

Chulalongkorn University

## Chula Digital Collections

---

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

---

2023

### คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้า อุปโภคบริโภค

ณัฐสิทธิ์ อมันต์วาทัญญ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>

 Part of the [Computer Sciences Commons](#)

---

#### Recommended Citation

อมันต์วาทัญญ, ณัฐสิทธิ์, "คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค" (2023). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 10059. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/10059>

This Independent Study is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact [ChulaDC@car.chula.ac.th](mailto:ChulaDC@car.chula.ac.th).

คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2566

DATA WAREHOUSE, BUSINESS INTELLIGENCE AND ADVANCED DATA ANALYTICS OF  
CONSUMER GOODS FACTORY



Mr. Nattasit Ananwatanyoo

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Information Technology in Business  
Faculty Of Commerce And Accountancy  
Chulalongkorn University  
Academic Year 2023

หัวข้อสารนิพนธ์

โดย

สาขาวิชา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

นายณัฐสิทธิ์ อนันต์วาทัญญู

เทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ หม่อมหลวงสวิตา อุณหันธ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.บุษยาศจี พ่วงเงิน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ณัฐสิทธิ์ อนันต์วาทัญญู : คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของ  
 โรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค. ( DATA WAREHOUSE, BUSINESS INTELLIGENCE  
 AND ADVANCED DATA ANALYTICS OF CONSUMER GOODS FACTORY) อ.ที่  
 ปริญญาหลัก : รศ. ดร.จันทรเจ้า มงคลนาวิน

ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคได้รับอิทธิพลมากขึ้นจากแนวโน้ม  
 ของโลกในการนำข้อมูลมาใช้ขับเคลื่อนองค์กรเพื่อให้การตัดสินใจมีความแม่นยำและรวดเร็ว ส่งผล  
 ให้มีความจำเป็นในการพัฒนาระบบช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจในการวางแผนดำเนินธุรกิจ  
 และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันขององค์กร

โครงการ "คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้า  
 อุปโภคบริโภค" ประกอบด้วยระบบ 5 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการ  
 ผลิต ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร ระบบ  
 วิเคราะห์สูตรการผลิต และ ระบบวิเคราะห์ความผิดปกติของน้ำหนักรัดกุดติบและอุณหภูมิในการ  
 ผลิต ระบบได้ถูกพัฒนาบนระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server โดยรายงานวิเคราะห์  
 และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงได้ถูกพัฒนาด้วย Microsoft Power BI Desktop และภาษาไพธอน  
 ตามลำดับ

ระบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยเสริมความสามารถของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคในการ  
 วิเคราะห์กระบวนการผลิต และช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องวิเคราะห์ข้อมูลในมุมมองต่าง ๆ ได้สะดวกและ  
 รวดเร็ว สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหา ปรับปรุง และลดต้นทุนในกระบวนการผลิต  
 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ      ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2566      ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 6482039026 : MAJOR INFORMATION TECHNOLOGY IN BUSINESS

KEYWORD: Business Intelligence, Advanced data analytics, Microsoft SQL Server,  
Microsoft Power BI, Python

Nattasit Ananwatanyoo : DATA WAREHOUSE, BUSINESS INTELLIGENCE AND  
ADVANCED DATA ANALYTICS OF CONSUMER GOODS FACTORY. Advisor:  
Assoc. Prof. JANJAO MONGKOLNAVIN, Ph.D.

In recent years, the consumer goods manufacturing sector has been increasingly influenced by the global trend of using data-driven decision-making. As a result, the need for data-driven business improvement has become apparent. The development of analyzing and decision-supporting systems is an approach that enables increasing competitive advantages.

The project "DATA WAREHOUSE, BUSINESS INTELLIGENCE AND ADVANCED DATA ANALYTICS OF CONSUMER GOODS FACTORY" consists of 5 systems: Manufacturing Performance Analysis System, Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System, Machine Utilization Analysis System, Recipe Performance Analysis System, and Manufacturing Materials Weight and Temperature Anomaly Analysis System. The systems were developed using Microsoft SQL Server as the database management system, Microsoft Power BI Desktop as the analytical reporting tool, and Python as an advanced data analytics programming language.

The developed systems will enhance the capabilities of the consumer goods manufacturing factory in analyzing the production processes. Users can make informed decisions in solving operations problems, improving and reducing the cost of manufacturing processes efficiently.

Field of Study: Information Technology in Business      Student's Signature .....

Academic Year: 2023      Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเรื่อง "คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค" นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร. จันท์เจ้า มงคลนาวิน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำปรึกษา ตรวจสอบ และแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีตลอดมา ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจทุกท่านที่ได้ประสพวิชาความรู้ต่าง ๆ ตลอดการศึกษาให้แก่ผู้จัดทำ ซึ่งทางผู้จัดทำได้นำความรู้ทั้งหมดที่ได้รับมาประกอบใช้ในการจัดทำโครงการพิเศษนี้ ทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จ

ขอขอบพระคุณบิดามารดา พี่น้อง เพื่อน ๆ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ตลอดการศึกษาและการจัดทำโครงการพิเศษนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ รุ่น 30 ภาคนอกเวลาราชการ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษาจนกระทั่งโครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังว่าโครงการพิเศษนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และเป็นแนวทางในการดำเนินการพัฒนาระบบอื่น ๆ ต่อไป ในภายภาคหน้า ประโยชน์อันใดที่พึงเกิดขึ้นในอนาคต ผู้จัดทำขอขอบแต่ผู้มีพระคุณที่ได้กล่าวถึงทุกท่าน หากโครงการพิเศษนี้มีจุดบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ณัฐสิทธิ์ อนันต์วาทัญญู

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ ฉ	
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	3
1.4 วิธีการดำเนินงานโครงการ.....	5
1.5 เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการ.....	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
บทที่ 2 เหตุผลและแนวคิด.....	8
2.1 แนวคิดด้านคลังข้อมูล (Data Warehouse).....	8
2.2 แนวคิดด้านระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence).....	12
2.3 แนวคิดด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงทำนาย.....	14
บทที่ 3 โครงสร้างองค์กรและการดำเนินงาน.....	16
3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับองค์กร.....	16
3.2 โครงสร้างองค์กร.....	17
3.3 การดำเนินงานขององค์กร.....	20



3.4	ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน.....	24
บทที่ 4	การพัฒนาระบบงาน.....	25
4.1	การวิเคราะห์ระบบ.....	25
4.2	การออกแบบระบบ.....	53
4.3	การติดตั้งและพัฒนาระบบ.....	61
4.4	การเชื่อมต่อข้อมูลจากฐานข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบคลังข้อมูล.....	66
4.5	การสร้างรายงาน.....	69
บทที่ 5	บทสรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	93
5.1	บทสรุป.....	93
5.2	ปัญหา.....	94
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	96
	บรรณานุกรม.....	97
	ภาคผนวก ก พจนานุกรมข้อมูล.....	99
	ภาคผนวก ข เมนูการทำงานของระบบ.....	106
	ภาคผนวก ค ตัวอย่างรายงาน.....	108
	ประวัติผู้เขียน.....	130



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1-1: เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ .....	6
ตารางที่ 4-1: ค่าวัดของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System).....	28
ตารางที่ 4-2: ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลักของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System).....	29
ตารางที่ 4-3: คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System) .....	31
ตารางที่ 4-4: แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมีติของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System) .....	32
ตารางที่ 4-5: ค่าวัดของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System) .....	35
ตารางที่ 4-6: ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลักของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System) .....	35
ตารางที่ 4-7: คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System) .....	37
ตารางที่ 4-8: แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมีติของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System) .....	38
ตารางที่ 4-9: ค่าวัดของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System) .....	40
ตารางที่ 4-10: ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลักของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System).....	41
ตารางที่ 4-11: คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System).....	42

ตารางที่ 4-12: แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมีติของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System) .....	43
ตารางที่ 4-13: ค่าวัดของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System) .....	45
ตารางที่ 4-14: ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลักของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System).....	46
ตารางที่ 4-15: คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System) .....	48
ตารางที่ 4-16: แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมีติของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System).....	49
ตารางที่ 4-17: ข้อมูลที่จะนำมาใช้.....	52
ตารางที่ 4-18: สิทธิ์ในการเข้าถึงระบบ.....	60
ตารางที่ ก-1: ตารางมิติของเวลา .....	99
ตารางที่ ก-2: ตารางมิติของเครื่องจักร .....	99
ตารางที่ ก-3: ตารางมิติของสูตรการผลิต.....	99
ตารางที่ ก-4: ตารางมิติของเครื่องจักร .....	100
ตารางที่ ก-5: ตารางมิติของเครื่องจักร .....	100
ตารางที่ ก-6: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต .....	101
ตารางที่ ก-7: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร .....	102
ตารางที่ ก-8: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร .....	103
ตารางที่ ก-9: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต.....	104
ตารางที่ ก-10: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักรั่วถังดิบและอุณหภูมิในการผลิต .....	105

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2-1: ตัวอย่างการออกแบบโมเดลข้อมูลหลายมิติแบบ Star Schema .....	11
รูปที่ 2-2: ตัวอย่างการออกแบบโมเดลข้อมูลหลายมิติแบบ Snowflake Schema .....	12
รูปที่ 2-3: วิธีการที่ใช้ระบุความห่างของข้อมูล .....	15
รูปที่ 3-1: โครงสร้างองค์กรของบริษัท ทูปีเฮลท์ตี้ จำกัด (นามสมมติ) .....	17
รูปที่ 4-1: โมเดลข้อมูลหลายมิติของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System) .....	30
รูปที่ 4-2: โมเดลข้อมูลหลายมิติของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System) .....	36
รูปที่ 4-3: โมเดลข้อมูลหลายมิติของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System) .....	41
รูปที่ 4-4: โมเดลข้อมูลหลายมิติของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System) .....	47
รูปที่ 4-5: รายงานค่าเฉลี่ยของสัดส่วนผลผลิตรายเครื่องจักร .....	53
รูปที่ 4-6: รายงานสัดส่วนผลผลิตแต่ละชุดการผลิตรายเครื่องจักร .....	54
รูปที่ 4-7: รายงานผลผลิตตามเป้าหมาย .....	54
รูปที่ 4-8: รายงานจำนวนนับการใช้งานเครื่องจักรในแต่ละวันของเดือน .....	55
รูปที่ 4-9: รายงานเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงานจากการทำงานของ Interlock ตามรายวัน .....	55
รูปที่ 4-10: รายงานจำนวนนับการเกิด Interlock และจำนวนชุดการผลิตที่สำเร็จรายเครื่องจักร ...	56
รูปที่ 4-11: รายงานสัดส่วนสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร .....	57
รูปที่ 4-12: รายงานจำนวนการเกิด Interlock แยกตามประเภทของ Interlock .....	57
รูปที่ 4-13: หน้าจอการสร้างรายงาน และหน้าจอ Dashboard .....	59
รูปที่ 4-14: การสร้าง Workflow ใหม่ใน Alteryx Designer .....	61

รูปที่ 4-15: หน้าจอการใช้ Input Data Module .....	62
รูปที่ 4-16: หน้าจอการใช้ Module ต่าง ๆ ร่วมกันเพื่อเตรียมข้อมูล.....	62
รูปที่ 4-17: หน้าจอการใช้ Output Data Module .....	63
รูปที่ 4-18: หน้าจอการสร้าง Table ใหม่ในฐานข้อมูลเครื่องจักร .....	64
รูปที่ 4-19: หน้าจอการนำข้อมูลเข้าสู่ Table ที่สร้างไว้ในฐานข้อมูลเครื่องจักร .....	65
รูปที่ 4-20: หน้าจอการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์รูปแบบ Excel .....	66
รูปที่ 4-21: หน้าจอการนำเข้าข้อมูลจาก Microsoft SQL Server .....	66
รูปที่ 4-22: หน้าจอเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล.....	67
รูปที่ 4-23: หน้าจอการเลือก Table ในฐานข้อมูลที่ต้องการเชื่อมต่อ .....	67
รูปที่ 4-24: หน้าจอการสร้างรายงาน.....	68
รูปที่ 4-25: หน้าจอการสร้างรายงาน Microsoft Power BI Desktop.....	69
รูปที่ 4-26: หน้าจอการสร้างรายงานผ่าน Google Colab .....	70
รูปที่ 4-27: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากชุดการผลิต .....	71
รูปที่ 4-28: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต .....	72
รูปที่ 4-29: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากผลผลิต .....	73
รูปที่ 4-30: แดชบอร์ดวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร.....	74
รูปที่ 4-31: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากชุดการผลิต .....	75
รูปที่ 4-32: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต.....	76
รูปที่ 4-33: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากผลผลิต.....	77
รูปที่ 4-34: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรในมิติของเครื่องจักร .....	78
รูปที่ 4-35: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรในมิติของสูตรการผลิต.....	79
รูปที่ 4-36: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการหยุดทำงานประเภท Step Interlock.....	80

รูปที่ 4-37: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการหยุดทำงานประเภท Step Abort.....	81
รูปที่ 4-38: แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร .....	82
รูปที่ 4-39: แดชบอร์ดวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดจากการหยุดทำงานของเครื่องจักร .....	83
รูปที่ 4-40: แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร .....	84
รูปที่ 4-41: แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการผลิต.....	85
รูปที่ 4-42: แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock. ....	86
รูปที่ 4-43: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากชุดการผลิต .....	87
รูปที่ 4-44: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต .....	88
รูปที่ 4-45: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากผลผลิต .....	89
รูปที่ 4-46: แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต .....	90
รูปที่ 4-47: รายงานแสดงจำนวนชุดการผลิตตามค่า Alignment Cost โดยแยกตาม Cluster.....	91
รูปที่ 4-48: รายงานแสดงชุดการผลิตที่มีรูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัดตลับเทียบกับรูปแบบเฉลี่ยของชุดการผลิตที่ปกติ .....	92
รูปที่ 4-49: รายงานแสดงชุดการผลิตที่มีรูปแบบความผิดปกติของอุณหภูมิเทียบกับรูปแบบเฉลี่ยของชุดการผลิตที่ปกติ.....	92
รูปที่ ข-1: หน้าจอการเรียกดูไฟล์.....	107
รูปที่ ข-2: หน้าจอการเรียกดูรายงาน .....	107
รูปที่ ค-1: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากชุดการผลิต .....	108
รูปที่ ค-2: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต .....	109
รูปที่ ค-3: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรในมิติของสูตรการผลิต.....	116
รูปที่ ค-4: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจาก การหยุดทำงานประเภท Step Interlock.....	117
รูปที่ ค-5: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจาก การหยุดทำงานประเภท Step Abort.....	118

รูปที่ ค-6: แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร .....	119
รูปที่ ค-7: แดชบอร์ดวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดจากการหยุดทำงานของเครื่องจักร .....	120
รูปที่ ค-8: แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร .....	121
รูปที่ ค-9: แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการผลิต .....	122
รูปที่ ค-10: แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock123	
รูปที่ ค-11: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากชุดการผลิต .....	124
รูปที่ ค-12: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต .....	125
รูปที่ ค-13: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากผลผลิต .....	126
รูปที่ ค-14: แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต .....	127
รูปที่ ค-15: รายงานแสดงจำนวนชุดการผลิตตามค่า Alignment Cost โดยแยกตาม Cluster .....	128
รูปที่ ค-16: รายงานแสดงชุดการผลิตที่มีรูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบเทียบกับรูปแบบเฉลี่ยของชุดการผลิตที่ปกติ .....	129
รูปที่ ค-17: รายงานแสดงชุดการผลิตที่มีรูปแบบความผิดปกติของอุณหภูมิเทียบกับรูปแบบเฉลี่ยของชุดการผลิตที่ปกติ .....	129

## บทที่ 1

### บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ วิธีการดำเนินงานโครงการ เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบและเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำเนินงาน ตลอดจนประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการนี้

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีสมัยใหม่ทำให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ในปริมาณมหาศาลและหลากหลายมิติ อีกทั้งยังสามารถนำมาวิเคราะห์และใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ข้อมูลจึงมีค่าและเป็นเข็มทิศนำทางในการดำเนินธุรกิจขององค์กร

เมื่อข้อมูลเข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินธุรกิจ เพื่อให้การตัดสินใจเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ หลายองค์กรทั่วโลกจึงต่างตั้งเป้าสู่การขับเคลื่อนองค์กรด้วยข้อมูล หรือการนำข้อมูลมาใช้ในการกระบวนการทำงานและการตัดสินใจที่จะขับเคลื่อนองค์กรไปในทิศทางต่าง ๆ แทนการตัดสินใจจากประสบการณ์และสัญชาตญาณ นอกจากนี้ยังมีการนำข้อมูลในอดีตมาคาดการณ์สิ่งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งทำให้องค์กรสามารถวางแผนรับมือได้ดีมากยิ่งขึ้น รวมถึงสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน ตลอดจนนำไปสู่โอกาสทางธุรกิจใหม่ ๆ อีกด้วย (จรัพร จารุกรสกุล, 2565)

ในอุตสาหกรรมการผลิต ข้อมูลสามารถเข้ามามีบทบาทในการทำให้ประสิทธิภาพและผลผลิตในกระบวนการผลิตดีขึ้นได้ การนำข้อมูลที่เก็บได้จากเครื่องจักรมาวิเคราะห์ ช่วยให้มองเห็นจุดที่สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ดียิ่งขึ้น และสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงสามารถพบความผิดปกติที่มนุษย์ไม่สามารถตรวจพบได้ในขั้นตอนการผลิต เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้รวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น

จากข้อมูลข้างต้นจึงเป็นที่มาของการพัฒนาโครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” เพื่อช่วยให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นภาพรวมของกระบวนการผลิตสินค้าประเภทของเหลวในส่วนปฏิบัติการผสมของเหลวในมิติต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค สามารถเห็นข้อมูลเชิงลึกได้มากขึ้น เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจในการปรับปรุงและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้อย่างตรงจุด



## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาค้นข้อมูลสำหรับธุรกิจผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค โดยรวบรวมข้อมูลเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตที่อยู่ในฐานข้อมูล รวมถึงข้อมูลแผนการผลิตและเกณฑ์การผลิตของแต่ละสูตรการผลิตที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel ให้อยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน ในรูปแบบเดียวกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและสะดวกต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์
- 2) เพื่อพัฒนาระบบการออกรายงานการวิเคราะห์ต่าง ๆ จากข้อมูลการผลิตในหลายมิติ เพื่อให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในหลายมุมมอง ไม่ว่าจะเป็นในมุมมองประสิทธิภาพของเครื่องจักร มุมมองการเกิดการหยุดการทำงานของเครื่องจักร หรือมุมมองประสิทธิภาพของสูตรการผลิต ส่งผลให้สามารถนำมาใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจในการนำไปวางแผนการผลิต ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และแก้ปัญหาได้ทันที่

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีขอบเขตดังนี้

#### 1) ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)

ระบบนี้จะครอบคลุมการวิเคราะห์สัดส่วนจำนวนชุดการผลิตที่ทำได้ตามแผนการผลิต (%Batch Performance) สัดส่วนการใช้เวลาผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (%Batch Cycle Time Adherence) สัดส่วนผลผลิต (%Yield) จำนวนครั้งการทำงานของ Interlock และจำนวนครั้งการยกเลิกการผลิต ตามมิติเวลา เครื่องจักร และสูตรการผลิต เพื่อช่วยให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต เทียบกับช่วงเวลาที่ผ่านมาได้

#### 2) ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)

ระบบนี้จะครอบคลุมการวิเคราะห์สัดส่วนการทำงานของ Interlock ต่อชุดการผลิต (%Interlock) และสัดส่วนการยกเลิกการผลิตต่อชุดการผลิต (%Abort) ตามมิติเวลา เครื่องจักร สูตรการผลิต สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร และพนักงานควบคุมเครื่องจักร เพื่อช่วยให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการทำงานของ Interlock กับตัวเครื่องจักรที่ใช้และสูตรการผลิตได้ รวมถึงการวิเคราะห์สาเหตุและวางแผนใช้ทรัพยากรเพื่อปรับปรุงขั้นตอนในจุดที่เกิดปัญหา และมีความสำคัญสูงในกระบวนการผลิต

#### 3) ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)

ระบบนี้จะครอบคลุมการวิเคราะห์สัดส่วนเวลาที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องถูกใช้งานในแต่ละวัน (%Utilization Rate) และค่าเฉลี่ยเวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ถูกใช้งานระหว่างชุดการผลิตต่อชุดการผลิต (Average Idle Time) ตามมิติเวลา และเครื่องจักร เพื่อช่วยให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องถูกใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพหรือไม่

#### 4) ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)

ระบบนี้จะครอบคลุมการวิเคราะห์จำนวนชุดการผลิต สัดส่วนจำนวนชุดการผลิตที่ทำได้ตามแผนการผลิต (%Batch Performance) สัดส่วนการใช้เวลาผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (%Batch Cycle Time Adherence) และสัดส่วนผลผลิต (%Yield) ตามมิติเวลา เครื่องจักร สูตรการผลิต และสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร เพื่อช่วยให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต และประเมินความสำคัญของแต่ละสูตรการผลิตต่อธุรกิจได้

