดีที่สุด แต่จะให้การกำหนดงานที่ดีโดยใช้เวลาและแรงงานในการคำนวณแก้ไขปัญหาอย่างสมเหตุสมผล

4. วิธีการใช้แผนภูมิ (Charting Approach) วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ในงานทั่ว ๆไปทุกขนาดและมักอยู่ในลักษณะแผนภูมิรูปแท่งตามยาวซึ่งเรียกว่าแผนภูมิแบบแกรนท์ (GanttChart)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าวิธีการและเทคนิคต่าง ๆที่ถูกสร้างขึ้นมักจะสร้างจากการตั้งสมมติฐานสำหรับที่จะกำจัดขอบเขตของปัญหาเพื่อนำเอาวิธีการและเทคนิคเหล่านั้นไปใช้ ซึ่งสมมติฐานที่ถูกนำมาใช้บ่อย ๆก็คือ

1.เวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนคงที่ และทราบโดยแน่นอน

2.เวลาที่ใช้ในการจัดตั้งเครื่องจักรเครื่องมือเพื่อทำการเฉพาะอย่าง (Set-up Time) ไม่มีการแปรเปลี่ยนและทราบโดยแน่นอน

3.ไม่อนุญาตให้มีการใช้หน่วยงานคาบเกี่ยวกัน (Overlap) กล่าวคือ ถ้าทำงานใดต้องทำให้เสร็จก่อนที่จะทำงานอื่นต่อไป

4.เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละชิ้นงานไม่ขึ้นกับลำดับขั้นตอนของการทำงาน

5.หน่วยงานไม่เคยเสียหรือหยุดงาน

6.ระยะเวลาที่ต้องทำงานให้เสร็จไม่มีการแปรเปลี่ยนและทราบโดยแน่นอน

7.ลำดับขั้นของการทำงานตายตัว (Fixed)

วิธีใช้แผนภูมิในการกำหนดงาน

กรรมวิธีของการกำหนดงานนั้นโดยสังเขปประกอบไปด้วยการกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยงาน กำหนดขั้นตอน และกำหนดงาน การใช้แผนภูมินั้นจะเห็นได้ว่าสามารถที่จะใช้ในการกำหนดขั้นตอนและกำหนดงานไปพร้อมกัน **[1]**

Chulalongkorn University

1. แผนภูมิการกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยงาน (Loading Chart)

เมื่อแผนกผลิตรับคำสั่งผลิต ทางแผนกจะต้องคำนวณจำนวนเวลาที่จะใช้โดยหน่วยงานต่าง ๆ แรงงานที่จะใช้ และวัตถุดิบที่จะใช้ เนื่องจากวัสดุของการผลิตดเหล่านั้นมีจำนวนจำกัด ภายในช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งจำนวนจำกัดนี้เรียกว่า ความสามารถในการผลิต (Capacity) เมื่อแต่ละคำสั่งผลิตเข้ามาที่แผนกผลิต ทางแผนกก็จะต้องจัดความสามารถของการผลิตให้แก่คำสั่งผลิตนั้น จำนวนหนึ่ง จึงจำเป็นที่จะต้องมีการติดตามและบันทึกจำนวนความสามารถของการผลิตที่เหลือในแต่ละหน่วยงานหลังจากที่มีการจัดเตรียมความสามารถของการผลิตล่วงหน้าให้กับงานการผลิตที่เพิ่งได้รับคำสั่ง แต่ยังไม่ได้ทำ วิธีที่ง่ายที่สุดในการเก็บบันทึกจำนวนความสามารถของการผลิต ที่กำลังทำการผลิตในช่วงเวลาหนึ่งๆ คือ การจัดทำในรูปของตาราง ตารางนี้ต้องมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงทุกครั้งที่หน่วยงานหนึ่ง

หน่วยงานใดเสร็จสิ้นภารกิจของคำสั่งผลิต และงานต่อไปที่รออยู่ก็จะเข้าไปรับการบริการที่หน่วยงานนั้น ข้อเสียของการใช้ตารางแบบนี้ก็คือ แสดงเฉพาะงานที่กำลังทำเท่านั้น ไม่ได้แสดงว่าเมื่อไหร่จึงจะทำงานที่ต้องทำทั้งหมดให้กับหน่วยงาน

วิธีง่ายที่สุดในการเก็บบันทึกจำนวนความสามารถของการผลิตที่กำลังทำการผลิตในช่วงเวลาหนึ่งๆนั้น คือการจัดทำในรูปของตาราง ดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภูมิการกำหนดชนิดของงานให้กับหน่วยงาน

คำสั่งผลิตที่	หน่วยงานที่ 1 (ชั่วโมง)	หน่วยงานที่ 2 (ชั่วโมง)	หน่วยงานที่ 3 (ชั่วโมง)
78	-	10	7
79	20	-	-
84	16	-	5
88	-	12	-
89	24	8	-
104	-	-	6
จำนวนความสามารถของการผลิตที่มีอยู่	60	30	18

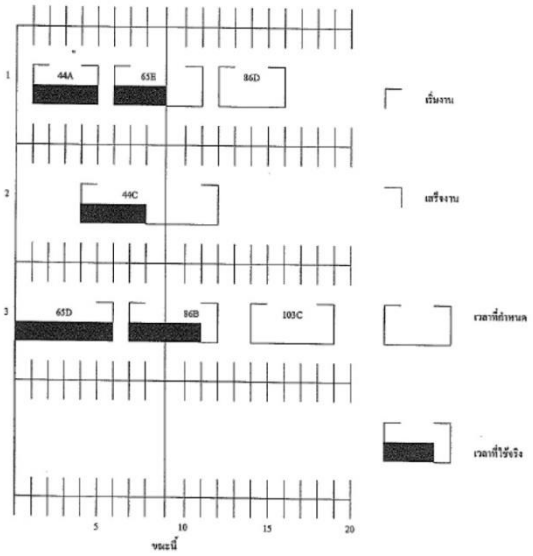
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสียของการใช้ตารางแบบนี้ก็คือแสดงเฉพาะงานที่กำลังทำเท่านั้นไม่ได้แสดงว่าเมื่อไรจึงจะทำงานที่ต้องทำทั้งหมด (ที่กำลังและรอคอยบริการอยู่) ให้กับหน่วยงาน

2. แผนภูมิแบบแกนท์ (Gantt Charts)

แผนภูมิแบบแกนท์เป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันมานานแล้ว ลักษณะของแผนภูมิแบบแกนท์อย่างง่าย ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งแสดงถึงกิจกรรมต่าง ๆของหน่วยงานต่าง ๆ ในหน่วยเวลาเดียวกัน ในแผนภูมิดังกล่าวงานจะถูกกำหนดให้แก่หน่วยงานและถูกกำหนดงานลงตามขั้นตอนของการผลิต เวลาที่ใช้จริงกับเวลาที่กำหนดไว้ รวมทั้งสถานภาพ ซึ่งหมายถึงแต่ละหน่วยงานขณะนั้นทำงานชิ้นไหนอยู่ เช่นงานตามคำสั่งผลิตที่ 44 ขั้นที่ A (ใช้รหัส44A) และงานตามคำสั่งที่ 65 ขั้นที่ D (ใช้รหัส 65D) ได้ทำเสร็จแล้ว งานที่ E65 กำลังอยู่ระหว่างการทำและสามารถทำตรงตามเวลาที่กำหนดไว้ งานที่ C44 ช้ากว่า

กำหนดไปครึ่งวัน งานที่ 86B เร็วกว่ากำหนด 2 วัน งานที่ 86D และ 103D ซึ่งได้กำหนดลงไว้ยังไม่ได้เริ่มทำแผนภูมิแบบแกนท์นั้นนอกจากจะใช้ในการกำหนดงานตามที่อธิบายมาแล้ว ยังสามารถใช้ใน



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิ Gantt Charts [1]

การกำหนดขั้นตอนได้อีกด้วย การกำหนดขั้นตอนนั้นคือการที่กำหนดว่างานใดทำก่อนงานใดทำหลัง ซึ่งวิธีการนี้จะต้องใช้ในการกำหนดงาน กล่าวคือตอนที่มีการวางแผนการกำหนดงานในช่วงนั้น จะต้องมีการกำหนดว่าตามคำสั่งผลิตที่ได้รับมานั้นมีงานที่จะต้องเกี่ยวข้องอยู่เท่าไร และจะต้องทำงานใดก่อนทำงานใดหลัง เมื่อกำหนดขั้นตอนช่วงนี้เสร็จแล้วก็ต้องศึกษาดูว่างานต่าง ๆ ในคำสั่งผลิตนั้นผ่านหน่วยงานไปอย่างไรบ้าง หน่วยงานใดเมื่อมีงานรอรับบริการอยู่แล้วการเข้าไปรับบริการของงานที่เข้าไปใหม่นี้สามารถเข้าไปรับบริการได้เลย หรือต้องรอตามคิวด้วยกฎของแถวคอย ที่ยึดถือปฏิบัติจามหน่วยงานนั้น ๆ ซึ่งในช่วงนี้จะต้องมีการกำหนดขั้นตอนของงานต่าง ๆ ที่ต้องรอรับบริการที่หน่วยงานนั้นด้วย

สำหรับการใช้แผนภูมิแบบแกนท์ ในการกำหนดขั้นตอนนั้นกฎที่ใช้ได้อีกอันหนึ่งคือ พยายามจัดขั้นตอนของหน่วยงานที่มีมากที่สุดก่อน ถัดลงมาก็มีหน่วยงานที่มีงานรองลงมาจนกระทั่งครบทุกหน่วยงาน ซึ่งการจัดโดยกฎนี้อาจจะไม่ได้ผลที่ดีที่สุดแต่ก็เป็นการจัดที่ทำได้ง่ายและได้ผลดี

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการกำหนดขั้นตอนซึ่งต้องมีการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งที่มีคำสั่งผลิตใหม่เข้ามาในแผนกผลิต นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงในโรงงานก็อาจเกิดขึ้นเสมอ ๆ เช่น เครื่องจักรเสีย คนงานลาป่วย วัตถุดิบหมด ฯลฯ ดังนั้นแผนภูมิแบบแกนท์จึงต้องมีการปรับปรุงอยู่

เสมอๆเพื่อให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และได้ผลของการกำหนดงานที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางรถขนส่งขาเข้าและขาออก

[6] ได้ทำการอธิบายถึงเหตุผลและการจำแนกเกณฑ์วัดในการจัดตารางรถขนส่งขาเข้าและขาออกไว้ดังนี้

การจัดตารางรถขนส่งขาเข้าและขาออกต้องมีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งปกติในกระบวนการจัดตารางรถขนส่งจะมีเงื่อนไขต่าง ๆเกิดขึ้นตามความแตกต่างของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า โดยส่วนใหญ่ เป้าหมายที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางรถขนส่ง คือ ระยะเวลาการเคลื่อนย้ายสินค้าทั้งหมดภายในศูนย์กระจายสินค้าจะต้องสอดคล้องกับกำหนดส่งงาน (Due date) ของลูกค้า

ปัจจุบันในงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าอีกเป้าหมายหนึ่งคือ เพื่อลดเวลางานที่อยู่ในระบบหรือลดการรอคอยสินค้าในกระบวนการจัดตารางรถขนส่งนั้นเอง และการลดขนาดพื้นที่สำหรับคลังสินค้าสำรองภายในศูนย์กระจายสินค้า จะเห็นไว้ว่าเป้าหมายสำหรับการจัดตารางรถขนส่งแบ่งออกเป็น 3 เกณฑ์ คือTime base และ Due Date Base และ Inventory Size Base ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ตัววัดในด้านเวลา (Time base) หมายถึง เกณฑ์วัดผลที่ใช้เวลาเป็นตัววัดประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ช่วงกว้างของเวลาในการทำงานหรือค่าเวลาล่าช้ารวม (Makespan) เวลาของงานที่อยู่ในระบบ (Flow Time) เวลาของงานที่อยู่ในระบบเฉลี่ย (Mean Flow) เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ตัววัดด้านการกำหนดส่งมอบ (Due Date Base) หมายถึงเกณฑ์วัดผลที่ใช้กำหนดการ ส่งมอบสินค้า ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้ จำนวนงานที่ล่าช้า **(**Mean Tardiness) เวลางานสายเฉลี่ย (Mean Lateness)

3. ตัววัดด้านขนาดของคลังสินค้า (Inventory Size Base) หมายถึง เกณฑ์วัดผลที่ใช้ในการกำหนดจำนวนสินค้าหรือการประมาณการสินค้าซึ่งจะมุ่งเน้นการจัดการคลังสินค้าให้สามารถดำเนินงานได้เป็นไปตามปกติ

[7] จากหลักฐานพบว่าการศึกษาการจำลองส่วนมากใช้กฎการจ่ายงานแบบใช้สำหรับทุกเครื่องจักร นอกจากนั้นเราสามารถแบ่งประเภทของกฎการจ่ายงานตามความซับซ้อนของขั้นตอนวิธีของกฎออกเป็น 5 ประเภทด้วยกันคือ

1. กฎการจ่ายงานแบบพื้นฐาน (Simple Priority Rule) จะกำหนดลำดับความสำคัญของงานโดยพิจารณาจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแต่ละงานหรือระบบเท่านั้น เช่น เวลาปฏิบัติงาน จำนวนของการดำเนินงาน เวลาส่งมอบ

2. กฎที่เกิดจากการผสมกันของกฎการจ่ายงานแบบพื้นฐาน ใช้กฎการจ่ายงานตั้งแต่ 2 กฎขึ้นไปมาเป็นตัวกำหนดลำดับความสำคัญของงาน การเลือกว่าจะใช้กฎใดที่เวลาใดเวลาหนึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของงานและแถวคอย

3. กฎที่เกิดจากการถ่วงน้ำหนักกฎการจ่ายงานแบบพื้นฐาน (Composite Rule) จะนำกฎในประเภทที่ 1 และ/หรือ 2 มาผสมกัน โดยจะกำหนดค่าน้ำหนักให้กับกฎแต่ละกฎ ซึ่งค่าน้ำหนักนี้อาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้

4. ฮิวริสติก เป็นการประยุกต์กฎโดยพิจารณาจากข้อมูลหรือทางเลือกที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น การใช้การมองไปข้างหน้า (Look Ahead) การใช้การดำเนินงานที่เป็นทางเลือก หรือการใช้เส้นทางงานที่เป็นทางเลือก

5. กฎแบบอื่น เป็นกฎที่ถูกออกแบบมาใช้เฉพาะกับระบบที่กำหนดให้เท่านั้น หรือเป็นกฎประเภทที่ต้องมีการประมาณค่าของเวลาคอยหรือภาระงานบนเครื่องจักร หรือกฎอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้

กฎการจ่ายงาน (Dispatching Rule) ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ไขความขัดแย้งที่เกิดขึ้นในกรณีที่มีเซตของงานตั้งแต่ 2 งานขึ้นไปคอยรับบริการจากเครื่องจักร (ทรัพยากร) เครื่องเดียวกัน ดังนั้นต้องมีการตัดสินใจว่าจะทำงานใดก่อน โดยธรรมชาติของกฎการจ่ายงานแล้ว การตัดสินใจจะเป็นแบบทันที (Real-Time) เมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น (As-Needed) และไม่พยายามที่จะสร้างหรือกำหนดตารางในอนาคตสำหรับงานและเครื่องจักร การพัฒนากฎการจ่ายงานขึ้นมาสักกฎหนึ่งไม่ได้เป็นเรื่องยากแต่ประการใด แต่เราพบว่าในบางสถานการณ์การใช้กฎการจ่ายงานบางกฎที่เหมาะสมอาจจะทำให้ความแออัดภายในของระบบลดลง หรือทำให้สามารถส่งสินค้าทันตามกำหนดเวลาที่สัญญาไว้กับลูกค้าก็ได้ คำต่อไปนี้เป็นตัวอย่างกฎการจ่ายงานที่ถูกนำมาใช้บ่อยครั้งในการศึกษาเกี่ยวกับการจัดตารางระบบผลิตแบบตามงานเชิงพลวัต

- FCFS : First Come First Served
- FIFO : First In First Out

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- FASFS : First Arrival at Shop First Served
- EDD : Earliest Due Date
- MOD : Modified Operation Due Date
- A/OPN : Allowance per Operation
- SOT : Shortest Operation Time
- SPT : Shortest Processing Time
- SRPT : Shortest Remaining Processing Time
- STPT : Shortest Total Processing Time
- SRW : Shortest Remaining Work
- LWRK : Least Work Remaining
- LOPNR : Least Operation Remaining
- LPT : Longest Processing Time
- LRPT : Largest Remaining Processing Time
- LTPT : Largest Total Processing Time
- NOP : Largest Total Number of Operation
- MOPNR : Most Operation Remaining
- MWKR : Most Work Remaining
- MWKR-P : Most Work Remaining after the Present Schedulable Operation
- NINQ : Number of Jobs in Next Queue
- WINQ : Work in Next Queue
- CR : Critical Ratio
- COVERT : Cost Over Time
- ATC : Apparent Tardiness Cost
- LDT : Largest Ratio Obtained by Dividing Processing Time with Total Processing Time

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- SDT : Smallest Ratio Obtained by Dividing Processing Time with Total Processing Time
- MWR/P : Largest Ratio of Total Remaining Work to Processing Time of Schedulable Operation
- P/RW : Processing Time Divided by Remaining Work
- PDJT : Processing Time Divided by Job Processing Time
- SMT : Smallest Value Obtained by Multiplying Processing Time with Total Processing Time
- LMT : Largest Value Obtained by Multiplying Processing Time with Total Processing Time
- SLACK : Different between Due Date, Arrival Time, and Remaining Processing Time
- SLACK/A : Smallest Ratio of SLACK per Allowance
- SLACK/RW : Smallest Ratio of SLACK per Remaining Work
- SLACK/RO : Smallest Ratio of SLACK per Remaining Operation
- SLACKPRP : Smallest Ratio of SLACK per Remaining Processing Time
- SSLACK : Static SLACK
- SSLACKPRO : Smallest Ratio of SSLACK per Number of Remaining Operation
- SSLACKPRPT : Smallest Ratio of SSLACK per Remaining Processing Time
- RAND หรือ RANDOM : Random

จากตัวอย่างของกฎการจ่ายงานที่กล่าวมา มีนักวิจัยจำนวนมากพัฒนาแนวทางในการจัดประเภทของกฎการจ่ายงานออกเป็นประเภทต่าง ๆ เพื่อทำให้ง่ายต่อการศึกษาประสิทธิผลของกฎการจ่ายงาน และสามารถดำเนินการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วเราสามารถแบ่งกฎการจ่ายงานตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้ 2 ประเภท ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- กฎแบบสถิต (Static Rule) เป็นกฎที่หลังจากการกำหนดค่าลำดับความสำคัญให้กับแต่ละงานแล้ว ค่าเหล่านี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น
    - FASFS (First Arrival at Shop First Served) ลำดับความสำคัญสูงสุดให้กับงานที่เข้ามาในระบบก่อน
    - TWORK (Total Work) ลำดับความสำคัญสูงสุดให้กับงานที่มีเวลาปฏิบัติงานรวมทั้งหมดจากทุกการดำเนินงานมีค่าน้อยที่สุด
    - EDD (Earliest Due Date) ลำดับความสำคัญสูงสุดให้กับงานที่มีเวลาส่งมอบกระชั้นที่สุด
- กฎแบบพลวัต (Dynamic Rule) เป็นกฎที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าลำดับความสำคัญของงานตามเวลา และดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงค่าลำดับความสำคัญของงานให้เป็นปัจจุบันทุกครั้งก่อนที่จะทำการตัดสินใจว่าจะเลือกทำงานใดก่อน
    - FCFS (First Come First Served) ลำดับความสำคัญสู.สุดให้กับงานที่มาถึงแถวคอยที่กำลังพิจารณาเป็นงานแรก
    - MST (Minimum Slack Time) ลำดับความสำคัญสูงสุดให้กับงานที่มีเวลาหย่อน (Slack Time) น้อยที่สุด เวลาหย่อนมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างเวลาส่งมอบกับเวลาที่งานเสร็จถ้าไม่มีการหน่วงเวลาการทำงานจากปัจจุบัน หมายถึง ผลต่างระหว่างเวลาส่งมอบกับภาระงานที่เหลืออยู่ของงานนั้น
    - OPNDD (Operation Due Date) ลำดับความสำคัญสูงสุดให้กับงานที่มีเวลาส่งมอบของการดำเนินงานที่มีค่าน้อยที่สุด เวลาส่งมอบของการดำเนินงานคำนวณได้จากการแบ่งช่วงเวลาระหว่าง เวลาส่งมอบกับเวลาเข้ามาถึงระบบของงาน ออกเป็นช่วงย่อย ๆ ตามจำนวนของการดำเนินงานที่ต้องทำทั้งหมด และตอนปลายสุดของช่วง เวลาย่อยที่คำนวณได้สำหรับแต่ละการดำเนินงานก็จะหมายถึงเวลาส่งมอบ สำหรับการดำเนินงานนั้น
    - S/OPN (Slack per Operation) ลำดับความสำคัญสูงสุดให้กับงานที่มีอัตราส่วนระหว่างเวลาหย่อนต่อจำนวนของการดำเนินงานที่เหลืออยู่มีค่าน้อยที่สุด
    - TSPT (Truncated SPT) ลำดับความสำคัญสูงสุดให้กับงานที่มีเวลาดำเนินงานน้อยที่สุด ยกเว้นเมื่อมีงานอยู่ในแถวคอยเป็นเวลาเกินกว่า W ซึ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

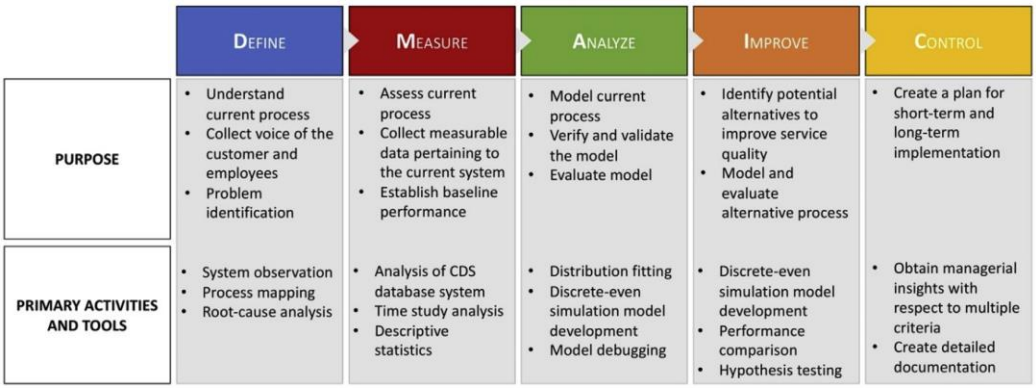
งานที่อยู่ประเภทนี้จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่างานที่อยู่ในประเภทแรก และให้จ่ายงานประเภทนี้ก่อนงานในประเภทแรกโดยใช้กฎ FCFS กับงานที่อยู่ในประเภทนี้แทนจนกระทั่งงานที่อยู่ในประเภทนี้หมด แล้วค่อยสลับกลับไปใช้กฎ SPT ดังเดิม

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการวางแผนและการพัฒนาการจัดตารางงานในงานอุสาหกรรมมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้า รวมไปถึงคุณภาพ ต้นทุน และเวลา จำเป็นต้องมีระบบและการวางแผนที่จะช่วยให้ระบบการจ่ายน้ำมันและกระบวนการเข้ารับน้ำมันที่สอดคล้องกัน เมื่อพิจารณาในงานอุตสาหกรรม การวางแผนที่ดีต้องมีการบริหารจัดการที่ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายจัดหาจัดซื้อ ฝ่ายบริหารห่วงโซ่อุปทาน ฝ่ายกระบวนการผลิต ฝ่ายการบริหารการจัดการคงคลัง และฝ่ายจัดส่ง โดยรวมแล้วจำเป็นต้องจัดการบริหารในทุก ๆ ให้เหมาะสมเพื่อเป็นการบริหารจัดการต้นทุนที่ดี

ในการดำเนินงานในระบบการจ่ายน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการรับน้ำมัน การเก็บน้ำมัน ตลอดจนไปถึงการจ่ายน้ำมัน ซึ่งมีผลงานวิจัยที่ศึกษาระบบความสัมพันธ์เหล่านี้ที่เน้นเรื่องการจัดการให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด โดย **[8]** ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาแถวคอยในศูนย์อาหารของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยงานวิจัยนี้ได้รวบรวมวิธีการจัดการกับปัญหาแถวคอย Six sigma เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการ การออกแบบทางเลือกที่อาจจะเกิดขึ้น และประเมินประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ ดังรูปที่ 2.4 ภาพรวมของกรอบการทำงานแบบ Six sigma โดยการจัดการแถวคอยนั้น ก็เพื่อจะเพิ่มประสิทธิภาพ การออกแบบระบบงาน ซึ่งจุดหมายสำคัญคือการควบคุมต้นทุนในอุตสาหกรรม การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และ ความพึงพอใจรวมของผู้บริโภค

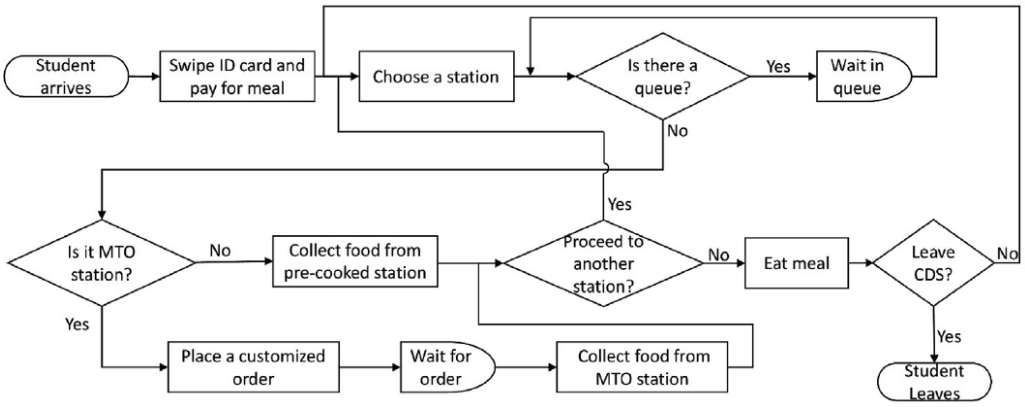
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.3 ภาพรวมของกรอบการทำงานแบบ Six sigma

ขั้นตอนการระบุและคัดเลือกหัวข้อ (Define) ประกอบด้วยการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินงานปัจจุบัน และระบุข้อเรียกร้องที่พบจากผู้เกี่ยวข้องที่มีส่วนได้ส่วนเสีย นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการสร้างกระบวนการหรือวิธีที่ต้องการสำหรับการแก้ปัญหา ขั้นตอนการวัด (Measure) ประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ เพื่อประเมินกระบวนการปัจจุบัน และกำหนดประสิทธิภาพพื้นฐาน ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาหลัก ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ในเชิงสถิติ เพื่อระบุหาสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อปัญหานั้น ขั้นตอนการปรับปรุง (Improve) กำหนดทางเลือกในการปรับปรุงการให้บริการที่มีประสิทธิภาพ และรูปแบบในการประเมินผล ขั้นตอนการควบคุม (Control) เมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการและวิธีการใหม่ ต้องมีการควบคุมและประเมิน โดยคำนึงถึงบรรทัดฐานหลายประการ เพื่อใช้สำหรับการใช้งานในระยะสั้นและระยะยาวอย่างยั่งยืน ต่อจากนั้นได้มีการจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete event simulation) เพื่อจำลองระบบการให้บริการของศูนย์อาหารในมหาวิทยาลัย ดังรูปที่ 2.5 และหาผลลัพธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 2.4 จำลองระบบการให้บริการของศูนย์อาหารในมหาวิทยาลัย

[9] ทำการศึกษาการจัดลำดับการจับคู่ของโครโมโซมเพื่อทำการขยายพันธ์ให้ได้ตัวลูกใน Generation ต่าง ๆ โดยได้จำลองปัญหาให้เป็นปัญหาของการจัดตารางเวลาของงาน และได้เลือกวิธีการสลับที่ของงาน (Permutation Scheduling) การจำลองปัญหาได้จำลองให้การจับคู่ตัวแม่ของโครโมโซมเป็นเสมือนกับงานแบบต่อเนื่อง (Sequenced work) และทำการสลับที่ของงานแบบจับเป็นคู่ (Binary mapping) โดยผลผลิตที่เกิดจะเกิดจากคู่ของโครโมโซมที่จับกัน จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลตัวลูกที่ได้จากการใช้วิธีการในการขยายพันธ์ต่าง ๆ กัน 3 แบบ คือ 1) ลักษณะของการสลับที่ของโคโมโซม 2) ตำแหน่งที่มีการสลับที่ของโคโมโซม และ 3) ผลผลิตตัวลูกในแต่ละ Generation ที่ได้ การศึกษาได้แสดงถึงวิธีการที่ง่าย และไม่ซับซ้อนในการนำใช้ในงานทดลอง นอกจากนั้นผลทดลองยังได้พบว่าผลผลิตตัวลูกที่ได้จากการทดลองยังเป็นผลผลิตที่มีคุณภาพสูงอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้มีการศึกษาถึงจำนวนโครโมโซมจำนวนมาก ๆ เข้ามาสู่ระบบจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตหรือไม่เมื่อได้ใช้วิธีการสลับที่ของงาน

[10] ทำการศึกษาปัญหาการจัดตารางเวลาการทำงาน โดยการจำลองลักษณะปัญหาที่งานประกอบด้วยหลายขั้นตอน แต่สามารถที่จะทำงานแต่ละขั้นตอนไปพร้อม ๆ กันได้ (Parallel Processing) และเครื่องจักรแต่ละตัวจะทำงานที่แตกต่างกัน โดยต้องการทำการจัดตารางเวลาทำงานเพื่อลดเวลาในการทำงานทั้งหมดให้เหลือน้อยที่สุด (Minimized Makespan) การพัฒนาแบบจำลองได้ใช้เทคนิคในการค้นหาคำตอบด้วยวิธี Tabu search การศึกษาได้ศึกษาดูผลกระทบของพารามิเตอร์สองตัว คือ จำนวนของขั้นตอนในการทำงาน และ จำนวนของงานที่เข้ามาในระบบ ผลการศึกษาพบว่าจำนวนขั้นตอนของการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพของการค้นหาคำตอบด้วยวิธี Tabu search มากขึ้น แต่มีค่าคงที่เมื่อใช้เวลาในการค้นหาคำตอบถึงจุด ๆ หนึ่ง ส่วนพารามิเตอร์ของจำนวนงานที่เข้ามาสู่ระบบ การศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อจำนวนงานมากขึ้น

[11] ทำการศึกษาการเลือกแผนกระบวนการผลิตของชิ้นงาน โดยที่ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะประกอบด้วยขั้นตอนมากกว่า 1 ขั้นตอน และเครื่องจักรมากกว่า 1 เครื่อง จุดประสงค์ของการศึกษาคือเพื่อลดต้นทุนในการผลิตชิ้นงานให้ต่ำที่สุด ซึ่งได้ใช้วิธีการค้นหาคำตอบแบบทาบู (Tabu Search) มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา การทดลองได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการระหว่าง วิธีการสร้างแบบจำลองโดยการใช้โปรแกรมเชิงเส้น และวิธีการค้นหาคำตอบแบบทาบู โดยลักษณะของปัญหา 4 แบบ คือปัญหาที่มีจำนวนชิ้นงานน้อย ปัญหาที่มีจำนวนชิ้นงานมาก ปัญหาที่มีจำนวนชิ้นงานน้อยแต่ขั้นตอนการทำงานมาก และปัญหาที่มีจำนวนชิ้นงานน้อยแต่ขั้นตอนการทำงานมาก แบบจำลองการ

หาคำตอบแบบทาบูได้กำหนดรูปแบบในการศึกษาพารามิเตอร์อยู่ 2 ตัว คือขนาดของ Tabu List กำหนดไว้ที่ 3 ขนาดคือ 3, 5 และ 7 และ รูปแบบการย้ายภายในโครงสร้างของ Neighborhood ไว้ 2 แบบ คือ Swap Pairwise Interchange และ Insertion Interchange ผลจากการศึกษาได้ให้เห็นว่าการค้นหาคำตอบแบบทาบูสามารถใช้ได้กับลักษณะของงานที่มีจำนวนมากและหลายขั้นตอนได้โดยไม่ยุ่งยาก ซึ่งคำตอบที่ได้ก็ให้คำตอบที่ใกล้เคียงกับผลที่ได้จากวิธีการโปรแกรมเชิงเส้น นอกจากนั้นได้พบว่ารูปแบบการย้ายภายในโครงสร้างของ Neighborhood ที่กำหนดไว้ทั้ง Swap Pairwise Interchangeและ Insertion Interchange ให้ค่าของคำตอบที่ใกล้เคียงกัน และขนาดของ Tabu List ที่มากขึ้น ก็จะทำให้ค่าตำตอบที่ดีที่สุดมากขึ้น

การจัดตารางการทำงานมีหลายวิธี [12] และ [7] สามารถแบ่งกฎการจัดตารางตามความซับซ้อนของวิธีการเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ดังนี้