## 5) ระบบวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต (Manufacturing Materials Weight and Temperature Anomaly Pattern Analysis System)

ระบบนี้เป็นระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นเพื่อวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต โดยใช้ Python 3.9.0 ดึงข้อมูลน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิตในมิติเวลาทำการวิเคราะห์รูปแบบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต เพื่อนำรูปแบบความผิดปกติในอดีตมาสร้างระบบแจ้งเตือนความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งจะช่วยให้สามารถรับรู้ปัญหาได้รวดเร็วกว่าที่ผ่านมา โดยกำหนดขอบเขตการพัฒนาระบบวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิตสำหรับสูตรการผลิตที่มีจำนวนชุดการผลิต (Batch) มากที่สุดจำนวน 2 สูตรการผลิตเท่านั้น เนื่องจากจำนวนสูตรการผลิตที่มีมากกว่า 200 สูตรการผลิตและข้อจำกัดด้านเวลาในการพัฒนาโครงการ

ตัวอย่างเช่น เมื่อวานเกิดปัญหาในขั้นตอนการผลิตที่มนุษย์มองไม่เห็น แต่ระบบพบรูปแบบอุณหภูมิ/น้ำหนักที่ผิดปกติไปจากชุดการผลิตที่เป็นปกติ จึงส่งอีเมลแจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เตรียมตัวมาประชุมตรวจสอบผลผลิต แทนที่จะปล่อยให้พบปัญหาเมื่อส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลวพบความผิดปกติระหว่างการบรรจุ เป็นต้น

## 1.4 วิธีการดำเนินงานโครงการ

โครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีวิธีการดำเนินงานโครงการ ดังนี้

### 1) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

- 1.1 ศึกษาวิธีการดำเนินงานการผลิตและการปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องในสายการผลิต เพื่อทำความเข้าใจลักษณะ วิธีการดำเนินงาน ข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้งาน วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน
- 1.2 สัมภาษณ์และเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลวและพนักงานของแต่ละฝ่าย เพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นและรวบรวมความต้องการ
- 1.3 วิเคราะห์ระบบ และปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการพัฒนาค้นคลังข้อมูลด้านการผลิตและการปฏิบัติการในโรงงาน พร้อมทั้งกำหนดขอบเขตของระบบงานที่จะพัฒนา

### 2) การออกแบบระบบ (System Design)

- 2.1 ออกแบบโมเดลข้อมูลเชิงมิติ (Multi-Dimensional Data Modeling Design) โดยโครงสร้างของข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบ Star Schema เพื่อให้สามารถออกรายงานได้ตรงตามความต้องการ
- 2.2 ออกแบบรูปแบบของรายงาน (Report Design) ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ และสามารถใช้งานได้สะดวก
- 2.3 ออกแบบวิธีการดึง แปลง และนำเข้าข้อมูล (ETL : Extract Transform Load) จากฐานข้อมูลของระบบปฏิบัติการมายังคลังข้อมูล เพื่อให้สามารถนำข้อมูลเข้าสู่ระบบได้อย่างถูกต้อง

### 3) การพัฒนาระบบ (System Development)

- 3.1 นำข้อมูลระบบเข้าคลังข้อมูล (ETL)
- 3.2 พัฒนาค้นคลังข้อมูลตามที่ได้ออกแบบไว้ (Data Warehouse Development)
- 3.3 พัฒนารูปแบบรายงานที่ช่วยในการวิเคราะห์และสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ (Report Preparation)
- 3.4 พัฒนาตัวแบบเพื่อนำผลของรูปแบบที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจ (Model Development)

#### 4) การทดสอบระบบ (System Testing)

- 4.1 ทดสอบการเชื่อมโยงของระบบ ความสอดคล้องของข้อมูลในแต่ละระบบงาน
- 4.2 ประเมินผลประสิทธิภาพของการพัฒนาตัวแบบ
- 4.3 ปรับปรุงและแก้ไขข้อผิดพลาดให้มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง เหมาะสมตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดก่อนที่จะนำไปใช้จริง

#### 5) การจัดทำคู่มือการใช้งาน (User Document)

- 5.1 จัดทำคู่มือการใช้งานระบบ (User Manual) ซึ่งเป็นเอกสารที่อธิบายวิธีการใช้งานระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง

### 1.5 เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการ

เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการพัฒนาโครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีรายละเอียดดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1: เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ด้าน Software	
ระบบปฏิบัติการ	Microsoft Windows 10 64-bit
ระบบจัดการฐานข้อมูล	Microsoft SQL Server
เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมข้อมูล	Microsoft Excel for Office 365 Alteryx Designer 2022.1
เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาธุรกิจอัจฉริยะ	Microsoft Power BI Desktop
เครื่องมือที่ใช้ในการแสดงผลธุรกิจอัจฉริยะ	Microsoft Power BI Desktop
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง	Python 3.9.0

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาโครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีดังนี้

- (1) การพัฒนาคลังข้อมูลสำหรับโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคช่วยให้องค์กรนำข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
- (2) การพัฒนาระบบออกรายงานจากคลังข้อมูลสำหรับโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคช่วยแสดงข้อมูลที่ชี้วัดประสิทธิภาพการผลิต เพื่อปรับแผนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเจ้าหน้าที่ในสายการผลิต
- (3) การพบรูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักรั่วซึมและอุณหภูมิในการผลิต จะช่วยให้พบความผิดปกติในกระบวนการผลิตล่วงหน้า และลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้สามารถหามาตรการแก้ปัญหาเชิงรุกได้ แทนการรับมือกับความเสียหายเมื่อพบปัญหาในภายหลัง

## บทที่ 2

### เหตุผลและแนวคิด

บทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดที่สำคัญที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ ได้แก่ แนวคิดด้านคลังข้อมูล (Data Warehouse) แนวคิดด้านธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence) แนวคิดด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงทำนาย

#### 2.1 แนวคิดด้านคลังข้อมูล (Data Warehouse)

การจัดทำคลังข้อมูลมีความสำคัญเพราะในปัจจุบันองค์กรต่าง ๆ เริ่มรับรู้ถึงความสำคัญของข้อมูลมากขึ้น และเริ่มตระหนักว่า หากนำข้อมูลมาวิเคราะห์ให้เข้าใจสถานภาพหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วจะทำให้องค์กรสามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น และจะทำให้องค์กรดำเนินธุรกิจได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้นตามไปด้วย

##### 2.1.1 นิยามคลังข้อมูล

คลังข้อมูล หมายถึง ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ของหน่วยงานหนึ่ง ๆ หรือองค์กร ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบงานที่ใช้ดำเนินธุรกิจขององค์กรประจำวัน และฐานข้อมูลอื่นภายนอกองค์กร โดยข้อมูลที่ได้ถูกจัดเก็บในคลังข้อมูลนั้นมีวัตถุประสงค์ในการนำไปประยุกต์ และมีลักษณะของการจัดเก็บที่แตกต่างไปจากข้อมูลในฐานข้อมูลระบบงานอื่น (Panthong, 2017)

##### 2.1.2 ลักษณะคลังข้อมูล

###### 1) การรวมเป็นหนึ่ง (Integration)

เป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดของคลังข้อมูล คือการรวบรวมข้อมูลจากหลายฐานข้อมูลปฏิบัติการเข้าด้วยกัน และทำให้ข้อมูลมีมาตรฐานเดียวกัน เช่นกำหนดให้มีค่าตัวแปรของข้อมูลในเนื้อหาเดียวกันให้เป็นแบบเดียวกันทั้งหมด

###### 2) การแบ่งโครงสร้างตามเนื้อหา (Subject Oriented)

คลังข้อมูลถูกออกแบบมาเพื่อมุ่งเน้นไปในแต่ละเนื้อหาที่สนใจ ไม่ได้เน้นไปที่การทำงานหรือกระบวนการแต่ละอย่างโดยเฉพาะเหมือนอย่างฐานข้อมูลปฏิบัติการในส่วนของรายละเอียดข้อมูลที่จัดเก็บในระบบทั้งสองแบบก็จะแตกต่างกันไปตามความต้องการใช้งานด้วยเช่นกัน คลังข้อมูลจะไม่จัดเก็บข้อมูลที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการประมวลผลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ในขณะที่ข้อมูลนั้นจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลปฏิบัติการหากมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน

### 3) ความเสถียรของข้อมูล (Nonvolatile)

ข้อมูลในคลังข้อมูลจะไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มเติมข้อมูลใหม่ หรือ การปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเดิมที่บรรจุอยู่แล้ว ผู้ใช้ทำได้เพียงการเข้าถึงข้อมูลเท่านั้น

### 4) ความสัมพันธ์กับเวลา (Time Variant)

ข้อมูลในคลังข้อมูลจะต้องจัดเก็บโดยกำหนดช่วงเวลาเอาไว้ โดยจะสัมพันธ์กับการ ดำเนินธุรกิจของหน่วยธุรกิจนั้น เพราะในการตัดสินใจด้านการบริหารจำเป็นต้องมีข้อมูล เปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลา แต่ละจุดของข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับจุดของเวลาและข้อมูล แต่ละจุดสามารถเปรียบเทียบกันได้ตามแกนของเวลา (Saharat, 2017)

## 2.1.3 ประโยชน์ของคลังข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบคลังข้อมูลมีประโยชน์ (Birdkrisna, 2019) ดังนี้

- 1) ช่วยเสริมสร้างความรู้และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจให้เกิดประสิทธิภาพของ บุคลากรในองค์กร
- 2) สามารถเข้าถึงข้อมูลที่สำคัญได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เพราะข้อมูลมีการจัดเก็บ และรวบรวมอยู่ที่เดียวกัน
- 3) แยกฐานข้อมูลที่ใช้ปฏิบัติงานออกจากฐานข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ ทำให้การดูข้อมูลเชิง ลึกทำได้ง่ายขึ้น เพราะรูปแบบการจัดเก็บต่างจากการเก็บในรูปแบบผลการ ดำเนินการประจำวัน
- 4) ให้ข้อมูลสรุปในมุมมองระดับสูงและสามารถเจาะลึกลงไปได้ เพราะมีรูปแบบการ มองในหลายมิติไม่ว่าจะเป็น การดูในภาพรวม หรือการเจาะลึกลงไป

## 2.1.4 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับคลังข้อมูล

การออกแบบคลังข้อมูล (โกเมศ อัมพวัน, 2560) สามารถจัดทำเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดความต้องการ

ความต้องการประกอบด้วย ความต้องการของผู้ใช้ข้อมูล และความต้องการทางด้าน เทคนิค การกำหนดขอบเขตงาน และกำหนดแหล่งที่มาของข้อมูลที่ต้องใช้ สามารถ ศึกษาจากงานที่ใช้อยู่เดิม หรือเป็นความต้องการและรูปแบบของรายงานที่ต้องการใช้ สำหรับการวิเคราะห์



## 2) ออกแบบและสร้างฐานข้อมูล

โครงสร้างของฐานข้อมูลสำหรับงานคลังข้อมูลจะแตกต่างจากการออกแบบงานที่เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (OLTP) สำหรับคลังข้อมูลนั้น เน้นการออกแบบให้ดีนอร์มัลไลซ์ (Denormalized) มากที่สุด เพื่อการเรียกข้อมูลแล้วได้ผลเร็วที่สุด จึงสามารถยอมให้เกิดการซ้ำซ้อนของข้อมูลในแต่ละตารางได้ โดยในการออกแบบฐานข้อมูลของคลังข้อมูลประกอบด้วยตารางหลัก 2 อย่างคือ ตารางข้อเท็จจริง (Fact Table) และ ตารางมิติ (Dimension Table)

- ตารางข้อเท็จจริง (Fact Table) เป็นตารางหลักที่ใช้เก็บข้อมูลและใช้เพื่อตอบคำถามที่ต้องการ ซึ่งการออกแบบตารางข้อเท็จจริงจะเลือกเฉพาะคอลัมน์ที่ต้องการใช้งานเท่านั้นและพยายามลดขนาดของคอลัมน์ที่มีความยาวมากเกินไปโดยไม่จำเป็น ข้อมูลจะไม่มี การแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง ยกเว้นแต่การเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าไปในตารางเท่านั้น
- ตารางมิติ (Dimension Table) เป็นตารางที่เก็บความหมายของข้อมูลที่ใช้ในตารางข้อเท็จจริงมีประโยชน์เพื่อช่วยให้การสอบถามแสดงคำอธิบายข้อมูลต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

## 3) เลือกชนิดของข้อมูลที่เป็นตัวเลขสำหรับการวิเคราะห์

ในทางคลังข้อมูลจะเรียกตัวเลขที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่าตัววัด (Measure) ได้แก่ การเลือกคอลัมน์ที่มีชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข เช่น จำนวนชิ้นในการขาย และจำนวนคนทำงาน เป็นต้น

## 4) การเตรียมข้อมูล

เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลที่ผ่านมาขบวนการตรวจสอบความถูกต้องของชุดข้อมูลมา ETL (Extract, Transform and Load) ซึ่งเทคนิคการนำข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูลเป็นวิธีที่เร็วและคุ้มกับค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไป ซึ่งอาจมีประโยชน์สำหรับโครงการต่าง ๆ ที่ต้องการข้อมูลสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจ หรือการทำงานอย่างรวดเร็ว

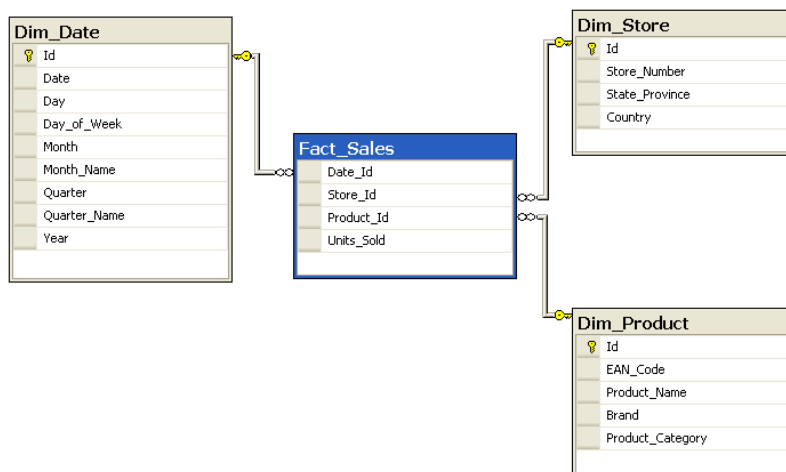
## 5) การบำรุงรักษาฐานข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการเก็บและวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ การเตรียมแผนและสำรองข้อมูลจากระบบคลังข้อมูลจึงมีความสำคัญ และควรทำอย่างสม่ำเสมอรวมทั้งการทดสอบและวางแผนการกู้ระบบเมื่อมีความเสียหายเกิดขึ้นด้วย

## 2.1.5 การออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลหลายมิติ

### 1) โครงสร้างแบบดาว (Star Schema)

เป็นโครงสร้างในการจัดเก็บข้อมูลที่มีรูปร่าง Diagram คล้ายรูปดาว เป็นความสัมพันธ์ ระหว่างตารางที่ไม่ซับซ้อน ทำให้สามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว องค์ประกอบของโครงสร้าง ประกอบไปด้วยตารางหลักที่อยู่ตรงกลางเรียกว่า Fact Table เป็นเหมือนศูนย์รวมข้อมูล และรายล้อมไปด้วยตารางที่เรียกว่า Dimension Table ซึ่งมีจำนวนเท่าไรก็ได้ แต่สิ่งสำคัญนั้นคือในแต่ละตารางนั้นต้องมี Key ที่สัมพันธ์ไปยัง Fact Table ตารางเดียวเท่านั้น ดังรูปที่ 2-1

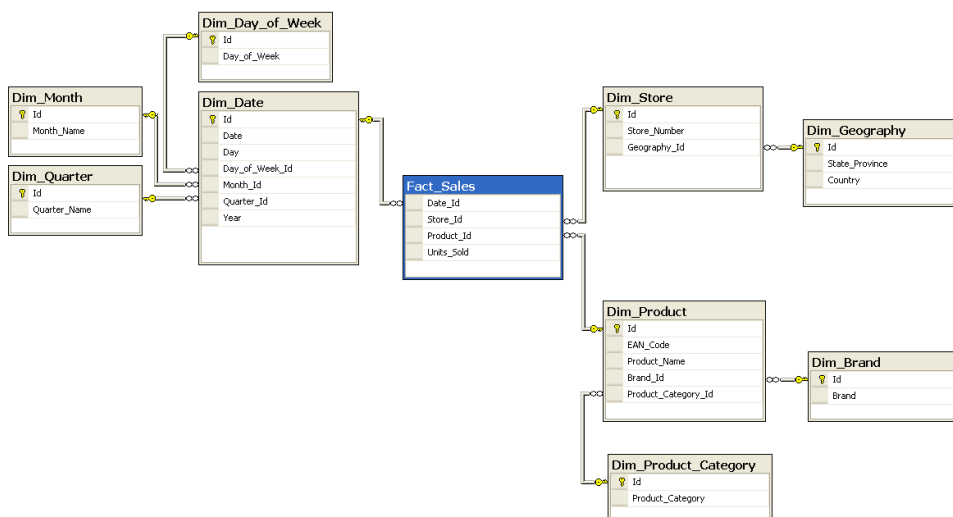


ที่มา: [https://en.wikipedia.org/wiki/Star\\_schema](https://en.wikipedia.org/wiki/Star_schema)

รูปที่ 2-1: ตัวอย่างการออกแบบโมเดลข้อมูลหลายมิติแบบ Star Schema

## 2) โครงสร้างแบบเกล็ดหิมะ (Snowflake Schema)

เป็นโครงสร้างที่แตกต่างจาก Star Schema ตรง Dimension Table สามารถมีหลายระดับ และ โดยระหว่าง Dimension Table มี Key ที่เชื่อมโยงกัน จึงเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนมาก และใช้ในการสืบค้นยาก ลักษณะของข้อมูลมีความเป็น Normalized ดังรูปที่ 2-2



ที่มา: [https://en.wikipedia.org/wiki/Snowflake\\_schema](https://en.wikipedia.org/wiki/Snowflake_schema)

รูปที่ 2-2: ตัวอย่างการออกแบบโมเดลข้อมูลหลายมิติแบบ Snowflake Schema

## 2.2 แนวคิดด้านระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการนำข้อมูลสารสนเทศที่องค์กรมีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การพัฒนาระบบที่สามารถช่วยเตรียมข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย จะสามารถทำให้องค์กรนำข้อมูลเชิงลึกที่มีความสำคัญต่อธุรกิจมาใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนธุรกิจ แก้ปัญหาเชิงธุรกิจ รวมถึงส่งเสริมให้องค์กรมีประสิทธิภาพ และประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (QUICKSERV, 2019)

### 2.2.1 นิยามระบบธุรกิจอัจฉริยะ Business Intelligence (BI)

ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence) คือ เทคโนโลยีการรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติอย่างหนึ่งที่มีคุณค่าในการช่วยให้องค์กรตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลมากยิ่งขึ้น ซึ่งองค์กรสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลง และขจัดความไร้ประสิทธิภาพ เพื่อให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของตลาดหรืออุปทานได้อย่างรวดเร็ว (Winner, 2022)

## 2.2.2 องค์ประกอบของระบบธุรกิจอัจฉริยะ

องค์ประกอบของระบบธุรกิจอัจฉริยะ (เพ็ญศิริ มโนมัยสุพัฒน์, 2557) มีดังนี้

### 1) คลังข้อมูล (Data Warehouse)

เป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจากทั้งฐานข้อมูลภายในองค์กรและภายนอกองค์กรที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมักเก็บแยกจากฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการดำเนินงานของระบบปกติขององค์กร และข้อมูลในคลังข้อมูลจะถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการวิเคราะห์และการตัดสินใจเชิงธุรกิจ ดังนั้นจึงมีข้อมูลบางส่วนที่ถูกสร้างขึ้นใหม่และถูกลบออกจากกระบวนการ ETL ก่อนการนำเข้าจากฐานข้อมูลปกติที่ใช้ในการดำเนินงาน

### 2) ตลาดข้อมูล (Data Mart)

เป็นที่จัดเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานและแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้รับการออกแบบให้รองรับการใช้งานเฉพาะของผู้ใช้ที่มีสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล ส่วนใหญ่ข้อมูลในตลาดข้อมูลมักถูกออกแบบเป็นข้อมูลเฉพาะเจาะจงในแต่ละส่วนหรือแผนกในองค์กร ดังนั้นจึงนับได้ว่าตลาดข้อมูลเป็นส่วนย่อยของคลังข้อมูล และข้อมูลที่เก็บมักเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สำหรับบางแผนกหรือเฉพาะเรื่องเท่านั้น

### 3) การวิเคราะห์ธุรกิจ (Business Analytics)

เป็นกระบวนการประยุกต์ทักษะการใช้งานเทคโนโลยีและกระบวนการธุรกิจที่ใช้ในองค์กร ประกอบกับความเข้าใจพื้นฐานของธุรกิจ ปัญหาของธุรกิจ และข้อมูลสถิติ เพื่อการวางแผนธุรกิจ โดยการวิเคราะห์ธุรกิจสามารถใช้ข้อมูลจากการดำเนินงาน รวมถึงใช้ข้อมูลเชิงปริมาณในการวัดประสิทธิภาพในอดีต เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนธุรกิจขององค์กรต่อไป

### 4) การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

เป็นกระบวนการในการค้นหาความสัมพันธ์ รูปแบบ แนวโน้มบนข้อมูลจำนวนมาก เพื่อใช้ประโยชน์จากรูปแบบความสัมพันธ์ในเชิงพยากรณ์สิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต

### 5) กระบวนการจัดการทางธุรกิจ (Business Performance Management)

จากปัญหาของระบบที่หลากหลายในองค์กรและเป็นระบบที่แยกกัน ทำให้ใช้งานร่วมกันค่อนข้างยาก จึงเกิดแนวคิดในการรวบรวมและปรับปรุงกระบวนการทำงานทาง

ธุรกิจ เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงและทำงานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและนำกลับมาใช้ใหม่ได้

6) เครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (Online Analytical Processing: OLAP)

เป็นเครื่องมือที่ช่วยดึงและนำเสนอข้อมูลในหลายมิติ (Multi-dimensional) จากหลาย ๆ มุมมองตามความต้องการ โดยเข้าถึงข้อมูลบนโครงสร้างข้อมูลหลายมิติและมีโครงสร้างของ ข้อมูลเป็นแบบลำดับชั้น (Hierarchical) ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจภาพรวมและความเกี่ยวข้องของข้อมูลในองค์กรได้ง่าย

## 2.3 แนวคิดด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงทำนาย

### 2.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงทำนาย

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงทำนาย (Predictive Analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต เพื่อนำมาหารูปแบบความสัมพันธ์ในชุดข้อมูล และทำนายพฤติกรรมบางอย่างที่น่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะทำให้สามารถช่วยในการตัดสินใจในทางธุรกิจได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยเทคนิคหลาย ๆ ด้านประกอบไปด้วย หลักสถิติ การเรียนรู้ของเครื่อง และการทำเหมืองข้อมูล (ชนกานต์ กิ่งแก้ว, 2557)

### 2.3.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูล

การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering) คือ การใช้ Machine Learning Model ประเภท Unsupervised ที่ไม่มี Target หรือ ไม่มีต้นแบบของผลลัพธ์ ซึ่งเป็น Model ที่นำไปใช้ในการจัดกลุ่มของข้อมูลที่ไม่เคยมีการจัดกลุ่มมาก่อน โดยจะแบ่งกลุ่มข้อมูลจากความคล้ายกัน เช่น การจัดกลุ่มลูกค้าจากพฤติกรรมการซื้อสินค้าของลูกค้าที่มีลักษณะคล้ายกันจะเป็นกลุ่มลูกค้าประเภทเดียวกัน (H., 2019)

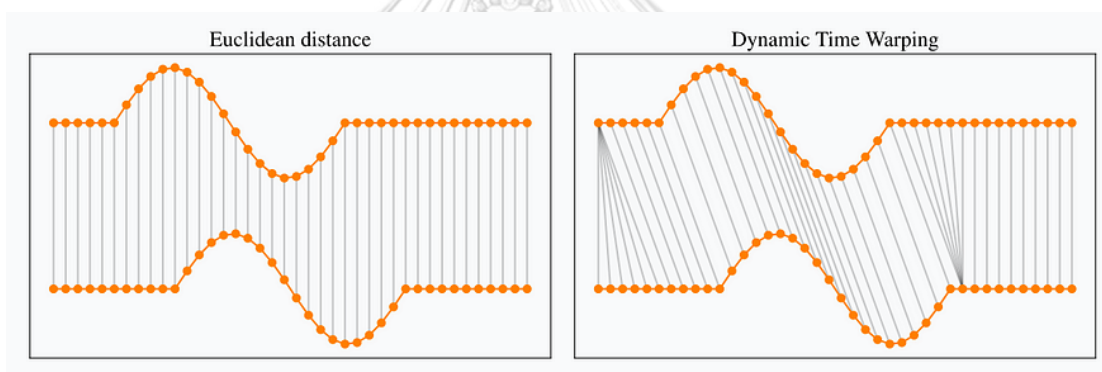
### 2.3.3 การตรวจจับความผิดปกติ

การตรวจจับความผิดปกติ เป็นการประยุกต์ใช้ Machine Learning Model ในการตรวจสอบจุดข้อมูลเฉพาะและตรวจจับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ยาก ซึ่งดูน่าสงสัยเนื่องจากแตกต่างจากรูปแบบพฤติกรรมที่กำหนดไว้ (Boonrod, 2023)

### 2.3.4 ไดนามิกไทม์วอร์ปิง

ไดนามิกไทม์วอร์ปิง (Dynamic Time Warping: DTW) เป็นวิธีที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถหาการจับคู่ที่เหมาะสมของลำดับสองชุดข้อมูลได้ภายใต้ข้อจำกัด ลำดับเหล่านั้นจะถูกบิดเบือน (Warp) แบบไม่คงที่ในหน่วยของเวลา เพื่อที่จะพิจารณาความคล้ายจากการกระจายแบบไม่คงที่ในหน่วยของเวลา โดยจะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นระยะทางและวิธีการปรับแนว (Alignment) ที่ดีที่สุด (Wikipedia, 2022)

การหาความคล้ายกันของข้อมูล 2 ชุด ในมิติของเวลา อาจหาได้จากระยะห่างของข้อมูลทั้ง 2 ชุด ว่ามีระยะห่างกันเป็นอย่างไร วิธีการที่ใช้ระบุความห่างของข้อมูล เช่น Euclidean distance เป็นการวัดแบบ 1-1 (one to one) ซึ่งข้อมูล 1 จุดสามารถจับคู่ได้กับข้อมูลอีก 1 จุดเท่านั้น ทำให้บางครั้งการวัดระยะทางแบบนี้อาจไม่เหมาะกับ Time series data ในขณะที่ไดนามิกไทม์วอร์ปิง ซึ่งเป็นการวัดระยะทางอีกรูปแบบหนึ่งที่ข้อมูล 1 จุดสามารถจับคู่กับข้อมูลอีก 1 จุดได้หลายรูปแบบ ทั้งแบบ one to one, one to many หรือ many to one (Chaiyadecha, 2022) ดังรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3: วิธีการที่ใช้ระบุความห่างของข้อมูล

### 2.3.5 แบบจำลองการผสมแบบเกาส์

แบบจำลองการผสมแบบเกาส์ (Gaussian Mixture Model: GMM) เป็นหมวดหมู่ของแบบจำลองความน่าจะเป็นซึ่งระบุว่าจุดข้อมูลที่สร้างขึ้นทั้งหมดได้มาจากการผสมผสานแบบกระจายแบบเกาส์ ที่ไม่มีพารามิเตอร์ที่รู้จัก พารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองการผสมแบบเกาส์นั้นมาจากการประมาณค่าสูงสุดหลังหรือขั้นตอนวิธีการเพิ่มความคาดหวังสูงสุดจากแบบจำลองก่อนหน้า ซึ่งผ่านการฝึกอบรมมาอย่างดี แบบจำลองการผสมแบบเกาส์มีประโยชน์มากเมื่อพูดถึงการสร้างแบบจำลองข้อมูลโดยเฉพาะข้อมูลที่มาจกหลายกลุ่ม (Theastrologypage, 2023)

### บทที่ 3

#### โครงสร้างองค์กรและการดำเนินงาน

บทนี้จะกล่าวถึงประวัติขององค์กร โครงสร้างองค์กร ลักษณะการดำเนินงานขององค์กร ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา และปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันขององค์กรต้นแบบนี้

#### 3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับองค์กร

บริษัท ทูปีเฮลท์ตี้ จำกัด (นามสมมติ) ดำเนินการมาแล้ว 35 ปี ผู้ก่อตั้งมีความเชื่อที่ว่าสุขภาพที่ดีเป็นรากฐานของชีวิตที่สดใส และความก้าวหน้าในอนาคต จึงได้ก่อตั้งบริษัทผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคเพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพได้ง่าย โดยมีสินค้าหลักได้แก่ สบู่ ยาสระผม แป้ง และผลิตภัณฑ์บำรุงผิว โดยธุรกิจเป็นแบบซื้อวัตถุดิบมาผสมและบรรจุเอง และมีโรงงานเพียงแห่งเดียว โดยส่งสินค้าที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วไปจัดจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์และตามร้านค้าปลีกทั่วประเทศ

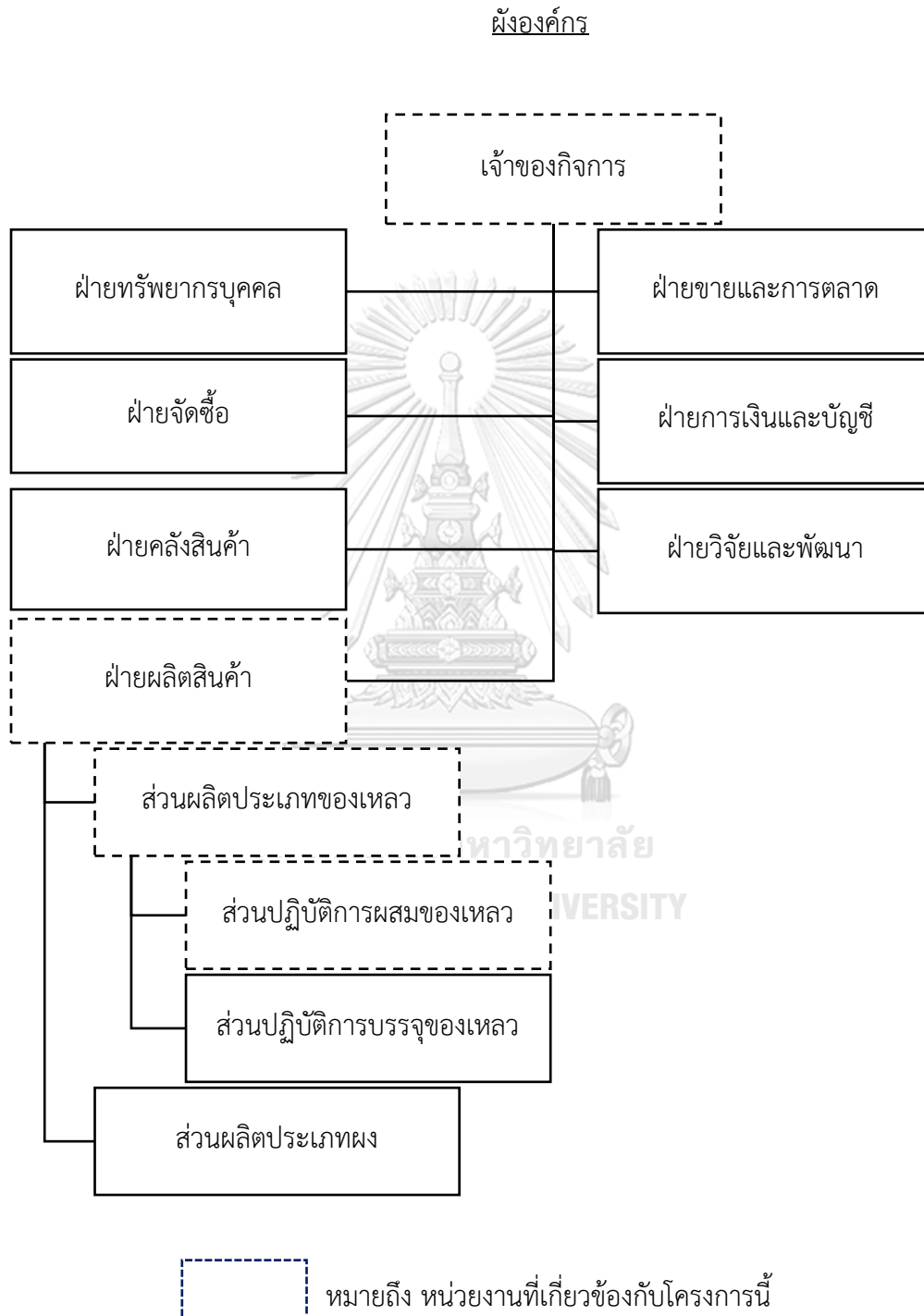
ผู้ก่อตั้งมีความมุ่งมั่นที่จะผลิตสินค้าทดแทนที่ดีต่อสุขภาพมากกว่าสินค้าอุปโภคบริโภค (สินค้าที่เป็นของเหลว และสินค้าที่เป็นผง) แบบดั้งเดิม โดยเริ่มจากการวิจัยและพัฒนาสบู่และยาสระผมที่ทำจากวัตถุดิบออร์แกนิก เช่น น้ำมันหอมระเหย และสมุนไพร เป็นต้น ต่อมาบริษัทได้ขยายสายผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว เปิดตัวผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ อย่างเช่น แป้งเด็ก น้ำยาซักผ้า และสารทำความสะอาดที่ทำจากวัตถุดิบออร์แกนิก ซึ่งไม่เป็นพิษและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มจากการผลิตสินค้าในโรงงานขนาดเล็ก เพื่อส่งสินค้าไปขายตามร้านค้าปลีก

ในปี พ.ศ. 2544 บริษัทเป็นแบรนด์ที่ผู้บริโภครู้จักเป็นอย่างดีในอุตสาหกรรมของใช้ในบ้าน และของใช้ส่วนตัวด้านสุขภาพ รวมถึงเริ่มจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ โดยการเปิดร้านพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Commerce store)

ปัจจุบัน บริษัท ทูปีเฮลท์ตี้ จำกัด (นามสมมติ) เป็นผู้นำด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพที่เป็นของเหลว และผงสำหรับใช้ในบ้านและใช้ส่วนตัว บริษัทมีความมุ่งมั่นที่จะใช้วัตถุดิบออร์แกนิกที่มีคุณภาพสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและสิ่งแวดล้อม บริษัทได้ต่อเติมและขยายโรงงานผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคให้ดียิ่งขึ้น รวมถึงไม่หยุดคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ

### 3.2 โครงสร้างองค์กร

โครงสร้างองค์กรของบริษัท ทูปีเฮลท์ตี้ จำกัด (นามสมมติ) แสดงดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1: โครงสร้างองค์กรของบริษัท ทูปีเฮลท์ตี้ จำกัด (นามสมมติ)



บริษัท ทูปีเฮลท์ตี้ จำกัด (นามสมมติ) มีการแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบภายในองค์กรเป็น 7 ฝ่ายงาน ดังต่อไปนี้

### 1) ฝ่ายทรัพยากรบุคคล

มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบในการจัดการบุคลากรของบริษัท ประกอบด้วย การสรรหา จัดหา และฝึกอบรมพนักงานใหม่ รวมถึงการดูแลเรื่องการส่งเสริมทักษะและพัฒนาความสามารถของบุคลากร ดูแลเรื่องการพิจารณาสวัสดิการต่าง ๆ และค่าตอบแทนของบุคลากร รวมถึงการปฏิบัติตามข้อกำหนดและกฎหมายแรงงาน และมีการสร้างแรงจูงใจในการทำงานให้แก่บุคลากร เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุขในการทำงาน

### 2) ฝ่ายขายและการตลาด

มีหน้าที่วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า เพื่อมองหาโอกาสใหม่ ๆ วางแผนการขายและวางแผนส่งเสริมกิจกรรมทางการตลาดให้เหมาะสมและตรงกับความต้องการของกลุ่มลูกค้าและตลาดในปัจจุบัน และสื่อสารกับฝ่ายอื่น ๆ เพื่อร่วมกันวางแผนจัดเตรียมสินค้าเพื่อรองรับกับความต้องการของลูกค้า รวมถึงสร้างสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้าและพันธมิตรของบริษัท

### 3) ฝ่ายจัดซื้อ

มีหน้าที่ในการจัดหาและจัดซื้อวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่บริษัทกำหนด และมีราคาที่เหมาะสม พร้อมกับส่งมอบได้ในเวลาที่กำหนด ทำหน้าที่ประสานงานกับซัพพลายเออร์เพื่อติดต่อสั่งซื้อวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และวางแผนสั่งซื้อวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตให้สอดคล้องกับแผนการผลิตและแผนการขาย

### 4) ฝ่ายการเงินและบัญชี

มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบในการจัดทำบัญชีและรายงานทางการเงินของบริษัทให้เป็นไปตามหลักการทางบัญชีที่ถูกต้อง ทำหน้าที่ตรวจสอบเอกสารในการพิจารณาการอนุมัติเบิกจ่ายเงิน ดูแลรับผิดชอบในการเก็บรักษาเงินสด จัดทำรายรับรายจ่ายของบริษัท ดูแลการพิจารณานโยบายทางการเงินให้สอดคล้องกับการดำเนินงานของบริษัท และจัดทำงบการเงินเพื่อนำส่งกรมสรรพากร รวมถึงประสานงานกับฝ่ายอื่น ๆ เพื่อมองหาจุดที่สามารถพัฒนาประสิทธิภาพด้านการเงินได้

### 5) ฝ่ายคลังสินค้า

มีหน้าที่ในการบริหารจัดการสินค้าที่ผ่านการผลิตเสร็จ และตรวจสอบคุณภาพจัดเก็บให้ยังคงคุณภาพไว้ ดูแลเรื่องการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าให้มีอัตราการหมุนเวียนที่ดี จัดการปริมาณการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าให้มีปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการกระจายสินค้าต่อไป

รวมถึงประสานงานกับฝ่ายผลิตสินค้าและฝ่ายจัดซื้อเพื่อให้มั่นใจว่าจะมีวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เพียงพอเมื่อต้องการ

## 6) ฝ่ายวิจัยและพัฒนา

มีหน้าที่ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสูตรการผลิตใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ของบริษัท รวมถึงทำงานร่วมกับฝ่ายผลิตสินค้า ฝ่ายขายและการตลาด และฝ่ายจัดซื้อ เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตใหม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้

## 7) ฝ่ายผลิตสินค้า

มีหน้าที่รับผิดชอบการวางแผนการผลิตและควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามแผนการผลิต รวมถึงบริหารจัดการกำลังการผลิตและควบคุมดูแลเรื่องชั่วโมงการผลิตของพนักงานให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ และควบคุมคุณภาพของสินค้าที่ผลิตเสร็จให้เป็นไปตามมาตรฐาน รวมถึงประสานงานกับฝ่ายคลังสินค้าเพื่อให้มั่นใจว่ามีวัตถุดิบเพียงพอในการผลิต และสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วจะถูกส่งไปได้ตรงตามแผนที่วางไว้ โครงสร้างการจัดการผลิตภายในโรงงานยังสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนการผลิตที่เฉพาะทาง ได้แก่ ส่วนผลิตประเภทของเหลว และส่วนผลิตประเภทผง เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นในผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท

### - ส่วนผลิตประเภทของเหลว

มีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิตสินค้าประเภทของเหลวทั้งหมด สามารถแบ่งส่วนการปฏิบัติการสำหรับการผลิตสินค้าประเภทของเหลวออกเป็นสองส่วน ได้แก่

#### ➤ ส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว

มีหน้าที่เตรียมผลิตภัณฑ์ของเหลวให้พร้อมก่อนที่จะไปบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ในส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลวโดยผสมวัตถุดิบให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในแต่ละสูตรการผลิต

#### ➤ ส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว

มีหน้าที่บรรจุผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ได้รับมาจากส่วนปฏิบัติการผสมของเหลวใส่บรรจุภัณฑ์ในปริมาณที่ถูกต้อง และติดฉลากบนบรรจุภัณฑ์ตามที่บริษัทกำหนดไว้

### - ส่วนผลิตประเภทผง

มีหน้าที่ในการผลิตสินค้าประเภทผงทั้งหมด

### 3.3 การดำเนินงานขององค์กร

บริษัท ทูปีเฮลท์ตี้ จำกัด (นามสมมติ) เป็นผู้ผลิตและจัดจำหน่ายสินค้าอุปโภคบริโภค มีช่องทางจัดจำหน่ายทั้งแบบออนไลน์และผ่านร้านค้าปลีก โดยสินค้าอุปโภคบริโภคที่จัดจำหน่ายเป็นสินค้าชนิดที่ผู้บริโภคใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น สบู่ ยาสระผม แป้ง เป็นต้น โดยบริษัทจะผลิตสินค้าเองทั้งหมด บริษัทมีลักษณะการดำเนินงานดังนี้

#### ฝ่ายผลิตสินค้า

บริษัทมีโรงงานสำหรับผลิตสินค้าอยู่ 1 โรงงาน ภายในโรงงานจะแบ่งพื้นที่การผลิตสินค้าตามประเภทของสินค้า ได้แก่ สินค้าประเภทของเหลว และสินค้าประเภทผง เมื่อทำการผลิตเสร็จแล้ว สินค้าจะถูกส่งไปจัดเก็บในคลังสินค้าต่อไป