- กฎลำดับความสำคัญอย่างง่าย เช่น First Come First Serve (FCFS), Earliest Due Date (EDD), Shortest Processing Time (SPT), Longest Processing Time (LPT), Minimum Slack Time (MST)
- กฎการจัดตารางเวลาฮิวริสติก (Heuristic) ซึ่งเป็นการประยุกต์กฎโดยพิจารณาจากข้อมูลหรือทางเลือกที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น Look Ahead หรือ Alternate Operation
- กฎอื่น ๆ ถูกออกแบบมาเพื่องานนั้น ๆ โดยเฉพาะ เช่น กฎที่ออกแบบมาเผื่อเวลาล่าช้าของงาน (Least Job Slack Ratio) หรือ Processing Time Factor สำหรับสายการผลิตที่เครื่องจักรทำงานแบบขนาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยกฎการจ่ายงานดังกล่าวสามารถปรับให้เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์สำหรับการจัดลำดับความสำคัญให้กับงานขนเครื่องจักรได้อีกหลากหลายเป็นจำนวนมากกว่า 100 กฎ [12] นอกเหนือจากนั้นกฎการจ่ายงานยังสามารถแบ่งตามลักษณะของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา [7] และ [13] ได้ 2 ประเภทระหว่าง กฎแบบสถิต (Static Rule) และแบบพลวัต (Dynamic Rule) ที่ลำดับความสำคัญของแต่ละงานไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ตามลำดับ

เนื่องจากลักษณะงานแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันตามโครงสร้างของโรงงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ และการดำเนินงาน มีผลให้การจัดตารางการทำงานมีความหลากหลาก ต้องอาศัยกฎในการให้ความสำคัญกับลำดับงานแบบผสมหรือฮิวริสติก ดังจะเห็นได้ในอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง [14] ที่มี

การพัฒนาการจัดตารางการผลิตวิธีใหม่ โดยการนำกฎการจ่ายงาน 2 วิธีมาผสมผสานกันสำหรับการให้ความสำคัญกับใบสั่งซื้อ ได้แก่ SPT และ Slack1 โดยงานวิจัยนี้พบว่าการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมผสานเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสามารถลดจำนวนงานล่าช้าได้ดีที่สุด รวมถึงสามารถลดปริมาณสินค้าคงคลังซึ่งส่งผลให้ต้นทุนรวมลดลง นอกจากนั้นวิธีฮิวริสติกอื่น เช่น Least Operation Remaining (LOPNR) [15] ยังเป็นกฎที่ใช้งานได้ดีที่สุดในการทดลองจัดลำดับความสำคัญของงานในการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Job Shop) อีกด้วย

การใช้วิธีฮิวริสติกยังสามารถประยุกต์ใช้กับวิธีการจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบตามสั่ง ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้กฎอย่างง่ายและกฎฮิวริสติกในอุตสาหกรรมสิ่งทอ [16] เช่น FCFS, EDD, SPT, LPT, MST, EDD+LPT, EDD+MST พบว่าวิธีฮิวริสติกแบบ EDD+LPT มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยมีผลให้จำนวนงานล่าช้าลดลงมากที่สุด ซึ่งข้อสรุปนี้สอดคล้องกับข้อสรุปของสุเทพ บุตรดีและคณะ [17] ที่เปรียบเทียบกฎอย่างง่าย กฎฮิวริสติก และกฎฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) ในการแก้ไขปัญหาวิธีการจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบตามสั่ง พบว่าการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมผสานเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเหมาะกับการงานที่มีลักษณะเฉพาะตัว ในขณะที่อณจ ชัยมณและวิสุทธิ์ สุพิทักษ์ [18] ทำการศึกษาการจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบไหลเลื่อนยืดหยุ่น พบว่าวิธีฮิวริสติกให้คำตอบที่ดีในระยะเวลาการประมวลผลสั้นเมื่อเทียบกับคำตอบที่ดีที่สุดจากกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม

จากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าว พบว่ากระบวนการผลิตแต่ละแห่งมีลักษณะเฉพาะ ทั้งรูปแบบสินค้า จำนวนสินค้า ลักษณะการดำเนินงาน ลักษณะทางกายภาพ รวมถึงวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน มีผลให้การจัดตารางงานมีความซับซ้อนเฉพาะตัว ดังจะเห็นได้จากการจัดตารางการเติมน้ำมันของคลังน้ำมันกรณีศึกษาที่มีการจ่ายน้ำมันได้ 8 ชนิด โดยที่ลูกค้าสามารถสั่งซื้อได้ตั้งแต่ 1-8 ชนิดน้ำมัน ในจำนวนที่แตกต่างกัน ในขณะที่คลังน้ำมันมีโรงจ่ายน้ำมันที่สามารถจ่ายน้ำมันจำนวน 14 ช่องจ่าย 10 สถานี ที่สามารถจ่ายน้ำมันได้พร้อมกันสูงสุด 4 ชนิดน้ำมัน และมีปั๊มเป็นอุปกรณ์หลักที่มีการใช้พลังงานคิดเป็นอย่างน้อยร้อยละ 75 ของพลังงานทั้งหมด โดยปั๊มที่ใช้ในการจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 52-315 กิโลวัตต์ และสามารถจ่ายน้ำมันได้พร้อมกันสูงสุด 3-5 หัวจ่าย โดยการจัดตารางการเติมน้ำมันนี้มีวัตถุประสงค์ที่ลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำมัน จากลักษณะเฉพาะตัวดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้ฮิวริสติกร่วมกับการใช้กฎการจ่ายงานอย่างง่ายในการจัดตารางการเติมน้ำมันเพื่อให้มีการใช้อรรถประโยชน์ของปั๊มที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลามีค่าสูงสุด ส่งผลให้มีการใช้พลังงานที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
การเก็บข้อมูลและวิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการจัดตารางงานการจ่ายน้ำมันสำหรับคลังน้ำมันกรณีศึกษา และกล่าวถึงรายละเอียดการตัดสินใจในแต่ละขั้นตอนของการจัดตาราง

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการจ่ายน้ำมัน

ในการศึกษาการเปรียบเทียบการจัดตารางการจ่ายน้ำมันโดยใช้วิธีที่ผู้จัดทำเสนอกับการดำเนินงานจ่ายน้ำมันแบบเดิมของทางคลังน้ำมันกรณีศึกษา มีข้อมูลที่ต้องใช้ในการจัดตารางการจ่ายน้ำมันดังนี้

3.1.1 ข้อมูลคำสั่งซื้อจากลูกค้า

ก่อนที่ลูกค้าจะนำรถเข้ามารับน้ำมัน จะต้องมีการสั่งซื้อมาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน ซึ่งจะมีการพิจารณาจากปริมาณน้ำมันคงคลังในแต่ละวัน หากคำสั่งซื้อใดที่เกินปริมาณน้ำมันคงคลังจะถูกย้ายให้ไปรับน้ำมันที่คลังน้ำมันสาขาอื่น ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะประกอบด้วยหมายเลขใบคำสั่งซื้อ ชนิดน้ำมัน ปริมาณน้ำมันแต่ละชนิดของแต่ละคำในแต่ละใบคำสั่งซื้อ ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำมันจะถูกแปลงเป็นเวลาในการรับน้ำมันในแต่ละคำ (T_o) และรวมกันเป็นเวลาที่ใช้รับน้ำมันทุกคำในใบคำสั่งซื้อ (T_t) ดังตารางที่ 3.1

3.1.2 ข้อมูลช่องจ่ายและหัวจ่าย

โรงจ่ายน้ำมัน (Bay) เป็นจุดที่ให้บริการจ่ายน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมัน ภายในโรงจ่ายน้ำมันมีช่องให้บริการทั้งหมด 14 ช่อง และมี 10 สถานี โดยแต่ละช่องจะประกอบด้วยหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดดังรูปที่ 1.6 ซึ่งแบ่งชนิดหัวจ่ายออกเป็น 2 ชนิด คือ หัวจ่ายน้ำมันด้านข้างตัวรถบรรทุก (Bottom Loading) ดังรูปที่ 1.7 และหัวจ่ายน้ำมันด้านบนตัวรถบรรทุก (Top Loading) ดังรูปที่ 1.8 โดยจะแบ่งประเภทของช่องจ่ายตามรูปแบบชนิดน้ำมันที่รองรับ ซึ่งหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละประเภทจะมีอัตราการจ่ายที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากน้ำมันแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนของเชื้อเพลิงทางเลือก (ไบโอดีเซลสำหรับน้ำมันดีเซลหรือเอทานอลสำหรับน้ำมันเบนซิน) ที่แตกต่างกันตามสูตรของน้ำมันแต่ละชนิด จากการจับเวลาการเติมน้ำมันแต่ละชนิด

พบว่าอัตราการจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดมีค่าดังแสดงในดังตารางที่ 3.2 โดยจะนำข้อมูลอัตราการจ่ายนี้ไปใช้ในการคำนวณเวลาการรับน้ำมันต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

- รูปแบบช่องจ่ายประเภท A จะประกอบด้วยช่องจ่ายหมายเลข 1,5 และ 11 ซึ่งจ่ายน้ำมัน HSD, GSH91, ULG และ E20 ซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวน 1 หัวจ่าย ยกเว้นช่องจ่ายหมายเลข 5 ที่มีหัวจ่ายน้ำมัน HSD จำนวน 2 หัวจ่าย
- รูปแบบช่องจ่ายประเภท B จะประกอบด้วยช่องจ่ายหมายเลข 2, 4 และ 6 ซึ่งจ่ายน้ำมัน HSD, GSH91, GSH95 และ E85 ซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวน 1 หัวจ่าย
- รูปแบบช่องจ่ายประเภท C จะประกอบด้วยช่องจ่ายหมายเลข 3 และ 7 ซึ่งจ่ายน้ำมัน HSD, GSH91, GSH95 และ E20 ซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวน 1 หัวจ่าย
- รูปแบบช่องจ่ายประเภท D จะประกอบด้วยช่องจ่ายหมายเลข 9 ซึ่งจ่ายน้ำมัน HSD, GSH91, ULG และ GSH95 ซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวน 1 หัวจ่าย
- รูปแบบช่องจ่ายประเภท E จะประกอบด้วยช่องจ่ายหมายเลข 8, 10, 12, 13 และ 14 ซึ่งจ่ายน้ำมัน HSD ซึ่งในแต่ละช่องจ่ายจะมีหัวจ่ายจำนวน 2 หัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.3 ข้อมูลเวลาการทำงานและค่าพลังงานในการทำงานของปั๊ม

คลังน้ำมันกรณีตัวอย่างเปิดบริการทุกวัน ไม่มีวันหยุด จะแบ่งกะการทำงานออกเป็น 3 กะ ทำงานกะละ 8 ชั่วโมง เปิดบริการ 24 ชั่วโมง โดยแต่ละวันจะหยุดจ่ายน้ำมันในช่วงเวลา 23.00-24.00 น. เพื่อทำการบันทึกปริมาณน้ำมันคงคลังประจำวัน และในช่วงเวลา 05.20-06.00 น. เพื่ออัพเดตข้อมูลการเงินสินเชื่อของลูกค้าในระบบ SAP ซึ่งจะทำให้เหลือเวลาทำงานจริง ๆ 22 ชั่วโมง 40 นาที โดยจะมีกำลังการจ่ายน้ำมันสูงสุดในแต่ละประเภทดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลคำสั่งซื้อจากลูกค้า

หมายเลขใบคำสั่งซื้อ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ (ลิตร)	T_o (นาที)	T_t (นาที)
1	GSH95	4000	3.12	12.82008
	GSH91	4000	2.45	
	HSD WS	4000	3.25008	
	HSD B10 WS	4000	4	
2	ULG	20000	21.0804	21.0804
3	GSH91	16000	11	31.30048
	HSD WS	24000	20.30048	

ตารางที่ 3.2 ประเภทช่องจ่ายและชนิดน้ำมันที่รองรับและอัตราการจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิด

ประเภทช่องจ่าย / ชนิดน้ำมัน	A	B	C	D	E	อัตราการจ่าย (ลิตร/นาที)
HSD (B7, B10, B20)	✓	✓	✓	✓	✓	769.24
GSH91	✓	✓	✓	✓		1454.55
ULG	✓			✓		946.35
E20	✓		✓			1006.29
GSH95		✓	✓	✓		1250
E85		✓				731.27
ช่องจ่าย	1,5,11	2,4,6	3,7	9	8,10,12-14	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
HULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.3 กำลังการจ่ายน้ำมันสูงสุดในแต่ละประเภท

ชนิดน้ำมัน	กำลังการจ่ายสูงสุด (ล้านลิตร/วัน)
GSH91	3.43
GSH95	2.29
E20	2.08
ULG	1.42
E85	1.3
HSD	8.16
รวม	18.5

อุปกรณ์ปั๊มจะถูกติดตั้งเพื่อสูบน้ำมันพื้นฐานออกจากถังเก็บเพื่อจ่ายให้กับรถบรรทุกน้ำมัน โดยน้ำมันพื้นฐานแต่ละชนิดจะมีขนาดและจำนวนปั๊ม รวมไปถึงมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละจำนวนหัวจ่ายของน้ำมันแต่ละชนิดดังตารางที่ 3.4 และมีรายละเอียดดังนี้

1. น้ำมันดีเซล (HSD) มีปั๊มจากแหล่งจัดเก็บแห่งที่สอง ขนาด 56 kW จำนวน 6 ตัว ใช้งานจ่าย 5 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม
2. น้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 1 (G-Base1) การใช้ปั๊มจะจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ตามชนิดน้ำมัน
    - น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 11 ออกเทน 91 (GSH91) มีปั๊มขนาด 52 kW จำนวน 3 ตัว ใช้งานจ่าย 3 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม
    - น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 (E85) มีปั๊มขนาด 52 kW จำนวน 2 ตัว ใช้งานจ่าย 2 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม
3. น้ำมันเบนซินพื้นฐานชนิดที่ 2 (G-Base2) มีปั๊มขนาด 55 kW จำนวน 3 ตัว ใช้งานจ่าย 3 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม ใช้ในการจ่ายน้ำมัน 2 ชนิด ได้แก่ GSH95 และ E20
4. น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารตะกั่ว (ULG) มีปั๊มขนาด 52 kW จำนวน 3 ตัว ใช้งานจ่าย 3 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและจำนวนการใช้งานหัวจ่ายของปั๊มที่ใช้กับน้ำมันแต่ละชนิด

น้ำมัน	HSD		GSH91		G-Base 2		ULG		E85	
ขนาด	315 กิโลวัตต์		52 กิโลวัตต์		55 กิโลวัตต์		52 กิโลวัตต์		52 กิโลวัตต์	
จำนวน	4 ตัว		3 ตัว		3 ตัว		3 ตัว		2 ตัว	
จำนวนหัวจ่ายที่ใช้ได้พร้อมกันสูงสุด	20 (4 ตัว* 5 หัวจ่าย)		9 (3 ตัว* 3 หัวจ่าย)		9 (3 ตัว* 3 หัวจ่าย)		4 (จำนวนสูงสุดที่มีในช่องจ่าย)		3 (จำนวนสูงสุดที่มีในช่องจ่าย)	
จำนวนหัวจ่าย	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)	กระแสที่ใช้ (A)	กำลังไฟฟ้า (kW)
1	160	89.84	42	21	42	22.11	42	21	42	21
2	164	92.09	46	23	46	24.21	45	23	45	22.5
3	172	96.58	49	24.5	50	26.32	49	25		
4	177	99.39								
5	180	101.07								

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 กระบวนการในการจัดตารางการจ่ายน้ำมัน

3.2.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับการเริ่มจัดตาราง

การเตรียมข้อมูลเพื่อเลือกชนิดของปั๊มตัวแรกเป็นตัวกำหนดช่องจ่ายแรก (Bay) ในการเรียกคำสั่งซื้อแรก (Order)

3.2.1.1 การกำหนดลำดับความสำคัญของชนิดปั๊ม (Pump Prioritize)

การกำหนดลำดับความสำคัญของชนิดปั๊มจะกำหนดตามการใช้ประโยชน์ของปั๊ม (Utilization) ในวันก่อนหน้า โดยจะให้ลำดับความสำคัญของปั๊มที่มีการใช้ประโยชน์ในวันก่อนหน้าน้อยที่สุดเป็นอันดับแรก

3.2.1.2 การกำหนดลำดับความสำคัญของช่องจ่าย (Bay Prioritize)

การกำหนดช่องจ่ายแรกสำหรับการใช้งานในแต่ละวัน สามารถกำหนดได้จากชนิดของปั๊ม (ในหัวข้อที่ 3.2.1.1) ว่าปั๊มสามารถจ่ายน้ำมันไปยังช่องจ่ายไหนได้บ้าง เมื่อทราบช่องจ่าย จะทราบรูปแบบของชนิดน้ำมันที่จ่ายได้จากช่องจ่ายดังกล่าวดังแสดงในตารางที่ 3.2 ทำให้สามารถกำหนดคำสั่งซื้อที่มีคำชนิดน้ำมันตรงกับรูปแบบน้ำมันในช่องจ่ายนั้น ๆ

กรณีที่มีรูปแบบชนิดน้ำมันมากกว่า 1 ชนิด ให้กำหนดรูปแบบชนิดน้ำมันบนช่องจ่ายที่มีค่าการใช้ประโยชน์ต่ำที่สุดเป็นเป็นรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดเป็นอันดับแรก เช่น เมื่อปั๊มที่ถูกกำหนดคือปั๊มของน้ำมัน E20 จะได้ว่าช่องจ่ายที่จะถูกกำหนดความสำคัญสูงสุด ณ เวลาดังกล่าวคือช่องจ่ายที่มีรูปแบบชนิดน้ำมันประเภท A และ C ซึ่งรูปแบบชนิดน้ำมันบนช่องจ่ายประเภท A มีการใช้ประโยชน์ต่ำกว่าประเภท C จึงกำหนดรูปแบบชนิดน้ำมันประเภท A เป็นรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดเป็นอันดับแรก

3.2.2 การสรุปข้อมูลคำสั่งซื้อ

เนื่องจากการสั่งซื้อน้ำมันในแต่ละวัน จะมีจำนวนใบคำสั่งซื้อ ชนิดน้ำมันและปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นที่ต้องสรุปข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

3.2.2.1 ปริมาณความต้องการทั้งหมดรายวัน

วัตถุประสงค์ : ดูความสามารถในการจัดการกับคำคำสั่งซื้อทั้งหมดของรอบวันเพื่อที่จะทราบว่าคำสั่งซื้อทั้งหมดที่เข้ามาในแต่ละวันไม่เกินกำลังการจ่ายของคลังน้ำมัน

ขั้นตอนการคำนวณ :

1. คำนวณปริมาณน้ำมันจากทุกใบคำสั่งซื้อในแต่ละชนิดน้ำมัน

2. เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำมันที่คำนวณได้จากคำสั่งซื้อทั้งหมดกับข้อมูลกำลังการจ่ายน้ำมันสูงสุดในแต่ละชนิดน้ำมันสามารถทำได้ใน 1 วัน (แสดงดังตารางที่ 3.3)

กรณีที่ความต้องการรับน้ำมันน้อยกว่ากำลังการจ่ายสูงสุดของคลังน้ำมันสามารถจัดตารางการเข้ารับน้ำมันได้เลย หากความต้องการรับน้ำมันมากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความสามารถในการจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมัน จะนำคำสั่งซื้อที่มีการสั่งเข้ามาถัดจากคำสั่งซื้อสุดท้ายที่สามารถจ่ายน้ำมันได้จัดร่วมกับคำสั่งซื้อของรอบถัดไป

3.2.2.2 กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานที่ดีที่สุดของปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละวัน

วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบถึงปริมาณการใช้พลังงานที่ดีที่สุดจากคำสั่งซื้อในแต่ละวัน

ขั้นตอนการคำนวณ :

1. คำนวณปริมาณความต้องการของน้ำมันแต่ละชนิดโดยการรวบรวมปริมาณน้ำมันชนิดเดียวกันเข้าด้วยกันแล้วแปลงเป็นเวลาการรับน้ำมันด้วยอัตราการจ่ายดังตารางที่ 3.5 แสดงตัวอย่างปริมาณน้ำมันรวมที่มีการสั่งซื้อในวันที่ 20มกราคม 2564 และเวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมันแต่ละชนิด

ตารางที่ 3.5 การคำนวณปริมาณน้ำมันที่ถูกสั่งซื้อ

ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ (ลิตร)	อัตราการจ่าย (ลิตร/นาที)	เวลา (นาที)
HSD	6,252,793.88	769.24	8128.53
GSH91	1,048,842.99	1454.55	721.08
ULG	43,999.98	946.35	46.49
GSH95	1,474,765.13	1250	1179.81
E20	855,867.76	1006.29	850.52
E85	162,000.00	731.27	221.53

2. การใช้งานหัวจ่าย จำนวนหัวจ่าย จำนวนปั๊ม และอรรถประโยชน์ของปั๊มสำหรับน้ำมันแต่ละชนิด พิจารณาดังต่อไปนี้

- จำนวนหัวจ่ายที่ต้องเปิดใช้งานของแต่ละชนิดน้ำมัน ณ เวลาใด ๆ ควรจะมีจำนวนเท่ากับ (หรือใกล้เคียง) จำนวนหัวจ่ายที่ทำให้ปั๊มของน้ำมันแต่ละชนิดมีการใช้พลังงานเต็มประสิทธิภาพ เช่น น้ำมัน HSD มีการจ่ายในทุกประเภทช่องจ่าย จึงเริ่มกำหนดจำนวนใบคำสั่งซื้อที่ช่องจ่ายประเภท A มีจำนวน 3 ช่องจ่าย กำหนดให้มี 3 ใบ

คำสั่งซื้อในช่องจ่ายประเภทนี้ ส่งผลให้น้ำมัน HSD มีการใช้งานหัวจ่าย 1, 2 และ 1 หัวจ่าย สำหรับช่องจ่ายหมายเลข 1, 5 และ 11 ตามลำดับ รวม 4 หัวจ่ายของน้ำมัน HSD สำหรับรูปแบบน้ำมันชนิด A ถัดมาช่องจ่ายประเภท B จำนวน 3 ช่องจ่าย ได้แก่ช่องจ่ายหมายเลข 2, 4 และ 6 กำหนดให้มีใบคำสั่งซื้อในช่องจ่ายทั้ง 3 ช่องรวมเป็น 3 ใบคำสั่งซื้อ ส่งผลให้น้ำมัน HSD มีการใช้งานหัวจ่ายรวม 7 หัวจ่าย ถัดมาช่องจ่ายประเภท C จำนวน 2 ช่องจ่าย ได้แก่ช่องจ่ายหมายเลข 3 และ 7 กำหนดให้มี 1 ใบคำสั่งซื้อในช่องจ่ายประเภทนี้ เนื่องจากช่องจ่ายประเภทนี้มีหัวจ่ายน้ำมันประเภท Gbase2 จำนวน 2 หัวจ่ายสำหรับจ่ายน้ำมัน E20 และ GSH95 ดังนั้นตอนนี้น้ำมัน HSD มีการใช้งานหัวจ่าย 8 หัวจ่าย ถัดมาช่องจ่ายประเภท D จำนวน 1 ช่องจ่าย กำหนดให้มี 1 ใบคำสั่งซื้อในช่องจ่ายประเภทนี้ ส่งผลให้น้ำมัน HSD มีการใช้งานหัวจ่าย 9 หัวจ่าย ถัดมาช่องจ่ายประเภท E จำนวน 5 ช่องจ่าย ช่องจ่ายละ 2 หัวจ่าย กำหนดให้มี 5 ใบคำสั่งซื้อในช่องจ่ายประเภทนี้ ส่งผลให้น้ำมัน HSD มีการใช้งานหัวจ่าย 19 หัวจ่าย เหตุผลที่กำหนดให้มี 5 ใบคำสั่งซื้อเพราะเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานการใช้งานของปั๊มที่ใช้จ่ายน้ำมันดีเซล จะพบว่าการใช้งานจำนวน 19 หัวจ่ายพร้อมกันเปรียบเทียบกับการใช้งานจำนวน 15 หัวจ่ายพร้อมกัน การใช้พลังงานต่างกันไม่มากนัก แต่จะส่งผลต่อการจัดตารางซึ่งการเปิดใช้ 19 หัวจ่าย จะทำให้การจัดตารางได้เวลาเสร็จงานไวขึ้น ดังตารางที่ 3.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.6 จำนวนหัวจ่ายที่ควรเปิดใช้งานของแต่ละชนิดน้ำมัน

จำนวนใบคำสั่งซื้อ	3	3	1	1	5	จำนวนหัวจ่ายจากจำนวนใบคำสั่งซื้อ	จำนวนหัวจ่ายที่ใช้ได้สูงสุด
รูปแบบชนิดน้ำมัน	A	B	C	D	E		
ช่องจ่าย	1,5,11	2,4,6	3,7	9	8,10,12-14		
HSD	4	3	1	1	10	19	20
GSH91	3	3	1	1		8	9
ULG	3			1		4	4*
Gbase2 (E20)	3		1			9	9
Gbase2 (GSH95)		3	1	1			
E85		3				3	3*

*จำนวนหัวจ่ายของ ULG และ E85 ในช่องจ่ายมีจำนวน 4 หัวจ่าย และ 3 หัวจ่ายตามลำดับ

- จำนวนปั๊มที่ต้องเปิดใช้งานของแต่ละชนิดน้ำมัน : คำนวณโดยนำจำนวนหัวจ่ายที่เปิดใช้งานหารด้วยจำนวนหัวจ่ายที่จ่ายได้ต่อ 1 ปั๊ม เช่นน้ำมัน HSD มีการใช้งาน 19 หัวจ่าย และปั๊ม HSD จ่ายได้ 5 หัวจ่ายต่อ 1 ปั๊ม นั่นคือต้องเปิดปั๊ม 4 ตัว โดยที่ปั๊มตัวที่ 1-3 จะมีการใช้งาน 100 % และตัวที่ 4 จะมีการใช้งาน 80 % ดังตารางที่ 3.7
- ระยะเวลาการทำงานของปั๊มแต่ละชนิด : คำนวณโดยนำข้อมูลเวลารวมของแต่ละชนิดน้ำมันในแต่ละวัน มาหารด้วยจำนวนหัวจ่ายที่เปิดใช้งาน เช่น ในวันที่ 20 มกราคม 2564 มีปริมาณการสั่งซื้อน้ำมัน HSD จำนวน 6,252,793.88 ลิตร ใช้เวลาทั้งหมด 8,128.53 นาที ดังแสดงในตารางที่ 3.5 มีการเปิดหัวจ่ายทั้งหมด 19 หัวจ่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นเวลาการเปิดใช้งานปั๊มคือ 8,128.53 /19 เท่ากับ 427.82 นาที ดังตารางที่ 3.7

- ค่าอรรถประโยชน์ของปั๊ม : คำนวณโดยนำจำนวนหัวจ่ายที่เปิดหารด้วยจำนวนหัวจ่ายที่จ่ายได้ทั้งหมดจากปั๊มแต่ละชนิด เช่น น้ำมัน HSD เปิดใช้หัวจ่าย 19 หัวจ่าย และจำนวนหัวจ่ายที่จ่ายได้ทั้งหมดจากปั๊ม HSD คือ 20 หัวจ่าย นั่นคืออรรถประโยชน์ของปั๊ม HSD เท่ากับ 95 ดังตารางที่ 3.7
- พลังงานที่ใช้ : คำนวณโดยรวมค่าพลังงานของปั๊มแต่ละชนิดซึ่งเกิดจากการนำค่าพลังงานของแต่ละจำนวนของหัวจ่ายที่ถูกใช้งานคูณด้วยเวลาที่เปิดใช้งาน เช่นการคำนวณพลังงานที่ใช้ของปั๊ม HSD จากการใช้งาน 19 หัวจ่าย แสดงว่ามีการใช้งานปั๊มตัวที่ 1-3 จำนวน 5 หัวจ่าย และใช้กำลังไฟฟ้า 101.07 kW ต่อตัว ในขณะที่ปั๊มตัวที่ 4 มีการใช้งาน 4 หัวจ่าย จะใช้กำลังไฟฟ้า 99.39 kW รวมมีการใช้พลังงสยไฟฟ้าเท่ากับ $(101.07 \times 3) + (99.39 \times 1) = 402.6$ kWh และเมื่อนำกำลังไฟฟ้ามาคำนวณกับเวลาที่เปิดใช้งานปั๊มคือ 427.82 นาที หรือประมาณ 7.13 ชั่วโมง จะได้ $402.6 \times 7.13 = 2870.54$
- อรรถประโยชน์ของพลังงาน : คำนวณจากพลังงานที่ใช้ของปั๊มน้ำมันแต่ละชนิดต่อพลังงานทั้งหมดของปั๊มน้ำมันชนิดนั้น ๆ เช่น น้ำมัน HSD มีการเปิดใช้งาน 19 หัวจ่าย มีการใช้พลังงาน 402.6 kWh จะมีอรรถประโยชน์เท่ากับ $402.6 \div (101.07 \times 4) = 99.6\ \%$

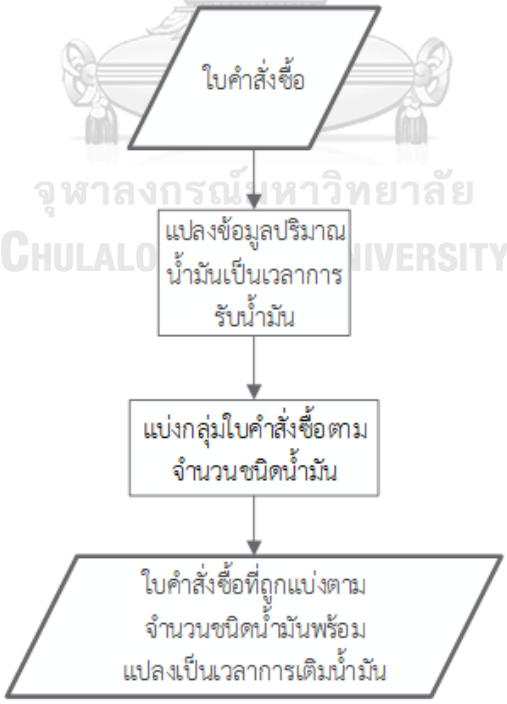
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.7 การคำนวณจำนวนการใช้งานและเวลาในการใช้งานปั๊มของแต่ละชนิดน้ำมัน

ชนิดน้ำมัน	จำนวนหัวจ่ายที่จ่ายได้	เวลาที่ใช้ (นาที)	จำนวนปั๊ม	No. arm handle	จำนวนหัวจ่ายที่จ่ายได้ทั้งหมดจากปั๊ม	% อรรถประโยชน์ปั๊ม	พลังงานของปั๊มแต่ละชนิด (kWh)	% อรรถประโยชน์พลังงานปั๊ม	พลังงานรวม (kWh)
HSD	19	427.82	4	5	20	95	2870.63	99.6	3338.09
GSH91	8	90.14	3	3	9	88.89	108.17	98	
ULG	4	11.63	2	3	6	66.67	8.92	92	
Gbase2	9	225.6	3	3	9	100	296.84	100	
E85	3	73.85	2	2	4	75	53.54	96.7	

3.2.2.3 จำแนกจำนวนชนิดน้ำมันในแต่ละคำคำสั่งซื้อ

เพื่อแบ่งกลุ่มใบคำสั่งซื้อตามจำนวนชนิดน้ำมันที่สั่งในแต่ละใบคำสั่งซื้อ สำหรับกำหนดความสำคัญให้กับคำสั่งซื้อตามกลุ่มที่แบ่งไว้ และในแต่ละคำสั่งซื้อจำเป็นต้องแปลงข้อมูลปริมาณที่สั่งน้ำมันเป็นเวลาที่ใช้เติมน้ำมันตามชนิดของน้ำมัน เพื่อใช้ในการจัดตารางการเติมน้ำมันต่อไป ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1แผนภาพการจำแนกใบคำสั่งซื้อตามจำนวนชนิดน้ำมันพร้อมแปลงเป็นเวลาการเติมน้ำมัน

3.2.3 การจัดลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อ

ด้วยใบคำสั่งซื้อของลูกค้าที่มีการสั่งซื้อน้ำมัน 1, 2, ..ถึง 6 ชนิด ประกอบกับลักษณะของโรงและช่องจ่ายน้ำมันดังแสดงในรูปที่ 2 จะพบว่ารถบรรทุกของลูกค้าที่มาเติมน้ำมันมี 2 ลักษณะ คือ รถบรรทุกที่มีคำสั่งซื้อน้ำมันไม่เกิน 4 ชนิดสามารถเติมน้ำมันพร้อมกันได้ในรอบเดียวและรถบรรทุกที่มีคำสั่งซื้อน้ำมัน 5-6 ชนิดที่มีความจำเป็นในการเติมน้ำมันสองรอบ ดังนั้นจากกฎการจัดตารางด้วยวิธี Least Operating Remaining หรือ LOPNR จะให้ความลำดับสำคัญกับรถบรรทุกที่มีคำสั่งซื้อน้ำมันไม่เกิน 4 ชนิดเข้ารับบริการก่อนรถบรรทุกที่มีคำสั่งซื้อน้ำมันเกิน 4 ชนิด คือ 6 และ 5 ชนิด (ตามลำดับ) โดยในกลุ่มแรกยังแบ่งความลำดับสำคัญเท่าๆ กันออกเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ รถบรรทุกที่มีคำสั่งซื้อน้ำมัน 1 ชนิด และรถบรรทุกที่มีคำสั่งซื้อน้ำมัน 4, 3 และ 2 ชนิด (ตามลำดับ สำหรับช่องจ่ายที่สามารถจ่ายน้ำมันได้ 4 ชนิด)

การจัดลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อในแต่ละกลุ่มของจำนวนชนิดน้ำมัน เช่น 4 ชนิดน้ำมัน 3 ชนิดน้ำมัน เป็นต้นอาศัยหลักการใช้อรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิดน้ำมัน ณ เวลาใด ๆ ต่ำสุดเพื่อเพิ่มการใช้งานปั๊มของน้ำมันชนิดนั้น เช่น ณ เวลาหนึ่งมีการใช้หัวจ่ายของน้ำมันดีเซล 16 หัวจ่ายแสดงให้เห็นว่าปั๊มของน้ำมันดีเซลมีการใช้อรรถประโยชน์ต่ำ เนื่องจากปั๊มของน้ำมันดีเซลหนึ่งตัวสามารถใช้กับหัวจ่ายจำนวน 5 หัวจ่าย ดังนั้นมีการใช้งานปั๊มของน้ำมันดีเซลเต็มกำลัง 4 ตัวและ 20% จำนวน 1 ตัว เพื่อเพิ่มอรรถประโยชน์ของปั๊มน้ำมันดีเซลจะต้องสำรวจว่ามีช่องจ่ายใดที่มีหัวจ่ายน้ำมันดีเซลว่างอยู่บ้าง โดยช่องจ่ายนั้น ๆ จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบของชนิดน้ำมันทั้ง 4 ชนิดที่จะได้ลำดับความสำคัญแรกในกลุ่มใบสั่งน้ำมัน 4 ชนิด เมื่อได้รูปแบบของชนิดน้ำมันที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดเช่น รูปแบบน้ำมันที่ประกอบด้วย GSH95, E20, GSH91, HSD แล้วอาศัยกฎ Longest Total Processing Time หรือ LTPT ในการจัดลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อที่มีเวลาในการจ่ายน้ำมันรวมมากไปน้อยตามลำดับ โดยการจัดลำดับดังกล่าวจะใช้กับใบคำสั่งซื้อทุกกลุ่ม โดยการจัดลำดับรูปแบบของชนิดน้ำมันสำหรับใบสั่งซื้อที่มี 4, 3 และ 2 ชนิดน้ำมันมีรายละเอียดดังนี้

การจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 4 ชนิด

1. ดูการใช้ประโยชน์ของปั๊มในวันก่อนหน้า ปั๊มตัวที่มีการใช้ประโยชน์น้อยที่สุดจะเป็นตัวกำหนดช่องจ่ายแรกที่จะถูกใช้งาน ตัวอย่างเช่น ค่าร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่

ละชนิดในตารางที่ 3.8 ปั๊มของน้ำมัน ULG มีค่าอรรถประโยชน์ต่ำสุด จะได้สิทธิ์ในการกำหนดช่องจ่ายแรกที่ถูกใช้งาน

ตารางที่ 3.8 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิด

ชนิดน้ำมัน	% อรรถประโยชน์ปั๊ม
HSD	100
GSH91	88.89
ULG	66.67
Gbase2	100
E85	75

2. เมื่อทราบว่าช่องจ่ายใดบ้างที่มีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว หากช่องจ่ายที่มีโอกาสถูกใช้งานมีมากกว่า 1 ประเภท ให้เลือกช่องจ่ายที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุด หรือหากมีช่องจ่ายประเภทเดียวก็เลือกช่องจ่ายประเภทนั้นได้เลย เช่น น้ำมัน ULG มีเพียงช่องจ่ายประเภท A ที่จ่ายน้ำมันชนิดนี้ได้ จึงกำหนดช่องจ่ายประเภท A
3. เมื่อทราบว่าช่องจ่ายประเภทใดถูกกำหนดให้ใช้งาน จะทราบถึงรูปแบบของชนิดน้ำมันที่สามารถจ่ายได้จากช่องจ่ายดังกล่าว ซึ่งจากตัวอย่างคือช่องจ่ายประเภท A จะมีรูปแบบชนิดน้ำมัน HSD, GSH91, ULG, GSH-E20
4. จากรูปแบบชนิดน้ำมันที่ได้จากช่องจ่ายน้ำมันแรก จะนำไปใช้ในการค้นหาใบคำสั่งซื้อที่ชนิดน้ำมันตรงกับรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวโดยการเริ่มค้นหาใบคำสั่งซื้อประเภทน้ำมัน 4 ชนิด
5. จากขั้นตอนที่ 4 จะรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวมีใบคำสั่งซื้อใดบ้างสามารถไปรับน้ำมันที่ช่องจ่ายใดได้บ้าง จากนั้นเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลารวมของแต่ละใบคำสั่งซื้อจากมากไปน้อย เช่น จากรูปแบบชนิดน้ำมัน GSH95, GSH-E20, GSH91, HSD ค้นหาใบคำสั่งซื้อในใบคำสั่งซื้อประเภท 4 ชนิดน้ำมัน พบใบคำสั่งซื้อหมายเลขที่ 17 25 และ 31 จากนั้นเรียงเวลาการรับน้ำมันรวมทั้งใบคำสั่งซื้อ (T_t) จากมากไปน้อยดังตารางที่ 3.9 ทำจนครบทุกใบคำสั่งซื้อในรูปแบบน้ำมันชนิดนี้

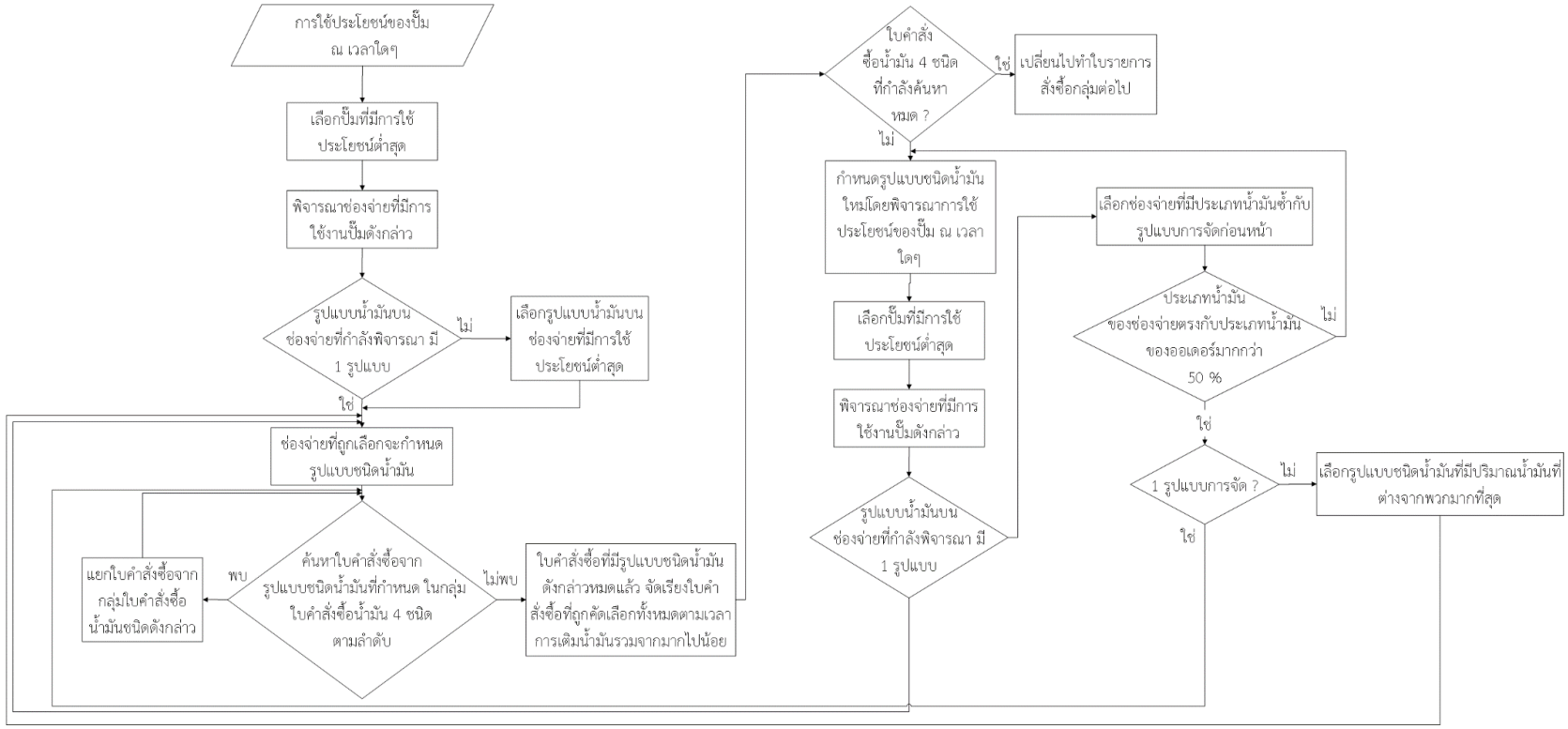
6. เมื่อรูปแบบชนิดน้ำมันแรกไม่สามารถหาใบคำสั่งซื้อที่มีชนิดน้ำมันตรงกันได้แล้วแต่ยังมีใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 4 ชนิดเหลืออยู่ จะทำการหารูปแบบชนิดน้ำมันถัดไปเพื่อเป็นตัวกำหนดในการค้นหาใบคำสั่งซื้อกลุ่มใหม่
7. การหารูปแบบชนิดน้ำมันรอบใหม่จะดูข้อมูลการใช้ประโยชน์ปั๊มที่จุดเวลาล่าสุดที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการจัดตารางให้กับกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่ตรงกับรูปแบบชนิดน้ำมันรูปแบบแรก โดยจะให้ปั๊มที่มีการใช้ประโยชน์น้อยที่สุดเป็นตัวกำหนดช่องจ่ายเช่นเดิม
8. หลังจากทราบว่าช่องจ่ายใดบ้างมีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว หากมีช่องจ่ายพวกนั้นมีรูปแบบชนิดน้ำมันเหมือนกันจะสามารถนำรูปแบบชนิดน้ำมันนั้นไปทำการค้นหาใบคำสั่งซื้อได้เลย แต่หากช่องจ่ายพวกนั้นมีรูปแบบชนิดน้ำมันมากกว่า 1 รูปแบบ ให้เลือกช่องจ่ายที่มีชนิดน้ำมันซ้ำกับรูปแบบชนิดน้ำมันก่อนหน้ามากที่สุด คือ 3 ชนิด กรณีที่มีรูปแบบชนิดน้ำมันใหม่ซ้ำกับรูปแบบชนิดน้ำมันก่อนหน้า 3 ชนิดมีมากกว่า 1 รูปแบบ ให้เลือกรูปแบบชนิดน้ำมันที่ชนิดน้ำมันต่างจากพวก มีปริมาณความต้องการในใบคำสั่งซื้อมากกว่าเพื่อที่มีโอกาสรองรับคำสั่งซื้อในใบคำสั่งซื้อประเภทนี้ เช่น รูปแบบชนิดน้ำมันก่อนหน้าคือ GSH95, GSH-E20, GSH91, HSD และรูปแบบน้ำมันชนิดใหม่มีสองรูปแบบคือ ULG, GSH-E20, GSH91, HSD และ GSH-E85, GSH-E20, GSH91, HSD จะเปรียบเทียบปริมาณความต้องการน้ำมัน ULG และ GSH-E85 ในใบคำสั่งซื้อประเภท 4 ชนิดน้ำมัน หาก ULG มากกว่าจะกำหนดรูปแบบ ULG, GSH-E20, GSH91, HSD เป็นรูปแบบชนิดน้ำมันใหม่ที่ใช้ค้นหาใบคำสั่งซื้อประเภท 4 ชนิดน้ำมันต่อไป
9. จากขั้นตอนที่ 8 จะได้รูปแบบชนิดน้ำมันใหม่เพื่อจะใช้ค้นหาใบคำสั่งซื้อต่อในกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 4 ชนิดโดยการจัดลำดับใบคำสั่งซื้อตามขั้นตอนที่ 5
10. เมื่อค้นหาเสร็จจะได้กลุ่มใบคำสั่งซื้อกลุ่มใหม่ที่เกิดจากรูปแบบชนิดน้ำมันใหม่ จะทราบด้วยว่าต้องไปที่ช่องจ่ายหมายเลขใด และข้อมูลชุดนี้จะถูกนำไปใช้ในการจัดวางใบคำสั่งซื้อในส่วนถัดไป ตรวจสอบใบคำสั่งซื้อที่มี 4 ชนิดน้ำมันหมดหรือไม่มีตรงกับรูปแบบชนิดน้ำมันที่ช่องจ่ายสามารถจ่ายได้แล้ว หากใบคำสั่งซื้อที่มี 4 ชนิดน้ำมันยังไม่หมด จะมีขั้นตอนการหารูปแบบน้ำมันใหม่ตามขั้นตอนที่ 7 ถึง 9 ดังรูปที่ 3.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.9 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม

หมายเลขใบรายการสั่งซื้อ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ (ลิตร)	T_o (นาที)	T_t (นาที)
17	GSH95	8000	6.24	42.848
	GSH-E20	4000	3.585	
	GSH91	6000	4.075	
	HSD B0	10000	10.498	
	HSD B10	15000	18.45	
25	GSH95	4000	3.12	40.551
	GSH-E20	4000	3.585	
	GSH91	4000	2.45	
	HSD B0	20000	21.396	
	HSD B10	8000	10	
31	GSH95	4000	3.12	40.551
	GSH-E20	4000	3.585	
	GSH91	4000	2.45	
	HSD B0	20000	21.396	
	HSD B10	8000	10	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.2 แผนภาพการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 4 ชนิด

หลังจากใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 4 ชนิดหมดแล้ว จะทำการค้นหาใบคำสั่งซื้อในกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 3 ชนิด ตามลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อที่จัดเตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 3.2.1.2

การจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 3 ชนิด

1. เริ่มต้นโดยดูข้อมูลการใช้ประโยชน์ของปั๊มที่จุดเวลาแรกที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการจัดตารางให้กับกลุ่มใบคำสั่งซื้อก่อนหน้า โดยจะให้ปั๊มที่มีการใช้ประโยชน์น้อยที่สุดเป็นตัวกำหนดช่องจ่ายเช่นเดิม
2. หลังจากทราบว่าช่องจ่ายใดบ้างมีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว หากมีหลายช่องจ่ายที่มีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว ให้กำหนดช่องจ่ายที่สามารถเริ่มงานได้ไวที่สุดเป็นช่องจ่ายที่จะกำหนดรูปแบบชนิดน้ำมันต่อไป
3. จากรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดมา การจะคัดเลือกใบคำสั่งซื้อที่มีชนิดน้ำมัน 3 ชนิด จะต้องกำหนดรูปแบบชนิดน้ำมัน 3 ชนิดเพื่อไปค้นหาใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 3 ชนิด โดยการกำหนดชนิดน้ำมันจะเป็นดังนี้
    I. ชนิดแรกจะกำหนดจากชนิดน้ำมันที่มาจากปั๊มตัวที่มีการใช้งานน้อยที่สุดในขั้นตอนที่ 1 ตัวอย่างเช่น ค่าร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิดในตารางที่ 3.10 ปั๊มของน้ำมัน GSH91 มีค่าอรรถประโยชน์ต่ำสุด จะถูกกำหนดเป็นน้ำมันชนิดแรกในรูปแบบ

    ตารางที่ 3.10 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิดน้ำมัน

ชนิดน้ำมัน	% อรรถประโยชน์ปั๊ม
GSH-E85	
HSD	0.96
GSH91	1
ULG	0.84
Gbase2	1

    II. ชนิดที่สองจะกำหนดจากชนิดน้ำมันที่ปั๊มมีการใช้ประโยชน์น้อยรองลงมาจากชนิดแรก จากตัวอย่างคือน้ำมันชนิด HSD
    III. ชนิดที่สามจะกำหนดจากชนิดน้ำมันที่ปั๊มมีการใช้ประโยชน์น้อยรองลงมาจากชนิดสอง จากตัวอย่างคือน้ำมันชนิด Gbase2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะได้รูปแบบชนิดน้ำมัน 3 ชนิดเพื่อไปค้นหาใบคำสั่งซื้อกลุ่มที่มีน้ำมัน 3 ชนิด

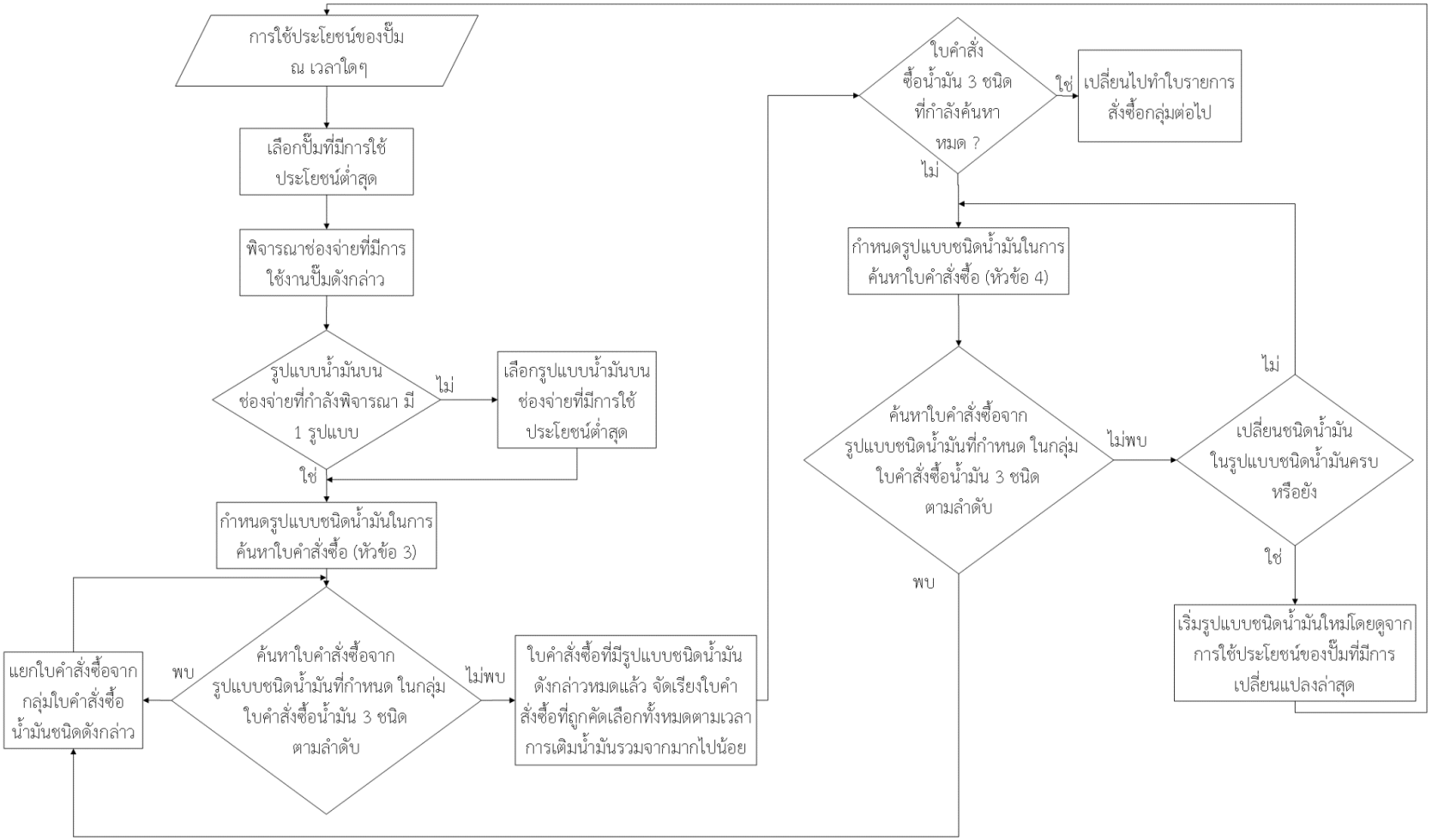
4. หากรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวไม่สามารถค้นหาใบคำสั่งซื้อได้ จะหารูปแบบใหม่โดยทำการเปลี่ยนชนิดน้ำมันที่ 3 เป็นน้ำมันชนิดสุดท้ายที่ไม่ได้ถูกเลือกที่อยู่ในรูปแบบชนิดน้ำมันของช่องจ่ายจากการกำหนดในขั้นตอนที่ 2 เช่น รูปแบบชนิดน้ำมันก่อนหน้าคือ GSH91, HSD, Gbase2 และช่องจ่ายเป็นประเภท B ซึ่งมีน้ำมัน GSH91, HSD, GSH95, GSH-E85 หากรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวไม่สามารถค้นหาใบคำสั่งซื้อได้ จะทำการเปลี่ยนรูปแบบโดยเปลี่ยนน้ำมันที่มีร้อยละการใช้งานพลังงานที่มากที่สุดในรูปแบบชนิดน้ำมันที่ใช้ค้นหา นั่นคือ Gbase2 (92%) ออกแล้วเลือกอีกประเภทที่เหลือในรูปแบบน้ำมันของช่องจ่าย กล่าวคือเปลี่ยน Gbase2 กับ GSH-E85 แล้วค้นหาใบคำสั่งซื้อต่อด้วยรูปแบบชนิดน้ำมัน GSH91 HSD GSH-E85 ทำเช่นนี้จนกว่าจะใบคำสั่งซื้อที่มี 3 ชนิดน้ำมันหมดหรือไม่มีตรงกับรูปแบบชนิดน้ำมันที่ช่องจ่ายสามารถจ่ายได้แล้ว
5. จากขั้นตอนที่ 3 จะรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวมีใบคำสั่งซื้อใดบ้างสามารถไปรับน้ำมันที่ช่องจ่ายใดได้บ้าง จากนั้นเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลารวมของแต่ละใบคำสั่งซื้อจากมากไปน้อย เช่น จากรูปแบบชนิดน้ำมัน GSH95, GSH91, HSD ค้นหาใบคำสั่งซื้อในใบคำสั่งซื้อประเภท 3 ชนิดน้ำมัน พบใบคำสั่งซื่อหมายเลขที่ 32 30 และ 6 จากนั้นเรียงเวลาการรับน้ำมันรวมทั้งใบคำสั่งซื้อ (T_t) จากมากไปน้อยดังตารางที่ 3.11 ทำจนครบทุกใบคำสั่งซื้อในรูปแบบน้ำมันชนิดนี้
6. จะได้ข้อมูลกลุ่มคำสั่งซื้อ 3 ชนิด และช่องจ่ายเพื่อนำไปใช้ในการจัดตารางในส่วนถัดไป ดังรูปที่ 3.3

Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.11 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม

หมายเลขใบรายการสั่งซื้อ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ (ลิตร)	T_o (นาที)	T_t (นาที)
32	GSH95	4000	3.12	37.9654
	GSH91	8000	5.3	
	HSD B0	23000	24.5454	
	HSD B10	4000	5	
30	GSH95	4000	3.12	34.0656
	GSH91	4000	2.45	
	HSD B0	22000	23.4956	
	HSD B10	4000	5	
6	GSH95	4000	3.12	16.3942
	GSH91	6000	4.075	
	HSD B0	4000	4.1992	
	HSD B10	4000	5	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.3 แผนภาพการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 3 ชนิด

หลังจากใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 3 ชนิดหมดแล้ว จะทำการค้นหาใบคำสั่งซื้อในกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 2 ชนิด ตามลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อที่จัดเตรียมไว้ใน ขั้นตอนที่ 3.2.1.2

การจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 2 ชนิด

1. เริ่มต้นโดยดูข้อมูลการใช้ประโยชน์ของปั๊มที่จุดเวลาแรกที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการจัดตารางให้กับกลุ่มใบคำสั่งซื้อก่อนหน้า โดยจะให้ปั๊มที่มีการใช้ประโยชน์น้อยที่สุดเป็นตัวกำหนดช่องจ่ายเช่นเดิม
2. หลังจากทราบว่าช่องจ่ายใดบ้างมีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว หากมีหลายช่องจ่ายที่มีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว ให้กำหนดช่องจ่ายที่สามารถเริ่มงานได้ไวที่สุดเป็นช่องจ่ายที่จะกำหนดรูปแบบชนิดน้ำมันต่อไป
3. จากรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดมา การจะคัดเลือกใบคำสั่งซื้อที่มีชนิดน้ำมัน 2 ชนิด จะต้องกำหนดรูปแบบชนิดน้ำมัน 2 ชนิดเพื่อไปค้นหาใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 2 ชนิด โดยการกำหนดชนิดน้ำมันจะเป็นดังนี้
    I. ชนิดแรกจะกำหนดจากชนิดน้ำมันที่มาจากปั๊มตัวที่มีการใช้งานน้อยที่สุดในขั้นตอนที่ 1 ตัวอย่างเช่น ค่าร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิดในตารางที่ 3.12 ปั๊มของน้ำมัน ULG มีค่าอรรถประโยชน์ต่ำสุด จะถูกกำหนดเป็นน้ำมันชนิดแรกในรูปแบบ

    ตารางที่ 3.12 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชนิดน้ำมัน	% อรรถประโยชน์ปั๊ม
GSH-E85	
HSD	0.96
GSH91	1
ULG	0.84
Gbase2	1

    II. ชนิดที่สองจะกำหนดจากชนิดน้ำมันที่ปั๊มมีการใช้ประโยชน์น้อยรองลงมาจากชนิดแรก จากตัวอย่างคือน้ำมัน HSD

จะได้รูปแบบชนิดน้ำมัน 2 ชนิดเพื่อไปค้นหาใบคำสั่งซื้อกลุ่มที่มีน้ำมัน 2 ชนิด

4. หากรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวไม่สามารถค้นหาใบคำสั่งซื้อได้หรือเลือกไปจนหมดแล้ว จะหารูปแบบใหม่โดยทำการเปลี่ยนชนิดน้ำมันที่ 2 เป็นน้ำมันชนิดที่มีการใช้ประโยชน์ของปั๊มน้อยรองลงมาจากชนิดสองที่เคยเลือกไป หากยังไม่สามารถค้นหาใบคำสั่งซื้อได้หรือเลือกไปจนหมดแล้วแต่ยังเหลือใบคำสั่งซื้อที่มีชนิดน้ำมัน 2 ชนิด จะหารูปแบบใหม่โดยทำการเปลี่ยนชนิดน้ำมันที่ 2 เป็นน้ำมันชนิดที่มีการใช้ประโยชน์ของปั๊มน้อยรองลงมาจากทั้งสองชนิดที่เคยเลือกไปในขั้นตอนที่ 2 เช่น รูปแบบชนิดน้ำมันก่อนหน้าคือ ULG, HSD และช่องจ่ายเป็นประเภท A ซึ่งมีน้ำมัน GSH91, HSD, ULG, GSH-E20 หากรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวไม่สามารถค้นหาใบคำสั่งซื้อได้ จะทำการเปลี่ยนน้ำมันที่มีร้อยละการใช้งานพลังงานที่มากที่สุดในรูปแบบชนิดน้ำมันที่ใช้ค้นหา นั่นคือน้ำมัน HSD สลับกับ GSH91 หรือ Gbase2 (E20,GSH95) ทำเช่นนี้จนกว่าจะใบคำสั่งซื้อที่มี 2 ชนิดน้ำมันหมดหรือไม่มีตรงกับรูปแบบชนิดน้ำมันที่ช่องจ่ายสามารถจ่ายได้แล้ว
5. จากขั้นตอนที่ 3 จะรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวมีใบคำสั่งซื้อใดบ้างสามารถไปรับน้ำมันที่ช่องจ่ายใดได้บ้าง จากนั้นเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลารวมของแต่ละใบคำสั่งซื้อจากมากไปน้อย เช่น จากรูปแบบชนิดน้ำมัน GSH91, HSD ค้นหาใบคำสั่งซื้อในใบคำสั่งซื้อประเภท 3 ชนิดน้ำมัน พบใบคำสั่งซื่อหมายเลขที่ 3 และ 28 จากนั้นเรียงเวลาการรับน้ำมันรวมทั้งใบคำสั่งซื้อ (T_t) จากมากไปน้อยดังตารางที่ 3.13 ทำจนครบทุกใบคำสั่งซื้อในรูปแบบน้ำมันชนิดนี้

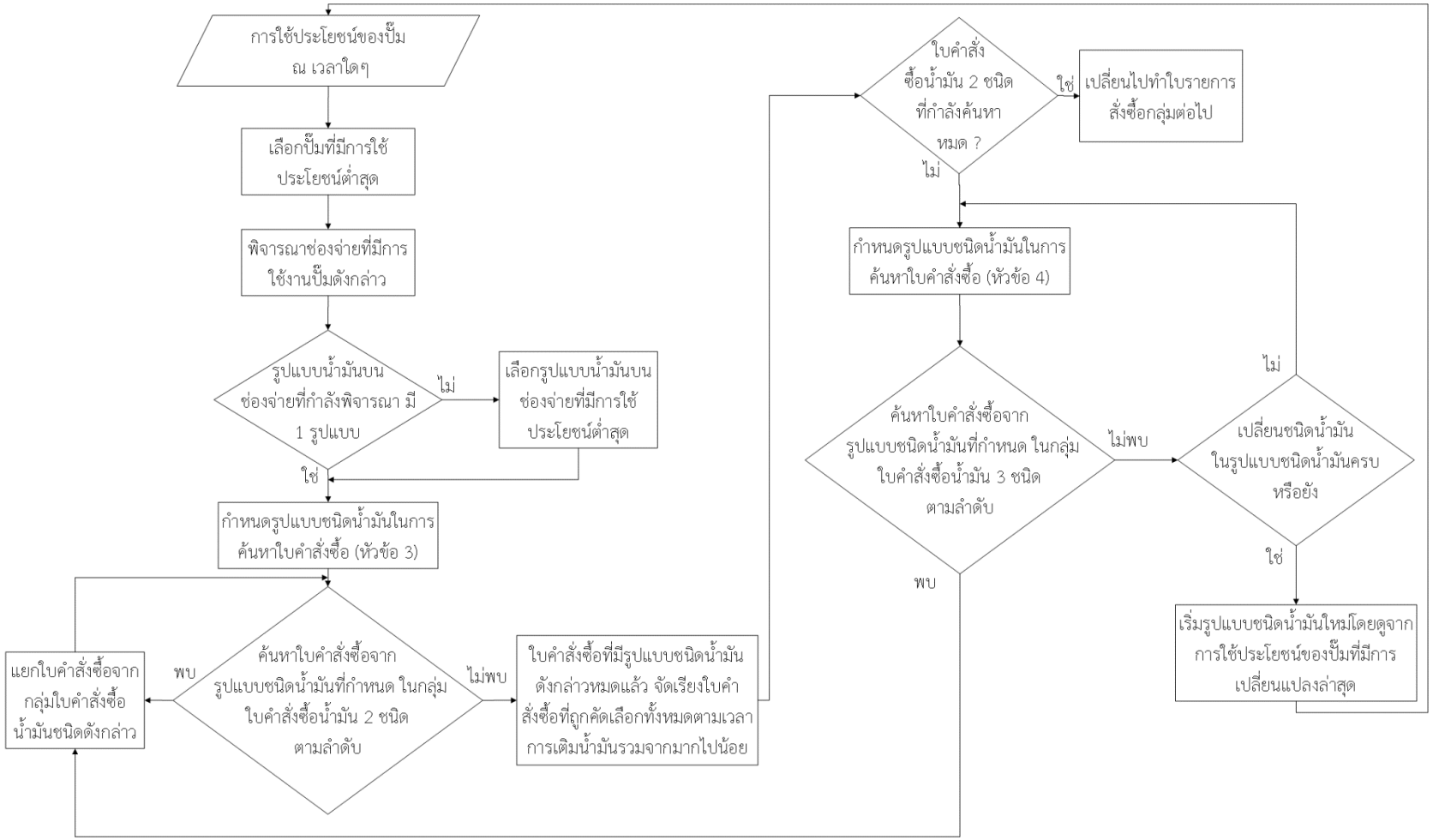
ตารางที่ 3.13 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม

หมายเลขใบรายการสั่งซื้อ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ (ลิตร)	T_o (นาที)	T_t (นาที)
3	GSH91	16000	11	31.30048
	HSD WS	24000	20.3005	
28	GSH91	4000	2.45	6.6492
	HSD B0	4000	4.1992	

CHULALONGKORN UNIVERSITY

6. จะได้ข้อมูลกลุ่มคำสั่งซื้อ 2 ชนิด และช่องจ่ายเพื่อนำไปใช้ในการจัดตารางในส่วนถัดไป ดังรูปที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.4 แผนภาพการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 2 ชนิด

การจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่มีจำนวนชนิดน้ำมัน 4 3 และ 2 ชนิดจะมีบางใบคำสั่งซื้อที่ไม่สามารถรับน้ำมันได้ใน 1 รอบ โดยถ้าใบคำสั่งซื้อใดก็ตามมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

a. ประกอบด้วยน้ำมันประเภท ULG และ E85
b. ประกอบด้วยน้ำมันประเภท E20 และ E85
c. ประกอบด้วยน้ำมันประเภท ULG GSH95 และ E20

จะแยกลำดับการเติมออกโดยใช้น้ำมันประเภท E85 และ ULG เป็นตัวแยกจากคำสั่งซื้อทั้งหมดในใบคำสั่งซื้อ โดยการแยกจะใช้น้ำมัน E85 แยกก่อน แต่ถ้าหากมบคำสั่งซื้อไม่มีน้ำมัน E85 จะใช้น้ำมัน ULG แยกเป็นลำดับถัดมา และถ้าหากในใบคำสั่งซื้อมีทั้งน้ำมัน E85 และ ULG จะใช้น้ำมัน E85 แยกลำดับการเติม ดังตัวอย่างใบคำสั่งซื้อที่มีจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิด 3 ชนิด และ 2 ชนิดที่ไม่สามารถรับน้ำมันได้ใน 1 รอบ ดังรูปที่ 3.5 และเมื่อถูกแยกด้วยน้ำมันประเภท E85 และ ULG จะได้ผลดังรูปที่ 3.6 ซึ่งเมื่อกำหนดลำดับการเติมแล้ว จะถูกจัดตารางต่อตามเงื่อนไขของการจัดตารางในแต่ละประเภทของใบคำสั่งซื้อต่อไป

Order No	Material	Description	Order qty	FlowTime	Total FlowTime
8076784938	500015	ULG with Add.	4000	4.226765996	49.29626507
8076784938	500018	Gasohol 95 E-10 with Add.	4000	3.2	
8076784938	500023	Gasohol 95-E85 with Add.	4000	5.469935865	
8076784938	500031	HSD	28000	36.39956321	
8076776205	500018	Gasohol 95 E-10 with Add.	4000	3.2	49.04449634
8076776205	500020	Gasohol 95-E20 with Add.	4000	3.974997267	
8076776205	500023	Gasohol 95-E85 with Add.	4000	5.469935865	
8076776205	500031	HSD	28000	36.39956321	
8076788152	500015	ULG with Add.	4000	4.226765996	32.20151367
8076788152	500018	Gasohol 95 E-10 with Add.	4000	3.2	
8076788152	500020	Gasohol 95-E20 with Add.	4000	3.974997267	
8076788152	500031	HSD	16000	20.7997504	
8076783863	500020	Gasohol 95-E20 with Add.	3000	2.98124795	22.68351265
8076783863	500023	Gasohol 95-E85 with Add.	3000	4.102451899	
8076783863	500031	HSD	12000	15.5998128	
8076776196	500018	Gasohol 95 E-10 with Add.	4000	3.2	20.37733997
8076776196	500020	Gasohol 95-E20 with Add.	4000	3.974997267	
8076776196	500023	Gasohol 95-E85 with Add.	3000	4.102451899	
8076776196	500031	HSD	7000	9.099890801	

รูปที่ 3.5 ใบคำสั่งซื้อที่มีจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิด 3 ชนิด และ 2 ชนิดที่ไม่สามารถรับน้ำมันได้ใน 1 รอบ ก่อนแยกลำดับการเติม

Sequence	Order No	Material	Description	Order qty	FlowTime	Total FlowTime
1	8076784938	500031	HSD	28000	36.39956	
1	8076784938	500015	ULG with Add.	4000	4.226766	
1	8076784938	500018	Gasohol 95 E-10 with Add.	4000	3.2	
2	8076784938	500023	Gasohol 95-E85 with Add.	4000	5.469936	49.29626507
1	8076776205	500031	HSD	28000	36.39956	
1	8076776205	500018	Gasohol 95 E-10 with Add.	4000	3.2	
1	8076776205	500020	Gasohol 95-E20 with Add.	4000	3.974997	
2	8076776205	500023	Gasohol 95-E85 with Add.	4000	5.469936	49.04449634
1	8076788152	500031	HSD	16000	20.79975	
1	8076788152	500018	Gasohol 95 E-10 with Add.	4000	3.2	
1	8076788152	500020	Gasohol 95-E20 with Add.	4000	3.974997	
2	8076788152	500015	ULG with Add.	4000	4.226766	32.20151367
1	8076783863	500031	HSD	12000	15.59981	
1	8076783863	500020	Gasohol 95-E20 with Add.	3000	2.981248	
2	8076783863	500023	Gasohol 95-E85 with Add.	3000	4.102452	22.68351265
1	8076776196	500031	HSD	7000	9.099891	
1	8076776196	500018	Gasohol 95 E-10 with Add.	4000	3.2	
1	8076776196	500020	Gasohol 95-E20 with Add.	4000	3.974997	
2	8076776196	500023	Gasohol 95-E85 with Add.	3000	4.102452	20.37733997

รูปที่ 3.6 ใบคำสั่งซื้อที่มีจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิด 3 ชนิด 3 และ 2 ชนิดที่ไม่สามารถรับน้ำมันได้ใน 1 รอบ หลังแยกลำดับการเติม

ในขณะที่การจัดลำดับความสำคัญของรูปแบบชนิดน้ำมันสำหรับใบสั่งซื้อที่มี 6 และ 5 ชนิดน้ำมันอาศัยหลักการอรรถประโยชน์ของปั๊มต่ำสุดเช่นเดียวกันเพื่อเพิ่มการใช้งานปั๊มนั้น ๆ มีรายละเอียดแสดงด้วยแผนผังการทำงานดังรูปที่ 4 ซึ่งมีรายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนของการเติมน้ำมัน 2 รอบโดยการเติมน้ำมันรอบแรกให้ได้จำนวนชนิดน้ำมันมากที่สุดคือ 4 ชนิดน้ำมัน ดังนั้นใบสั่งซื้อที่มี 6 และ 5 ชนิดนั้น จะมีการเติมน้ำมันรอบแรก 4 ชนิดและรอบสอง 2 และ 1 ชนิดน้ำมันตามลำดับ

หลังจากใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 4 ชนิด 3 ชนิด และ 2 ชนิดหมดแล้ว จะทำการค้นหาใบคำสั่งซื้อในกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 6 ชนิด ตามลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อที่จัดเตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 3.2.1.2

การจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 6 ชนิด

1. เริ่มต้นโดยดูข้อมูลการใช้ประโยชน์ของปั๊มที่จุดเวลาแรกที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการจัดตารางให้กับกลุ่มใบคำสั่งซื้อก่อนหน้า โดยจะให้ปั๊มที่มีการใช้ประโยชน์น้อยที่สุดเป็นตัวกำหนดช่องจ่ายเช่นเดิม ตัวอย่างเช่น ค่าร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิดในตารางที่ 3.14 ปั๊มของน้ำมัน ULG มีค่าอรรถประโยชน์ต่ำสุด จะได้สิทธิ์ในการกำหนดช่องจ่ายแรกที่ถูกใช้งาน

ตารางที่ 3.14 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิด

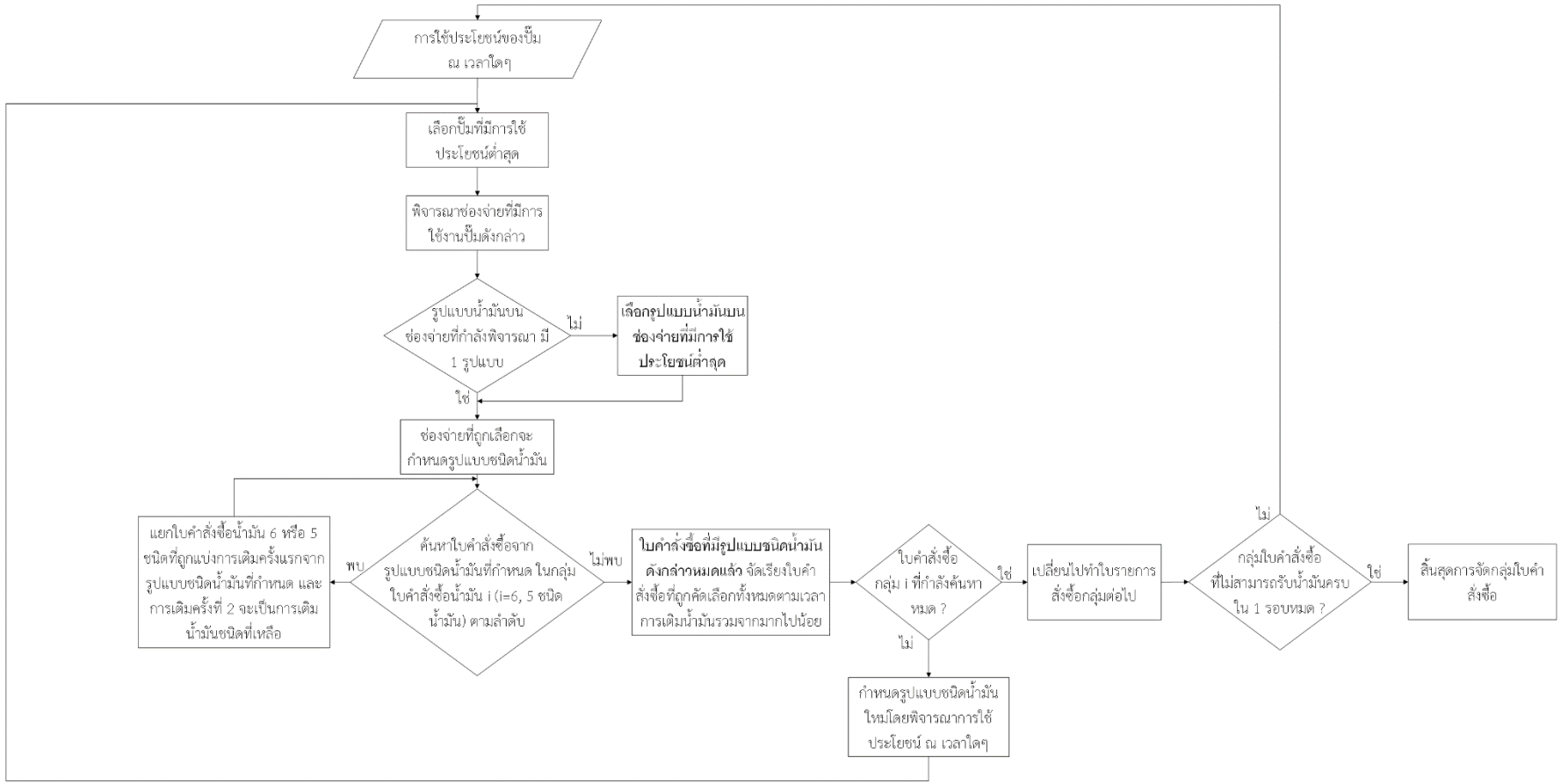
ชนิดน้ำมัน	% อรรถประโยชน์ปั๊ม
GSH-E85	
HSD	0.98
GSH91	0.93
ULG	0.84
Gbase2	1

1. หลังจากทราบว่าช่องจ่ายใดบ้างมีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว หากมีหลายช่องจ่ายที่มีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว ให้กำหนดช่องจ่ายที่สามารถเริ่มงานได้ไวที่สุดเป็นช่องจ่ายที่จะกำหนดรูปแบบชนิดน้ำมันต่อไป เช่น น้ำมัน ULG มีเพียงช่องจ่ายประเภท A ที่จ่ายน้ำมันชนิดนี้ได้ จึงกำหนดช่องจ่ายประเภท A
2. จากรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดมา การจะคัดเลือกใบคำสั่งซื้อที่มีชนิดน้ำมัน 6 ชนิด จะต้องมีการเติมน้ำมันที่ช่องจ่าย 2 รอบ เนื่องจากเป็นคำสั่งซื้อที่มีจำนวนชนิดน้ำมันมากกว่า 4 ชนิด โดยการเติมรอบแรกจะถูกกำหนดโดยชนิดน้ำมันจากรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ของปั๊ม และการเติมรอบที่ 2 คือการเติมน้ำมันอีก 2 ชนิดที่เหลือ ตัวอย่างเช่นช่องจ่ายที่ถูกกำหนดคือประเภท A จะใช้รูปแบบน้ำมันในช่องจ่ายประเภท A เป็นตัวแบ่งใบคำสั่งซื้อในการเติมรอบแรก
3. ในการเติมน้ำมันครั้งแรกจะมีลำดับขั้นตอนเหมือนกันกับใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 4 ชนิด และการเติมครั้งที่ 2 จะมีลำดับขั้นตอนเหมือนกันกับใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 2 ชนิด ดังรูปที่ 3.7
4. จากขั้นตอนที่ 3 จะรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวมีใบคำสั่งซื้อใดบ้างสามารถไปรับน้ำมันที่ช่องจ่ายใดได้บ้าง จากนั้นเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลารวมของแต่ละใบคำสั่งซื้อจากมากไปน้อย เช่น จากรูปแบบชนิดน้ำมัน ULG, GSH95, GSH-E20, GSH91, HSD ค้นหาใบคำสั่งซื้อในใบคำสั่งซื้อประเภท 3 ชนิดน้ำมัน พบใบคำสั่งซื่อหมายเลขที่ 49 และ 23 จากนั้นเรียงเวลาการรับน้ำมันรวมทั้งใบคำสั่งซื้อ (T_t) จากมากไปน้อยดังตารางที่ 3.15 ทำจนครบทุกใบคำสั่งซื้อในรูปแบบน้ำมันชนิดนี้

ตารางที่ 3.15 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม

หมายเลขใบรายการสั่งซื้อ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ (ลิตร)	T_o (นาที)	T_t (นาที)
4	ULG	4000	4.14	40.66
	GSH95	8000	6.24	
	GSH-E20	7000	6.57	
	GSH-E85	3000	4.06	
	GSH91	4000	2.45	
	HSD B0	16000	17.20	
15	ULG	3000	3.10	24.31
	GSH95	4000	3.12	
	GSH-E20	7000	6.57	
	GSH-E85	3000	4.06	
	GSH91	4000	2.45	
	HSD B10	4000	5.00	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.7 แผนภาพการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 6 และ 5 ชนิด

หลังจากใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 6 ชนิดหมดแล้ว จะทำการค้นหาใบคำสั่งซื้อในกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 5 ชนิด ตามลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อที่จัดเตรียมไว้ใน ขั้นตอนที่ 3.2.1.2

การจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 5 ชนิด

1. เริ่มต้นโดยดูข้อมูลการใช้ประโยชน์ของปั๊มที่จุดเวลาแรกที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการจัดตารางให้กับกลุ่มใบคำสั่งซื้อก่อนหน้า โดยจะให้ปั๊มที่มีการใช้ประโยชน์น้อยที่สุดเป็นตัวกำหนดช่องจ่ายเช่นเดิม ตัวอย่างเช่น ค่าร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิดในตารางที่ 3.16 ปั๊มของน้ำมัน ULG มีค่าอรรถประโยชน์ต่ำสุด จะได้สิทธิ์ในการกำหนดช่องจ่ายแรกที่ถูกใช้งาน

   ตารางที่ 3.16 ร้อยละอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิด

ชนิดน้ำมัน	% อรรถประโยชน์ปั๊ม
GSH-E85	
HSD	0.96
GSH91	1
ULG	0.84
Gbase2	1

2. หลังจากทราบว่าช่องจ่ายใดบ้างมีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว หากมีหลายช่องจ่ายที่มีโอกาสถูกใช้งานจากปั๊มดังกล่าว ให้กำหนดช่องจ่ายที่สามารถเริ่มงานได้ไวที่สุดเป็นช่องจ่ายที่จะกำหนดรูปแบบชนิดน้ำมันต่อไป เช่น น้ำมัน ULG มีเพียงช่องจ่ายประเภท A ที่จ่ายน้ำมันชนิดนี้ได้ จึงกำหนดช่องจ่ายประเภท A
3. จากรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดมา การจะคัดเลือกใบคำสั่งซื้อที่มีชนิดน้ำมัน 5 ชนิด จะต้องมีการเติมน้ำมันที่ช่องจ่าย 2 รอบ เนื่องจากเป็นคำสั่งซื้อที่มีจำนวนชนิดน้ำมันมากกว่า 4 ชนิด โดยการเติมรอบแรกจะถูกกำหนดโดยชนิดน้ำมันจากรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ของปั๊ม และการเติมรอบที่ 2 คือการเติมน้ำมันอีก 1 ชนิดที่เหลือเหลือ ตัวอย่างเช่นช่องจ่ายที่ถูกกำหนดคือประเภท A จะใช้รูปแบบน้ำมันในช่องจ่ายประเภท A เป็นตัวแบ่งใบคำสั่งซื้อในการเติมรอบแรก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ในการเติมน้ำมันครั้งแรกจะมีลำดับขั้นตอนเหมือนกันกับใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 4 ชนิด และการเติมครั้งที่ 2 จะมีลำดับขั้นตอนเหมือนกันกับใบคำสั่งซื้อประเภทที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 1 ชนิด ดังรูปที่ 3.7
5. จากขั้นตอนที่ 3 จะรูปแบบชนิดน้ำมันดังกล่าวมีใบคำสั่งซื้อใดบ้างสามารถไปรับน้ำมันที่ช่องจ่ายใดได้บ้าง จากนั้นเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลารวมของแต่ละใบคำสั่งซื้อจากมากไปน้อย เช่น จากรูปแบบชนิดน้ำมัน ULG, GSH95, GSH-E20, GSH-E85, GSH91, HSD ค้นหาใบคำสั่งซื้อในใบคำสั่งซื้อประเภท 3 ชนิดน้ำมัน พบใบคำสั่งซื่อหมายเลขที่ 4 และ 15 จากนั้นเรียงเวลาการรับน้ำมันรวมทั้งใบคำสั่งซื้อ (T_t) จากมากไปน้อยดังตารางที่ 3.17 ทำจนครบทุกใบคำสั่งซื้อในรูปแบบน้ำมันชนิดนี้

ตารางที่ 3.17 การเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาการรับน้ำมันรวม

หมายเลขใบรายการสั่งซื้อ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ (ลิตร)	T_o (นาที)	T_t (นาที)
49	ULG	3000	3.10	28.23
	GSH95	8000	6.24	
	GSH-E20	4000	3.59	
	GSH91	8000	5.30	
	HSD B10	8000	10.00	
23	ULG	4000	4.14	18.29
	GSH95	4000	3.12	
	GSH-E20	4000	3.59	
	GSH91	4000	2.45	
	HSD B10	4000	5.00	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หลังจากใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 5 ชนิดหมดแล้ว จะเป็นการจัดลำดับความสำคัญของใบคำสั่งซื้อที่มีน้ำมัน 1 ชนิด ซึ่งจะอาศัยกฎการจ่ายงาน LTPT ในการกำหนดลำดับความสำคัญให้กับใบคำสั่งซื้อที่มีเวลารับน้ำมันรวมสูงสุดก่อน

3.2.4 การจัดตารางเวลาใบคำสั่งซื้อ

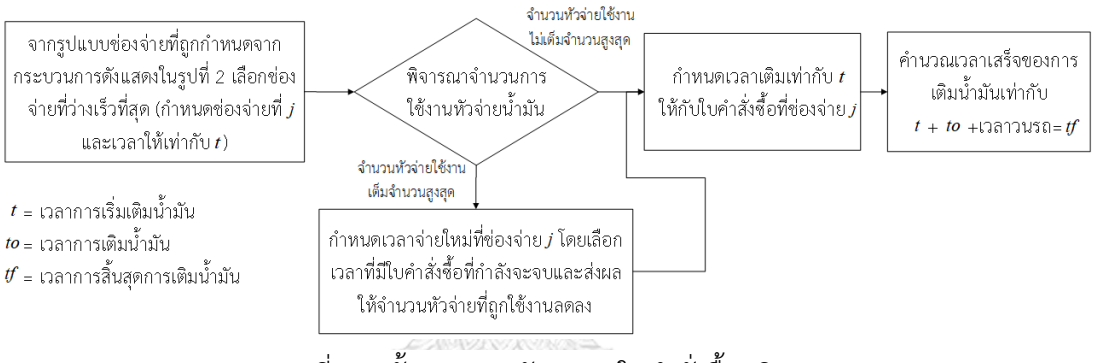
การจัดตารางเวลาใบคำสั่งซื้อ จะจำแนกออกเป็น 2 วิธี ตามจำนวนรอบของการเติมน้ำมัน ประกอบด้วย การจัดตารางการจ่ายน้ำมันให้กับใบคำสั่งซื้อที่สามารถเติมน้ำมันพร้อมกันได้ในรอบเดียว ได้แก่ใบสั่งซื้อที่มีจำนวนน้ำมัน 4, 3, 2 และ 1 ชนิดจะใช้ขั้นตอนการจัดตารางใบคำสั่งซื้อชนิด A และการจัดตารางการจ่ายน้ำมันให้กับใบคำสั่งซื้อน้ำมัน 6 และ 5 ชนิดที่มีความจำเป็นในการเติมน้ำมันสองรอบ จะใช้ขั้นตอนการจัดตารางใบคำสั่งซื้อชนิด B โดยการจัดตารางดังกล่าวต้องพิจารณาการใช้งานของปั๊มที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีผลให้จากจัดตารางการจ่ายน้ำมันมีรูปแบบพลวัต (Dynamic Rule) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการจัดตารางใบคำสั่งซื้อชนิด A ที่ประกอบไปด้วยใบคำสั่งซื้อน้ำมัน 4, 3, 2 และ 1 ชนิด มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดช่องจ่ายที่จะวางใบคำสั่งซื้อ โดยเลือกช่องจ่ายที่สามารถจ่ายน้ำมันได้เร็วที่สุดจากทุกช่องจ่ายในรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดให้มีลำดับความสำคัญเป็นลำดับแรก ตัวอย่างเช่น ใบคำสั่งซื้อที่มี 4 ชนิดน้ำมัน ได้แก่น้ำมัน GSH95, E20, GSH91 และ HSD มีความสำคัญลำดับแรก สามารถเติมน้ำมันได้ที่ช่องจ่ายหมายเลข 3 หรือ 7 (แสดงดังรูปที่ 2) ถ้าช่องจ่ายที่ 3 ว่างก่อนให้เลือกช่องจ่ายที่ 3 ในการเติมน้ำมันคำสั่งซื้อนี้
2. กำหนดเวลาเติมน้ำมัน โดยพิจารณาจำนวนหัวจ่ายที่ใช้ ณ เวลาล่าสุดของน้ำมันดังกล่าว ถ้าหากจำนวนหัวจ่ายใช้งานไม่เต็มจำนวนสูงสุดที่ปั๊มชนิดนั้นสามารถจ่ายได้ ให้กำหนดเวลาในการเติมน้ำมันสำหรับใบสั่งซื้อนั้น ๆ เป็นเวลาที่ว่างเร็วที่สุด เช่น ช่องจ่ายที่ 3 ว่างเวลา 10.05 น. และปั๊มของน้ำมัน GSH95, E20, GSH91 และ HSD ณ เวลา 10.05 น. มีการใช้งาน 3, 4, 7 และ 12 หัวจ่ายตามลำดับ แสดงว่าปั๊มยังใช้งานไม่เต็มจำนวนสูงสุดที่ระบุในตารางที่ 1 ดังนั้นสามารถกำหนดเวลาเติมน้ำมันของคำสั่งซื้อนี้ที่ช่องจ่ายหมายเลข 3 เริ่มเวลา 10.05 น. โดยเวลาสิ้นสุดการเติมน้ำมันกำหนดโดยเวลาเริ่มบวกเวลาที่ใช้ในการเติมน้ำมันมากที่สุดของใบสั่งซื้อนี้ซึ่งจะเป็นเวลาที่ช่องจ่ายที่ 3 ว่างสำหรับ

ใบสั่งซื้อถัดไป แต่ถ้าจำนวนหัวจ่ายถูกใช้งานเต็มจำนวนแล้ว ให้พิจารณาเวลาถัดไปที่จำนวนหัวจ่ายของปั๊มแต่ละชนิดใช้งานไม่เต็มจำนวน ซึ่งเวลาดังกล่าวจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเติมน้ำมันในช่องจ่ายอื่นเสร็จสิ้นและส่งผลให้จำนวนหัวจ่ายที่ถูกใช้งานลดลง และทำการกำหนดเวลาเติมน้ำมันของใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ จากนั้นคำนวณเวลาเสร็จของแต่ละคำในแต่ละใบคำสั่งซื้อ

3. ทำการกำหนดช่องจ่ายและเวลาการเติมน้ำมันสำหรับใบสั่งซื้อในลำดับถัดไปตามขั้นตอนในข้อ 1 และ 2 จนครบทุกใบสั่งซื้อที่มีคำน้ำมันสั่งซื้อ 4, 3, 2 และ 1 ชนิด ตามลำดับจนครบทุกใบสั่งซื้อในวันนั้น ๆ (ทุกใบคำสั่งซื่อถูกกำหนดช่องจ่ายและเวลาครบแล้ว) จะได้ตารางเวลาการเข้ารับน้ำมันของทุกใบคำสั่งซื้อประเภทนี้ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการจัดตารางใบคำสั่งซื้อชนิด A

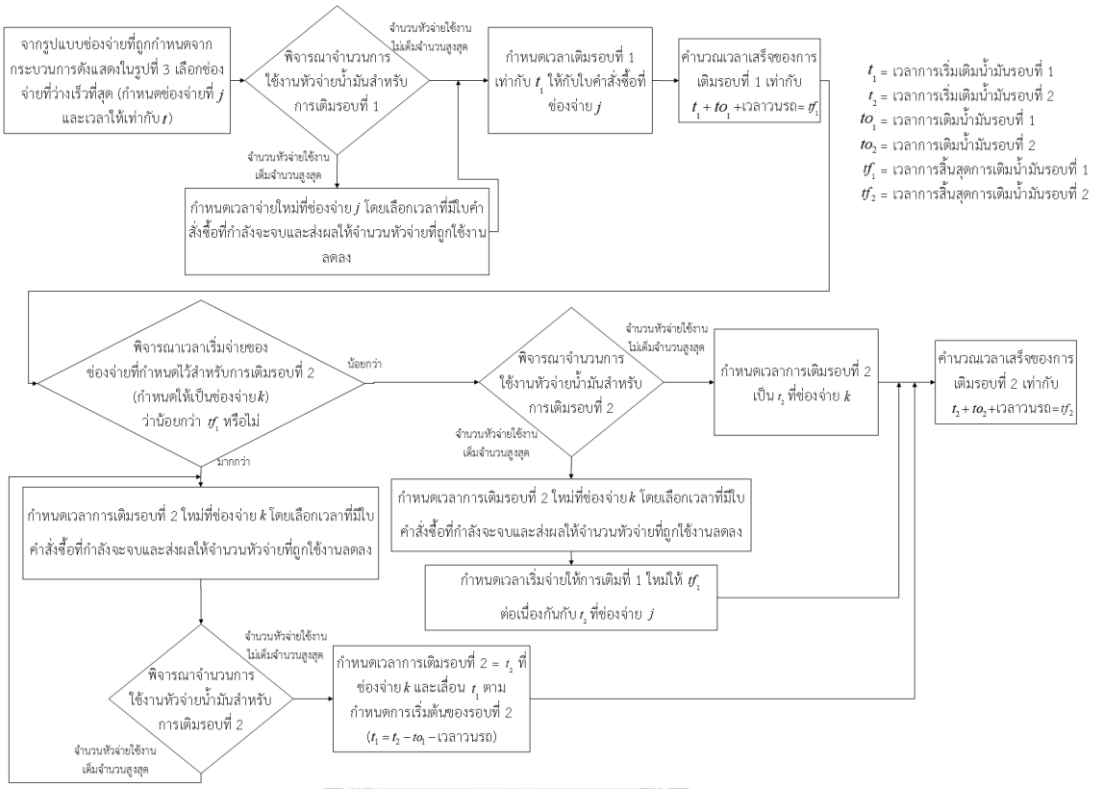
ขั้นตอนการจัดตารางใบคำสั่งซื้อชนิด B ที่ประกอบด้วยใบคำสั่งซื้อน้ำมัน 6 และ 5 ชนิด เนื่องจากใบคำสั่งซื้อชนิดดังกล่าวมีการเติมน้ำมัน 2 รอบเพราะข้อจำกัดในด้านลักษณะของโรงจ่ายน้ำมัน จึงแบ่งวิธีการจัดตารางการจ่ายน้ำมันออกเป็น 2 รอบ โดยที่การเติมรอบแรกและรอบที่สองควรจะต่อเนื่องกัน เพื่อลูกค้าหรือพนังงานขับรถไม่ต้องเสียเวลารอระหว่างการเติมแต่ละรอบ ดังนั้นการจัดตารางสำหรับใบสั่งซื้อกลุ่มนี้จะพิจารณาช่องจ่าย 2 ช่องที่ว่างต่อเนื่องกันพอดี โดยมีขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 3.9 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดช่องจ่ายที่จะวางใบสั่งซื้อ โดยเลือกช่องจ่ายที่สามารถจ่ายน้ำมันได้เร็วที่สุดจากทุกช่องจ่ายในรูปแบบชนิดน้ำมันที่ถูกกำหนดให้มีลำดับความสำคัญเป็นลำดับแรก ตัวอย่างเช่น ใบคำสั่งซื้อที่มี 6 ชนิดน้ำมัน ได้แก่น้ำมัน ULG, E20, GSH91 และ HSD ที่จะดำเนินการเติมในรอบแรก สามารถเติมน้ำมันได้ที่ช่องจ่ายหมายเลข 1, 5 หรือ 11 (แสดงดังรูปที่ 2) ถ้าช่องจ่ายที่ 5 ว่างก่อนให้เลือกช่องจ่ายที่ 5 ในการเติมน้ำมันคำสั่งซื้อ

นี้รอบแรก โดยใบคำสั่งซื้อนี้จะต้องเติมน้ำมัน GSH95 และ E85 ในการเติมรอบสอง ซึ่งสามารถเติมน้ำมันได้ที่ช่องจ่ายที่ 2, 4 หรือ 6 ถ้าช่องว่างที่ 2 ว่างก่อนให้เลือกช่องจ่ายที่ 2 ในการเติมน้ำมันรอบที่ 2

2. การกำหนดเวลาเติมน้ำมันรอบแรก จะต้องพิจารณาไปพร้อมกับการเติมน้ำมันรอบสอง โดยการเติมรอบแรกและรอบสองห่างกันเท่ากับเวลาที่ใช้ในการเติมน้ำมันรอบแรกบวกเวลาวนรถ การกำหนดเวลาทั้งสองรอบใช้หลักการเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้วคือการพิจารณาจำนวนหัวจ่ายที่ใช้ ณ เวลานั้น ๆ ของน้ำมันดังกล่าว ถ้าหากจำนวนหัวจ่ายใช้งานไม่เต็มจำนวนสูงสุดที่ปั๊มชนิดนั้นสามารถจ่าย (เรียกกรณีนี้ว่าปั๊มมีความพร้อมจ่าย) ให้กำหนดเวลาเบื้องต้นสำหรับการเติมรอบแรก เช่น ช่องจ่ายที่ 5 ว่างเวลา 14.00 น. และปั๊มของน้ำมัน ULG, E20, GSH91 และ HSD ณ เวลา 14.00 น. มีการใช้ไม่เต็มจำนวนสูงสุดที่ระบุในตารางที่ 1 ดังนั้นให้กำหนดเวลาเติมน้ำมันเบื้องต้นของคำสั่งซื้อนี้รอบแรกที่ช่องจ่ายหมายเลข 5 เริ่มเวลา 14.00 น. (แต่ถ้าปั๊มไม่พร้อมจ่าย ให้พิจารณาเวลาถัดไปที่ปั๊มพร้อมจ่ายในกำหนดเวลาเติมน้ำมันเบื้องต้นของใบคำสั่งซื้อรอบแรก)
3. การกำหนดเวลาเติมน้ำมันรอบสอง พิจารณาจากเวลาว่างของช่องจ่ายที่กำหนดไว้สำหรับการเติมรอบสองว่าน้อยกว่าเวลาสิ้นสุดการเติมน้ำมันรอบแรกรวมเวลาวนรถหรือไม่
   - ถ้าน้อยกว่าแสดงว่าช่องจ่ายรอบสองพร้อมในการจ่ายน้ำมันต่อจากการเติมรอบแรก ให้พิจารณาว่าปั๊มพร้อมจ่ายน้ำมันหรือไม่ ณ เวลานั้น ๆ ของน้ำมันสำหรับการเติมรอบสอง ถ้าปั๊มพร้อมจ่ายให้กำหนดเวลาสิ้นสุดของการเติมรอบแรกบวกเวลาวนรถเป็นเวลาเริ่มต้นสำหรับการเติมรอบสอง จากตัวอย่างก่อนหน้าการเติมน้ำมันรอบแรกที่ช่องจ่ายที่ 5 เริ่มเวลา 14.00 น. ใช้เวลาในการเติม 20 นาทีบวกเวลาวนรถ 5 นาที จะพร้อมเติมน้ำมันรอบสองที่ช่องจ่ายที่ 2 เวลา 14.25 น. ถ้าช่องจ่ายที่ 2 ว่างณ เวลาดังกล่าวและจำนวนหัวจ่ายของปั๊มใช้งานไม่เต็มจำนวนสูงสุด ให้กำหนดเวลาเติมน้ำมันรอบสองที่ช่องจ่าย 2 เวลา 14.25 น. แต่ถ้าปั๊มไม่พร้อมจ่ายให้กำหนดเวลาการเติมรอบสองเป็นเวลาพร้อมจ่ายที่ไวที่สุดของการเติมรอบสองที่ช่องจ่ายดังกล่าว แล้วกำหนดเวลาเริ่มจ่ายให้การเติมรอบแรกให้เวลาสิ้นสุดการเติมต่อเนื่องกันที่ช่องจ่ายเดิม เช่นการเติมรอบแรกที่ช่องจ่าย 5 เสร็จสิ้นเวลา 14.20 น. และวนรถใช้เวลา 5 นาที จะเริ่มเติมน้ำมันรอบที่สองเวลา 14.25 น. ที่ช่องจ่ายที่ 2 แต่ช่องจ่ายที่ 2 สามารถจ่ายได้เร็วที่สุดที่เวลา 14.40 น. ดังนั้นเวลาเริ่มต้นในการเติมรอบแรกจะถูกเลื่อนจากเวลาเดิม 15 นาทีเป็นเวลา 14.15 น.
   - ถ้ามากกว่าแสดงกว่าช่องจ่ายสำหรับการเติมรอบสองไม่ว่างสำหรับการเติมต่อจากรอบแรก ให้กำหนดเวลาเติมรอบที่สองจากเวลาว่างเร็วที่สุดถัดไป พร้อมกับการ