#### ส่วนผลิตประเภทของเหลว

ในส่วนการผลิตสินค้าประเภทของเหลว ยังสามารถแบ่งส่วนปฏิบัติการออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว และส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว โดยการผลิตจะเริ่มขึ้นตั้งแต่การชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ส่งวัตถุดิบเข้ากระบวนการผลิตในส่วนปฏิบัติการผสมของเหลวตามสูตรการผลิตของสินค้าแต่ละรายการตามแผนการผลิตที่วางไว้ เมื่อกระบวนการผสมของเหลวเสร็จสิ้น สินค้าจะถูกส่งไปบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว

#### ส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว

ในพื้นที่ของส่วนปฏิบัติการผสมของเหลวจะมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตทั้งหมดจำนวน 9 เครื่อง โดยมีชื่อบ่งบอกเครื่องจักรแต่ละเครื่องคือ “M1” ถึง “M9” ซึ่งเครื่องจักรทั้ง 9 เครื่องสามารถรองรับการผสมของเหลวที่มีสูตรการผลิตที่แตกต่างกันได้มากกว่า 200 สูตรในฐานข้อมูล

แผนการผลิตสำหรับการผสมของเหลวในสัปดาห์ถัดไปจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลการผลิตในรูปแบบไฟล์ Excel ภายในวันพฤหัสบดีของสัปดาห์ปัจจุบัน และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิตระหว่างสัปดาห์ แผนการผลิตที่แก้ไขแล้วจะถูกอัปเดตลงในฐานข้อมูลการผลิตในรูปแบบไฟล์ Excel แต่เปลี่ยนชื่อไฟล์ตามวันที่ทำการแก้ไข

ในแผนการผลิต จะมีการกำหนดว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องจะต้องผลิตชุดการผลิต (Batch) อะไรบ้าง ในเวลาใด รวมทั้งหมดจำนวนก็ชุดการผลิตในแต่ละวัน

สูตรการผลิตแต่ละสูตร จะมีเกณฑ์การผลิตในส่วนของเวลาที่ใช้ในการผลิตที่ต่างกัน เช่น เครื่องจักร M1 ผลิตสูตร A ที่มีชุดการผลิตขนาด 5 ตัน จะต้องใช้เวลาในการผสมไม่เกิน 2 ชั่วโมง ใช้เวลาทำความสะอาดเครื่องไม่เกิน 0.7 ชั่วโมง และใช้เวลาฆ่าเชื้อไม่เกิน 1 ชั่วโมง โดยเกณฑ์การผลิตในส่วนของเวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมดจะถูกบันทึกอยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel และจะถูกอัปเดตทุกครั้งที่มีการอัปเดตสูตรการผลิตหรือมีการเพิ่มสูตรการผลิตใหม่เข้ามาในระบบ

ในไฟล์ Excel ของเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต (Batch Cycle Time หรือ BCT) จะมีการกำหนด BCT ที่แต่ละสูตรการผลิตต้องปฏิบัติตามไว้ทั้งหมด โดยสูตรการผลิตแต่ละสูตรจะถูกระบุไว้ด้วยว่าเป็นของเครื่องจักรเครื่องใด

สูตรการผลิตแต่ละสูตร จะมีเกณฑ์ของสัดส่วนผลผลิต (%Yield) ที่ต่างกัน เช่น เครื่องจักร M1 ผลิตสูตร A ที่มีชุดการผลิตขนาด 5 ตัน ในเครื่องจักรที่มีถึงขนาด 5 ตัน และมีเป้าหมายการผลิตอยู่ที่ 5,000 กิโลกรัม โดย %Yield ที่ได้จริงไม่ควรต่ำกว่า 90% โดยเกณฑ์การผลิตในส่วนของผลผลิตทั้งหมดจะถูกบันทึกอยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel (กำหนด Yield เป้าหมายตามขนาดถัง เช่น 500kg, 1T, 2T, 4T, 5T, 10T เป็นต้น)

ในไฟล์ Excel ของเกณฑ์ของสัดส่วนผลผลิต จะมีการกำหนด %Yield ของแต่ละสูตรการผลิตไว้ว่าเป็นเท่าใด โดยสูตรการผลิตแต่ละสูตรจะถูกระบุไว้ด้วยว่าเป็นของเครื่องจักรเครื่องใด

พนักงานควบคุมเครื่องจักรจะทำการผลิตตามกระบวนการของแต่ละเครื่องจักรตามสูตรที่มีในแผนการผลิตสำหรับผสมของเหลวในแต่ละวัน เครื่องจักรแต่ละเครื่องจะเก็บข้อมูลการใช้งานแต่ละขั้นตอนลงในระบบ เช่น ชื่อเครื่องจักร รหัสสูตรการผลิต ชื่อสูตรการผลิต เวลาที่เริ่มและเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอน น้ำหนักของผสมและอุณหภูมิในแต่ละขั้นตอน และชื่อผู้ใช้งานเครื่องจักร เป็นต้น โดยขั้นตอนในกระบวนการผลิตสามารถแจกแจงได้ดังนี้

- 1) ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ
- 2) ตีผลลากบ่งบอกรายละเอียดของวัตถุดิบแต่ละชุด
- 3) นำวัตถุดิบไปไว้ที่หน้าเครื่องจักร เตรียมพร้อมใส่วัตถุดิบตามขั้นตอน
- 4) ใส่วัตถุดิบลงในถังของเครื่องจักรตามขั้นตอนที่ระบุ
- 5) เมื่อจบกระบวนการผสมของเหลว ตรวจสอบของเหลวที่พร้อมบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ในถังเก็บหรือถังเคลื่อนที่
- 6) ทำการเคลื่อนย้ายของเหลวที่พร้อมบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ไปยังส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว

เครื่องจักรเครื่องหนึ่งจะมีถังหลักและถังรองเพื่อใช้ในการผสมของเหลว ซึ่งจะถูกควบคุมตามขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน โดยชื่อขั้นตอนในกระบวนการผลิตของเครื่องจักรและรายละเอียดของขั้นตอน มีตัวอย่างดังนี้

- ขั้นตอน CDI 2500kg คือการใส่น้ำเข้าไปในถังหลักที่ปริมาณเท่ากับน้ำหนัก 2,500 กิโลกรัม
- ขั้นตอน Menthol คือการเติมวัตถุดิบเมนทอลที่เตรียมไว้ ใส่ลงไปในถังหลัก
- ขั้นตอน Stirrer Start คือขั้นตอนที่ใบพัดกวนของเหลวเริ่มทำงาน
- ขั้นตอน Stirrer 100 rpm คือการปรับความเร็วการหมุนของใบพัดเป็น 100 rpm
- ขั้นตอน ReadyToTransfer คือขั้นตอนที่ของเหลวที่ถูกผสมในถังหลักพร้อมเคลื่อนย้ายแล้ว

- ขั้นตอน Transfer คือขั้นตอนที่ของเหลวที่ถูกผสมในถังหลักถูกเคลื่อนย้ายไปยังถังเก็บหรือถังเคลื่อนที่
- ขั้นตอน RinseWater 10kg คือการล้างถังหลักด้วยน้ำที่ปริมาณเท่ากับน้ำหนัก 10 กิโลกรัม

ในเครื่องจักรจะมีอุปกรณ์ความปลอดภัย (Interlock) ซึ่งจะหยุดการทำงานของเครื่องจักรชั่วคราว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุหรือความเสียหายต่อเครื่องจักรและพนักงานที่ใช้งานเครื่องจักร เมื่อพนักงานควบคุมได้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วจึงจะสามารถดำเนินการผลิตตามกระบวนการต่อไปได้ และในกรณีที่เกิดการทำงานของ Interlock แล้วไม่สามารถดำเนินการผลิตต่อได้ ก็จำเป็นที่จะต้องยกเลิกการผลิตของชุดการผลิตนั้นไป (Abort) โดยตัวอย่างของสิ่งที่สามารถส่งผลให้ Interlock ทำงานมีดังนี้

- 1) FV-651-159 Not Ready or Not Close คือเกิดการทำงานของ Interlock เพราะวาล์วที่ชื่อว่า FV-651-159 ยังไม่พร้อมหรือยังไม่ได้ถูกปิด
- 2) TIT\_103\_002 Higher Than 8 C คือเกิดการทำงานของ Interlock เพราะถังที่ชื่อว่า TIT\_103\_002 ยังมีอุณหภูมิที่สูงกว่า 8 องศาเซลเซียสอยู่
- 3) Manual hold phase คือเกิดการทำงานของ Interlock เพราะว่าพนักงานควบคุมเครื่องจักรเป็นผู้ทำการหยุดการทำงานของเครื่องจักรด้วยตัวเอง
- 4) Chilled Water Temperature Greater Than 8 C คือเกิดการทำงานของ Interlock เพราะน้ำในถังน้ำเย็นมีอุณหภูมิมากกว่า 8 องศาเซลเซียส

เมื่อฝ่ายผลิตได้ทำการผลิตสินค้าตามขั้นตอนการผลิตแล้ว ก็จำเป็นจะต้องมีตัวชี้วัดเพื่อวัดผลว่าสามารถทำการผลิตได้ดีหรือไม่ โดยตัวชี้วัดที่สำคัญในการวัดผลการผลิต มีดังนี้

- 1) ความสามารถในการผลิตได้ตามแผนการผลิตที่วางไว้ในแต่ละวัน (Actual เทียบกับ Projected Batches)

ตัวอย่างเช่น วันที่ 5 ม.ค. 66 วางแผนการผลิตไว้ว่าจะผลิตทั้งหมดจำนวน 8 ชุดการผลิต แต่สามารถผลิตได้เพียง 7 ชุดการผลิต หมายความว่าไม่สามารถทำได้ตามแผนการผลิตที่วางไว้

- 2) สัดส่วนผลผลิตที่ผลิตได้ต่อเป้าหมายมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (%Yield > Criteria)

ตัวอย่างเช่น สูตรการผลิต A มีเป้าหมายการผลิตอยู่ที่ 5,000 กิโลกรัม แต่ในชุดการผลิตเลขที่ 81022 สามารถผลิตได้เพียง 4,861 กิโลกรัม หมายความว่า %Yield = 97.22% โดยยังจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเพราะมีค่ามากกว่า 95% ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ของสูตรการผลิต A

หมายเหตุ แต่ละสูตรการผลิตจะมีการตั้งเกณฑ์ของ %Yield ที่ต่างกัน

- 3) การใช้เวลาในการผลิตแต่ละชุดการผลิตได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (Batch Cycle Time < Criteria)

ตัวอย่างเช่น สูตรการผลิต A มีเกณฑ์การผลิตที่จะต้องใช้เวลาในการผสมไม่เกิน 1.2 ชั่วโมง แต่ในชุดการผลิตเลขที่ 81022 ใช้เวลาในการผลิตไปทั้งหมด 1.73 ชั่วโมง หมายความว่า ชุดการผลิตเลขที่ 81022 ใช้เวลาในการผลิตเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้

- 4) เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการผลิต (Idle Time)

กำหนดให้เวลาที่เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างช่วงหลังจากสิ้นสุดการผลิตชุดการผลิตล่าสุดถึงการเริ่มผลิตชุดการผลิตถัดไปเป็น Idle Time

ตัวอย่างเช่น ในกรณีเมื่อสิ้นสุดการผลิตชุดการผลิตเลขที่ 81022 ไปแล้วเป็นเวลา 6 นาที จึงจะเริ่มผลิตชุดการผลิตเลขที่ 91022 หมายความว่า จะมี Idle Time เป็นเวลา 6 นาที หมายเหตุ ในกรณีที่เวลาระหว่างชุดการผลิตมีค่าเกิน  $x$  ชั่วโมง ให้นับว่าไม่เป็น Idle Time เนื่องจากการตั้งสมมติฐานว่าจะไม่มีการเริ่มชุดการผลิตใหม่ในแผนการผลิตของแต่ละวันถ้าเวลาระหว่างชุดการผลิตมีค่าเกิน  $x$  ชั่วโมง โดยค่า  $x$  จะถูกกำหนดโดยผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (กำหนดให้  $x = 2$  ชั่วโมง สำหรับใช้ในโครงการนี้ ด้วยสมมติฐานที่ว่า จะไม่มีการวางแผนการผลิตห่างกันเกิน 2 ชั่วโมง ภายในวันเดียวกัน)

- 5) จำนวนครั้งการทำงานของอุปกรณ์ความปลอดภัย (Interlock)

ตัวอย่างเช่น ในสัปดาห์ที่ผ่านมา เครื่องจักร M6 ได้ทำการผลิตไปทั้งหมด 58 ชุดการผลิต โดยไม่เกิดการ ทำงานของ Interlock เลยสักครั้ง ซึ่งหมายความว่า การผลิตของเครื่องจักร M6 ในสัปดาห์ที่ผ่านมาเป็นไปอย่างราบรื่น แต่เครื่องจักร M1 ได้ทำการผลิตชุดการผลิตไปทั้งหมด 45 ชุดการผลิต โดยเกิดการ ทำงานของ Interlock ขึ้นทั้งหมด 7 ครั้ง ซึ่งหมายความว่า จะต้องมีการประชุมเพื่อหาสาเหตุ ทางแก้ไข และปรับกระบวนการ เพื่อไม่ให้เกิดขึ้นอีกในอนาคต

เมื่อการผลิตเสร็จสิ้นในแต่ละวัน ในเช้าวันถัดไปผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว และหัวหน้างานในแต่ละสายการผลิตจะประชุมในช่วงเช้าเป็นประจำทุกวัน เพื่อพูดคุยถึงประสิทธิภาพการผลิต ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไข โดยข้อมูลที่น่ามาใช้ประกอบการประชุมเป็นข้อมูลที่หัวหน้างานในสายการผลิตเป็นผู้บันทึกลงในไฟล์ Excel ด้วยตัวเอง

### 3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

- 1) ข้อมูลการใช้งานเครื่องจักรในส่วนปฏิบัติการผสมของเหลวยังไม่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ ทำให้อาจพลาดโอกาสในการพัฒนาประสิทธิภาพและการรับรองคุณภาพการผลิต
- 2) การประชุมของฝ่ายผลิตสินค้าประเภทของเหลวยังใช้ข้อมูลที่กรอกโดยพนักงานอยู่ และข้อมูลส่วนใหญ่มาจากการจดบันทึกลงในกระดาษจากหน้าเครื่องจักร ทำให้เสียเวลากรอกข้อมูล เสี่ยงต่อความผิดพลาด รวมถึงยากต่อการนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์แบบเรียลไทม์ ซึ่งอาจจะส่งผลให้ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้อย่างทัน่วงที



## บทที่ 4

### การพัฒนาระบบงาน

บทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆ ของการพัฒนาโครงการพิเศษ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” โดยจะกล่าวถึงการวิเคราะห์ระบบ การออกแบบระบบ และการพัฒนาระบบ

#### 4.1 การวิเคราะห์ระบบ

##### 4.1.1 คุณสมบัติที่ต้องการของระบบ

โครงการพิเศษ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีคุณสมบัติที่ต้องการโดยรวมดังต่อไปนี้

##### 1) การรวบรวมข้อมูลไว้ภายใต้มาตรฐานข้อมูลเดียวกัน (Integrated System)

ระบบที่พัฒนามีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่าง ๆ ภายใน องค์กร ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้น อยู่ในหลากหลายฐานข้อมูล ได้นำมาจัดเก็บให้มีมาตรฐานและอยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน เพื่อให้เกิดความถูกต้อง สอดคล้องกัน ลดความซ้ำซ้อนและมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

##### 2) การสร้างรูปแบบรายงานที่ยืดหยุ่นและหลากหลาย (Flexibility and Diversity)

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีการนำเสนอรายงานหลากหลายรูปแบบ ทั้งรูปแบบของ แผนภูมิ ชนิดต่างๆ และตารางข้อมูลในหลายมิติ เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลและ ผู้ใช้งานในหลายรูปแบบ โดยผู้ใช้ระบบสามารถเจาะลึกข้อมูลลงไปในรายละเอียด (Drill Down) หรือ เปลี่ยนจากรายละเอียดมาเป็นข้อมูลสรุป (Drill Up) เพื่อดู ข้อมูลในระดับต่าง ๆ ได้ เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และยังสามารถเลือกพิจารณาผลลัพธ์บางส่วนที่สนใจ โดยการเลือกเฉพาะค่าบางค่าของแต่ละมิติ (Slice)

##### 3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface)

การติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับระบบผ่านรูปแบบ Graphic User Interface (GUI) ของเครื่องมือ Microsoft Power BI Desktop ง่ายต่อการใช้งาน และผู้ใช้งานสามารถทำความเข้าใจระบบได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งเครื่องมือ Microsoft Power BI Desktop เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถติดตั้งที่เครื่องของผู้ใช้งาน

##### 4) การควบคุมด้านความปลอดภัยในการใช้งานระบบเครื่องมือ Microsoft Power BI Desktop มีการจัดการทางด้านความปลอดภัย โดยการควบคุมผู้ใช้งานผ่าน E-mail ที่ต้องลงชื่อเข้าใช้ผ่านการ Log in และมีการจัดการสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลในองค์กรใน



หลายรูปแบบ เช่น การเปิดเผยข้อมูลแบบสาธารณะการกำหนดการเข้าถึงรายบุคคลตาม E-mail หรือ แบบ Workspace ที่กลุ่มผู้ใช้งานที่จะต้องใช้งานร่วมกัน เป็นต้น

#### 4.1.2 ความต้องการโดยละเอียดของระบบ

โครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” ประกอบด้วย 5 ระบบย่อย มีรายละเอียดของแต่ละระบบย่อย ดังนี้

##### 1. ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)

###### ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ระบบนี้จะใช้โดยผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager) และหัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors) ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิต (Production Planning Analysis) และประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร (Machine Performance Analysis)

###### ผู้ใช้ (Users)

- 1) ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager)
- 2) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager)
- 3) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager)
- 4) หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors)

### คำถามผู้บริหาร (Management Questions)

- 1) จำนวนชุดการผลิต (Batch) การผลิตเป็นไปตามแผนหรือไม่ คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- 2) จำนวนชุดการผลิต (Batch) ที่ใช้เวลาการผลิตได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็นสัดส่วนเท่าไร
- 3) เครื่องจักรเครื่องใดมีสัดส่วนผลผลิต (%Yield) น้อยที่สุด
- 4) มีการเกิด Interlock โดยเฉลี่ยกี่ครั้งต่อชุดการผลิต (Batch)

### แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)

- 1) แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิต (Production Planning Analysis System)
- 2) แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร (Machine Performance Analysis Dashboard)

### มิติ (Dimensions)

- 1) มิติเวลา (Time\_Dim)
  - เวลา (ปี เดือน วัน) เช่น 2023-02-14
  - เวลา (วันในสัปดาห์) เช่น วันจันทร์ = 1 หรือ วันพุธ = 3
- 2) มิติเครื่องจักร (Machine\_Dim)
 

บ่งบอกชื่อเครื่องจักร ดังนี้

  - Parent\_Machine เช่น MMT#1
- 3) สูตรการผลิต (Recipe\_Dim)
 

บ่งบอก รหัสสูตรการผลิต ดังนี้

  - Recipe\_ID เช่น 79802031 M6 10T

## ค่าวัด (Measures)

ตารางที่ 4-1: ค่าวัดของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)