ตรวจสอบว่าปั๊มพร้อมจ่ายหรือไม่ ถ้าพร้อมจ่ายให้กำหนดเวลาการเติมรอบสองที่เร็วที่สุด และเลื่อนการเติมรอบแรกตามกำหนดการเริ่มต้นของรอบสอง ถ้าปั๊มไม่พร้อมจ่ายให้เลื่อนเวลาการเติมรอบสองจากเวลาว่างถัดไปจนกว่าปั๊มจะพร้อมจ่าย



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการจัดตารางใบคำสั่งซื้อชนิด B

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.5 การคำนวณค่าอรรถประโยชน์

เนื่องจากการคัดเลือกปั๊มที่จะถูกใช้งานจำเป็นต้องมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจ นั้นคือค่าอรรถประโยชน์

3.2.5.1 ค่าอรรถประโยชน์ ณ จุดเวลาใด ๆ

คือการดูจำนวนหัวจ่ายที่ใช้งานต่อจำนวนหัวจ่ายที่สามารถจ่ายได้ของน้ำมันแต่ละชนิด ณ จุดเวลาอ้างอิง ซึ่งเป็นจุดเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานล่าสุดหลังจากการจัดตารางให้กับงานก่อนหน้าแล้วจำเป็นจะต้องเปลี่ยนรูปแบบชนิดของช่องจ่าย จึงตัดสินใจเลือกประเภทช่องจ่ายใหม่ตามประเภทของน้ำมันทีมีการใช้ประโยชน์ของปั๊มน้อยที่สุด จากตรงนี้จะนำค่าตรงนี้ไปดูค่าพลังงานที่ใช้งานจริง เพื่อใช้ในการตัดสินใจในแต่ละช่วงของการกำหนดความสำคัญของปั๊ม เช่น ณ จุดเวลาดังกล่าวมีการใช้งานหัวจ่ายดังตารางที่ 3.18 จะ

เห็นได้ว่าน้ำมันที่มีร้อยละการใช้พลังงานด้วยจำนวนหัวจ่ายที่ถูกเปิดเทียบกับพลังงานที่ใช้ของปั๊มที่เปิดใช้งานอยู่น้อยที่สุดคือน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว (ULG) คือ 84% ดังนั้นในน้ำมันชนิดดังกล่าวจะถูกกำหนดให้ใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกประเภทของช่องจ่ายเพื่อใช้สำหรับการจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อต่อไป ในส่วนการใช้พลังงานของปั๊มโดยมีรายละเอียดค่าพลังงานของปั๊มต่าง ๆ ดังตารางที่ 1.1-1.6

ตารางที่ 3.18 การใช้งานหัวจ่าย ณ จุดเวลาใด ๆ

ชนิดน้ำมัน	จำนวนหัวจ่ายที่ถูกใช้ ณ จุดเวลาอ้างอิง	จำนวนหัวจ่ายที่จ่ายได้ทั้งหมดจากจำนวนปั๊มที่เปิดอยู่	ค่าพลังงานจากจำนวนหัวจ่ายที่ถูกใช้ ณ จุดเวลาอ้างอิง (kWh)	ค่าพลังงานจากจำนวนหัวจ่ายที่จ่ายได้ทั้งหมดจากจำนวนปั๊มที่เปิดอยู่ (kWh)	ร้อยละค่าพลังงานจากจำนวนหัวจ่ายที่ถูกใช้ ณ จุดเวลาอ้างอิงเทียบกับค่าพลังงานจากจำนวนหัวจ่ายที่จ่ายได้ทั้งหมดจากจำนวนปั๊มที่เปิดอยู่ (%)
น้ำมันดีเซล (HSD)	8	10	197.65	202.14	97.78
น้ำมันเบนซิน แก๊สโซออล 91 (GSH91)	4	8	45.50	49.00	92.86
น้ำมันเบนซิน ไร้สารตะกั่ว (ULG)	1	4	21.00	25.00	84.00
น้ำมันเบนซิน แก๊สโซออล 95 (GSH95)	9	9	78.95	78.95	100.00

3.2.5.2 ค่าอรรถประโยชน์ใน 1 วัน

คือการคำนวณโดยรวมเวลาการทำงานทั้งหมดใน 1 วันของปั๊มแต่ละชนิด หารด้วยเวลาการทำงานของปั๊มที่ทำงานนานที่สุดของวัน จะได้ค่าอรรถประโยชน์ของปั๊มแต่ละชนิดดังตารางที่ 3.19

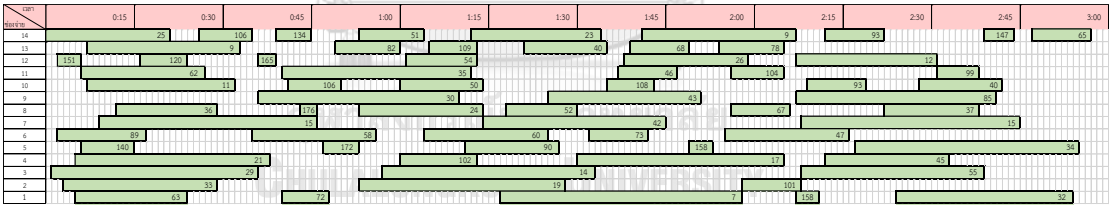
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.19 ค่าอรรถประโยชน์ใน 1 วัน

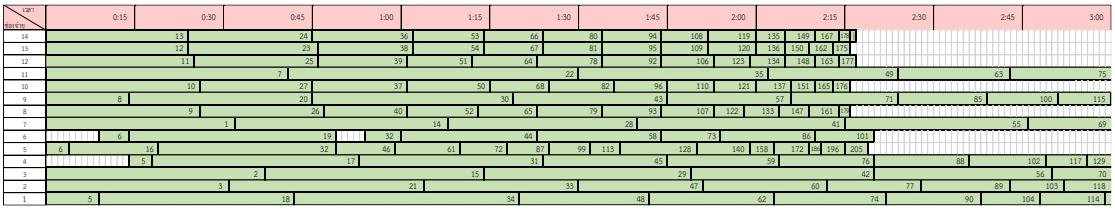
ชนิดน้ำมัน	เวลาการใช้งานรวม (นาที)	ค่าอรรถประโยชน์
HSD	8128.53	100.00
GSH91	721.08	8.87
ULG	46.49	0.57
Gbase2	2030.33	24.98
E85	221.53	2.73

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

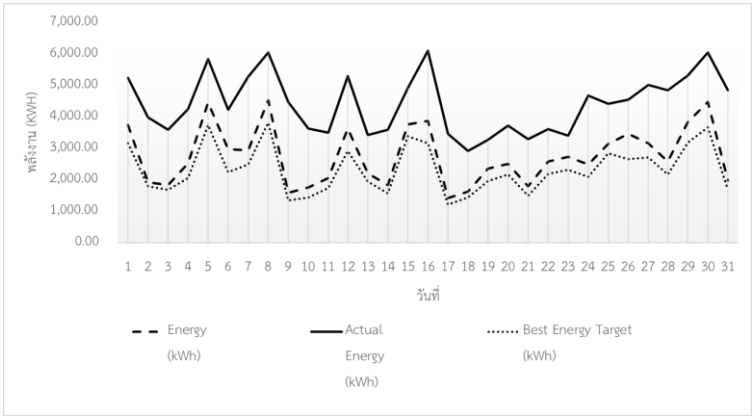
จากข้อมูลการเติมน้ำมันโดยรถบรรทุกน้ำมันของลูกค้าในวันที่ 21 มีนาคม 2564 ตั้งแต่เวลา 0.00-3.00 น. จำนวน 69 คัน แสดงให้เห็นว่าลูกค้าสามารถเลือกเวลาและช่องจ่ายในการเติมน้ำมันด้วยตนเอง มีผลให้การใช้งานหัวจ่ายไม่พร้อมเพรียงกัน ทำให้การใช้งานปั๊มไม่เต็มประสิทธิภาพดังรูปที่ 4.1 และเมื่อดำเนินการจัดตารางการจ่ายน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมันด้วยวิธีฮิวริสติกแบบพลวัตที่มีขั้นตอนแสดงในบทที่ 3 จะได้ผลการจัดตารางที่มีการกำหนดช่องจ่ายและเวลาจ่ายน้ำมันให้กับใบคำสั่งซื้อในแต่ละวัน รูปที่ 4.2 แสดงการจัดตารางเวลาเติมน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมันในวันที่ 21 มีนาคม 2564 ตั้งแต่เวลา 0.00-3.00 น. ที่มีรถบรรทุกน้ำมันเข้ามาเติมน้ำมันจำนวน 142 คัน ตามเวลาและช่องจ่ายที่กำหนด ทำให้มีการใช้งานหัวจ่ายพร้อมกัน และการใช้งานของปั๊มเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมันมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นด้วย จากการทดลองจัดตารางการเติมน้ำมันให้กับใบคำสั่งซื้อที่เกิดขึ้นในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2564 พบว่าการใช้ปั๊มมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากมีการใช้งานหัวจ่ายพร้อม ๆ กันตามจำนวนหัวจ่ายที่ใช้ได้มากที่สุดของปั๊มในแต่ละชนิดน้ำมันนั้น ๆ ส่งผลให้พลังงานที่ใช้ในแต่ละวันของเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2564 ลดลงแสดงดังรูปที่ 4.3-4.5 ตามลำดับ



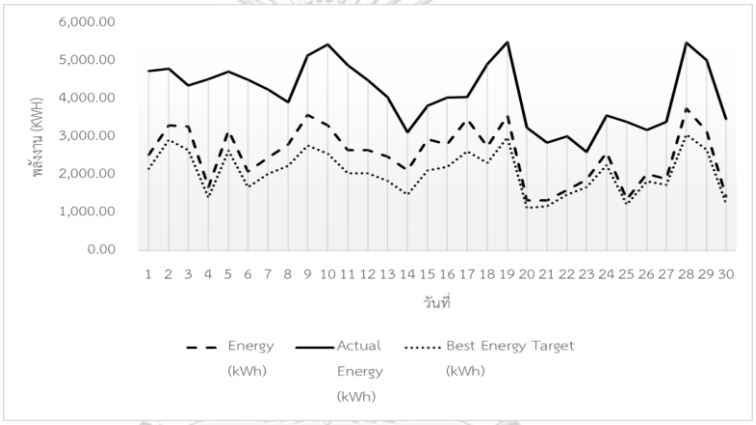
รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงการเติมน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมันในวันที่ 21 มีนาคม 2564 ตั้งแต่เวลา 0.00-3.00 น.



รูปที่ 4.2 แผนผังแสดงการเติมน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมันในวันที่ 21 มีนาคม 2564 ตั้งแต่เวลา 0.00-3.00 น. ตามตารางการรับน้ำมัน

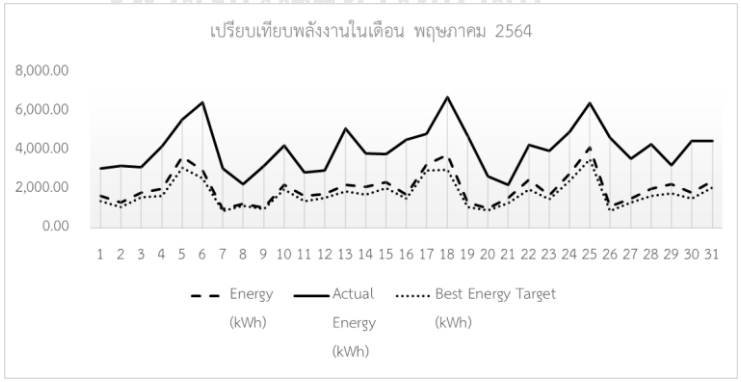


รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบพลังงานเดือนมีนาคม 2564



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบพลังงานเดือนเมษายน 2564

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบพลังงานในเดือนพฤษภาคม 2564

รูปที่ 4.3-4.5 แสดงปริมาณพลังงานของปั๊มที่ใช้ในแต่ละวันจากการดำเนินการปกติของคลังน้ำมัน (Actual Energyข้อมูลจากฝ่ายบำรุงรักษาของคลังน้ำมัน) แสดงด้วยเส้นทึบ และปริมาณพลังงานของปั๊มจากการจัดตารางการทำงานในหัวข้อที่ 2 แสดงด้วยเส้นประ ในขณะที่เส้นจุดแสดง

ปริมาณพลังงานของปั๊มที่ใช้น้อยที่สุดสำหรับการเติมน้ำมันในแต่ละวันซึ่งเป็นค่าเป้าหมาย (Target Energy) ที่คำนวณจากสมการต่อไปนี้

พลังงานของปั๊มในแต่ละวัน = พลังงานรวมของปั๊มน้ำมันชนิด i, i=1-6 โดยที่

- พลังงานของปั๊มในการเติมน้ำมันชนิด i = เวลารวมในการเติมน้ำมันชนิด i * กำลังไฟฟ้าที่สอดคล้องกับจำนวนหัวจ่ายของปั๊มน้ำมันชนิด i
- เวลารวมในการเติมน้ำมันชนิดที่ i = ปริมาณรวมของน้ำมันชนิดที่ i หารด้วยอัตราการเติมน้ำมันชนิดที่ i

ผลการจัดตารางด้วยข้อมูลใบคำสั่งซื้อย้อนหลังของแต่ละเดือนดังรูปที่ 4.3-4.5 ซึ่งจะพบว่าค่าพลังงานที่จากการจัดตารางมีค่าต่ำกว่าค่าพลังงานที่เกิดจากการปฏิบัติงานปกติโดยไม่มีการจัดตารางและค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางมีค่าเข้าใกล้ค่าพลังงานที่ดีที่สุดของแต่ละวัน

จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดตารางกับการปฏิบัติงานจริง พบว่าค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางหลักการที่นำเสนอในหัวข้อที่ 3 มีผลให้ปริมาณพลังงานลดลงเฉลี่ย 1755 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน มีผลให้ค่าไฟฟ้าของปั๊มลงลงโดยเฉลี่ย 199,006.25 บาทต่อเดือน มีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ค่าพลังงานจากการจัดตาราง

เดือน	ค่าพลังงาน ที่ใช้จริง (kWh)	ค่าพลังงานจาก การจัดตาราง (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยน แปลงของพลังงาน (%)	ค่าเฉลี่ยพลังงาน ที่เปลี่ยนแปลง (kWh)
มีนาคม	135,778.56	85,629.55	36.93	53,832.51
เมษายน	124,323.84	76,164.84	38.74	
พฤษภาคม	126,640.32	63,450.79	49.90	

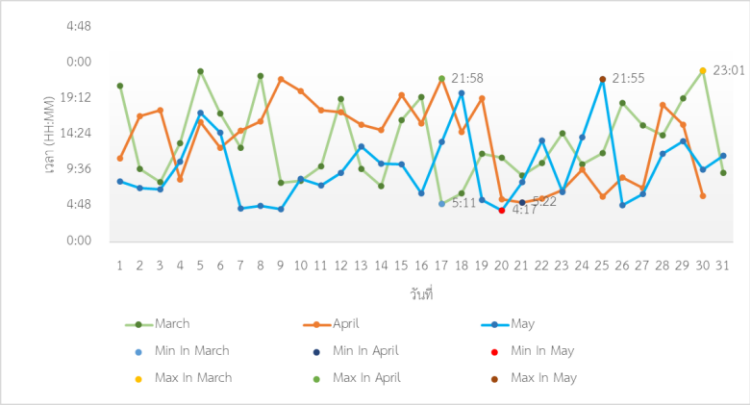
ตารางที่ 4.2 ค่าไฟจากการจัดตาราง

เดือน	ค่าไฟ ที่จ่ายจริง (บาท)	ค่าไฟจาก การจัดตาราง (บาท)	ร้อยละความเปลี่ยน แปลงของค่าไฟ (%)	ค่าเฉลี่ยค่าไฟ ที่เปลี่ยนแปลง (บาท)
มีนาคม	511,399.76	322,517.30	36.93	199,006.25
เมษายน	443,937.36	271,970.51	38.74	
พฤษภาคม	473,315.33	237,145.90	49.90	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกเหนือจากการประสิทธิภาพของการใช้พลังงานปั๊มจะดีขึ้น การจัดตารางการเติมน้ำมันมีผลให้เวลารอของลูกค้าที่มารับน้ำมันลดลง ลูกค้าสามารถมาตามเวลาที่กำหนดโดยไม่ต้องเสียเวลารอ รวมถึงการบริหารเวลาของคลังน้ำมันมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการดำเนินงานปกติที่เปิดบริการ 24 ชั่วโมง โดยวิธีการจัดตารางที่นำเสนอพบว่าเวลาที่ใช้ในการเติมน้ำมันให้ลูกค้าในแต่ละวันลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4.6 โดยมีเวลาเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 12.25 ชั่วโมง และสามารถให้บริการลูกค้าได้ครบทุกใบสั่งซื้อในแต่ละวัน ทำให้ลูกค้าไม่ต้องรอเติมน้ำมันข้ามวัน โดยผลการจัดตารางในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2564 เป็นดังนี้

- เดือนมีนาคมได้ผลการจัดตารางดังตารางที่ 4.12 ซึ่งมีค่าพลังงานแตกต่างค่าพลังงานที่ดีที่สุดร้อยละ 15.22 โดยเฉลี่ยดังรูปที่ 4.7-4.8
- เดือนเมษายนได้ผลการจัดตารางดังตารางที่ 4.13 ซึ่งมีค่าพลังงานแตกต่างค่าพลังงานที่ดีที่สุดร้อยละ 17.28 โดยเฉลี่ยดังรูปที่ 4.9-4.10
- เดือนพฤษภาคมได้ผลการจัดตารางดังตารางที่ 4.14 ซึ่งมีค่าพลังงานแตกต่างค่าพลังงานที่ดีที่สุดร้อยละ 14.92 โดยเฉลี่ยดังรูปที่ 4.11-4.12

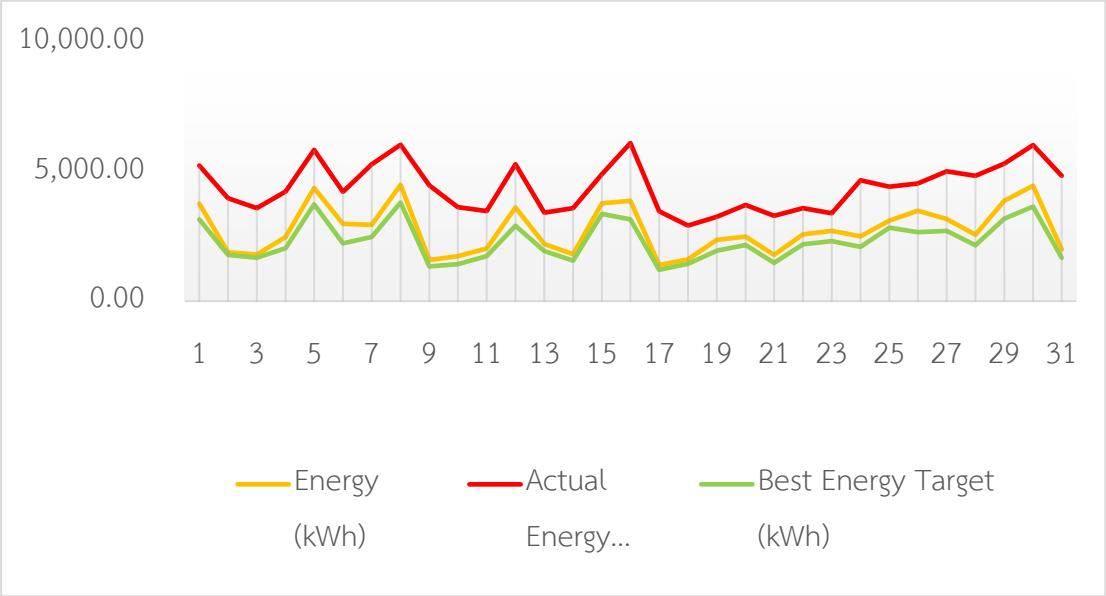


รูปที่ 4.6 เวลาที่ใช้ในการเติมน้ำมันแต่ละวันสำหรับใบสั่งซื้อในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2564

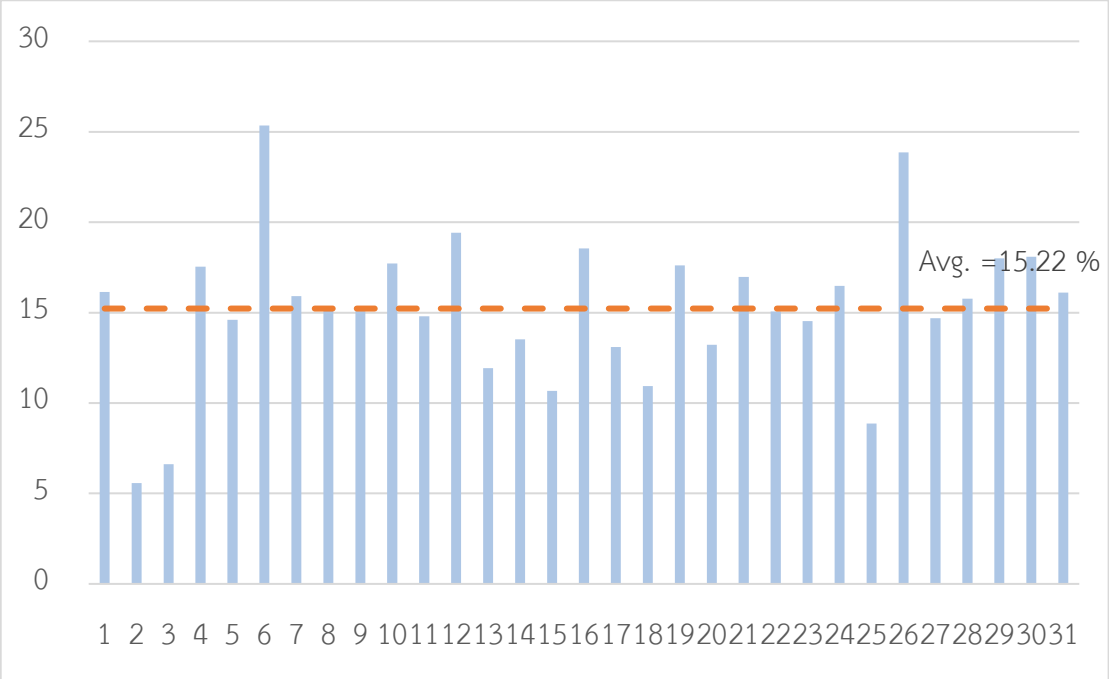
ตารางที่ 4.3 ค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางการรับน้ำมันในเดือนมีนาคม 2564 เปรียบเทียบกับค่าพลังงานที่ดีที่สุดและค่าพลังงานที่ใช้จริง

Day	Energy (kWh)	Best Energy Target	Actual Energy (kWh)	Number of customers	Volume of fuel (ML)	Finish Time
1	3,747.70	3,163.37	5,237.44	438	13.56	21:00
2	1,914.95	1,787.03	3,980.07	270	10.30	9:49
3	1,824.12	1,680.68	3,592.55	261	9.30	8:06
4	2,517.69	2,050.31	4,245.02	305	10.99	13:21
5	4,446.05	3,740.85	5,845.56	533	15.13	23:00
6	2,972.34	2,234.22	4,229.32	361	10.95	17:19
7	2,928.81	2,485.42	5,285.18	355	13.68	12:42
8	4,528.89	3,810.89	6,049.96	548	15.66	22:22
9	1,588.74	1,348.78	4,472.21	210	11.58	7:57
10	1,756.27	1,426.54	3,633.11	223	9.40	8:16
11	2,049.18	1,737.01	3,489.16	270	9.03	10:14
12	3,634.16	2,920.84	5,293.72	510	13.70	19:17
13	2,207.36	1,942.28	3,421.20	286	8.86	9:51
14	1,827.42	1,570.43	3,596.86	234	9.31	7:32
15	3,760.58	3,377.98	4,912.86	467	12.72	16:23
16	3,867.30	3,165.02	6,110.92	494	15.82	19:31
17	1,411.38	1,214.04	3,465.99	179	8.97	5:11
18	1,618.17	1,436.75	2,922.00	236	7.56	6:32
19	2,348.99	1,955.58	3,265.55	308	8.45	11:51
20	2,498.30	2,169.05	3,720.24	349	9.63	11:19
21	1,787.41	1,481.95	3,293.38	237	8.53	8:59
22	2,570.95	2,191.97	3,600.33	372	9.32	10:38
23	2,720.09	2,322.65	3,402.13	371	8.81	14:40
24	2,487.02	2,096.88	4,674.84	326	12.10	10:28
25	3,132.02	2,836.37	4,422.91	403	11.45	11:58
26	3,462.83	2,661.86	3,542.49	423	9.17	18:43
27	3,163.96	2,713.42	5,024.29	392	13.01	15:44
28	2,575.31	2,164.21	4,843.17	331	12.54	14:20
29	3,836.55	3,185.35	5,315.70	470	13.76	19:22
30	4,468.58	3,657.26	6,039.14	508	15.63	23:01
31	1,976.45	1,673.11	4,851.23	287	12.56	9:18
Average	2,762.24	2,329.10	4,379.95	353.45	11.34	13:30
Total	85,629.55	72,202.08	135,778.56	10,957.00	351.47	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบพลังงานเดือนมีนาคม 2564

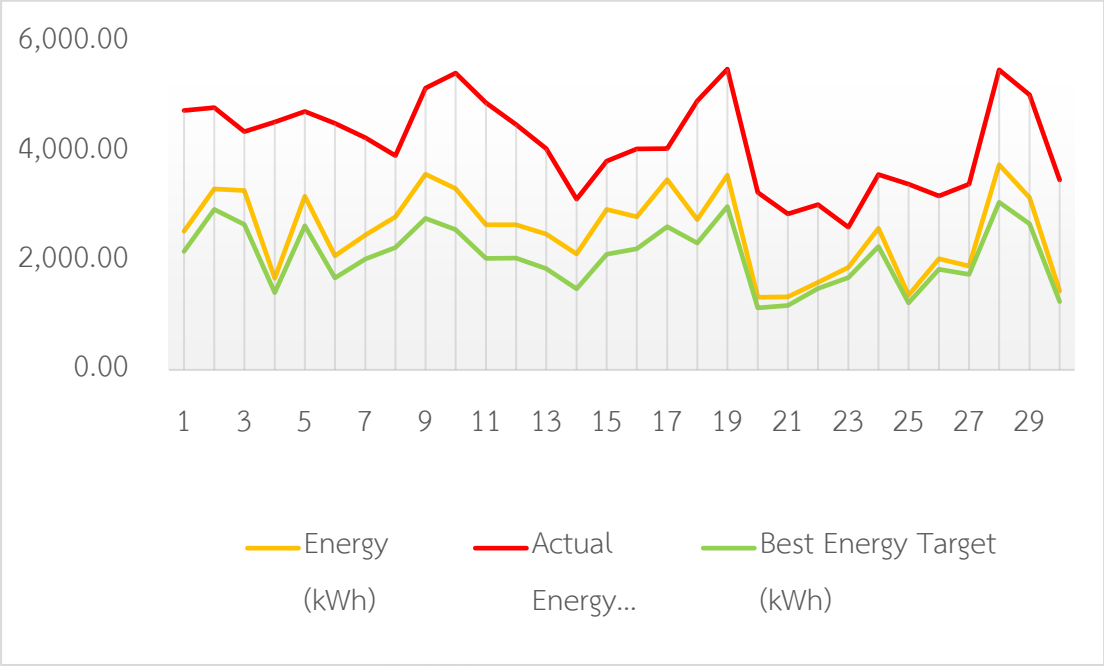


รูปที่ 4.8 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานเทียบกับ Best Target ในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564

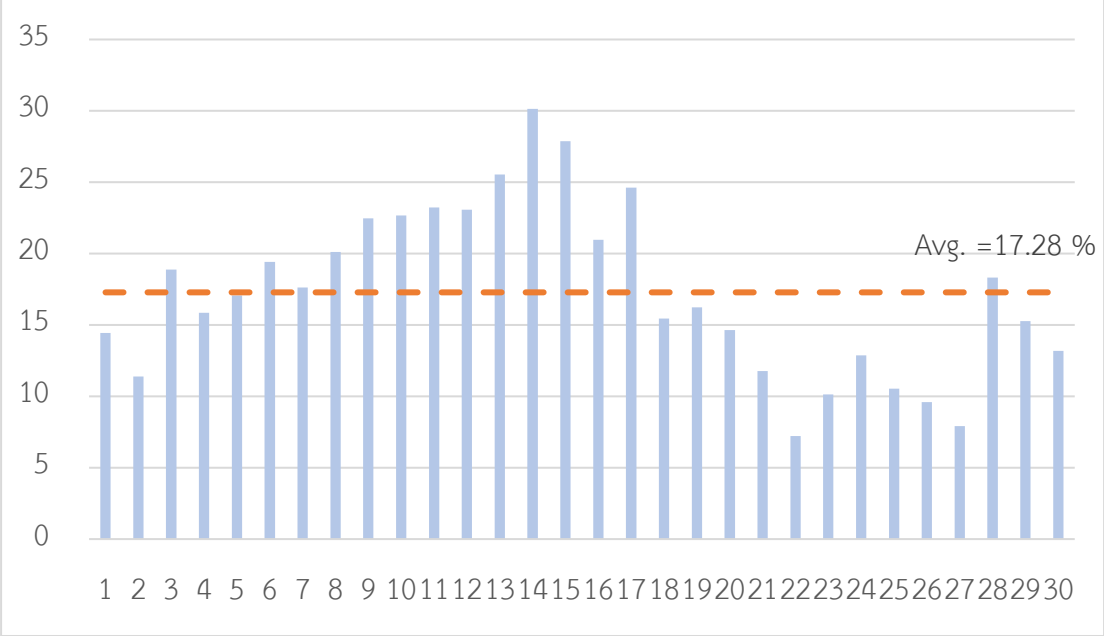
ตารางที่ 4.4 ค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางการรับน้ำมันในเดือนเมษายน 2564 เปรียบเทียบกับค่าพลังงานที่ดีที่สุดและค่าพลังงานที่ใช้จริง

Day	Energy (kWh)	Best Energy Target (kWh)	Actual Energy (kWh)	Number of customers	Volume of fuel (ML)	Finish Time
1	2,539.29	2,172.63	4,753.89	335	10.72	11:15
2	3,314.65	2,937.17	4,809.24	399	11.68	16:55
3	3,285.35	2,664.70	4,368.70	403	10.74	17:43
4	1,677.94	1,411.92	4,540.62	222	9.69	8:25
5	3,181.48	2,638.33	4,736.82	382	11.66	16:09
6	2,091.13	1,685.22	4,516.47	274	10.39	12:41
7	2,467.99	2,033.05	4,256.23	321	10.38	14:58
8	2,807.83	2,242.96	3,929.16	352	10.46	16:14
9	3,583.18	2,778.08	5,164.05	405	13.11	21:52
10	3,320.99	2,567.89	5,440.89	390	12.12	20:16
11	2,660.66	2,042.27	4,892.27	334	11.91	17:44
12	2,659.24	2,045.51	4,497.52	323	11.05	17:29
13	2,489.57	1,853.67	4,058.10	294	9.63	15:49
14	2,123.61	1,483.73	3,130.85	236	8.24	15:04
15	2,942.10	2,121.72	3,828.44	316	9.69	19:47
16	2,803.86	2,215.89	4,047.68	342	10.95	15:57
17	3,483.10	2,625.59	3,555.77	379	9.13	21:58
18	2,752.26	2,327.03	4,932.61	338	12.07	14:50
19	3,569.95	2,990.60	5,513.07	420	13.96	19:19
20	1,330.50	1,135.65	3,249.10	184	8.83	5:44
21	1,336.34	1,179.09	2,857.21	185	7.12	5:22
22	1,604.53	1,488.69	3,031.37	222	7.02	5:50
23	1,879.22	1,688.65	2,614.46	247	6.03	7:01
24	2,592.42	2,258.94	3,579.28	339	8.72	9:48
25	1,368.93	1,224.70	3,406.96	200	7.54	6:06
26	2,036.32	1,841.11	3,185.42	291	8.32	8:41
27	1,902.29	1,751.52	3,406.33	272	8.24	7:17
28	3,759.38	3,070.59	5,498.66	426	13.33	18:27
29	3,157.05	2,675.17	5,041.70	376	12.80	15:47
30	1,443.67	1,253.31	3,480.97	200	8.11	6:15
Average	2,538.83	2,080.18	4,144.13	313.57	10.12	13:41
Total	76,164.84	62,405.40	124,323.84	9,407.00	303.69	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบพลังงานเดือนเมษายน 2564

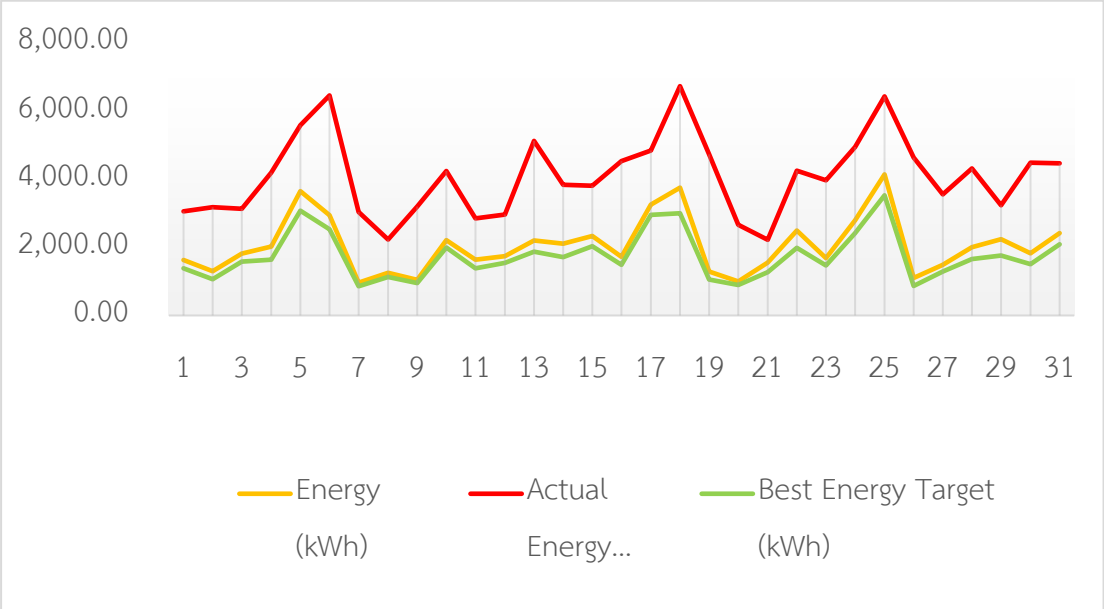


รูปที่ 4.10 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานเทียบกับ Best Target ในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564

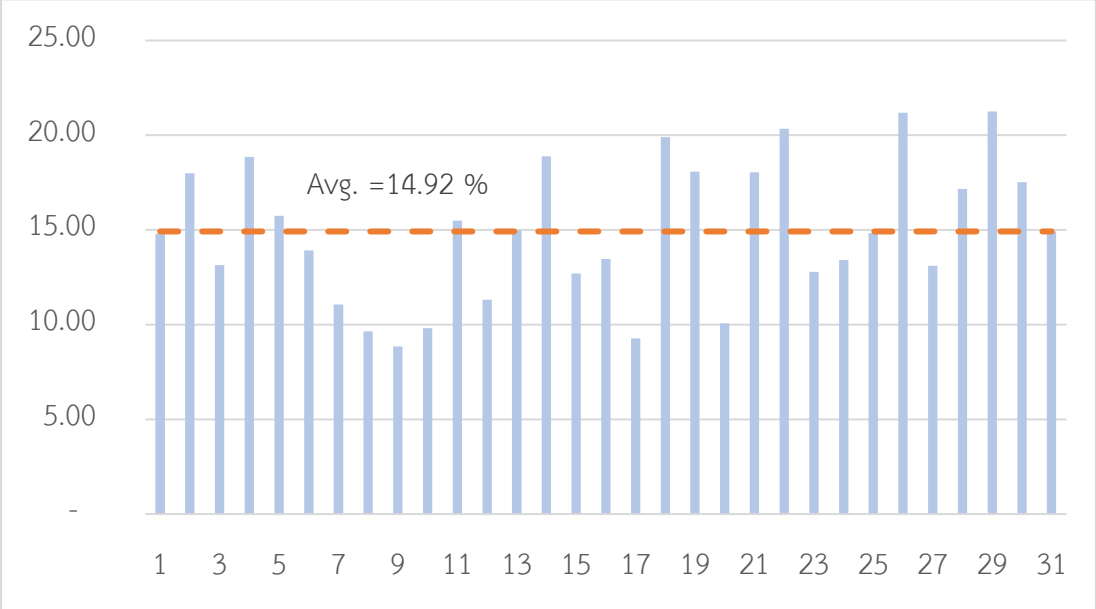
ตารางที่ 4.5 ค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางการรับน้ำมันในเดือนพฤษภาคม 2564 เปรียบเทียบกับค่าพลังงานที่ดีที่สุดและค่าพลังงานที่ใช้จริง

Day	Energy (kWh)	Best Energy Target (kWh)	Actual Energy (kWh)	Number of customers	Volume of fuel (ML)	Finish Time
1	1,620.21	1,380.49	3,046.34	224	5.97	8:12
2	1,297.85	1,064.44	3,176.64	181	6.36	7:19
3	1,813.96	1,575.62	3,128.50	243	6.38	7:07
4	2,018.30	1,637.82	4,188.12	260	8.11	10:50
5	3,639.84	3,066.93	5,574.33	455	12.22	17:22
6	2,937.94	2,529.01	6,444.53	372	14.10	14:41
7	961.87	855.49	3,035.79	146	6.27	4:32
8	1,246.44	1,126.26	2,229.58	200	5.06	4:56
9	1,038.69	946.78	3,195.89	150	5.38	4:26
10	2,203.65	1,987.51	4,230.27	298	8.10	8:29
11	1,635.28	1,382.04	2,841.34	231	6.69	7:39
12	1,740.03	1,543.00	2,952.43	247	5.94	9:21
13	2,196.27	1,867.49	5,112.09	279	10.74	12:51
14	2,103.94	1,706.63	3,827.03	262	8.96	10:35
15	2,327.81	2,032.10	3,804.96	301	7.84	10:27
16	1,718.27	1,486.86	4,521.55	230	8.58	6:35
17	3,244.94	2,943.96	4,830.02	410	10.96	13:30
18	3,740.53	2,995.92	6,718.87	428	14.50	20:03
19	1,287.10	1,054.43	4,715.85	185	9.40	5:41
20	991.63	891.85	2,658.35	153	6.12	4:17
21	1,548.78	1,269.39	2,217.43	208	4.51	8:03
22	2,485.81	1,980.09	4,244.55	310	9.05	13:41
23	1,682.46	1,467.42	3,958.89	234	8.13	6:43
24	2,789.62	2,415.40	4,932.83	371	10.00	14:07
25	4,132.73	3,519.93	6,416.32	525	14.40	21:55
26	1,095.58	863.52	4,627.83	155	9.54	4:59
27	1,485.05	1,290.33	3,549.07	210	7.34	6:29
28	1,995.19	1,652.83	4,303.55	266	8.58	11:53
29	2,235.59	1,760.55	3,229.95	277	7.55	13:34
30	1,819.81	1,500.99	4,472.26	239	8.63	9:47
31	2,415.63	2,088.32	4,455.12	312	9.10	11:37
Average	2,046.80	1,738.17	4,085.17	269.74	8.53	10:03
Total	63,450.79	53,883.39	126,640.32	8,362.00	264.49	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบพลังงานในเดือนพฤษภาคม 2564



รูปที่ 4.12 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานเทียบกับ Best Target ในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564

บทที่ 5
การวิเคราะห์ผลการจัดตาราง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบผลจากการจัดตารางการรับน้ำมันแบบต่าง ๆ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกจะเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตารางการรับน้ำมันที่ได้จากการจัดตารางในแต่ละแบบ และส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์การใช้พลังงานสำหรับเวลาปรับตั้งและเวลาตรวจสอบความปลอดภัยหัวจ่าย รวมทั้งเปรียบเทียบกับการจ่ายน้ำมันแบบเดิมที่ทางคลังน้ำมันกรณีศึกษาไม่ได้มีการจัดตารางสำหรับการรับน้ำมัน โดยใช้ข้อมูลจากการจ่ายน้ำมันจริง

5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดตารางรับน้ำมัน

การวิเคราะห์ส่วนนี้จะทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจัดตารางรับน้ำมันด้วยเกณฑ์ต่าง ๆที่เสนอเพิ่มขึ้นมาเพื่อทดลองหาวิธีการจัดตารางน้ำมันที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยทำการเปรียบเทียบค่าพลังงาน ซึ่งจะเน้นไปทางการใช้พลังงานที่น้อยที่สุด

5.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางการรับน้ำมัน

ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการจัดตารางการรับน้ำมันได้มาจากข้อมูลใบคำสั่งซื้อของลูกค้าที่ได้รับการยืนยันจากฝ่ายขายเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นการวางแผนสำหรับการจัดตารางการรับน้ำมันจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใบคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งมีรายละเอียดในส่วนต่าง ๆดังนี้ คือ หมายเลขคำสั่งซื้อของเฉพาะรถรับน้ำมันคันนั้นๆ รหัสน้ำมันที่ลูกค้าระบุความต้องการมา และปริมาณน้ำมันที่ต้องการในแต่ละชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในการทำการวิจัยนี้ได้นำเข้าข้อมูลใบคำสั่งซื้อที่มีการรับน้ำมันจริง เป็นระยะเวลา 3 เดือน นับตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2564 ถึงวันที่ 31 พฤษภาคม 2564 ซึ่งข้อมูลชุดนี้มีลักษณะที่มีความแตกต่างของใบคำสั่งซื้อที่ครอบคลุม รวมถึงปริมาณความต้องการรวมทั้ง 3 เดือน มีปริมาณมากกว่าความต้องการตลอดทั้งปี 2563 อีกด้วยดังรูปที่ 5.1-5.2 จึงถือว่าเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือสำหรับการคำนวณและการนำการจัดตารางไปใช้ในอนาคต นอกจากข้อมูลในด้านปริมาณแล้ว จำนวนใบสั่งซื้อของกลุ่มตัวอย่างยังมีปริมาณมากกว่าข้อมูลในปี 2563 อีกด้วย

รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบยอดจ่ายรวมน้อยสุด

รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบยอดจ่ายรวมมากสุด

5.1.2 วิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการรับน้ำมัน

วิธีการที่ใช้ในการทดสอบจัดตารางการรับน้ำมันคือวิธีการจัดตารางการผลิตด้วยฮิวริสติกแบบพลวัต โดยอาศัยกฎการจ่ายงานซึ่งประกอบด้วย LOPNR (Least Operation Remaining) คือการที่ให้ความสำคัญกับรถที่มีการวนรถน้อยที่สุดก่อน และ LTPT (Largest Total Processing Time) คือการให้ความสำคัญกับใบคำสั่งซื้อที่มีเวลาในการรับน้ำมันรวมมากที่สุดก่อน นอกจากนี้มีการคำนึงถึงการจ่ายน้ำมันวันก่อนหน้าเพื่อให้การจัดตารางการรับน้ำมันรอบถัดไปมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.1.3 วัตถุประสงค์ในการจัดตารางการรับน้ำมัน

วัตถุประสงค์ในการจัดตารางการรับน้ำมันคือการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอุปกรณ์ปั๊ม ซึ่งต้องการให้มีการใช้จำนวนหัวจ่ายให้เหมาะสมกับจำนวนปั๊มที่เปิดใช้งาน ดังนั้นการวัดผลของการจัดตารางรับน้ำมันคือค่าพลังงานที่ใช้

5.1.4 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของตารางการรับน้ำมัน

การทดสอบประสิทธิภาพของตารางการรับน้ำมันทำได้โดยการนำข้อมูลที่ทำการเก็บมาทั้งหมด ได้แก่ รหัสน้ำมัน อัตราการไหลของหัวจ่ายสำหรับจ่ายน้ำมันแต่ละชนิด เวลาการจ่ายน้ำมันที่ได้จากการคำนวณด้วยอัตราการไหล ระยะเวลาการวนรถ เวลาการทำงานของคลังน้ำมันกรณีศึกษา ในช่วงระยะเวลาที่จะทำการจัดตารางการรับน้ำมันมาคำนวณด้วยวิธีการจัดตารางในบทที่ 3 โดยกฎการจ่ายงานที่นำมาเปรียบเทียบมีข้อดีข้อเสียดังตารางที่ 5.6 ซึ่งได้เพิ่มเกณฑ์การจัดตารางขึ้นมา 2 แบบ ในหัวข้อที่ 5.1.4.1 และ 5.1.4.2

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของกฎการจ่ายงาน

กฎการจ่ายงาน	ข้อดี	ข้อเสีย
LOPNR	เวลาโดยเฉลี่ยของงานในระบบจะต่ำที่สุดทำให้เกิดสินค้าคงเหลือในระหว่างการผลิตน้อยและสามารถประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ	งานที่มีขั้นตอนในการผลิตเยอะ ๆ มักถูกผลักไปอยู่ในอันดับท้าย ทำให้มีเวลารอคอย
MOPNR	กรณีที่เกิดมีงานใหม่เข้ามาแทรกอยู่เสมอๆและเป็นงานที่มีขั้นตอนน้อยกว่า หากใช้ MOPNR ในการจัดลำดับงาน งานที่ได้รับการจัดอันดับให้ทำก่อนจะไม่ถูกงานใหม่แทรก	เวลาโดยเฉลี่ยของงานในระบบสูง ทำให้เวลารอสูงขึ้น
LTPT	สามารถสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานให้แก่พนักงานได้เนื่องจากเมื่องานยากๆที่ใช้เวลานานผ่านไปแล้วก็จะเหลือแต่งานง่ายๆ ที่ใช้เวลาไม่นานทำให้กำลังใจในการทำงานดีขึ้น	มักทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตงานทั้งหมดนานและยังทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานทรัพยากรด้านการผลิตต่ำอีกด้วย
LPT		

5.1.4.1 ลำดับความสำคัญของกลุ่มใบคำสั่งซื้อ

จากเดิมที่จัดใบคำสั่งซื้อที่สามารถเติมเสร็จในช่องจ่ายเดียว ภายในรอบเดียวก่อน (ใช้กฎ LOPNR หรือ Least Operation Remaining) ซึ่งจะเรียงตามจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิดเป็นลำดับแรก ตามด้วยประเภท 3 ชนิดน้ำมัน ประเภท 2 ชนิดน้ำมัน ประเภท 1 ชนิดน้ำมัน ประเภท 6 ชนิดน้ำมัน และประเภท 5 ชนิดน้ำมันตามลำดับ จะเพิ่มอีกรูปแบบคือจัดใบคำสั่งซื้อที่มีการวนรถเข้าก่อน (ใช้กฎ MOPNR หรือ Most Operation

Remaining) ซึ่งจะเรียงตามจำนวนชนิดน้ำมัน 6 ชนิดเป็นลำดับแรก ตามด้วย ประเภท 5 ชนิดน้ำมัน ประเภท 4 ชนิดน้ำมัน ประเภท 3 ชนิดน้ำมัน ประเภท 2 ชนิดน้ำมัน และประเภท 1 ชนิดตามลำดับ

5.1.4.2 การจัดเรียงใบคำสั่งซื้อ

จากเดิมจะเรียงตามเวลารวมของการรับน้ำมันทุกๆรายการในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ (ใช้กฎ LTPT หรือLargest Total Processing Time) จะเพิ่มการเรียงตามเวลาของรายการสั่งซื้อที่ใช้เวลารับน้ำมันมากที่สุดในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ (ใช้กฎ LPT หรือ Longest Processing Time)

5.1.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตารางการรับน้ำมัน

ในการจัดตารางการรับน้ำมันโดยใช้เกณฑ์การเรียกประเภทใบคำสั่งซื้อตามจำนวนชนิดน้ำมันตามในหัวข้อที่ 5.1.4.1 ได้ผลว่าการจัดใบคำสั่งซื้อที่สามารถเติมเสร็จในช่องจ่ายเดียว ภายในรอบเดียวก่อน (ใช้กฎ LOPNR) ซึ่งจะเรียงตามจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิดเป็นลำดับแรก ตามด้วยประเภท 3 ชนิดน้ำมัน ประเภท 2 ชนิดน้ำมัน ประเภท 1 ชนิดน้ำมัน ประเภท 6 ชนิดน้ำมัน และประเภท 5 ชนิดน้ำมันตามลำดับ ใช้พลังงานน้อยกว่าการจัดใบคำสั่งซื้อที่มีการวนรถเข้าก่อน (ใช้กฎ MOPNR) ซึ่งจะเรียงตามจำนวนชนิดน้ำมัน 6 ชนิดเป็นลำดับแรก ตามด้วย ประเภท 5 ชนิดน้ำมัน ประเภท 4 ชนิดน้ำมัน ประเภท 3 ชนิดน้ำมัน ประเภท 2 ชนิดน้ำมัน และประเภท 1 ชนิดน้ำมันตามลำดับ ซึ่งผลการเปรียบเทียบการจัดเรียงเป็นไปดังตารางที่ 5.1-5.3 และรูปที่ 5.3-5.4 ซึ่งมีการเปรียบเทียบกับค่าไฟจริงของข้อมูลชุดเดียวกันย้อนหลัง รวมถึงเปรียบเทียบกับค่าพลังงานที่ดีที่สุดของวันด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าพลังงานจากการจัดตาราง

เดือน	ค่าพลังงาน ที่ใช้จริง (kWh)	ค่าพลังงาน จากการจัดตารางด้วย กฎ LOPNR (kWh)	ค่าพลังงาน จากการจัดตารางด้วย กฎ MOPNR (kWh)
มีนาคม	135,778.56	85,629.55	90,374.25
เมษายน	124,323.84	76,164.84	80,058.38
พฤษภาคม	126,640.32	63,450.79	66,127.24

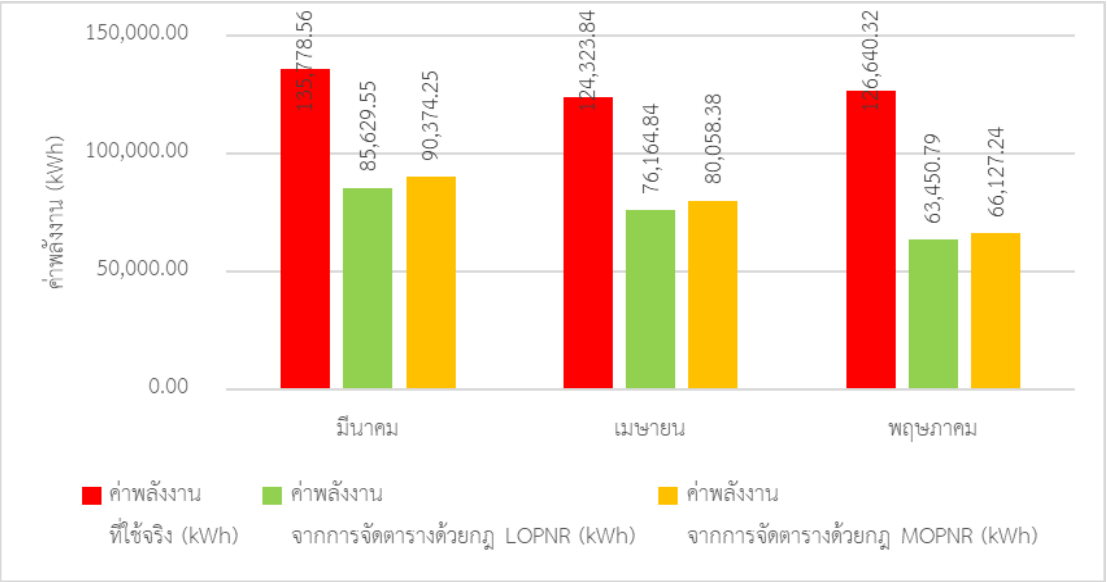
ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าจากการจัดตาราง

เดือน	ค่าไฟ ที่จ่ายจริง (บาท)	ค่าไฟฟ้า จากการจัดตารางด้วย กฎ LOPNR (kWh)	ค่าไฟฟ้า จากการจัดตารางด้วย กฎ MOPNR (kWh)
มีนาคม	511,399.76	322,517.30	340,387.85
เมษายน	443,937.36	271,970.51	285,873.60
พฤษภาคม	473,315.33	237,145.90	247,149.05

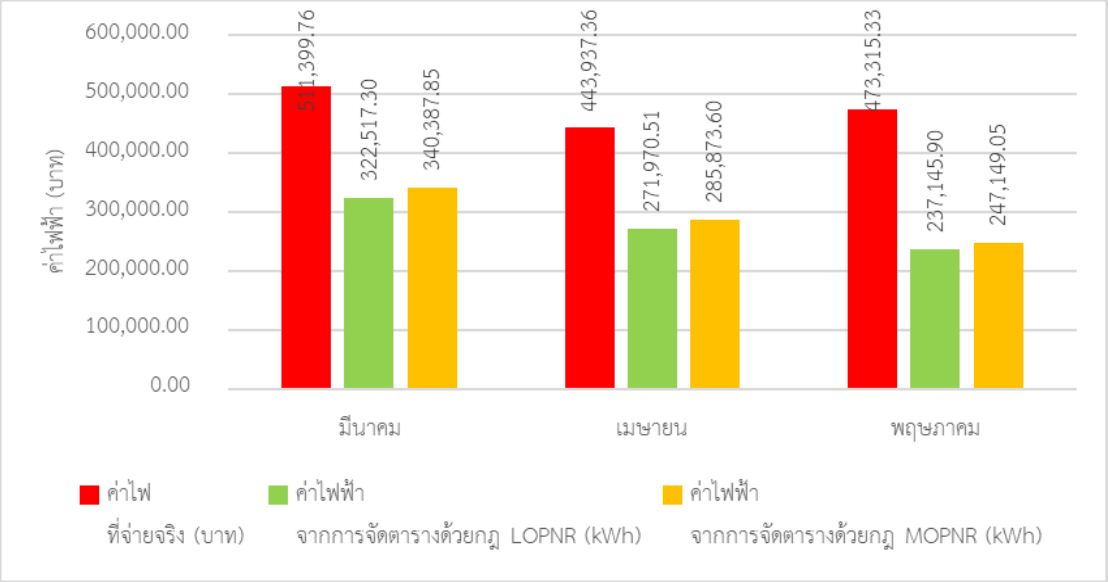
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.4 ค่าพลังงานและค่าไฟฟ้าจากเป้าหมายที่ดีที่สุด

Month	Best Energy Target (kWh)	Best Cost Target (Baht)
March	72,202.08	271,943.72
April	62,405.40	222,838.12
May	53,883.39	201,387.97



รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางกับค่าพลังงานที่ใช้จริง และค่าพลังงานที่เป็นเป้าหมายที่ดีที่สุด



รูปที่ 5.4 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ได้จากการจัดตารางกับค่าพลังงานที่ใช้จริง และค่าพลังงานที่เป็นเป้าหมายที่ดีที่สุด

จากผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การจัดตารางตามหัวข้อที่ 5.1.4.1 สรุปได้ว่า จะเลือกใช้การจัดใบคำสั่งซื้อที่สามารถเติมเสร็จในช่องจ่ายเดียว ภายในรอบเดียว ก่อน (ใช้กฎ LOPNR) ซึ่งจะเรียงตามจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิดเป็นลำดับแรก ตาม

ด้วยประเภท 3 ชนิดน้ำมัน ประเภท 2 ชนิดน้ำมัน ประเภท 1 ชนิดน้ำมัน ประเภท 6 ชนิดน้ำมัน และประเภท 5 ชนิดน้ำมันตามลำดับ ในส่วนถัดไปจะเป็นการเปรียบเทียบเกณฑ์การจัดเรียงใบคำสั่งซื้อตามเวลาที่ใช้รับน้ำมันตามในหัวข้อที่ 5.1.4.2 ได้ผลว่าการเรียงตามเวลาของรายการสั่งซื้อที่ใช้เวลารับน้ำมันมากที่สุดในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ (ใช้กฎ LPT) ใช้พลังงานน้อยกว่าการเรียงตามเวลารวมของการรับน้ำมันทุกๆรายการในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ (ใช้กฎ LTPT) ซึ่งผลการเปรียบเทียบการจัดเรียงเป็นไปดังตารางที่ 5.4-5.5 และรูปที่ 5.5-5.6 ซึ่งมีการเปรียบเทียบกับค่าไฟจริงของข้อมูลชุดเดียวกันย้อนหลัง รวมถึงเปรียบเทียบกับค่าพลังงานที่ดีที่สุดของวันด้วย แต่เราจะใช้การเรียงตามเวลารวมของการรับน้ำมันทุกรายการในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ เพราะต้องการให้รองรับรูปแบบใบคำสั่งซื้อที่เปลี่ยนไปในอนาคต เนื่องจากการเรียงตามเวลาของรายการสั่งซื้อที่ใช้เวลารับน้ำมันมากที่สุดในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ หากเจอใบคำสั่งซื้อมีรายการน้ำมันชนิดอื่นที่ไม่ใช่ชนิดที่มีเวลาการรับน้ำมันมากที่สุด มีปริมาณมากขึ้นหลายๆ รายการแต่ถูกตัดสินด้วยเวลาการรับน้ำมันมากที่สุด จะถูกให้ความสำคัญน้อยกว่าใบคำสั่งซื้อที่มีรายการน้ำมันที่ใช้เวลารับน้ำมันมากกว่าใบดังกล่าวซึ่งเป็นใบคำสั่งซื้อที่สามารถเพิ่มการใช้งานของปั๊มให้ต่อเนื่องหรือเต็มประสิทธิภาพมากกว่า

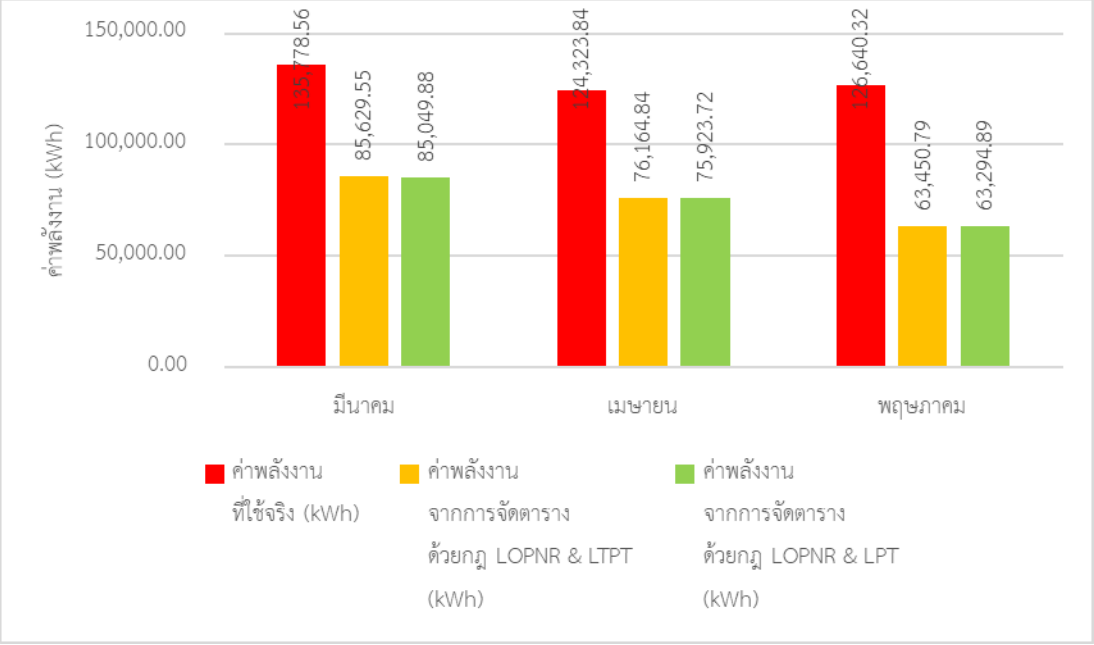
ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบค่าพลังงานจากการจัดตาราง

เดือน	ค่าพลังงาน ที่ใช้จริง (kWh)	ค่าพลังงาน จากการจัดตาราง ด้วยกฎ LOPNR & LTPT (kWh)	ค่าพลังงาน จากการจัดตาราง ด้วยกฎ LOPNR & LPT (kWh)
มีนาคม	135,778.56	85,629.55	85,049.88
เมษายน	124,323.84	76,164.84	75,923.72
พฤษภาคม	126,640.32	63,450.79	63,294.89

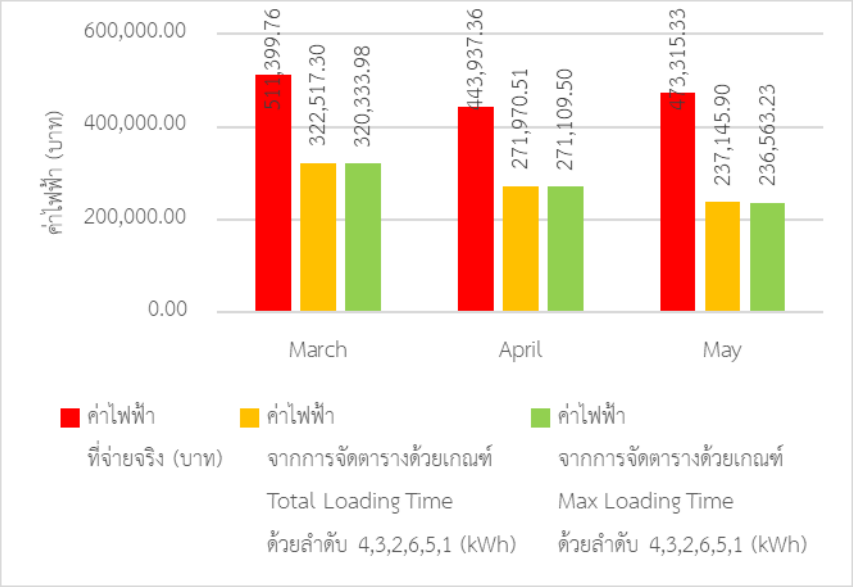
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าจากการจัดตาราง

เดือน	ค่าไฟฟ้าที่จ่ายจริง (บาท)	ค่าไฟฟ้าจากการจัดตารางด้วยกฎ LOPNR & LTPT (บาท)	ค่าไฟฟ้าจากการจัดตารางด้วยกฎ LOPNR & LPT (บาท)
มีนาคม	511,399.76	322,517.30	320,333.98
เมษายน	443,937.36	271,970.51	271,109.50
พฤษภาคม	473,315.33	237,145.90	236,563.23



รูปที่ 5.5 เปรียบเทียบค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางกับค่าพลังงานที่ใช้จริง และค่าพลังงานที่เป็นเป้าหมายที่ดีที่สุด



รูปที่ 5.6 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ได้จากการจัดตารางกับค่าพลังงานที่ใช้จริง และค่าพลังงานที่เป็นเป้าหมายที่ดีที่สุด

จากผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การจัดตารางในหัวข้อที่ 5.1.4.1 และ 5.1.4.2 สรุปได้ว่าจะใช้การจัดใบคำสั่งซื้อที่สามารถเติมเสร็จในช่องจ่ายเดียว ภายในรอบเดียวก่อน (ใช้กฎ LOPNR) ซึ่งจะเรียงตามจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิดเป็นลำดับแรก ตามด้วยประเภท 3 ชนิดน้ำมัน ประเภท 2 ชนิดน้ำมัน ประเภท 1 ชนิดน้ำมัน ประเภท 6 ชนิดน้ำมัน และประเภท 5 ชนิดน้ำมันตามลำดับและใช้การเรียงตามเวลารวมของการรับน้ำมันทุกรายการในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ (ใช้กฎ LTPT) ซึ่งสอดคล้องกับข้อดีของกฎการจ่ายงานดังตารางที่ 5.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงานสำหรับการจัดตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อ