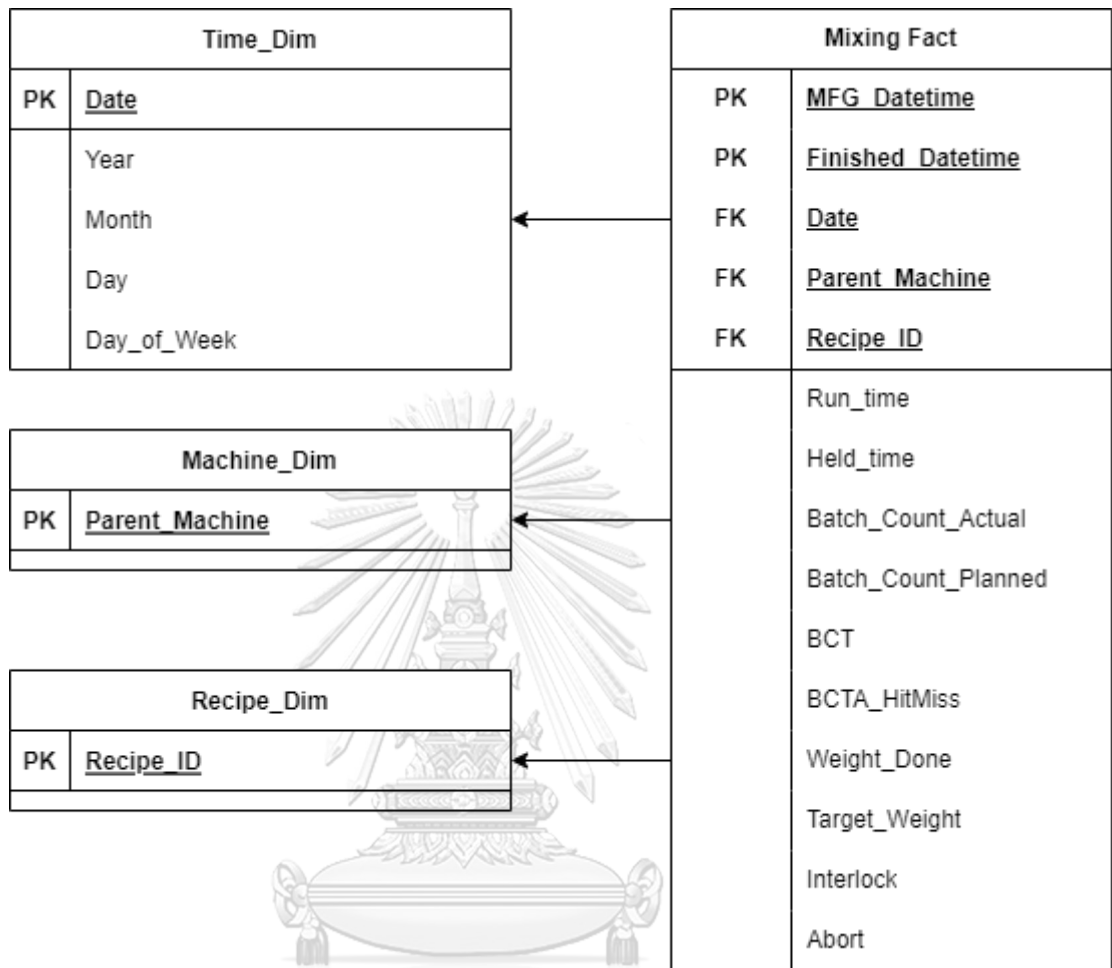
ลำดับ	ค่าวัด	ชื่อภาษาอังกฤษ (หน่วยวัด)	ชื่อภาษาไทย (หน่วยวัด)
1	Run_time	Machine Run Time (minutes)	เวลาการทำงานของ เครื่องจักร (นาที)
2	Held_time	Machine Held Time (minutes)	เวลาการหยุดทำงานของ เครื่องจักรจากการทำงาน ของ Interlock (นาที)
3	Batch_Count_Actual	Actual Batch Count (batches)	จำนวนชุดการผลิต (ชุดการผลิต)
4	Batch_Count_Planned	Planned Batch Count (batches)	จำนวนชุดการผลิตตาม แผนการผลิต (ชุดการผลิต)
5	BCT	Batch Cycle Time (hours)	เวลาการผลิตที่กำหนด (ชั่วโมง)
6	BCTA_HitMiss	Batch BCT Hit or Miss ( - )	ชุดการผลิตที่ใช้เวลาไม่เกิน BCT ที่กำหนด ( - )
7	Weight_Done	Weight Done (kilograms)	น้ำหนักในขั้นตอนสุดท้าย (กิโลกรัม)
8	Target_Weight	Target Weight (kilograms)	น้ำหนักตามเป้าหมาย (กิโลกรัม)
9	Interlock	Number of Interlock (times)	จำนวนครั้งการทำงานของ Interlock (ครั้ง)
10	Abort	Number of Abort (times)	จำนวนครั้งที่มีการยกเลิก การผลิต (ครั้ง)

ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลัก (KPIs)  
 ตารางที่ 4-2: ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลักของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต  
 (Manufacturing Performance Analysis System)

ลำดับ	ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลัก (ชื่อภาษาอังกฤษและภาษาไทย) (หน่วยวัด)	สูตรคำนวณ
1	Batch Performance (%) สัดส่วนจำนวนชุดการผลิตที่ทำได้ตามแผนการผลิต (%)	$\frac{\text{Batch\_Count\_Actual} \times 100}{\text{Batch\_Count\_Planned}}$
2	Batch Cycle Time Adherence (%) สัดส่วนการใช้เวลาผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (%)	$\frac{\text{BCT\_HitMiss} \times 100}{\text{Batch\_Count\_Actual}}$
3	Yield (%) สัดส่วนผลผลิต (%)	$\frac{\text{Weight\_Done} \times 100}{\text{Target\_Weight}}$
4	Average # Interlock ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งการทำงานของ Interlock	$\frac{\text{Interlock}}{\text{Batch\_Count\_Actual}}$
5	Average # Abort ค่าเฉลี่ยจำนวนการยกเลิกการผลิต	$\frac{\text{Abort}}{\text{Batch\_Count\_Actual}}$



### โมเดลข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Data Model)



รูปที่ 4-1: โมเดลข้อมูลหลายมิติของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)

คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Management Questions, Users and Analytics Dashboard)

ตารางที่ 4-3: คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)

คำถามของผู้บริหาร (Management Questions)	ผู้ใช้ (Users)	แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)
1) จำนวนชุดการผลิต (Batch) การผลิตเป็นไปตามแผนหรือไม่ คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพ</li> <li>- แผนการผลิต</li> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร</li> </ul>
2) จำนวนชุดการผลิต (Batch) ที่ใช้เวลาการผลิตได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็นสัดส่วนเท่าไร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพ</li> <li>- แผนการผลิต</li> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร</li> </ul>
3) เครื่องจักรเครื่องใดมีสัดส่วนผลผลิต (%Yield) มากที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพ</li> <li>- แผนการผลิต</li> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร</li> </ul>
4) มีการเกิด Interlock โดยเฉลี่ยกี่ครั้งต่อชุดการผลิต (Batch)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร</li> </ul>

แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมิติ (Analytics Dashboard, Measures, KPIs and Dimensions)

ตารางที่ 4-4: แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมิติของระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)

แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)	ค่าวัด (Measures)	ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก (KPIs)	มิติ (Dimensions)
1) แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิต	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Run_time</li> <li>- Held_time</li> <li>- Batch_Count_Actual</li> <li>- Batch_Count_Planned</li> <li>- BCT</li> <li>- BCTA_HitMiss</li> <li>- Weight_Done</li> <li>- Target_Weight</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batch Performance (%)</li> <li>- Batch Cycle Time Adherence (%)</li> <li>- Yield (%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มิติเวลา</li> <li>- มิติเครื่องจักร</li> <li>- มิติสูตรการผลิต</li> </ul>
2) แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Run_time</li> <li>- Held_time</li> <li>- Batch_Count_Actual</li> <li>- Batch_Count_Planned</li> <li>- BCT</li> <li>- BCTA_HitMiss</li> <li>- Weight_Done</li> <li>- Target_Weight</li> <li>- Interlock</li> <li>- Abort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batch Performance (%)</li> <li>- Batch Cycle Time Adherence (%)</li> <li>- Yield (%)</li> <li>- Average # Interlock</li> <li>- Average # Abort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มิติเวลา</li> <li>- มิติเครื่องจักร</li> <li>- มิติสูตรการผลิต</li> </ul>

## 2. ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)

### ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ระบบนี้จะใช้โดยผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager) และหัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors) ในการวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Interlock and Abortion Analysis) และสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร (Interlock and Abortion Cause Analysis)

### ผู้ใช้ (Users)

- 1) ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager)
- 2) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager)
- 3) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager)
- 4) หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors)

### คำถามผู้บริหาร (Management Questions)

- 1) เครื่องจักรแต่ละเครื่องเกิด Interlock และมีการยกเลิกการผลิตไปทั้งหมดกี่ครั้ง
- 2) เครื่องจักรแต่ละเครื่องหยุดทำงานจากการเกิด Interlock เป็นเวลาเท่าใด
- 3) เครื่องจักรเครื่องใดเกิด Interlock บ่อยครั้งที่สุด
- 4) สูตรการผลิตใดเกิด Interlock บ่อยครั้งที่สุด
- 5) การเกิด Interlock เกิดจากสาเหตุใดมากที่สุด
- 6) สาเหตุใดก่อให้เกิดความเสียหาย (ในด้านเวลาที่เสียไป หรือมูลค่าวัตถุดิบ) มากที่สุด

### แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)

- 1) แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Interlock and Abortion Analysis Dashboard)
- 2) แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร (Interlock and Abortion Cause Analysis Dashboard)



### มิติ (Dimensions)

- 1) มิติเวลา (Time\_Dim)
  - 1) เวลา (ปี เดือน วัน) เช่น 2023-02-14
  - 2) เวลา (วันในสัปดาห์) เช่น วันจันทร์ = 1 หรือ วันพุธ = 3
- 2) มิติเครื่องจักร (Machine\_Dim)

บ่งบอกชื่อเครื่องจักร ดังนี้

  - 1) Parent\_Machine เช่น MMT#1
- 3) มิติสูตรการผลิต (Recipe\_Dim)

บ่งบอก รหัสสูตรการผลิต ดังนี้

  - 1) Recipe\_ID เช่น 79802031 M6 10T
- 4) มิติสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร (InterlockAbort\_Cause\_Dim)

บ่งบอก สาเหตุการเกิด Interlock หรือ Abortion ดังนี้

  - 1) Para\_desc เช่น FV-651-159 Not Ready or Not Close
- 5) มิติพนักงานควบคุมเครื่องจักร (Operator\_Dim)

บ่งบอก ชื่อพนักงานควบคุมเครื่องจักร ดังนี้

  - 1) Comment\_by เช่น NattasitA

### ค่าวัด (Measures)

ตารางที่ 4-5: ค่าวัดของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)

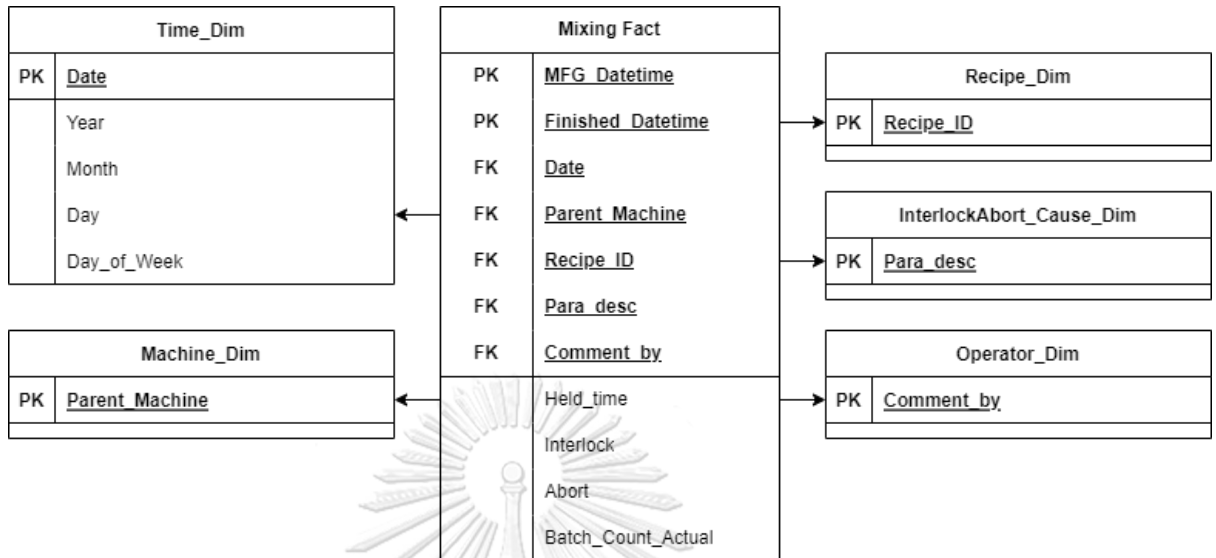
ลำดับ	ค่าวัด	ชื่อภาษาอังกฤษ (หน่วยวัด)	ชื่อภาษาไทย (หน่วยวัด)
1	Held_time	Machine Held Time (minutes)	เวลาการหยุดทำงานของ เครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock (นาที)
2	Interlock	Number of Interlock (times)	จำนวนครั้งการทำงานของ Interlock (ครั้ง)
3	Abort	Number of Abort (times)	จำนวนครั้งที่มีการยกเลิกการ ผลิต (ครั้ง)
4	Batch_Count_Actual	Actual Batch Count (batches)	จำนวนชุดการผลิต (ชุดการผลิต)

### ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลัก (KPIs)

ตารางที่ 4-6: ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลักของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)

ลำดับ	ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลัก (ชื่อภาษาอังกฤษและภาษาไทย) (หน่วยวัด)	สูตรคำนวณ
1	% Interlock สัดส่วนการทำงานของ Interlock ต่อชุดการผลิต	$\frac{\text{Interlock} \times 100}{\text{Batch\_Count\_Actual}}$
2	% Abort สัดส่วนการยกเลิกการผลิตต่อชุดการผลิต	$\frac{\text{Abort} \times 100}{\text{Batch\_Count\_Actual}}$

### โมเดลข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Data Model)



รูปที่ 4-2: โมเดลข้อมูลหลายมิติของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)

คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Management Questions, Users and Analytics Dashboard)

ตารางที่ 4-7: คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)

คำถามของผู้บริหาร (Management Questions)	ผู้ใช้ (Users)	แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)
1) เครื่องจักรแต่ละเครื่องเกิด Interlock และมีการยกเลิกการผลิตไปทั้งหมดกี่ครั้ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	- แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร
2) เครื่องจักรแต่ละเครื่องหยุดทำงานจากการเกิด Interlock เป็นเวลาเท่าใด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	- แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร
3) เครื่องจักรเครื่องใดเกิด Interlock บ่อยครั้งที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	- แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร
4) สูตรการผลิตใดเกิด Interlock บ่อยครั้งที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	- แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร
5) การเกิด Interlock เกิดจากสาเหตุใดที่มากที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	- แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร
6) สาเหตุใดก่อให้เกิดความเสียหาย (ในด้าน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> </ul>	- แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงาน

คำถามของผู้บริหาร (Management Questions)	ผู้ใช้ (Users)	แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)
เวลาที่เสียไป หรือมูลค่า วัตถุดิบ) มากที่สุด	- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว - หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต	ของเครื่องจักร

แดชบอร์ดการวิเคราะห์ คำวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมิติ (Analytics Dashboard, Measures, KPIs and Dimensions)

ตารางที่ 4-8: แดชบอร์ดการวิเคราะห์ คำวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมิติของระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)

แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)	คำวัด (Measures)	ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก (KPIs)	มิติ (Dimensions)
1) แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร	- Held_time - Interlock - Abort - Batch_Count_Actual	- % Interlock - % Abort	- มิติเวลา - มิติเครื่องจักร - มิติสูตรการผลิต
2) แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร	- Interlock - Abort		- มิติเวลา - มิติเครื่องจักร - มิติสูตรการผลิต - มิติสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร - มิติพนักงานควบคุมเครื่องจักร

### 3. ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)

#### ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ระบบนี้จะใช้โดยผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager) และหัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors) ในการวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis) เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการผลิต (Idle Time Analysis) และเวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock (Held Time Analysis)

#### ผู้ใช้ (Users)

- 1) ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager)
- 2) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager)
- 3) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager)
- 4) หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors)

#### คำถามผู้บริหาร (Management Questions)

- 1) เครื่องจักรแต่ละเครื่องถูกใช้งานในแต่ละวันคิดเป็นสัดส่วนเท่าใด
- 2) เครื่องจักรเครื่องใดถูกใช้งานน้อยที่สุด
- 3) ช่วงเวลาใดที่เกิด Idle Time มากที่สุด
- 4) ช่วงเวลาใดที่เกิด Held Time มากที่สุด

#### แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)

- 1) แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis Dashboard)
- 2) แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการผลิต (Idle Time Analysis Dashboard)
- 3) แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock (Held Time Analysis Dashboard)

### มิติ (Dimensions)

#### 1) มิติเวลา (Time\_Dim)

- เวลา (ปี เดือน วัน) เช่น 2023-02-14
- เวลา (วันในสัปดาห์) เช่น วันจันทร์ = 1 หรือ วันพุธ = 3
- เวลา (ชั่วโมง) เช่น 06:00-06:59, 07:00-07:59

#### 2) มิติเครื่องจักร (Machine\_Dim)

บ่งบอกชื่อเครื่องจักร ดังนี้

- Parent\_Machine เช่น MMT#1

### ค่าวัด (Measures)

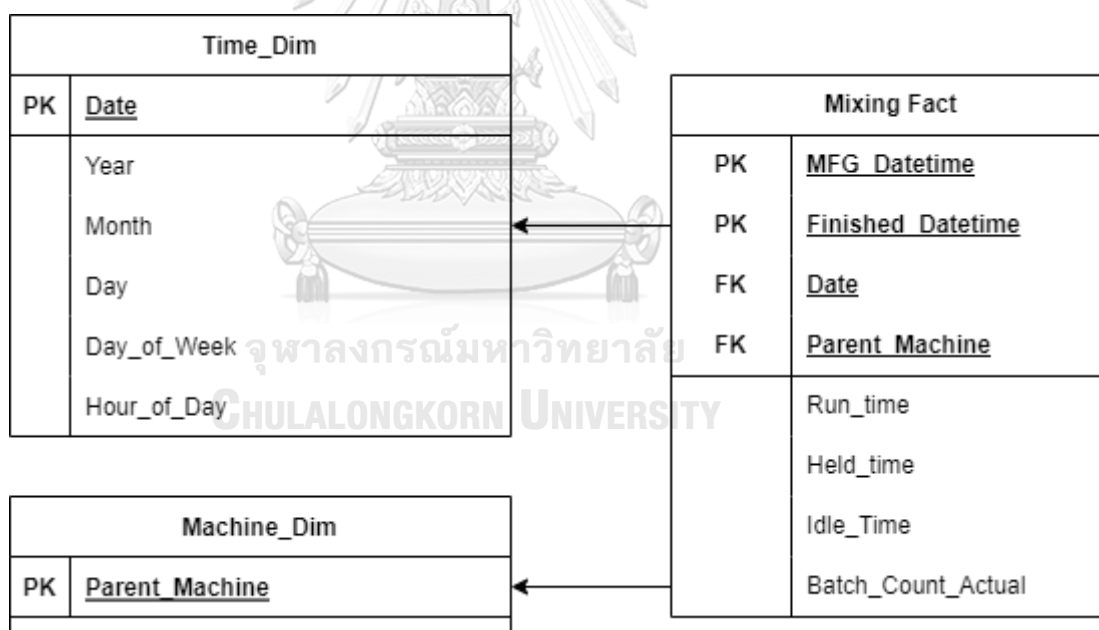
ตารางที่ 4-9: ค่าวัดของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)

ลำดับ	ค่าวัด	ชื่อภาษาอังกฤษ (หน่วยวัด)	ชื่อภาษาไทย (หน่วยวัด)
1	Run_time	Machine Run Time (minutes)	เวลาการทำงานของเครื่องจักร (นาที)
2	Held_time	Machine Held Time (minutes)	เวลาการหยุดทำงานของ เครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock (นาที)
3	Idle_Time	Idle Time (hours)	เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักร ไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการ ผลิต (ชั่วโมง)
4	Batch_Count_Actual	Actual Batch Count (batches)	จำนวนชุดการผลิต (ชุดการผลิต)

ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลัก (KPIs)  
 ตารางที่ 4-10: ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลักของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร  
 (Machine Utilization Analysis System)

ลำดับ	ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลัก (ชื่อภาษาอังกฤษและภาษาไทย) (หน่วยวัด)	สูตรคำนวณ
1	Utilization Rate (%) สัดส่วนการใช้งานเครื่องจักร (%)	$\frac{\text{Run\_time} \times 100}{60 \times 24 \times \text{จำนวนวันที่มีการผลิต}}$
2	Average Idle Time (hour) ค่าเฉลี่ยเวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ถูกใช้งาน ระหว่างชุดการผลิต (ชั่วโมง) ต่อชุดการผลิต	$\frac{\text{Idle\_Time}}{\text{Batch\_Count\_Actual}}$

โมเดลข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Data Model)



รูปที่ 4-3: โมเดลข้อมูลหลายมิติของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)



คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Management Questions, Users and Analytics Dashboard)

ตารางที่ 4-11: คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)

คำถามของผู้บริหาร (Management Questions)	ผู้ใช้ (Users)	แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)
1) เครื่องจักรแต่ละเครื่องถูกใช้งานในแต่ละวันคิดเป็นสัดส่วนเท่าใด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร</li> </ul>
2) เครื่องจักรเครื่องใดถูกใช้งานน้อยที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร</li> </ul>
3) ช่วงเวลาใดที่เกิด Idle Time มากที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร</li> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ Idle Time</li> </ul>
4) ช่วงเวลาใดที่เกิด Held Time มากที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร</li> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ Held Time</li> </ul>

แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมิติ (Analytics Dashboard, Measures, KPIs and Dimensions)

ตารางที่ 4-12: แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมิติของระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)

แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)	ค่าวัด (Measures)	ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก (KPIs)	มิติ (Dimensions)
1) แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร	- Run_time - Held_time - Idle_Time - Batch_Count_Actual	- Utilization Rate (%) - Average Idle Time (hour)	- มิติเวลา - มิติเครื่องจักร
2) แดชบอร์ดวิเคราะห์ Idle Time	- Run_time - Held_time - Idle_Time - Batch_Count_Actual	- Utilization Rate (%) - Average Idle Time (hour)	- มิติเวลา - มิติเครื่องจักร
3) แดชบอร์ดวิเคราะห์ Held Time	- Run_time - Held_time - Batch_Count_Actual		- มิติเวลา - มิติเครื่องจักร

#### 4. ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)

##### ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ระบบนี้จะใช้โดยผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager) และหัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors) ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis) และปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต (Recipe Production Problem Analysis)

##### ผู้ใช้ (Users)

- 1) ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager)
- 2) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager)
- 3) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager)
- 4) หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors)

##### คำถามผู้บริหาร (Management Questions)

- 1) จำนวนชุดการผลิต (Batch) เป็นไปตามแผนหรือไม่ คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- 2) จำนวนชุดการผลิต (Batch) ที่ใช้เวลาการผลิตได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็นสัดส่วนเท่าไร
- 3) สูตรการผลิตใดมีส่วนผลผลิต (%Yield) น้อยที่สุด
- 4) สูตรการผลิตใดมีจำนวนชุดการผลิต (Batch) มากที่สุด

##### แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)

- 1) แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis Dashboard)
- 2) แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต (Recipe Production Problem Analysis Dashboard)

### มิติ (Dimensions)

#### 1) มิติเวลา (Time\_Dim)

- เวลา (ปี เดือน วัน) เช่น 2023-02-14
- เวลา (วันในสัปดาห์) เช่น วันจันทร์ = 1 หรือ วันพุธ = 3

#### 2) มิติเครื่องจักร (Machine\_Dim)

บ่งบอกชื่อเครื่องจักร ดังนี้

- Parent\_Machine เช่น MMT#1

#### 3) มิติสูตรการผลิต (Recipe\_Dim)

บ่งบอก รหัสสูตรการผลิต ดังนี้

2) Recipe\_ID เช่น 79802031 M6 10T

#### 4) มิติสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร (InterlockAbort\_Cause\_Dim)

บ่งบอก สาเหตุการเกิด Interlock หรือ Abortion ดังนี้

- Para\_desc เช่น FV-651-159 Not Ready or Not Close

### ค่าวัด (Measures)

ตารางที่ 4-13: ค่าวัดของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)

ลำดับ	ค่าวัด	ชื่อภาษาอังกฤษ (หน่วยวัด)	ชื่อภาษาไทย (หน่วยวัด)
1	Run_time	Machine Run Time (minutes)	เวลาการทำงานของเครื่องจักร (นาที)
2	Held_time	Machine Held Time (minutes)	เวลาการหยุดทำงานของ เครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock (นาที)
3	Batch_Count_Actual	Actual Batch Count (batches)	จำนวนชุดการผลิต (ชุดการผลิต)
4	Batch_Count_Planned	Planned Batch Count (batches)	จำนวนชุดการผลิตตามแผนการ ผลิต (ชุดการผลิต)
5	BCT	Batch Cycle Time (hours)	เวลาการผลิตที่กำหนด (ชั่วโมง)

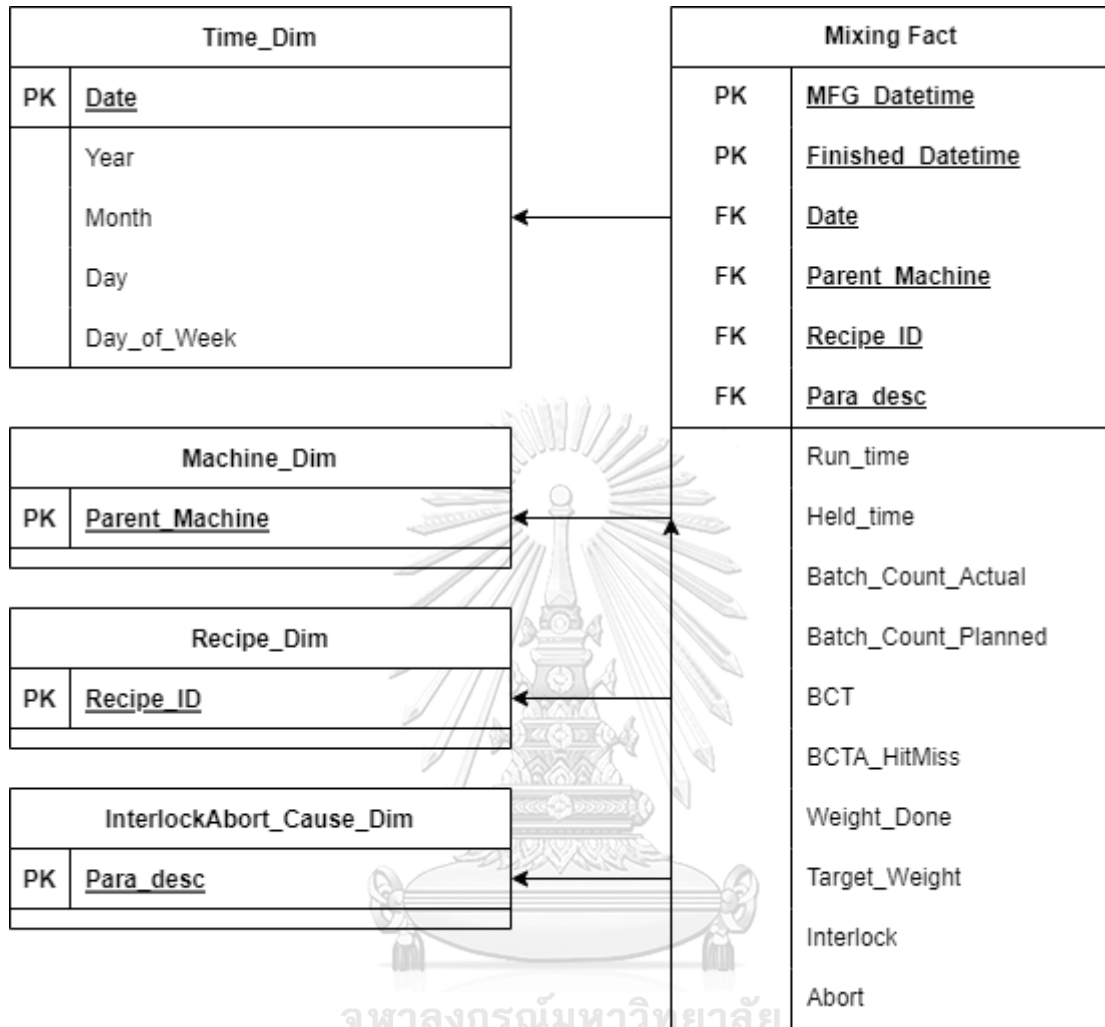
ลำดับ	ค่าวัด	ชื่อภาษาอังกฤษ (หน่วยวัด)	ชื่อภาษาไทย (หน่วยวัด)
6	BCTA_HitMiss	Batch BCT Hit or Miss (batches)	ชุดการผลิตที่ใช้เวลาไม่เกิน BCT ที่กำหนด (ชุดการผลิต)
7	Weight_Done	Weight Done (kilograms)	น้ำหนักในขั้นตอนสุดท้าย (กิโลกรัม)
8	Target_Weight	Target Weight (kilograms)	น้ำหนักตามเป้าหมาย (กิโลกรัม)
9	Interlock	Number of Interlock (times)	จำนวนครั้งการทำงานของ Interlock (ครั้ง)
10	Abort	Number of Abort (times)	จำนวนครั้งที่มีการยกเลิกการผลิต (ครั้ง)

### ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลัก (KPIs)

#### ตารางที่ 4-14: ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลักของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)

ลำดับ	ตัวชี้วัดผลการดำเนินการหลัก (ชื่อภาษาอังกฤษและภาษาไทย) (หน่วยวัด)	สูตรคำนวณ
1	Batch Performance (%) สัดส่วนจำนวนชุดการผลิตที่ทำได้ตามแผนการผลิต (%)	$\frac{\text{Batch\_Count\_Actual} \times 100}{\text{Batch\_Count\_Planned}}$
2	Batch Cycle Time Adherence (%) สัดส่วนการใช้เวลาผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (%)	$\frac{\text{BCT\_HitMiss} \times 100}{\text{Batch\_Count\_Actual}}$
3	Yield (%) สัดส่วนผลผลิต (%)	$\frac{\text{Weight\_Done} \times 100}{\text{Target\_Weight}}$

โมเดลข้อมูลหลายมิติ (Multidimensional Data Model)



รูปที่ 4-4: โมเดลข้อมูลหลายมิติของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)

คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Management Questions, Users and Analytics Dashboard)

ตารางที่ 4-15: คำถามของผู้บริหาร ผู้ใช้ และแดชบอร์ดการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)

คำถามของผู้บริหาร (Management Questions)	ผู้ใช้ (Users)	แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)
1) จำนวนชุดการผลิต (Batch) เป็นไปตามแผนหรือไม่ คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิต</li> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต</li> </ul>
2) จำนวนชุดการผลิต (Batch) ที่ใช้เวลาการผลิตได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็นสัดส่วนเท่าไร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิต</li> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต</li> </ul>
3) สูตรการผลิตใดมีสัดส่วนผลผลิต (%Yield) น้อยที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิต</li> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต</li> </ul>
4) สูตรการผลิตใดมีจำนวนชุดการผลิต (Batch) มากที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>- ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>- หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิต</li> </ul>

แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมิติ (Analytics Dashboard, Measures, KPIs and Dimensions)

ตารางที่ 4-16: แดชบอร์ดการวิเคราะห์ ค่าวัด ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก และมิติของระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)

แดชบอร์ดการวิเคราะห์ (Analytics Dashboard)	ค่าวัด (Measures)	ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก (KPIs)	มิติ (Dimensions)
1) แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิต	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Run_time</li> <li>- Held_time</li> <li>- Batch_Count_Actual</li> <li>- Batch_Count_Planned</li> <li>- BCT</li> <li>- BCTA_HitMiss</li> <li>- Weight_Done</li> <li>- Target_Weight</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batch Performance (%)</li> <li>- Batch Cycle Time Adherence (%)</li> <li>- Yield (%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มิติเวลา</li> <li>- มิติเครื่องจักร</li> <li>- มิติสูตรการผลิต</li> <li>- มิติสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร</li> </ul>
2) แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Run_time</li> <li>- Held_time</li> <li>- Batch_Count_Actual</li> <li>- Batch_Count_Planned</li> <li>- BCT</li> <li>- BCTA_HitMiss</li> <li>- Weight_Done</li> <li>- Target_Weight</li> <li>- Interlock</li> <li>- Abort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batch Performance (%)</li> <li>- Batch Cycle Time Adherence (%)</li> <li>- Yield (%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มิติเวลา</li> <li>- มิติเครื่องจักร</li> <li>- มิติสูตรการผลิต</li> <li>- มิติสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร</li> </ul>



## 5. ระบบวิเคราะห์ความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต (Manufacturing Materials Weight and Temperature Anomaly Analysis System)

### ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ระบบนี้เป็นระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นเพื่อวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต โดยใช้โปรแกรม Alteryx ดึงข้อมูลน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิตในมิติเวลามาทำการวิเคราะห์รูปแบบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต เพื่อนำรูปแบบความผิดปกติในอดีตมาสร้างระบบแจ้งเตือนความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งจะช่วยให้สามารถรับรู้ปัญหาได้รวดเร็วกว่าที่ผ่านมา

### ผู้ใช้ (Users)

- 1) ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว (Liquid Product Manager)
- 2) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว (Mixing Production Manager)
- 3) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว (Filling Production Manager)
- 4) หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต (Production Supervisors)

### คำถามผู้บริหาร (Management Questions)

- 1) มีรูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบในการผลิตเกิดขึ้นหรือไม่ และมีรูปแบบอย่างไร
- 2) มีรูปแบบความผิดปกติของอุณหภูมิในการผลิตเกิดขึ้นหรือไม่ และมีรูปแบบอย่างไร
- 3) รูปแบบความผิดปกติที่เกิดขึ้น เกี่ยวข้องกับการเกิด Interlock หรือไม่

### ผลการวิเคราะห์ (Analytic Results)

- 1) รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบในการผลิต
- 2) รูปแบบความผิดปกติของอุณหภูมิในการผลิต

## เทคนิคการวิเคราะห์ (Analytic Techniques)

- 1) ใช้การสังเกตรูปแบบของน้ำหนักวัตถุดิบหรืออุณหภูมิที่ต่างไปจากรูปแบบปกติที่พบในข้อมูลส่วนมาก เพื่อตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตด้วย Gaussian Mixture Model Algorithm จากการคำนวณความน่าจะเป็นที่จุดข้อมูลใด ๆ จะอยู่ในกลุ่มข้อมูลที่มีรูปแบบปกติ เพื่อตรวจจับความผิดปกติ โดยจุดข้อมูลที่มีค่าความน่าจะเป็นต่ำและอยู่นอกเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะถูกตรวจจับว่าเป็น Anomaly เนื่องจากเป็นการพบรูปแบบที่แตกต่างไปจากรูปแบบปกติ (Rosidi, 2022)

## เครื่องมือที่ใช้ (Tools)

- 1) Python 3.9.0

## ขั้นตอนการพัฒนา

### ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding)

- 1) รวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็น ได้แก่ ชื่อเครื่องจักร ชื่อเครื่องจักรย่อย รหัสสูตรการผลิต รหัสเฟสการผลิต ระยะเวลาในขั้นตอนการผลิต น้ำหนักในขั้นตอนการผลิต และอุณหภูมิในขั้นตอนการผลิต
- 2) ทำ Data Exploration เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล
- 3) ออกแบบรูปแบบข้อมูลที่เหมาะสมในการจัดทำ Model ดังตารางที่ 4-17

### ขั้นตอนที่ 2 เตรียมข้อมูล (Data Preparation)

การเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้

- 1) Data Integration รวมข้อมูลจากหลายตาราง เพื่อจัดทำให้เป็นตารางใหม่ที่เหมาะสม
- 2) Data Cleansing โดยตรวจสอบ และจัดการ Missing Value
- 3) Data Transformation ทำการปรับ Format ของข้อมูลทั้ง Discrete และ Continuous ให้เป็นรูปแบบดังตารางที่ 4-17 จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลดังนี้
  - สร้างชุดข้อมูลของสูตรการผลิตที่สนใจจากชุดข้อมูลทั้งหมด
  - ใช้เทคนิค Dynamic Time Warping เพื่อหา Alignment Cost ของข้อมูลแต่ละชุดการผลิต รวมถึง Alignment Cost ของแต่ละขั้นตอนในแต่ละชุดการผลิต

ตารางที่ 4-17: ข้อมูลที่จะนำมาใช้

ชื่อตัวแปร	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
Finished_Date	Datetime	วันที่ชุดการผลิตเสร็จสิ้นการผลิต
Parent_Machine	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักร
Child_Machine	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักรย่อย
Recipe_ID	NVARCHAR	รหัสสูตรการผลิต
Step	NVARCHAR	ชื่อขั้นตอนการผลิต
Step_Number	INT	ลำดับขั้นตอนการผลิต
Flag_Step_Interlock	BOOLEAN	ชุดการผลิตที่เกิด Step Interlock
Flag_Step_Abort	BOOLEAN	ชุดการผลิตที่เกิด Step Abort
Batch_Status	NVARCHAR	สถานะชุดการผลิต
Time_Series_Sec	FLOAT	ระยะเวลาในขั้นตอนการผลิต
Weight_Series	FLOAT	น้ำหนักในขั้นตอนการผลิต
Temp_Series	FLOAT	อุณหภูมิในขั้นตอนการผลิต
Batch_Log_ID_Ref	NVARCHAR	รหัสอ้างอิงที่ใช้เชื่อมโยงข้อมูล

### ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

สร้าง Gaussian Mixture Model Clustering Algorithm และทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลที่ได้โดยการคำนวณค่า log-likelihood score ของ known anomalies แล้วควรได้ค่าที่อยู่นอก Threshold ที่กำหนดไว้

### ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผลการวิเคราะห์ (Result Evaluation)

กำหนด Threshold การตรวจจับความผิดปกติให้อยู่ที่ 3 standard deviations จาก mean ของ normal log-likelihood score

## 4.2 การออกแบบระบบ

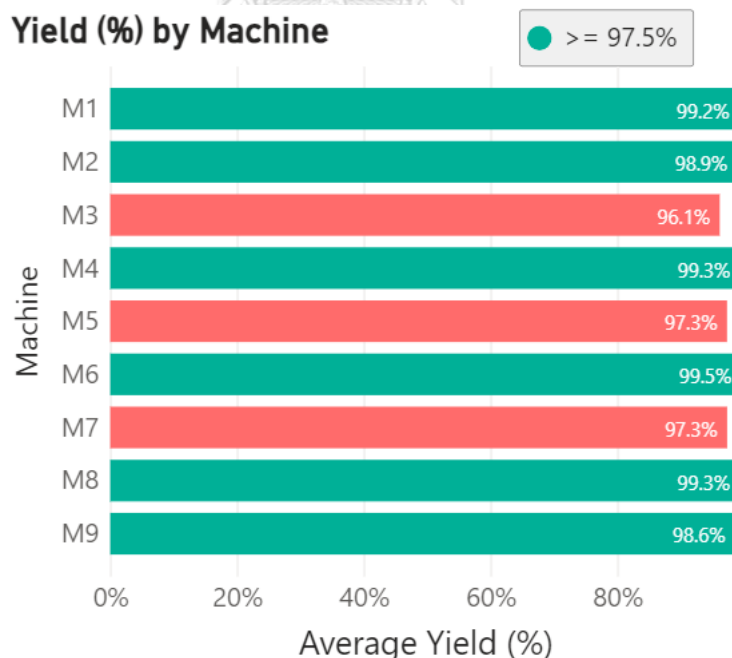
การพัฒนา “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีการออกแบบระบบโดยสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบผลลัพธ์ การออกแบบข้อมูลนำเข้า การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ และการออกแบบการรักษาความปลอดภัย

### 4.2.1 การออกแบบผลลัพธ์ (Output Design)

การออกแบบผลลัพธ์ (Output Design) สำหรับการพัฒนา “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” จะนำเสนอในรูปแบบของตารางและกราฟประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของระบบงานและข้อมูลที่ต้องการนำเสนอหรือเปรียบเทียบ โดยการออกแบบจึงเน้นรูปแบบที่เข้าใจง่าย ตรงตามวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ โดยแบ่งผลลัพธ์เป็น 8 ประเภท ได้แก่

#### 1) รายงานในรูปแบบแผนภูมิแท่ง (Bar Chart)

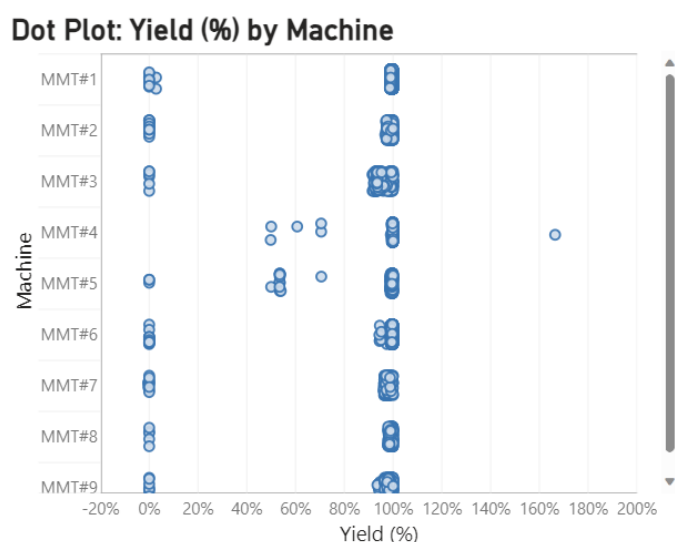
เหมาะสำหรับการแสดงผลข้อมูลตัวแปร 1 มิติ และสามารถลำดับข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ผล เช่น รายงานค่าเฉลี่ยของสัดส่วนผลผลิตรายเครื่องจักร ดังรูปที่ 4-5



รูปที่ 4-5: รายงานค่าเฉลี่ยของสัดส่วนผลผลิตรายเครื่องจักร

## 2) รายงานในรูปแบบแผนภูมิจุด (Dot Plot)

เหมาะสำหรับการแสดงผลข้อมูลตัวแปร 1 มิติ และสามารถแสดงการกระจายตัวของตัวแปรที่ต้องการได้ เช่น รายงานสัดส่วนผลผลิตแต่ละชุดการผลิตรายเครื่องจักร ดังรูปที่ 4-6



รูปที่ 4-6: รายงานสัดส่วนผลผลิตแต่ละชุดการผลิตรายเครื่องจักร

## 3) รายงานในรูปแบบตาราง (Table Report)

เหมาะสำหรับการแสดงผลรายละเอียดข้อมูลของตัวแปรหลายมิติ เพื่อสนับสนุนข้อมูลในรายงานรูปแบบอื่น เช่น รายงานผลผลิตตามเป้าหมาย ดังรูปที่ 4-7