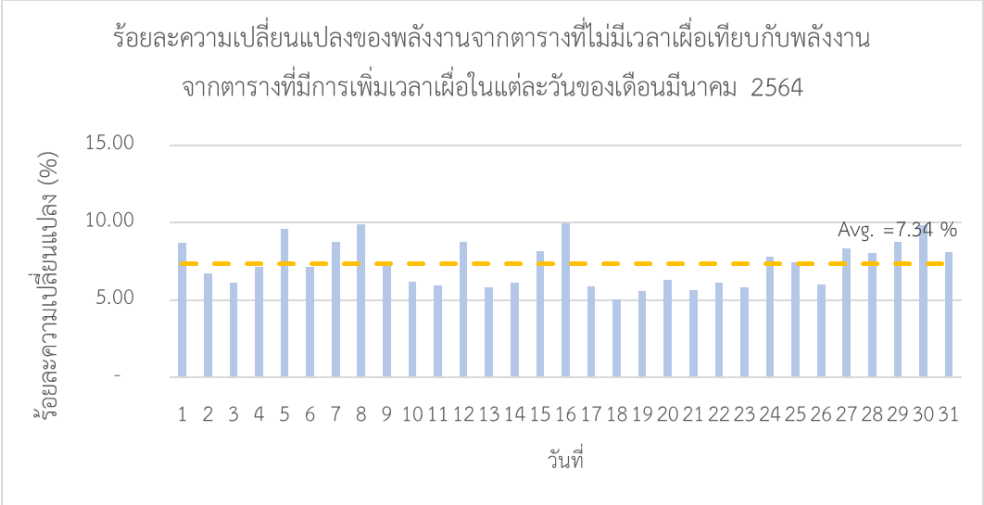
เนื่องจากการเติมน้ำมันที่โรงจ่าย ณ คลังน้ำมันกรณีศึกษาเป็นการดำเนินการด้วยพนักงานขับรถเอง ซึ่งมีประสบการณ์และความชำนาญในการเติมน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมันที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีการใช้เวลาสำหรับการปรับตั้งหัวจ่าย (Set up time) และเวลาสำหรับการเก็บหัวจ่ายและปิดวาล์วรับน้ำมัน (Cleaning and safety time) ที่แตกต่างกัน ทำให้ตารางการเติมน้ำมันคลาดเคลื่อน จึงมีการคำนวณตารางการรับน้ำมันที่มีการเพิ่มเวลาสำหรับการปรับตั้งหัวจ่าย (Set up time) ในช่วงแรกของทุก ๆ ใบคำสั่งซื้อเป็นเวลา 2 นาที และเพิ่มเวลาสำหรับการเก็บหัวจ่ายและปิดวาล์วรับน้ำมัน (Cleaning and safety time) ในช่วงหลังจากการรับน้ำเสร็จแล้วของทุก ๆ ใบคำสั่งซื้อเป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้มี

เวลาเผื่อให้กับการเริ่มและการหยุดเติมน้ำมันให้กับพนักงานขับรถ ซึ่งหากพนักงานขับรถมีความชำนาญในการปรับตั้งและตรวจสอบหัวจ่าย เวลาดังกล่าวที่เพิ่มไปจะสามารถพิจารณาเป็นเวลาสำหรับการเผื่อพนักงานขับรถรายอื่นที่ไม่สามารถมารับน้ำมันได้ตามเวลานัด จะได้ตารางการรับน้ำมันใหม่ดังตารางที่ 5.8 จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างจากตารางที่ได้จากคำนวณด้วยกระบวนการในบทที่ 3 ดังตารางที่ 5.9

เมื่อเพิ่มเวลาเผื่อให้กับตารางการรับน้ำมัน จะส่งผลให้ค่าพลังงานที่ใช้ในแต่ละเดือนเพิ่มขึ้นจากตารางที่ไม่มีการเพิ่มเวลาเผื่อดังนี้

5.2.1 เดือนมีนาคม

เมื่อทำการเพิ่มเวลาเผื่อในขั้นตอนการจัดตารางแล้วส่งผลให้ค่าพลังงานเพิ่มขึ้นจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อโดยเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ร้อยละ 7.34 ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564

และเมื่อคิดพลังงานสะสมทั้งเดือนเปรียบเทียบระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่มีเวลาเผื่อและพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง พบว่าค่าพลังงานของตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อลดลงจากพลังงานที่ไม่มีการจัดตารางอยู่ที่ร้อยละ 32.1 ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 การเปรียบเทียบพลังงานที่ไม่มีการจัดตารางและที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อของเดือนมีนาคม 2564

เดือน	พลังจากการไม่มีการจัดตาราง (kWh)	พลังงานจากการจัดตารางที่เพิ่มเวลาเผื่อ (kWh)	พลังงานจากการจัดตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อ (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง (kWh)
มีนาคม	135,778.56	92,189.01	85,629.55	32.10	36.93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

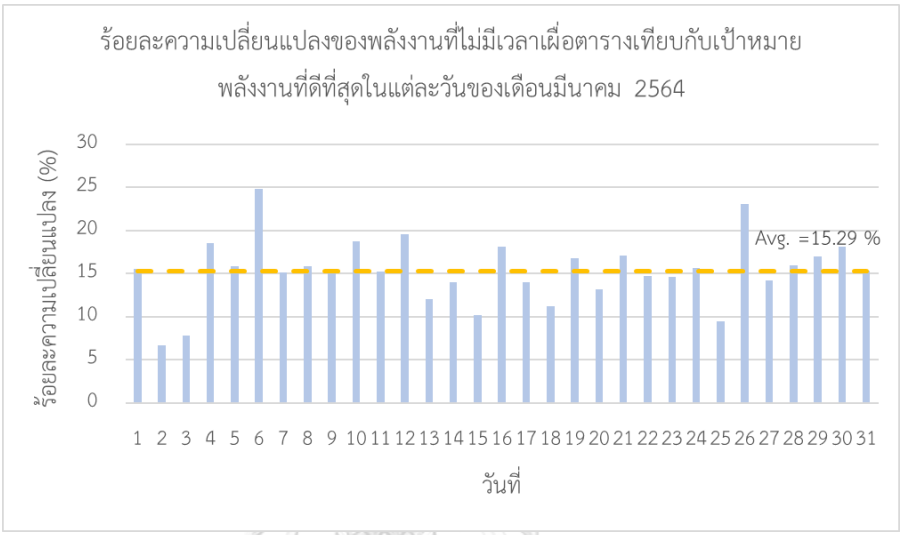
ตารางที่ 5.8 ตารางการรับน้ำมันที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อ

หมายเลขใบรายการสั่งซื้อ	รหัสน้ำมัน	ปริมาณน้ำมันที่ต้องการ	จำนวนชนิดน้ำมัน	หมายเลขช่องจ่าย	รถมาถึงช่องจ่าย	เริ่มรับน้ำมัน	รับน้ำมันเสร็จ	รถออกจากช่องจ่าย
8076794319	500018 500020 500028 500031	5000 4000 4000 30000	4	3	00:00	0:02	0:40	0:41
8076792773	500018 500020 500028 500031	5000 4000 4000 30000	4	7	00:00	0:02	0:40	0:41
8076784938	500015 500018 500023 500031	4000 4000 4000 28000	4	1 2	00:00	0:02	0:48	0:49
8076776205	500018 500020 500023 500031	4000 4000 4000 28000	4	4 5	00:00	0:02	0:29	0:30
8076795612	500020 500023 500028 500031	4000 3000 4000 28000	4	6 11	00:00	0:02	0:47	0:48
8076794954	500015 500018 500028 500031	4000 5000 6000 13000	4	9	00:00	0:02	0:18	0:19
8076794754	500031	42000	1	8	00:00	0:02	0:29	0:30
8076790455	500031	40000	1	10	00:00	0:02	0:27	0:28
8076795373	500031	39000	1	12	00:00	0:02	0:27	0:28
8076795312	500031	38000	1	13	00:00	0:02	0:26	0:27
8076790112	500031	38000	1	14	00:00	0:02	0:26	0:27
8076795018	500018 500020 500028 500031	4000 4000 4000 30000	4	3	0:41	0:43	1:22	1:23
8076779489	500018 500020 500028 500031	4000 4000 4000 30000	4	7	0:41	0:43	1:22	1:23
8076794500	500018 500020 500023 500031	4000 4000 4000 26000	4	5 2	0:32	0:34	1:02	1:03
8076794295	500018 500020 500023 500031	8000 4000 3000 24000	4	11 4	0:48	0:50	1:32	1:33
8076795046	500018 500023 500028 500031	6000 4000 7000 23000	4	6	0:39	0:41	1:11	1:12
8076792642	500015 500028 500031	4000 5000 11000	3	9	0:19	0:21	0:36	0:37
8076776355	500028 500031	16000 24000	2	1	0:39	0:41	1:12	1:13
8076813737	500031	37000	1	13	0:27	0:29	0:53	0:54
8076795229	500031	37000	1	14	0:27	0:29	0:53	0:54
8076791741	500031	37000	1	12	0:28	0:30	0:54	0:55
8076789166	500031	37000	1	10	0:28	0:30	0:55	0:56
8076786985	500031	37000	1	8	0:30	0:32	0:56	0:57

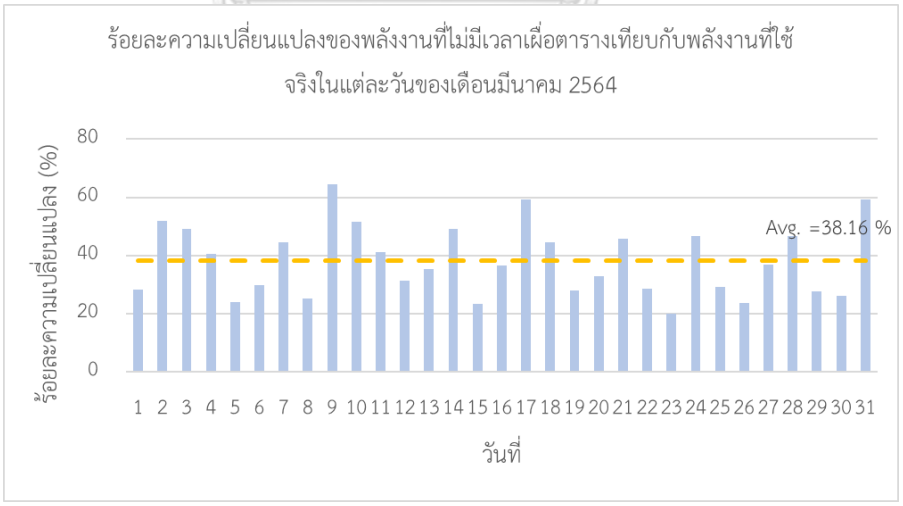
ตารางที่ 5.9 ตารางการรับน้ำมันที่ได้จากจากจัดตารางที่ไม่มีการเพิ่มเวลาเผื่อ

หมายเลขใบรายการสั่งซื้อ	รหัสน้ำมัน	ปริมาณน้ำมันที่ต้องการ	จำนวนชนิดน้ำมัน	หมายเลขช่องจ่าย	เวลาเริ่มรับน้ำมัน	เวลารับน้ำมันเสร็จสิ้น
8076794319	500018 500020 500028 500031	5000 4000 4000 30000	4	3	00:00	00:38
8076792773	500018 500020 500028 500031	5000 4000 4000 30000	4	7	00:00	00:38
8076784938	500015 500018 500023 500031	4000 4000 4000 28000	4	1 2	00:00	00:46
8076776205	500018 500020 500023 500031	4000 4000 4000 28000	4	4 5	00:00	00:27
8076795612	500020 500023 500028 500031	4000 3000 4000 28000	4	6 11	00:00	00:45
8076794954	500015 500018 500028 500031	4000 5000 6000 13000	4	9	00:00	00:16
8076794754	500031	42000	1	8	00:00	00:27
8076790455	500031	40000	1	10	00:00	00:25
8076795373	500031	39000	1	12	00:00	00:25
8076795312	500031	38000	1	13	00:00	00:24
8076790112	500031	38000	1	14	00:00	00:24
8076795018	500018 500020 500028 500031	4000 4000 4000 30000	4	3	00:38	01:17
8076779489	500018 500020 500028 500031	4000 4000 4000 30000	4	7	00:38	01:17
8076794500	500018 500020 500023 500031	4000 4000 4000 26000	4	5 2	00:29	00:57
8076794295	500018 500020 500023 500031	8000 4000 3000 24000	4	11 4	00:45	01:27
8076795046	500018 500023 500028 500031	6000 4000 7000 23000	4	6	00:36	01:06
8076792642	500015 500028 500031	4000 5000 11000	3	9	00:16	00:31
8076776355	500028 500031	16000 24000	2	1	00:36	01:07
8076813737	500031	37000	1	13	00:24	00:48
8076795229	500031	37000	1	14	00:24	00:48
8076791741	500031	37000	1	12	00:25	00:49
8076789166	500031	37000	1	10	00:25	00:50
8076786985	500031	37000	1	8	00:27	00:51

เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานการจัดตารางที่ไม่มีการเพิ่มเวลาเผื่อกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 15.29 ดังรูปที่ 5.8 และเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ไม่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 38.16 ดังรูปที่ 5.9

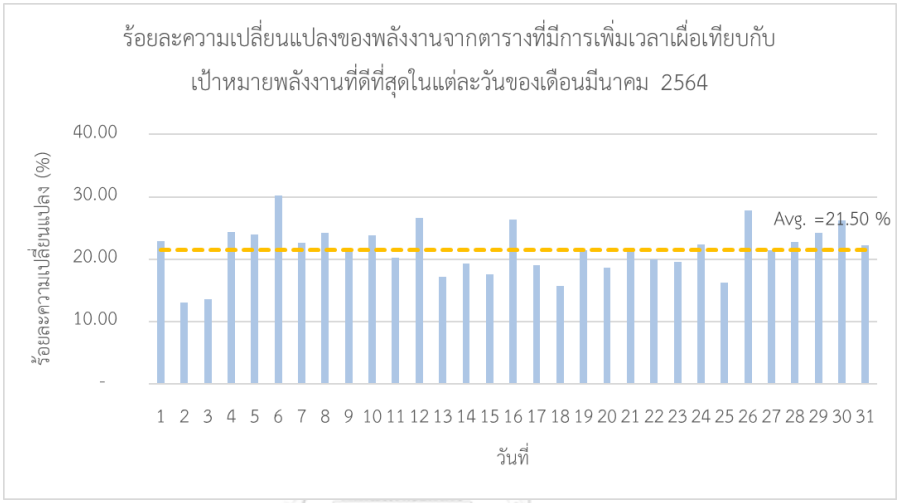


รูปที่ 5.8 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่ไม่มีเวลาเผื่อตารางเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564

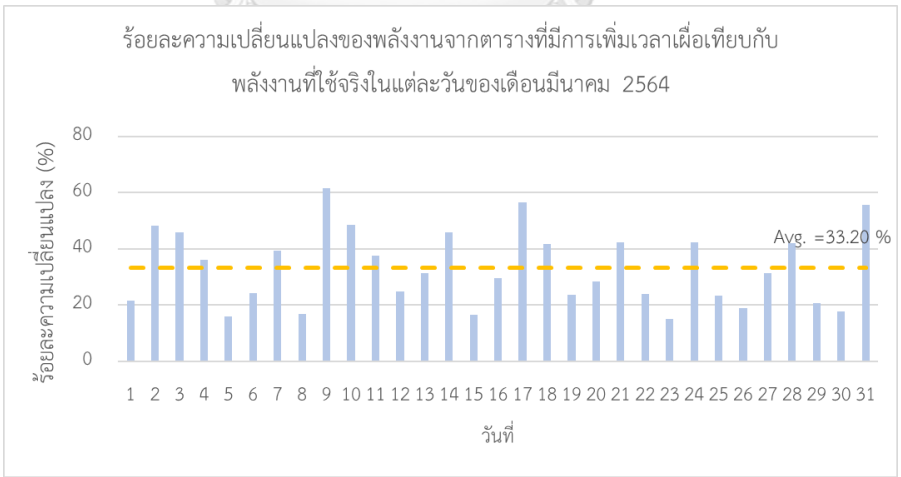


รูปที่ 5.9 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่ไม่มีเวลาเผื่อตารางเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564

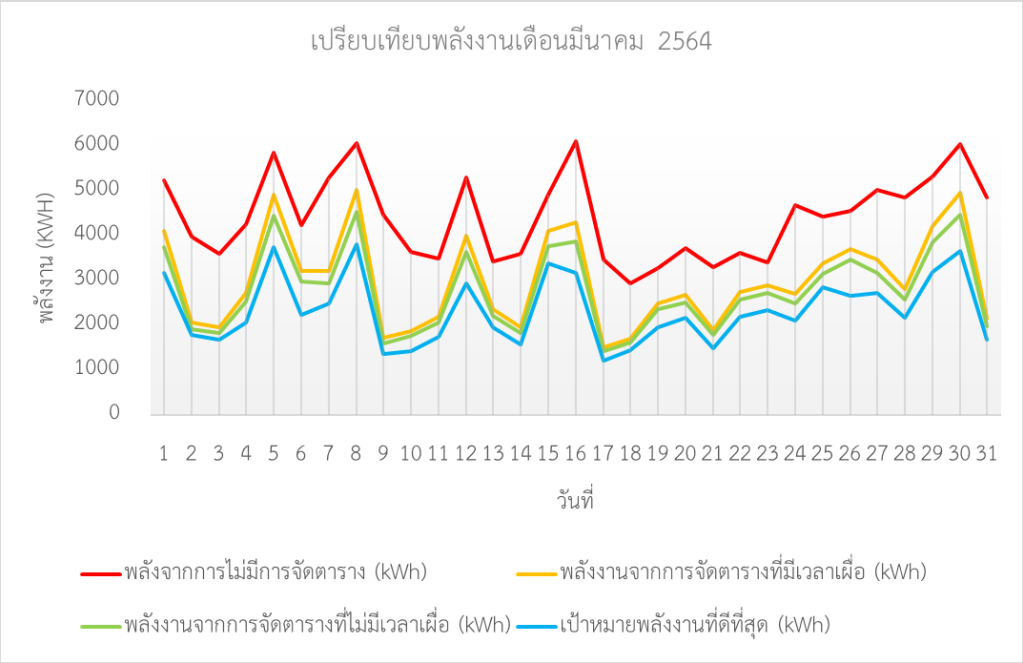
เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อตารางเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 21.50 ดังรูปที่ 5.10 และเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 33.20 ดังรูปที่ 5.11 จะได้การเปรียบเทียบค่าพลังงานของเดือนมีนาคม 2564 ในทุกเงื่อนไขดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.10 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564



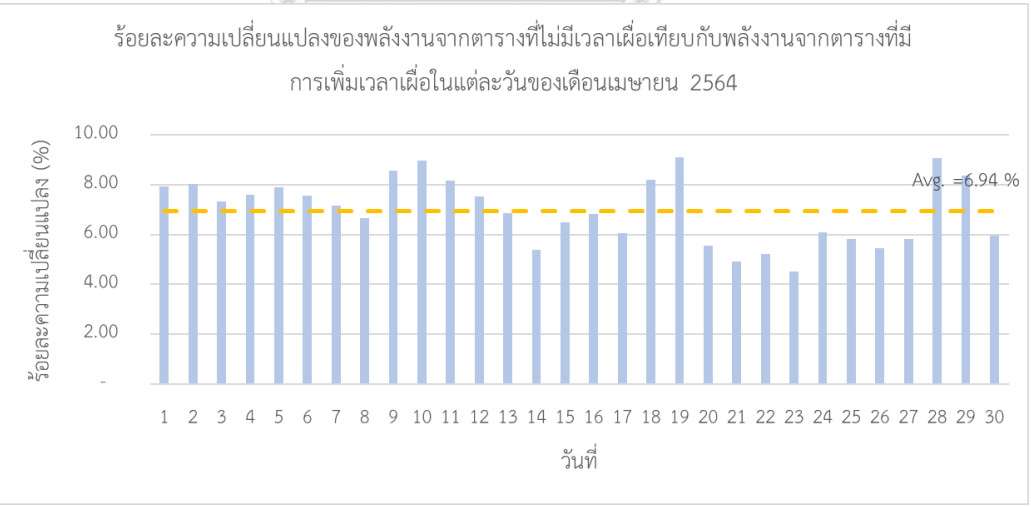
รูปที่ 5.11 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนมีนาคม 2564



รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบพลังงานเดือนมีนาคม 2564

5.2.2 เดือนเมษายน

เมื่อทำการเพิ่มเวลาเผื่อในขั้นตอนการจัดตารางแล้วส่งผลให้ค่าพลังงานเพิ่มขึ้นจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อโดยเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ร้อยละ 6.94 ดังรูปที่ 5.13



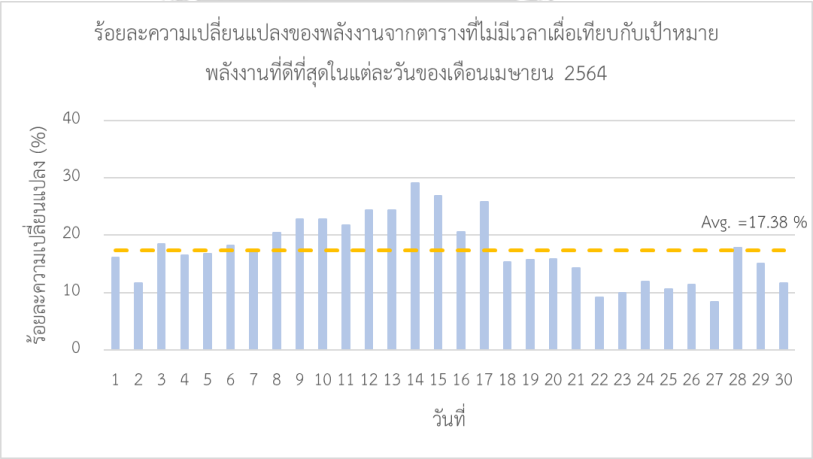
รูปที่ 5.13 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564

และเมื่อคิดพลังงานสะสมทั้งเดือนเปรียบเทียบระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่มีเวลาเผื่อและพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง พบว่าค่าพลังงานของตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อลดลงจากพลังงานที่ไม่มีการจัดตารางอยู่ที่ร้อยละ 33.94 ดังตารางที่ 5.10

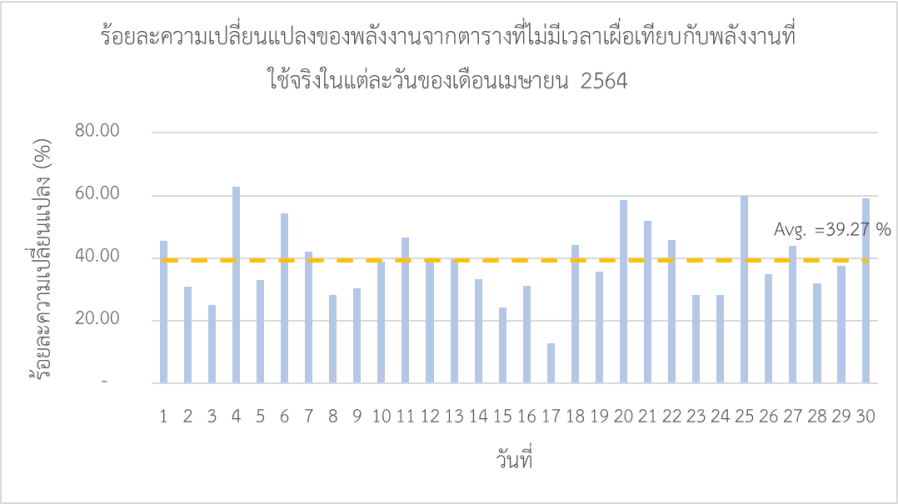
ตารางที่ 5.10 การเปรียบเทียบพลังงานที่ไม่มีการจัดตารางและที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อของเดือนเมษายน 2564

เดือน	พลังจากการไม่มีการจัดตาราง (kWh)	พลังงานจากการจัดตารางที่เพิ่มเวลาเผื่อ (kWh)	พลังงานจากการจัดตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อ (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง (kWh)
เมษายน	124,323.84	82,132.61	76,164.84	33.94	38.74

เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานการจัดตารางที่ไม่มีการเพิ่มเวลาเผื่อกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 17.38 ดังรูปที่ 5.14 และเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ไม่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 39.27 ดังรูปที่ 5.15

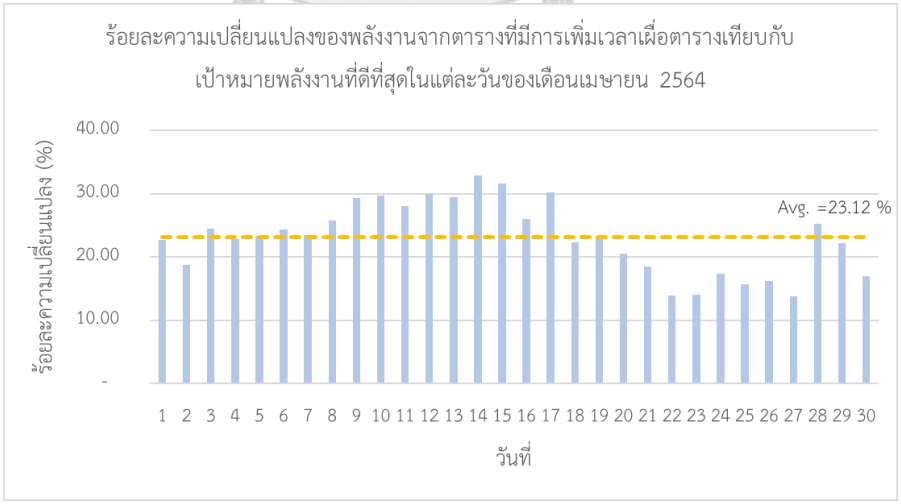


รูปที่ 5.14 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564

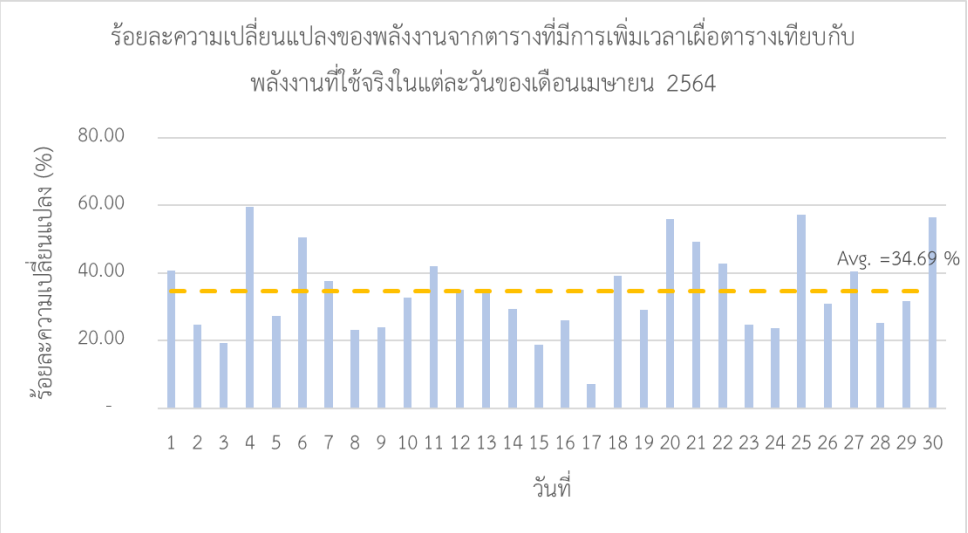


รูปที่ 5.15 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564

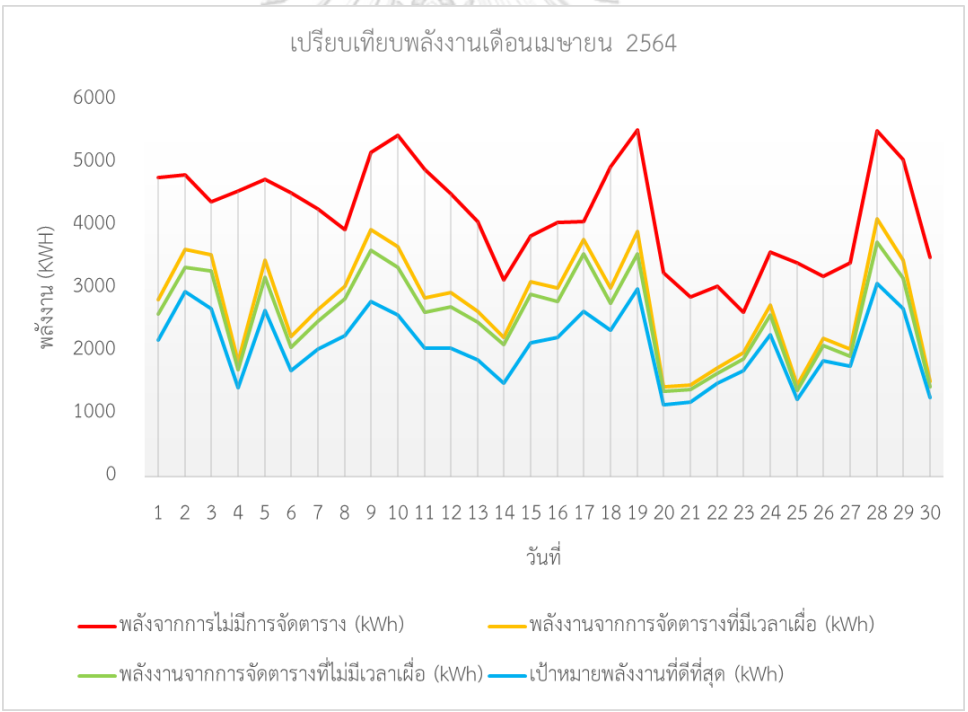
เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 23.12 ดังรูปที่ 5.16 และเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 34.69 ดังรูปที่ 5.17 จะได้การเปรียบเทียบค่าพลังงานของเดือนเมษายน 2564 ในทุกเงื่อนไขดังรูปที่ 5.18



รูปที่ 5.16 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อตารางเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564



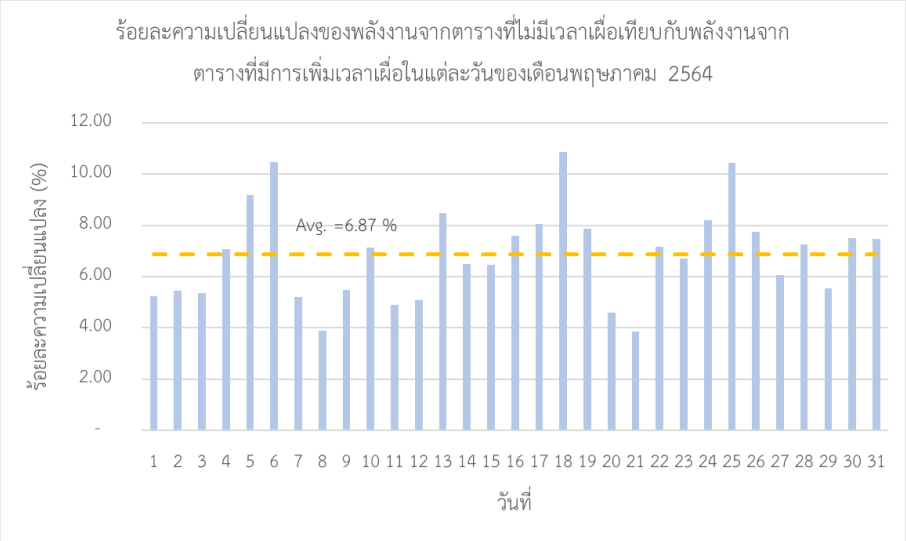
รูปที่ 5.17 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อตารางเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนเมษายน 2564



รูปที่ 5.18 เปรียบเทียบพลังงานเดือนเมษายน 2564

5.2.3 เดือนพฤษภาคม

เมื่อทำเพิ่มเวลาเผื่อในขั้นตอนการจัดตารางแล้วส่งผลให้ค่าพลังงานเพิ่มขึ้นจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อโดยเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ร้อยละ 6.87 ดังรูปที่ 5.19



รูปที่ 5.19 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564

และเมื่อคิดพลังงานสะสมทั้งเดือนเปรียบเทียบระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่มีเวลาเผื่อและพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง พบว่าค่าพลังงานของตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อลดลงจากพลังงานที่ไม่มีการจัดตารางอยู่ที่ร้อยละ 43.74 ดังตารางที่ 5.11

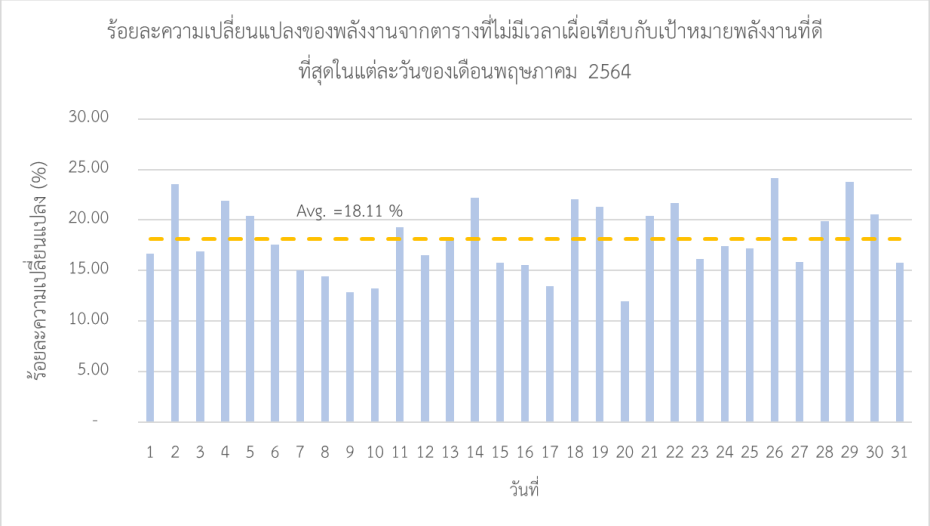
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.11 การเปรียบเทียบพลังงานที่ไม่เพิ่มเวลาเผื่อและเพิ่มเวลาเผื่อในการจัดตารางของเดือนพฤษภาคม 2564