### Yield: Target Achieved

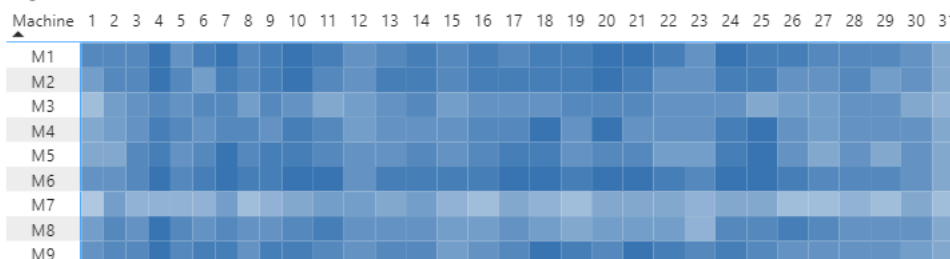
Batch	Lot	Recipe_ID	Yield (%)	Yield (kg)	Target (kg)	IsBatch
110723	35	79800194 5TBCTM6	100.0%	5,068.80	5,068.80	1
80423	75	79800294 M6 1.2	100.0%	10,159.10	10,159.10	1
270423	81	79800294 M65TBCT	100.0%	5,079.30	5,079.30	1
280323	30	79800295 5TBCTM6	100.0%	5,073.10	5,073.10	1
170523	58	79800296 M65TBCT	100.0%	5,129.70	5,129.70	1
160623	53	79800305 5TBCT	100.0%	5,045.50	5,045.50	1
<b>Total</b>			<b>99.6%</b>			<b>2,062</b>

รูปที่ 4-7: รายงานผลผลิตตามเป้าหมาย

#### 4) รายงานในรูปแบบฮีตแมป (Heat Map Report)

เหมาะสำหรับการแสดงผลข้อมูลตัวแปร 2 มิติ โดยมีสีเข้มหมายถึงสัดส่วนของข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด และค่อย ๆ ไล่ระดับสีตามปริมาณที่ลดลง เช่น รายงานจำนวนนับการใช้งานเครื่องจักรในแต่ละวันของเดือน ดังรูปที่ 4-8

#### Operation Date VS Machine

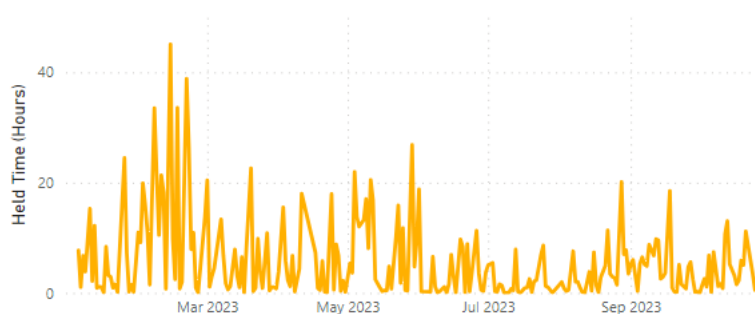


รูปที่ 4-8: รายงานจำนวนนับการใช้งานเครื่องจักรในแต่ละวันของเดือน

#### 5) รายงานในรูปแบบแผนภูมิเส้น (Line Chart)

เหมาะสำหรับการแสดงผลข้อมูลตัวแปร 1 มิติ นิยมใช้ตัวแปรในแกน x ที่เกี่ยวข้องกับช่วงเวลา เพื่อแสดงแนวโน้มตัวแปร y ได้อย่างต่อเนื่อง เช่น รายงานเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงานจากการทำงานของ Interlock ตามรายวัน ดังรูปที่ 4-9

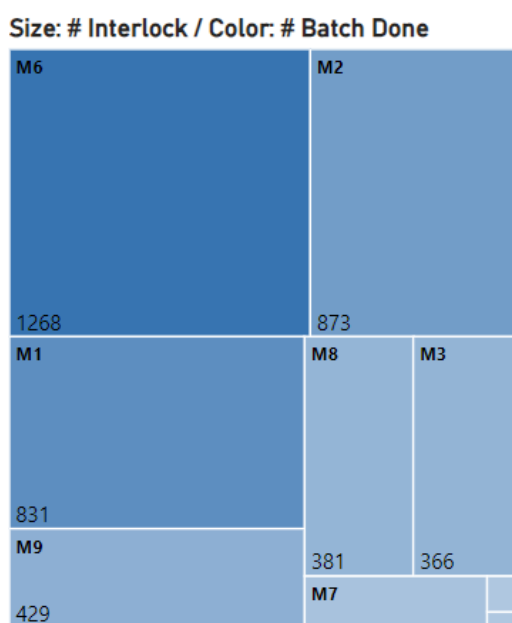
#### Held Time (Hours) over Time



รูปที่ 4-9: รายงานเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงานจากการทำงานของ Interlock ตามรายวัน

## 6) รายงานในรูปแบบทรีแม็ป (Tree Map Report)

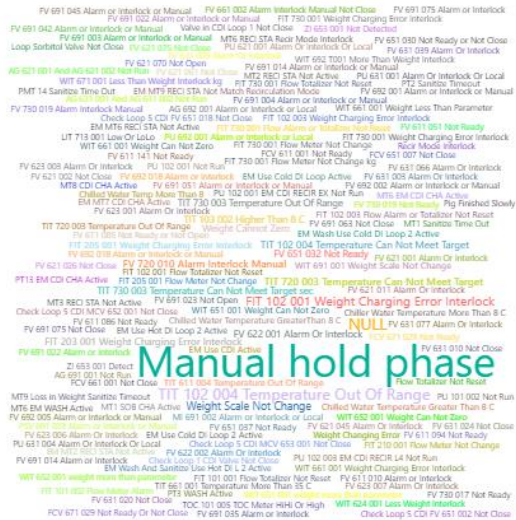
เหมาะสำหรับการแสดงผลข้อมูลตัวแปร 2 มิติ จะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลสองค่าไปพร้อม ๆ กัน โดยมีสีเข้มหมายถึงสัดส่วนของข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด และค่อย ๆ ไล่ระดับสีตามปริมาณที่ลดลง และแสดงในเรื่องของขนาดที่จะเปลี่ยนไปตามตัวเลข หรือปริมาณของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น รายงานจำนวนนับการเกิด Interlock และจำนวนชุดการผลิตที่สำเร็จรายเครื่องจักร ดังรูปที่ 4-10



รูปที่ 4-10: รายงานจำนวนนับการเกิด Interlock และจำนวนชุดการผลิตที่สำเร็จรายเครื่องจักร

### 7) รายงานในรูปแบบแผนภูมิกลุ่มคำ (Word Cloud)

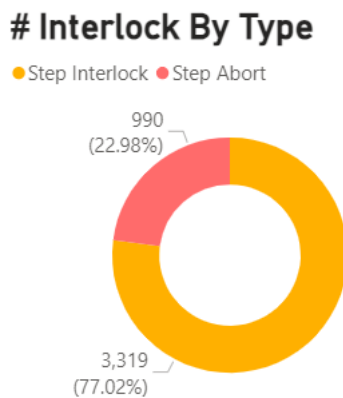
เหมาะสำหรับการแสดงผลข้อมูลตัวแปร 1 มิติ โดยแสดงผลของกลุ่มข้อความที่พบเจอมากที่สุดโดยให้ขนาดของตัวอักษรแสดงสัดส่วนปริมาณของข้อมูลในแต่ละกลุ่มข้อความนั้น ๆ เช่น รายงานสัดส่วนสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร ดังรูปที่ 4-11



รูปที่ 4-11: รายงานสัดส่วนสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร

### 8) รายงานในรูปแบบแผนภูมิโดนัท (Donut Chart)

เหมาะสำหรับการแสดงผลข้อมูลตัวแปร 1 มิติ สามารถแสดงสัดส่วนปริมาณของแต่ละตัวแปรได้ เช่น รายงานจำนวนการเกิด Interlock แยกตามประเภทของ Interlock ดังรูปที่ 4-12



รูปที่ 4-12: รายงานจำนวนการเกิด Interlock แยกตามประเภทของ Interlock



#### 4.2.2 การออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design)

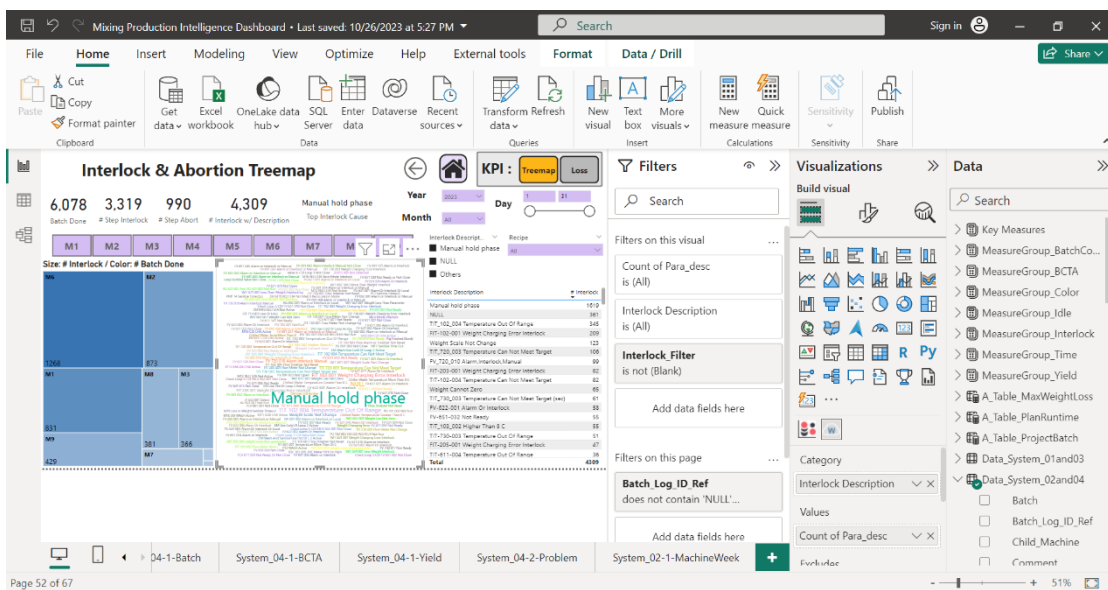
การนำเข้าข้อมูลสำหรับโครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีการนำเข้าข้อมูลสู่คลังข้อมูลโดยขั้นตอนในการนำเข้าจะแบ่งเป็น 5 ส่วน ได้แก่

- 1) การรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ในองค์กรในรูปแบบของ Excel เช่น แผนการผลิตรายสัปดาห์ เพื่อทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานเดียวกันทั้งระบบการจัดการฐานข้อมูล รวมถึงการตั้งเวลารวบรวมข้อมูลอัตโนมัติ โดยการใช้โปรแกรม Alteryx Designer
- 2) การเตรียมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ โดยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำเข้า รวมไปถึงการตัดข้อมูลส่วนเกินออก และเพิ่มการคำนวณตัวแปรที่จำเป็นต่อการแสดงผล เพื่อให้ข้อมูลมีความเกี่ยวข้องและถูกต้องแม่นยำก่อนการนำเข้าสู่เครื่องมือจัดทำรายงาน โดยการส่งออกไฟล์ในรูปแบบ Excel
- 3) นำข้อมูลจาก Excel ที่ได้ทำการส่งออกไฟล์จากโปรแกรม Alteryx Designer เข้าสู่ Microsoft Power BI Desktop
- 4) การเตรียมข้อมูลเครื่องจักรจากฐานข้อมูลขององค์กร โดยการตรวจสอบความจำเป็นของข้อมูลก่อนการเชื่อมต่อ รวมไปถึงการตัดข้อมูลส่วนเกินออก และเพิ่มการคำนวณตัวแปรที่จำเป็นต่อการแสดงผล เพื่อให้ข้อมูลมีความเกี่ยวข้องและถูกต้องแม่นยำก่อนทำการเชื่อมต่อกับ Microsoft Power BI Desktop
- 5) เชื่อมต่อฐานข้อมูล Microsoft SQL Server เข้ากับ Microsoft Power BI Desktop แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลตามที่ออกแบบไว้และจัดทำรายงานต่าง ๆ

### 4.2.3 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface Design)

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface Design) จะนำเสนอบนโปรแกรม Microsoft Power BI Desktop โดยแบ่งออกเป็นส่วนตัว่าง ๆ ได้ดังนี้

- 1) หน้าจอการสร้างรายงาน เป็นหน้าจอแสดงผลการสร้างกราฟที่ต้องการจากแถบเมนู Filters Visualizations และ Data ดังรูปที่ 4-13
- 2) หน้าจอ Dashboard เป็นหน้าจอแสดงผลรวบรวมรายงานต่าง ๆ ไว้หน้าจอเดียว โดยผู้ใช้สามารถเลือกปรับมุมมองได้ตามมิติที่สนใจได้ ดังรูปที่ 4-13



รูปที่ 4-13: หน้าจอการสร้างรายงาน และหน้าจอ Dashboard

#### 4.2.4 การออกแบบการรักษาความปลอดภัย

การพัฒนาระบบคลังข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจการดำเนินธุรกิจนั้นเป็นการนำข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการวางแผนกลยุทธ์ขององค์กรมาใช้ จึงควรมีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลสำหรับผู้ใช้งานตามหน้าที่ความรับผิดชอบที่เหมาะสม ซึ่งการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย จะกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงตามความจำเป็นในการใช้งาน ความเกี่ยวข้องกับหน้าที่ความรับผิดชอบ และการเข้าถึงข้อมูล โดยจะแบ่งกลุ่มกำหนดสิทธิ์สำหรับผู้ใช้งานแตกต่างกันไป มีรายละเอียดของสิทธิ์ในการใช้งานของเจ้าหน้าที่และผู้บริหารของบริษัทต้นแบบ ถึงแม้ว่าโครงการนี้พัฒนาด้วย Microsoft Power BI Desktop ที่ยังไม่สามารถจำกัดสิทธิ์ได้ แต่ผู้พัฒนาได้มีการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยไว้ในกรณีการใช้งานเป็นรูปแบบของ Server ดังนี้

ตารางที่ 4-18: สิทธิ์ในการเข้าถึงระบบ

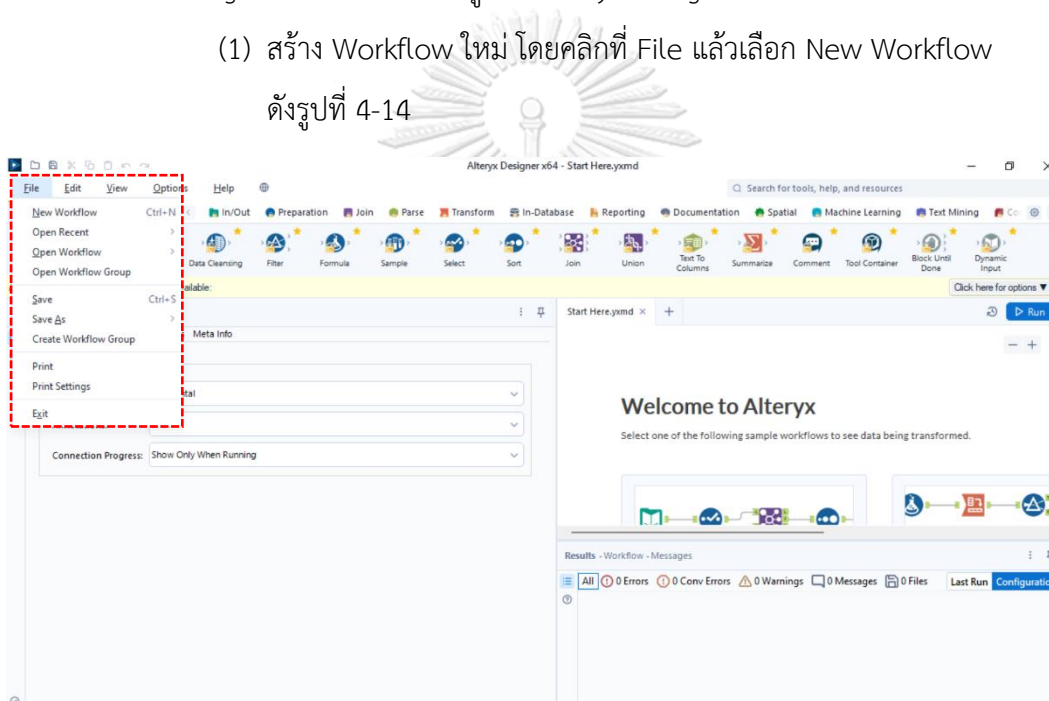
สิทธิ์ในการเข้าถึงระบบ	ผู้อำนวยการฝ่ายผลิต ประเภทของเหลว	ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการ ผสมของเหลว	ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการ บรรจุของเหลว	หัวหน้างานในแต่ละ สายการผลิต	พนักงานประจำเครื่องจักร
ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต	✓	✓	✓	✓	-
ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของ เครื่องจักร	✓	✓	✓	✓	-
ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร	✓	✓	✓	✓	-
ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต	✓	✓	✓	✓	-
ระบบวิเคราะห์ความผิดปกติของน้ำหนัก วัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต	-	✓	✓	✓	-

### 4.3 การติดตั้งและพัฒนาระบบ

สำหรับการติดตั้งและพัฒนาระบบ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีขั้นตอนดังนี้

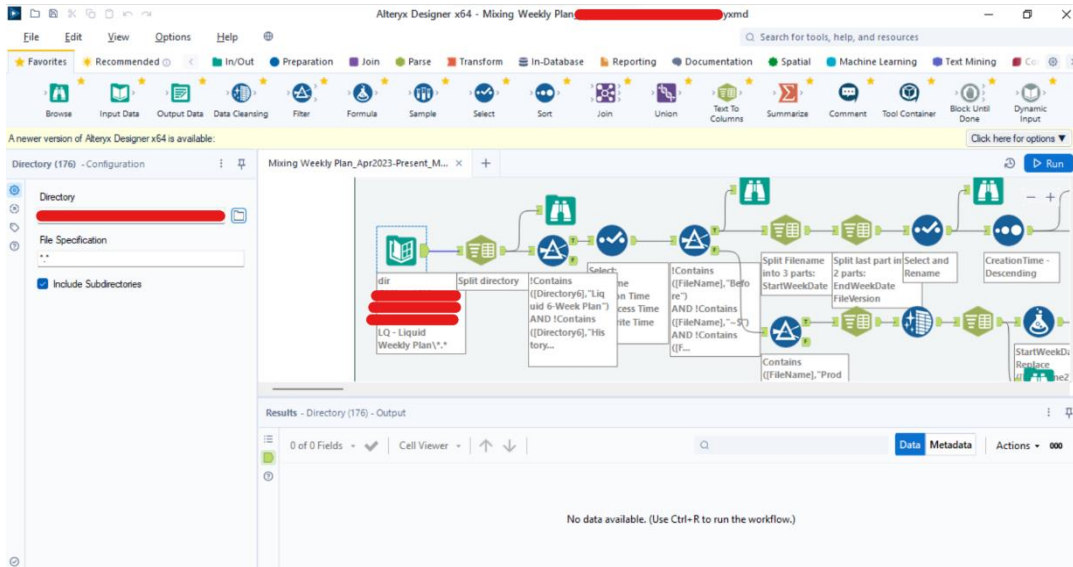
- 1) การติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ใช้งานในระบบ โปรแกรมที่นำมาใช้งานของโครงการนี้ ประกอบด้วย Alteryx Designer, Microsoft SQL Server และ Microsoft Power BI Desktop ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 10
- 2) การจัดการเตรียมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ในองค์กรในรูปแบบ Excel โดยใช้ Alteryx Designer ซึ่งการเตรียมข้อมูลใน Alteryx Designer มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) สร้าง Workflow ใหม่ โดยคลิกที่ File แล้วเลือก New Workflow ดังรูปที่ 4-14



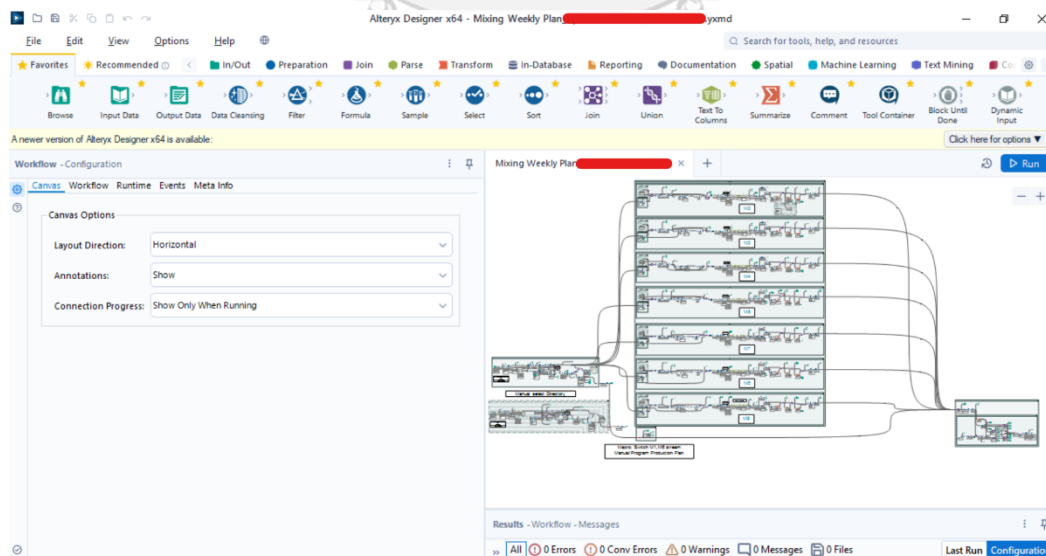
รูปที่ 4-14: การสร้าง Workflow ใหม่ใน Alteryx Designer