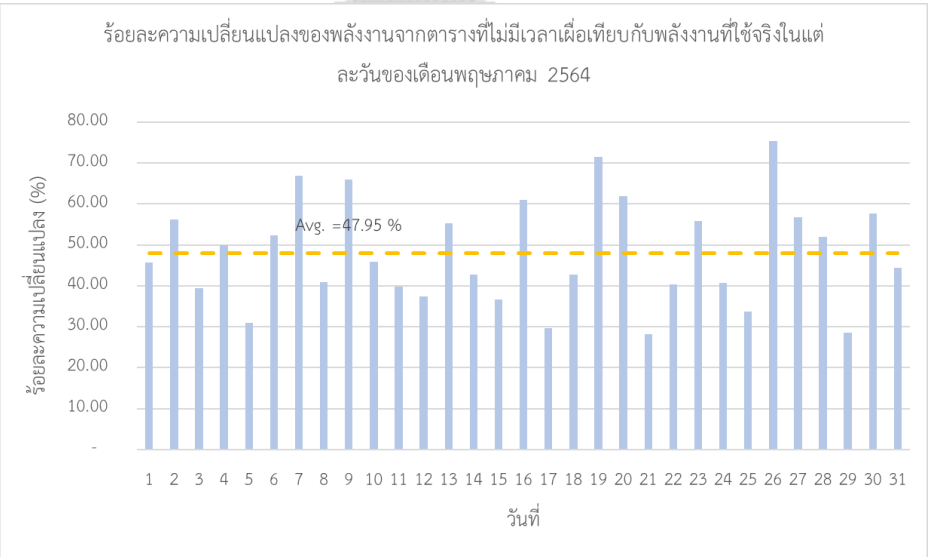
เดือน	พลังจากการไม่มีการจัดตาราง (kWh)	พลังงานจากการจัดตารางที่เพิ่มเวลาเผื่อ (kWh)	พลังงานจากการจัดตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อ (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง (kWh)
พฤษภาคม	126,640.32	71,244.30	63,450.79	43.74	49.90

เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานการจัดตารางที่ไม่มีการเพิ่มเวลาเผื่อกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่

ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 18.11 ดังรูปที่ 5.20 และเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ไม่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 47.95 ดังรูปที่ 5.21

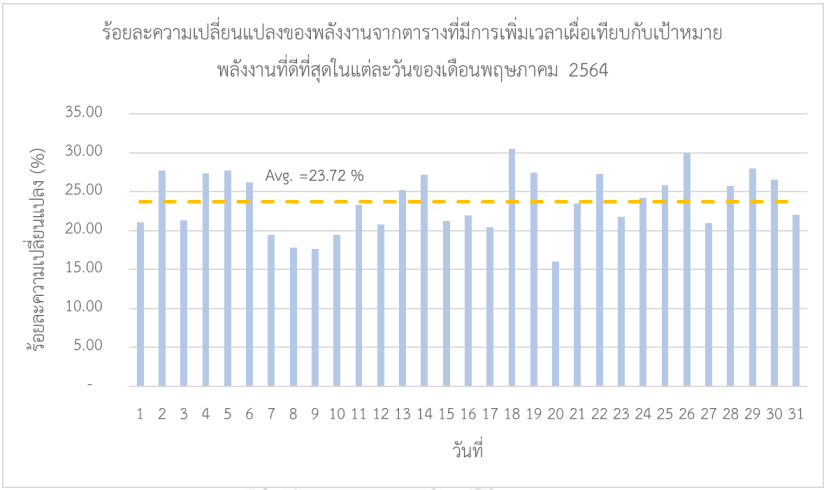


รูปที่ 5.20 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564

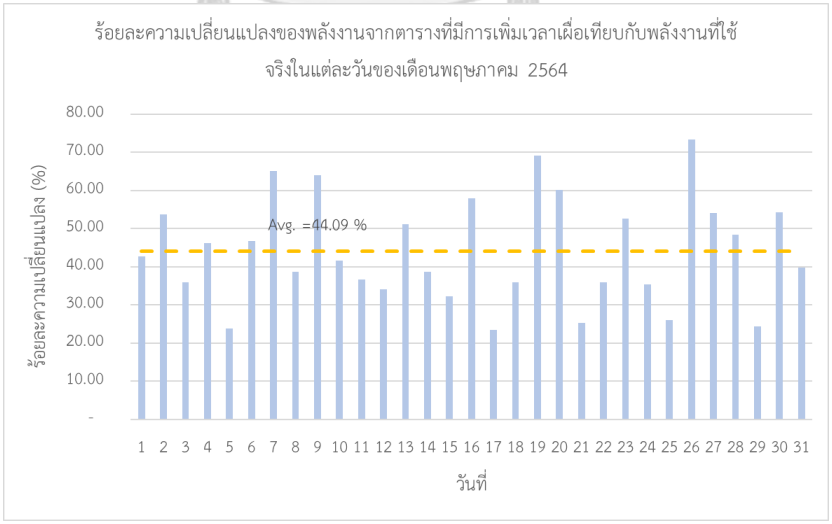


รูปที่ 5.21 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564

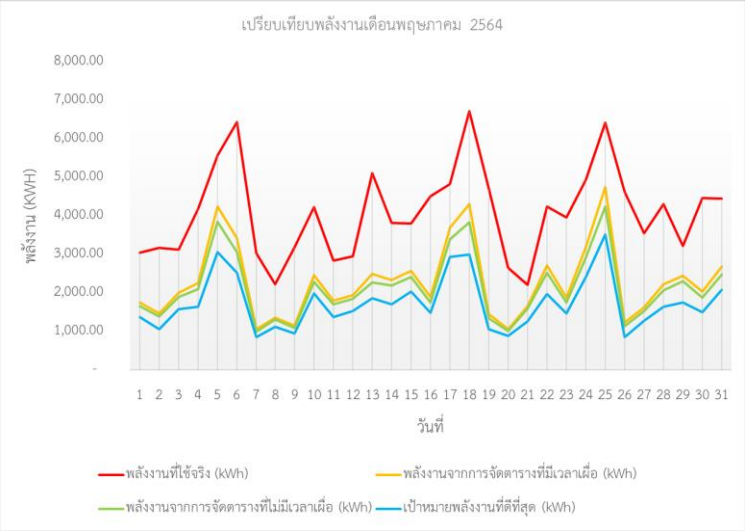
เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อตารางเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 23.72 ดังรูปที่ 5.22 และเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564 จะได้ร้อยละความเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 44.09 ดังรูปที่ 5.23 จะได้การเปรียบเทียบค่าพลังงานของเดือนพฤษภาคม 2564 ในทุกเงื่อนไขดังรูปที่ 5.24



รูปที่ 5.22 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564



รูปที่ 5.23 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จริงในแต่ละวันของเดือนพฤษภาคม 2564



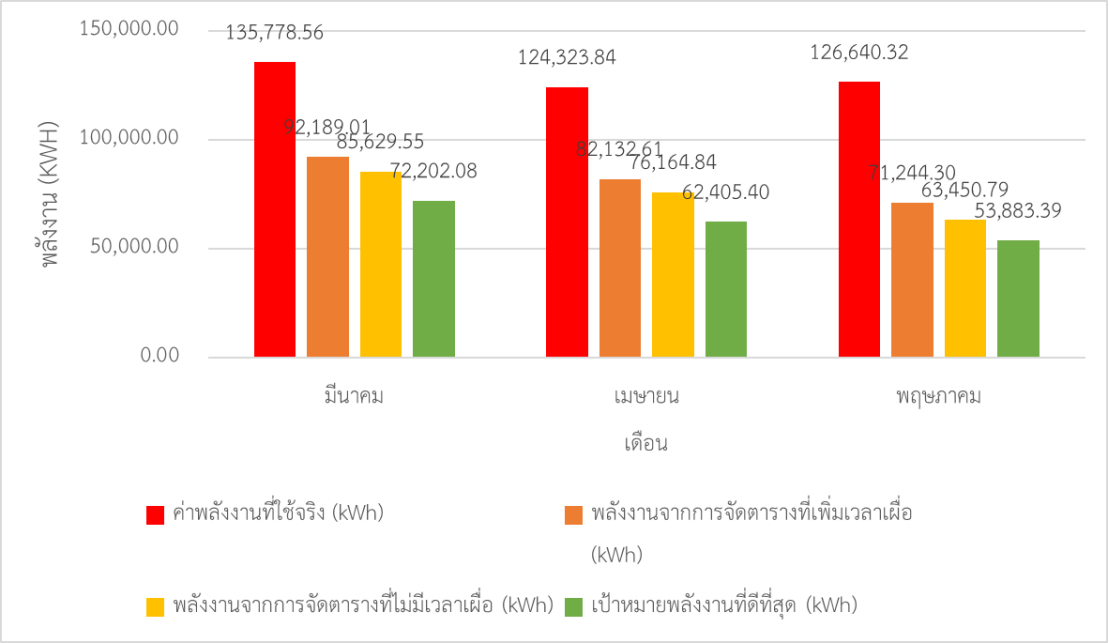
รูปที่ 5.24 เปรียบเทียบพลังงานเดือนพฤษภาคม 2564

จากข้อมูลใบคำสั่งซื้อสามเดือน เมื่อนำวิธีการจัดตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อ เพื่อให้ความยืดหยุ่นในการดำเนินงานจะส่งผลให้ค่าพลังงานเพิ่มขึ้นจากการดำเนินงานที่ไม่มีการจัดตาราง 36.59 % โดยเฉลี่ยใน 3 เดือน ดังตารางที่ 5.12 และผลเปรียบเทียบค่าพลังงานในรูปที่ 5.25

ตารางที่ 5.12 เปรียบเทียบค่าพลังงานจากตารางที่ไม่มีการเพิ่มและมีการเพิ่มเวลาเผื่อและไม่มีการจัดตาราง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เดือน	พลังจากการไม่มีการจัดตาราง (kWh)	พลังงานจากการจัดตารางที่เพิ่มเวลาเผื่อ (kWh)	พลังงานจากการจัดตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อ (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง (kWh)	ร้อยละความเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานจากการจัดตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อกับพลังงานที่ไม่มีการจัดตาราง (kWh)
มีนาคม	135,778.56	92,189.01	85,629.55	32.10	36.93
เมษายน	124,323.84	82,132.61	76,164.84	33.94	38.74
พฤษภาคม	126,640.32	71,244.30	63,450.79	43.74	49.90
ค่าเฉลี่ย 3 เดือน				36.59	41.86



รูปที่ 5.25 เปรียบเทียบค่าพลังงานทุกรูปแบบของทุกเดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อเสนอการจัดตารางการรับน้ำมันด้วยวิธีการที่ทำให้ได้ตารางการรับน้ำมันที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน และสามารถนำไปใช้ได้จริง ในการพิจารณาประสิทธิภาพของตารางการรับน้ำมันนั้นเทียบได้จากค่าพลังงานที่ได้จากการรับน้ำมันด้วยตารางดังกล่าว ซึ่งยังส่งผลให้เวลาเสร็จงานโดยเฉลี่ยในแต่ละวันเร็วขึ้นจากเดิมอีกด้วย

การพัฒนาระบบการจัดตารางการรับน้ำมันทำได้โดยการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณและทดสอบเพื่อหาวิธีที่ให้ผลการจัดตารางสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดตารางการรับน้ำมันดังกล่าว ตลอดจนใช้ในการวางแผนและปรับแผนการทำงานได้อย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้สามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยทั้งหมดที่ผ่านมา สามารถสรุปได้ดังนี้

การจัดตารางการรับน้ำมันให้เหมาะสมสามารถใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการรับน้ำมันได้ แต่ในคลังน้ำมันกรณีศึกษายังไม่ค่อยมีการนำทฤษฎีและวิธีการในการจัดตารางไปใช้ในการปฏิบัติงานมากนัก เนื่องจากขั้นตอนการคำนวณที่ค่อนข้างซับซ้อน ต้องมีการคำนวณซ้ำในหลายๆขั้นตอนและขาดการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางที่สอดคล้องกับความต้องการขององค์กร อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพและประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งสามารถใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรจะมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดตารางให้กับอุตสาหกรรมการผลิตให้สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลและรองรับความไม่แน่นอนของอุปสงค์ได้

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในคลังน้ำมันกรณีศึกษาคือการใช้พลังงานของอุปกรณ์ปั๊มอย่างไม่มีประสิทธิภาพเพราะการใช้งานหัวจ่ายที่ไม่ครบตามกำลังการจ่ายของอุปกรณ์ปั๊มแต่ละตัว ซึ่งเป็นผลมาจากการขาดการวางแผนและการจัดตารางการให้กับรถน้ำมันที่มีประสิทธิภาพ ในส่วนของการรับน้ำมันที่ซึ่งปราศจากการวางแผนและการเรียงลำดับรถรับน้ำมันตามลักษณะและปริมาณของรายการน้ำมันที่สั่งซื้อของรถแต่ละคัน ทำให้เกิดการใช้งานหัวจ่ายที่ไม่สอดคล้องกับการทำงานของอุปกรณ์ปั๊มที่ถูกเปิดใช้งาน จึงทำให้พลังงานที่ถูกใช้ไปไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังไม่สามารถปรับแผนได้ทันต่อการใช้งานจริง ทำให้การจัดลำดับการรับน้ำมันบริเวณหน้างานขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของพนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขับรถบรรทุกน้ำมันเป็นส่วนใหญ่ จากสาเหตุทั้งหลายเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ

วิธีการจัดตารางการรับน้ำมันที่เสนอเป็นการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบพลวัต ซึ่งประกอบด้วยกฎการจ่ายงาน 2 ประเภทคือ LOPNR (Least Operation Remaining) สำหรับการตัดสินใจให้กับกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่รับน้ำมันเสร็จสิ้นในรอบเดียวเข้าก่อนและ LTPT (Largest Total Processing Time) สำหรับการเรียงลำดับใบคำสั่งซื้อตามระยะเวลาการรับน้ำมันรวมของใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ

จากผลการเปรียบเทียบกฎการจ่ายงานที่ลำดับความสำคัญให้กับกลุ่มใบคำสั่งซื้อ สรุปได้ว่าจะเลือกใช้การจัดกลุ่มใบคำสั่งซื้อที่สามารถเติมเสร็จในช่องจ่ายเดียว ภายในรอบเดียวก่อน (ใช้กฎ LOPNR) และในส่วนของการเปรียบเทียบกฎการจ่ายงานที่ลำดับความสำคัญให้กับใบคำสั่งซื้อ สรุปได้ว่าเลือกใช้การจัดใบคำสั่งซื้อที่มีระยะเวลาการรับน้ำมันรวมมากที่สุดก่อน (ใช้กฎ LTPT) เพราะต้องการให้รองรับรูปแบบใบคำสั่งซื้อที่เปลี่ยนไปในอนาคต เนื่องจากการเรียงตามเวลาของรายการสั่งซื้อที่ใช้เวลารับน้ำมันมากที่สุดในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ หากเจอใบคำสั่งซื้อมีรายการน้ำมันชนิดอื่นที่ไม่ใช่ชนิดที่มีเวลาการรับน้ำมันมากที่สุด มีปริมาณมากขึ้นหลายๆ รายการแต่ถูกตัดสินด้วยเวลาการรับน้ำมันมากที่สุด จะถูกให้ความสำคัญน้อยกว่าใบคำสั่งซื้อที่มีรายการน้ำมันที่ใช้เวลารับน้ำมันมากกว่าใบดังกล่าวซึ่งเป็นใบคำสั่งซื้อที่สามารถเพิ่มการใช้งานของปั๊มให้ต่อเนื่องหรือเต็มประสิทธิภาพมากกว่า แต่การใช้กฎดังกล่าวจะมีการใช้พลังงานมากกว่าการจัดใบคำสั่งซื้อด้วยระยะเวลาการรับน้ำมันมากที่สุดก่อน (กฎ LPT) เพราะเนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีความต่างของปริมาณน้ำมันของแต่ละชนิดในใบคำสั่งซื้อเดียวกันมากนัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โปรแกรมการจัดตารางการรับน้ำมันที่จัดทำขึ้นเป็นการประมวลผลผ่านโปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB) ซึ่งสามารถนำไปใช้งานต่อได้ง่าย โดยสามารถจัดการ ปรับปรุง หรือแก้ไขข้อมูลได้ง่าย สามารถจัดตารางการรับน้ำมันที่สอดคล้องกับเวลาการทำงานจริง และสามารถแบ่งกลุ่มช่องจ่ายออกเป็นสถานีงานตามลักษณะที่ใช้แทนกันได้ เป็นต้น องค์ประกอบของโปรแกรมการจัดตารางการรับน้ำมันแบ่งออกเป็น 4 ส่วนได้แก่

1) ส่วนของฐานข้อมูลจำเพาะของคลังน้ำมันตัวอย่าง

- ข้อมูลช่องจ่ายและหัวจ่าย

- ข้อมูลเวลาการทำงานของโรงจ่าย

2) ส่วนของข้อมูลหลักที่ใช้ในการจัดตารางการรับน้ำมัน

- ส่วนของข้อมูลนำเข้า
  - ข้อมูลใบคำสั่งซื้อจากลูกค้า
  - รหัสชนิดน้ำมัน
  - เวลาการจ่ายน้ำมันของแต่ละชนิด
- ส่วนของการรายงานผล
  - ผลการจัดตารางการรับน้ำมัน

3) ส่วนที่ระบุวิธีการในการจัดตารางการผลิต

4) ส่วนดำเนินการประมวลผล

นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถรองรับความไม่แน่นอนต่างๆที่อาจเกิดขึ้นเช่น ปริมาณอุปสงค์ที่มากกว่าอุปทานที่จ่ายได้ในแต่ละวัน การชำรุดของหัวจ่าย และสถานการณ์ที่ขาดน้ำมันวัตถุดิบได้

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจัดตาราง

1) การจัดใบคำสั่งซื้อที่สามารถเติมเสร็จในช่องจ่ายเดียว ภายในรอบเดียวก่อน ซึ่งจะเรียงตามจำนวนชนิดน้ำมัน 4 ชนิดเป็นลำดับแรก ตามด้วยประเภท 3 ชนิดน้ำมัน ประเภท 2 ชนิดน้ำมัน ประเภท 1 ชนิดน้ำมัน ประเภท 6 ชนิดน้ำมัน และประเภท 5 ชนิดน้ำมันตามลำดับ ใช้พลังงานน้อยกว่าการจัดใบคำสั่งซื้อที่มีการวนรถเข้าก่อนซึ่งจะเรียงตามจำนวนชนิดน้ำมัน 6 ชนิดเป็นลำดับแรก ตามด้วย ประเภท 5 ชนิดน้ำมัน ประเภท 4 ชนิดน้ำมัน ประเภท 3 ชนิดน้ำมัน ประเภท 2 ชนิดน้ำมัน และประเภท 1 ชนิดตามลำดับ

2) การเรียงตามเวลาของรายการสั่งซื้อที่ใช้เวลารับน้ำมันมากที่สุดในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ ใช้พลังงานน้อยกว่าการเรียงตามเวลารวมของการรับน้ำมันทุกๆรายการในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ แต่จะใช้การเรียงตามเวลารวมของการรับน้ำมันทุกรายการในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ เพราะต้องการให้รองรับรูปแบบใบคำสั่งซื้อที่เปลี่ยนไปในอนาคต เนื่องจากการเรียงตามเวลาของรายการสั่งซื้อที่ใช้เวลารับน้ำมันมากที่สุดในใบคำสั่งซื้อนั้น ๆ หากเจอใบคำสั่งซื้อมีรายการน้ำมันชนิดอื่นที่ไม่ใช่ชนิดที่มีเวลาการรับน้ำมันมากที่สุด มีปริมาณมากขึ้นหลายๆ รายการแต่ถูกตัดสินด้วยเวลาการรับน้ำมันมากที่สุด จะถูกให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสำคัญน้อยกว่าใบคำสั่งซื้อที่มีรายการน้ำมันที่ใช้เวลารับน้ำมันมากกว่าใบดังกล่าวซึ่งเป็นใบคำสั่งซื้อที่สามารถเพิ่มการใช้งานของปั๊มให้ต่อเนื่องหรือเต็มประสิทธิภาพมากกว่า

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดตารางที่มีเพิ่มเวลาปรับตั้งและเวลาตรวจสอบความปลอดภัยหัวจ่าย พบว่าให้ค่าพลังงานเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยเฉลี่ยต่อเดือน 8.65 % เมื่อเทียบกับตารางที่ไม่มีเวลาเผื่อ คิดเป็นค่าไฟมูลค่าต่อเดือนโดยเฉลี่ย 25,767.35 บาท

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อกับเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุด พบว่าค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อแล้วให้ค่าพลังงานสูงกว่าเป้าหมายพลังงานที่ดีที่สุดจริงโดยเฉลี่ยต่อเดือน 16.27 % คิดเป็นค่าไฟมูลค่าต่อเดือนโดยเฉลี่ย 45,207.80 บาท

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อกับการปฏิบัติงานจริง พบว่าค่าพลังงานที่ได้จากการจัดตารางที่มีการเพิ่มเวลาเผื่อแล้วให้ค่าพลังงานต่ำกว่าจากการปฏิบัติงานจริงโดยเฉลี่ยต่อเดือน 41.86 % คิดเป็นค่าไฟมูลค่าต่อเดือนโดยเฉลี่ย 198,641.96 บาท

6.2 ปัญหาและอุปสรรคในการประยุกต์ใช้การจัดตารางและข้อเสนอแนะ

ในการนำการจัดตารางดังกล่าวไปใช้งานจำเป็นต้องใช้งานผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งการนำไปใช้งานจริงจำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญในบางส่วน ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในปัจจุบันผู้ที่จะสามารถใช้งานโปรแกรมจัดตารางการรับน้ำมันนี้ได้ ต้องเป็นผู้ที่มีความเข้าใจในกระบวนการรับน้ำมันและรู้ขั้นตอนการทำงานต่างๆของโปรแกรมเป็นอย่างดี ดังนั้นหากมีความต้องการที่จะให้มีผู้ใช้งานได้อย่างหลากหลายมากขึ้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการฝึกอบรมและอธิบายกระบวนการรับน้ำมันและขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอย่างละเอียด

การใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในอุตสาหกรรมจริง มีความต้องการความรวดเร็วในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลอยู่มาก ซึ่งในการใช้งานในปัจจุบันยังขาดเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากโปรแกรมการจัดตารางการรับน้ำมันมีขั้นตอนการคำนวณมากและมีการคำนวณซ้ำหลายขั้นตอน นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควรมีหน่วยประมวลผลหลัก (CPU) รุ่นไม่ต่ำกว่า Core I3 ในระบบ Intel หรือ Ryzen 3 ในระบบ AMD หรือระบบอื่นที่เทียบเท่ากันที่มีความเร็วสัญญาณ

นาฬิกา (Clock Speed) ไม่ต่ำกว่า 3.0 GHz และมีขนาดของหน่วยความจำหลัก (Ram) ไม่ต่ำกว่า 4 GB ซึ่งในที่นี้เป็นสมบัติที่ระบุสำหรับโปแกรมแมตแล็บ (MathLab) ด้วย

การใช้งานโปรแกรมการจัดตารางการรับน้ำมันในปัจจุบันต้องมีการนำข้อมูลส่วนของใบคำสั่งซื้อลูกค้าป้อนลงในโปรแกรมโดยผู้ใช้ ซึ่งส่งผลให้เกิดความล่าช้าและความล่าช้าและเสี่ยงต่อความผิดพลาด ดังนั้นโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นไปในอนาคตควรจะมีส่วนเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลด้านปริมาณน้ำมันคงคลัง ข้อมูลใบคำสั่งซื้อจากลูกค้า เพื่อที่จะสามารถลดเวลาและความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลดังกล่าวได้

ในอนาคตควรมีการตรวจสอบกระบวนการจัดตารางการจ่ายน้ำมันด้วยกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะที่หลากหลายเพื่อทดสอบผลที่ได้จากการจัดตาราง เนื่องจากข้อจำกัดของกระบวนการจัดตารางว่ามีข้อจำกัดในการทดสอบเพื่อนำไปใช้งาน เพราะใช้ข้อมูลจริงและมีการทดสอบบนการดำเนินการปัจจุบัน

ในส่วนของเวลารอ (Waiting time) ในการดำเนินงานปัจจุบันที่ไม่มีตารางการรับน้ำมันจะใช้เวลารอเพื่อการรับน้ำมัน ซึ่งหากมีการจัดตารางแล้วจะสามารถทำให้ลูกค้ารู้กำหนดการของตัวเองที่จะได้รับน้ำมัน ทำให้เวลารอของลูกค้าลดลงได้ นอกจากนั้นแล้วเมื่อมีการจัดตารางการรับน้ำมันแล้วจะส่งผลให้เวลาการทำงานรวม (Makespan) สั้นลงกว่าเดิม ซึ่งส่งผลให้เวลารอมีแนวโน้มลดลง และถ้าหากมีการจัดตารางเพื่อให้เวลาทำงานรวมต่ำที่สุด (Minimize Makespan) ร่วมกับอรรถประโยชน์ของปั๊มสูงสุด อาจจะทำให้ประสิทธิภาพของการจัดตารางสูงขึ้นอีกด้วย ในอนาคตเมื่อมีการพัฒนาระบบการให้บริการที่สามารถแจ้งเวลาการเติมน้ำมันกับลูกค้า จะสามารถบอกได้ว่าระยะเวลารอ (Waiting time) เข้าใกล้ 0 ถ้าลูกค้าสามารถบริหารจัดการให้มารับบริการได้ตรงตามเวลานัดหมาย

ตารางการรับน้ำมันที่ออกมาในปัจจุบันอาจมีประสิทธิภาพลดลงด้วยสาเหตุของลูกค้าไม่สามารถมาได้ตามกำหนดการของตารางการรับน้ำมัน ซึ่งหากมีเหตุการณ์ดังกล่าวมาก ๆ จะต้องมีความจำเป็นที่จะทำการปรับตารางการรับน้ำมันโดยต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้วางแผนการรับน้ำมันในการแก้ปัญหาเมื่อลูกค้าไม่สามารถเข้ามาตามกำหนดการของตารางการรับน้ำมันได้ โดยทางผู้จัดทำได้เสนอไว้ 3 รูปแบบดังนี้

1) หากความถี่ของการเกิดเหตุการ์ที่ลูกค้าไม่สามารถมาได้ตามกำหนดการของตารางการรับน้ำมันมีน้อยกว่า 5 % จากจำนวนรถทั้งหมดในวันนั้น รถคันดังกล่าวสามารถแทรกคิวได้ในช่องจ่ายที่สอดคล้องกับลักษณะชนิดน้ำมันในใบคำสั่งซื้อนั้นๆ และมีการจ่ายน้ำมันที่ไม่ล่าช้า เพราะในตาราง

การรับน้ำมันที่ปรับปรุงแล้ว จะมีเวลาเผื่อสำหรับรถที่ล่าช้ากว่ากำหนด ในเมื่อช่องจ่ายใดๆมีจำนวนรถที่ล่าช้าน้อย จะทำให้มีเวลาพอที่จะแทรกงานสำหรับรถที่ไม่มีตามกำหนดการได้

2) หากความถี่ของการเกิดเหตุการ์ที่ลูกค้าไม่สามารถมาได้ตามกำหนดการของตารางการรับน้ำมันมีน้อยกว่า 10 % จากจำนวนรถทั้งหมดในวันนั้น ให้ทำการจัดตารางใหม่จากข้อมูลปัจจุบัน (ข้อมูลที่มีรถบางคันได้รับน้ำมันไปแล้วบางส่วน) เพื่อให้ได้ตารางการรับน้ำมันใหม่หลังจากลูกค้าไม่มีตามกำหนดการ

3) หากความถี่ของการเกิดเหตุการ์ที่ลูกค้าไม่สามารถมาได้ตามกำหนดการของตารางการรับน้ำมันมีน้อยกว่า 15 % จากจำนวนรถทั้งหมดในวันนั้น ให้ทำการจัดตารางใหม่จากข้อมูลปัจจุบัน (ข้อมูลที่มีรถบางคันได้รับน้ำมันไปแล้วบางส่วน) ทุกๆ 6, 3 หรือ 1 ชั่วโมง เพื่อเป็นการกำหนดตารางรายช่วงเวลาของลูกค้าที่จะเข้ามาในวันนั้น ๆ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมการเข้ามารับน้ำมันของลูกค้าได้

ในอนาคตควรมีการดำเนินการร่วมกับฝ่ายบริหารและฝ่ายจัดคิวเพื่อให้ได้กำหนดการที่ลูกค้าต้องมาถึงคลังน้ำมันดังกล่าว เพื่อที่จะได้รับการจ่ายน้ำมันที่ตรงกับกำหนดการจ่ายน้ำมันที่ได้จากการจัดตารางนี้ โดยต้องมีการวิเคราะห์เวลาที่ลูกค้ารับบริการในแต่ละจุดในคลังน้ำมัน เช่น ต้องมีการเผื่อเวลาในส่วนของการมาถึง ณ ป้อมรักษาความปลอดภัย และในส่วนของการรับบริการที่ฝ่ายการเงิน และการเผื่อเวลาในส่วนของตรวจสอบอุปกรณ์และความปลอดภัยก่อนเข้าโรงจ่าย หรือบริการอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

[1] อัจฉรา จันทร์ฉาย, การจัดการเชิงปริมาณสำหรับนักบริหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1998.

[2] M. Pinedo, *Scheduling*. Springer, 2012.

[3] เกศินี วิฑูรชาติ, การวิเคราะห์เชิงปริมาณทางธุรกิจ. กรุงเทพ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2522.

[4] สุทธิมา ชำนาญเวช, การวิเคราะห์เชิงปริมาณทางธุรกิจ. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์, 2558.

[5] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, "การวิจัยดำเนินงาน = Operations research / วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ," 1993.

[6] W. Yu and P. J. Egbelu, "Scheduling of inbound and outbound trucks in cross docking systems with temporary storage," *European journal of operational research,* vol. 184, no. 1, pp. 377-396, 2008.

[7] ปารเมศ ชุติมา, เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน, พิมพ์ครั้งที่ 2 ed. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2012.

[8] A. Kambli, A. A. Sinha, and S. Srinivas, "Improving campus dining operations using capacity and queue management: A simulation-based case study," *Journal of Hospitality and Tourism Management,* vol. 43, pp. 62-70, 2020.

[9] C. Bierwirth, D. C. Mattfeld, and H. Kopfer, "On permutation representations for scheduling problems," in *International Conference on Parallel Problem Solving from Nature*, 1996: Springer, pp. 310-318.

[10] S. C. Porto and C. C. Ribeiro, "Parallel tabu search message-passing synchronous strategies for task scheduling under precedence constraints," *Journal of heuristics,* vol. 1, no. 2, pp. 207-223, 1996.

[11] ประสิทธิ์ สวราชย์, "การใช้ฮิวลิสติกส์แบบทาบูเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีกลุ่มที่มีทางเลือกแผนกระบวนการผลิตหลายแบบ," 1998.

[12] S. S. Panwalkar and W. Iskander, "A Survey of Scheduling Rules," *Oper. Res.,* vol. 25, no. 1, pp. 45–61, 1977, doi: 10.1287/opre.25.1.45.

[13] C. C. New, "Job Shop Scheduling: Is Manual Application of Dispatching Rules Feasible?," *Journal of the Operational Research Society,* vol. 26, pp. 35-43, 1975.

[14] P. Phatapipong, P. Sachakamol, and A. Treerattrakoon, "Production Scheduling using Hybrid Heuristics Method: A Case Study of Ready-Mixed Concrete Plant," *Engineering Journal Chang Mai University,* vol. 25, pp. 226-233, 2018.

[15] T. Papadopoulou, "Application of lean scheduling and production control in non-repetitive manufacturing systems using intelligent agent decision support," 2013.

[16] Y. Nakpathom, "A Study Of Job Shop Production Scheduling On Textile Industry," Master, Engineer, Silpakorn University, Bangkok, 2012.

[17] S. Butdee, C. Numtong and P. Pareyai, "The Hybrid Heuristic Scheduling For The Best Productivity," presented at the IE Network 2007, Songkla, 2007.

[18] A. Chaimanee and W. Supithak, "Flexible Flow Shop Scheduling Problem with Sequence Dependent Setup Time under Just-In-Time Philosophy," *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* 2015, doi: 10.14416/j.kmutnb.2014.12.002.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นาย ศุภณัฐ สีทา
วัน เดือน ปี เกิด	31 สิงหาคม 2538
สถานที่เกิด	สงขลา
ที่อยู่ปัจจุบัน	20/32 หมู่4 หมู่บ้านศุชญา ถ.รังสิต-นครนายก ต.บึงยี่โถ อ.ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University