(2) ใช้ Input Data Module เพื่อรวบรวมข้อมูลในรูปแบบ Excel จาก File Path ที่ต้องการ ดังรูปที่ 4-15



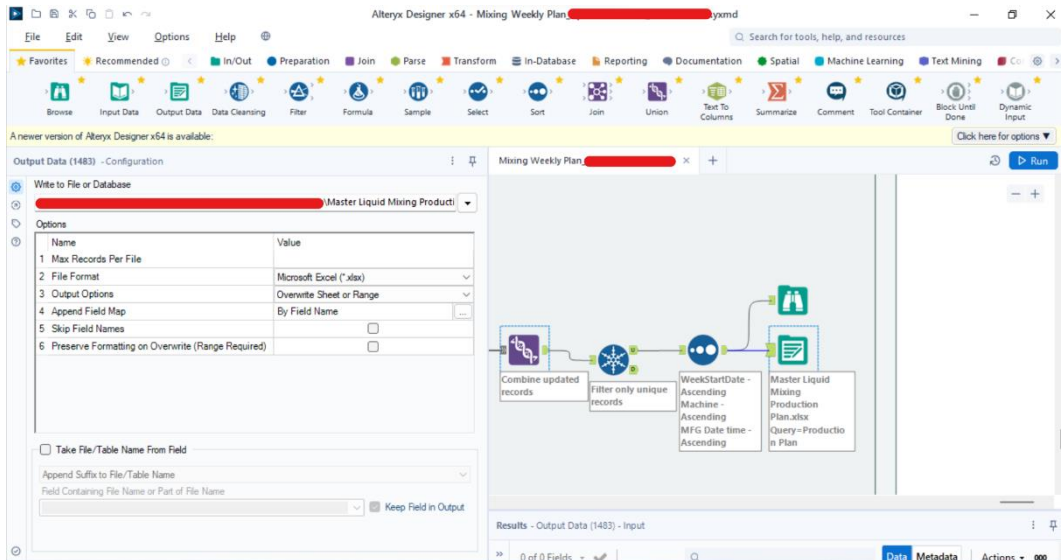
รูปที่ 4-15: หน้าจอการใช้ Input Data Module

(3) ทำการเตรียมข้อมูล โดยการใช Module ต่าง ๆ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล รวมไปถึงการตัดข้อมูลส่วนเกินออก และเพิ่มการคำนวณตัวแปรที่จำเป็นต่อการแสดงผล ดังรูปที่ 4-16



รูปที่ 4-16: หน้าจอการใช้ Module ต่าง ๆ ร่วมกันเพื่อเตรียมข้อมูล

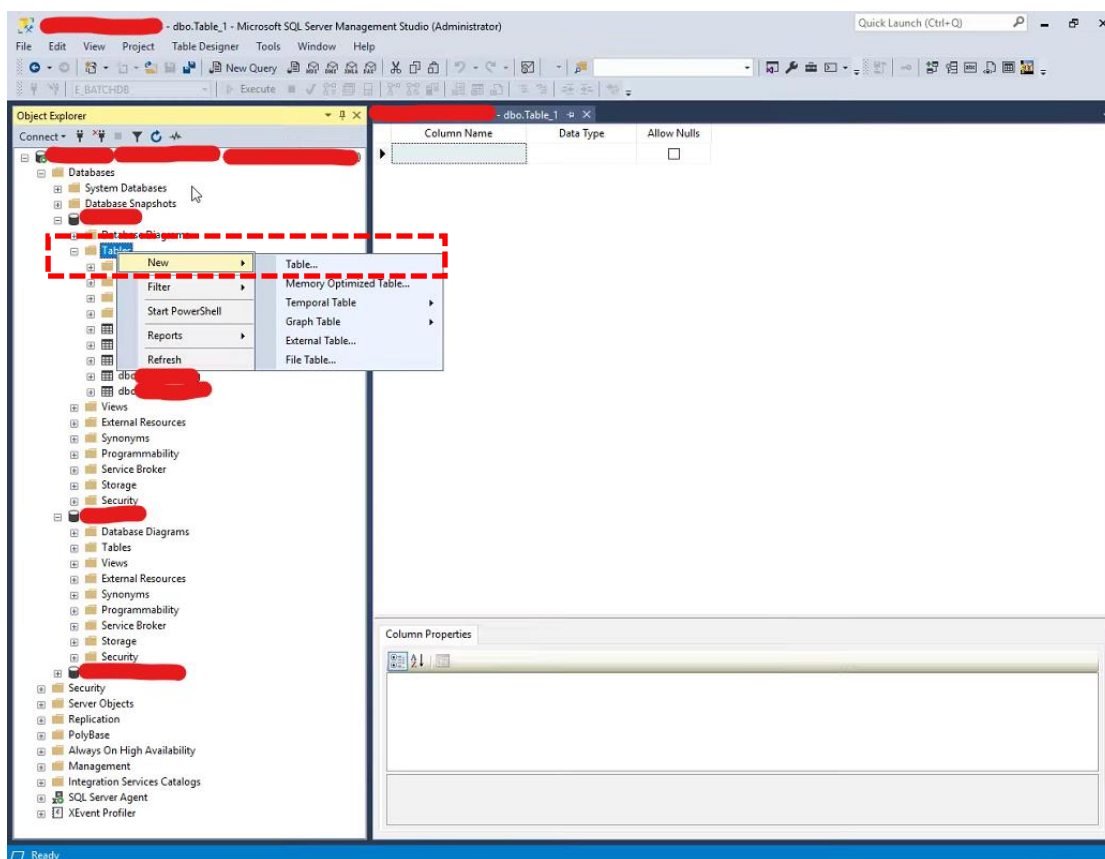
(4) ใช้ Output Data Module เพื่อส่งออกไฟล์ในรูปแบบ Excel ดังรูปที่ 4-17



รูปที่ 4-17: หน้าจอการใช้ Output Data Module

3) การจัดการและนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลผู้ดูแลระบบจะต้องดำเนินการ Connect to Server เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเตรียมข้อมูลในฐานข้อมูล ซึ่งการเตรียมข้อมูลในฐานข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) สร้าง Table ใหม่ในฐานข้อมูลเครื่อง โดยคลิกขวาที่ Tables ในฐานข้อมูลเครื่องจักร เลือก New จากนั้นเลือก Table... ดังรูปที่ 4-18
- (2) สร้าง Table โดยใส่ข้อมูลหัวข้อ Column Name, Data Type และ Allow Nulls ตามชื่อหัวข้อใน Star Schema ของแต่ละระบบ



รูปที่ 4-18: หน้าจอการสร้าง Table ใหม่ในฐานข้อมูลเครื่องจักร

- (3) จัดเตรียมข้อมูล ตรวจสอบความจำเป็นของข้อมูล รวมไปถึงการตัดข้อมูลส่วนเกินออก และเพิ่มการคำนวณตัวแปรที่จำเป็นต่อการแสดงผล แล้วนำข้อมูลเข้าสู่ Table ที่สร้างไว้ในฐานข้อมูลเครื่องจักร ดังรูปที่ 4-19

The screenshot displays the Microsoft SQL Server Management Studio interface. The Object Explorer on the left shows a server instance with various databases and tables. The central query window shows the following SQL code:

```

350 },
351 AllCombinations AS (
352     SELECT d.[Date], m.Parent_Machine AS Machine
353     FROM DataTable d
354     CROSS JOIN DistinctMachines m
355 )
356
357 INSERT INTO
358 SELECT
359     ac.[Date],
360     ISNULL(1.[Parent_Machine], ac.Machine) AS [Parent_Machine],
361     [Recipe_ID],
362     ISNULL(1.[Batch_Log_ID_Ref], 'NULLM'+RIGHT(ac.Machine,1)+CONVERT(VARCHAR,ac.[Date],112)) AS [Batch_Log_ID],
363     [Batch], [Lot], [Run_Time], [Held_Time],
364     ISNULL(1.[Run_Time_Decimal], 0) AS [Run_Time_Decimal],
365     ISNULL(1.[Held_Time_Decimal], 0) AS [Held_Time_Decimal],
366     [Previous_MFG_DateTime], [Previous_Finished_DateTime], [MFG_DateTime], [Finished_DateTime],
367     [DayOfWeek_MFG], [DayOfWeek_Finished], [DayOfWeek_Finished_3n],
368     ISNULL(1.Finished_Date_3n, ac.[Date]) AS Finished_Date_3n,
369     HourOfDay_MFG,
370     ISNULL(1.[Time_Diff_Previous_Batch], 0) AS [Time_Diff_Previous_Batch],
371     [Batch_Status],
372     ISNULL(1.[Flag_Batch_Count], 0) AS [Flag_Batch_Count],
373     ISNULL(1.[Flag_Batch_Abort], 0) AS [Flag_Batch_Abort].

```

The Results window below the query shows the following data:

	Date	Parent_Machine	Recipe_ID	Batch_Log_ID_Ref	Batch	Lot	Run_Time	Held_Time	Run_Time_Decimal	Held_Time_Decimal	
1	2022-10-01	MMT#1	NULL	NULLM120221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
2	2022-10-01	MMT#2	NULL	NULLM220221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
3	2022-10-01	MMT#3	NULL	NULLM320221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
4	2022-10-01	MMT#4	NULL	NULLM420221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
5	2022-10-01	MMT#5	NULL	NULLM520221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
6	2022-10-01	MMT#6	NULL	NULLM620221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
7	2022-10-01	MMT#7	NULL	NULLM720221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
8	2022-10-01	MMT#8	NULL	NULLM820221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
9	2022-10-01	MMT#9	NULL	NULLM920221001	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
10	2022-10-02	MMT#1	NULL	NULLM120221002	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
11	2022-10-02	MMT#2	NULL	NULLM220221002	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
12	2022-10-02	MMT#3	NULL	NULLM320221002	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
13	2022-10-02	MMT#4	NULL	NULLM420221002	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
14	2022-10-02	MMT#5	NULL	NULLM520221002	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
15	2022-10-02	MMT#6	NULL	NULLM620221002	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
16	2022-10-02	MMT#7	NULL	NULLM720221002	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	
17	2022-10-02	MMT#8	NULL	NULLM820221002	NULL	NULL	NULL	NULL	0.0000	0.0000	

The status bar at the bottom indicates: Query executed successfully. 00:00:06 8,702 rows

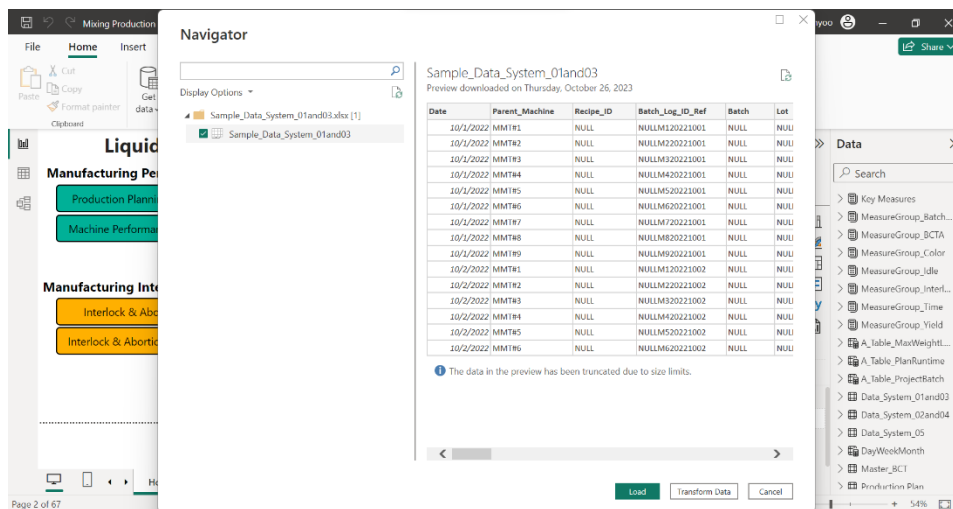
รูปที่ 4-19: หน้าจอการนำข้อมูลเข้าสู่ Table ที่สร้างไว้ในฐานข้อมูลเครื่องจักร



#### 4.4 การเชื่อมต่อข้อมูลจากฐานข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบคลังข้อมูล

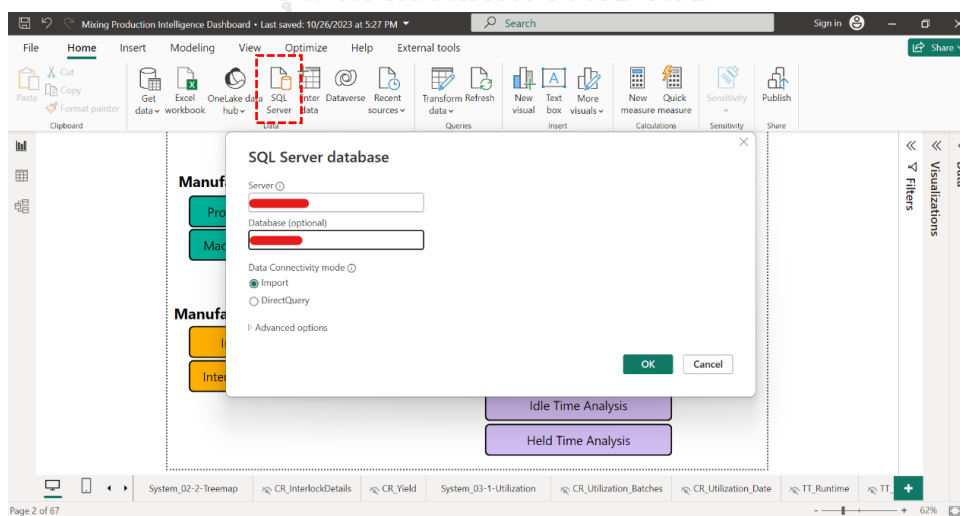
การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลกับระบบเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาและแสดงผลธุรกิจอัจฉริยะ โดยนำข้อมูลจากการส่งออกไฟล์ในรูปแบบ Excel จาก Alteryx Designer และนำฐานข้อมูลของแต่ละระบบที่สร้างใน Microsoft SQL Server มาเชื่อมต่อกับโปรแกรม Microsoft Power BI Desktop ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาและแสดงผลธุรกิจอัจฉริยะ มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เชื่อมต่อกับไฟล์ Excel จากการส่งออกไฟล์จาก Alteryx Designer ดังรูปที่ 4-20



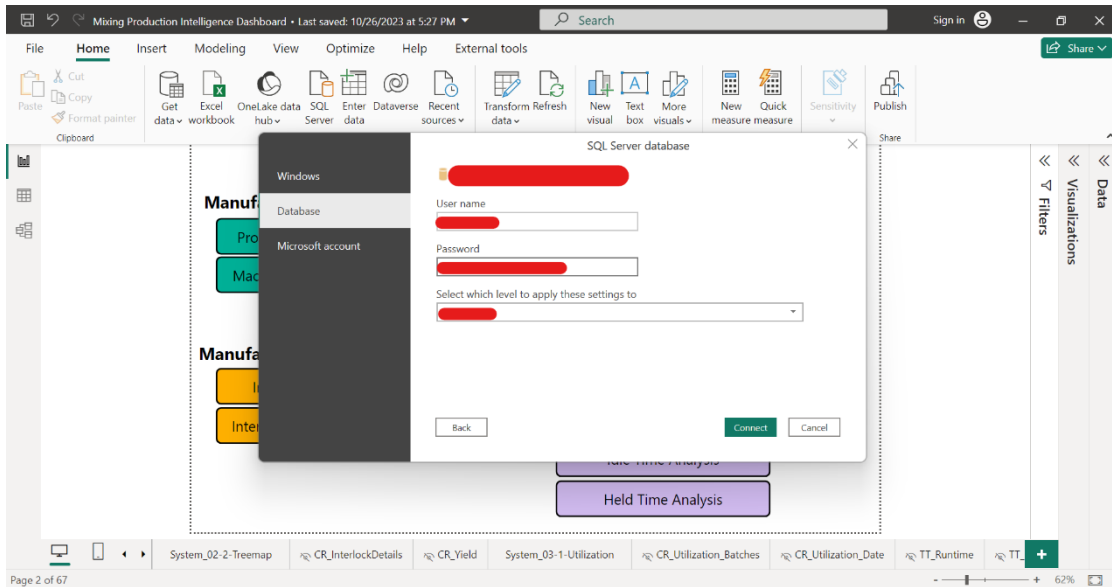
รูปที่ 4-20: หน้าจอการนำเข้าข้อมูลจากไฟล์รูปแบบ Excel

- 2) เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลจากการนำเข้าข้อมูลจาก Microsoft SQL Server ดังรูปที่ 4-21



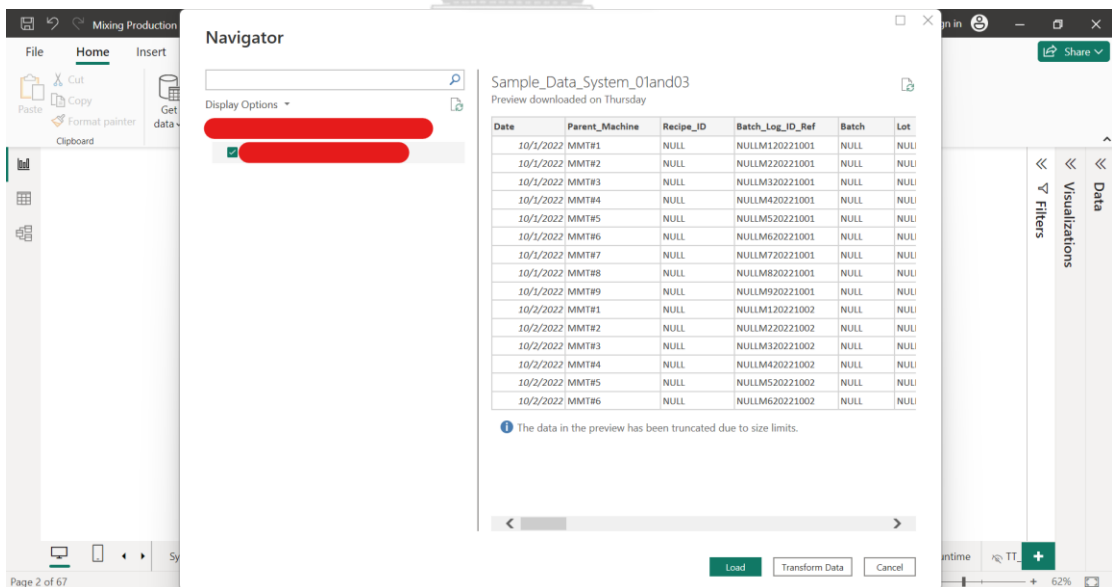
รูปที่ 4-21: หน้าจอการนำเข้าข้อมูลจาก Microsoft SQL Server

3) ใส่ข้อมูลยืนยันตัวตน เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเครื่องจักร ดังรูปที่ 4-22



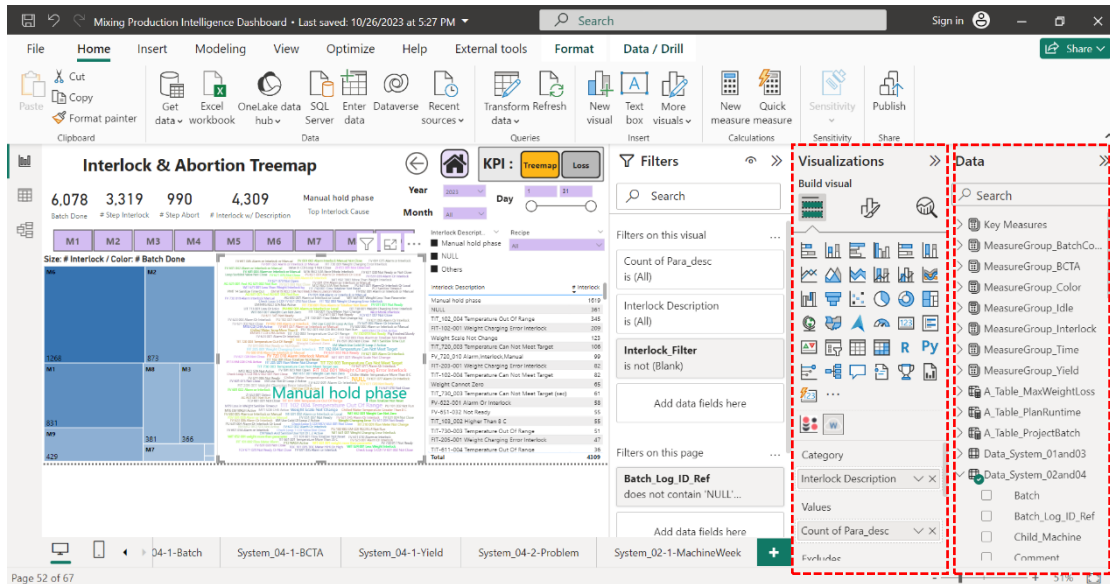
รูปที่ 4-22: หน้าจอเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

4) เลือก Table ที่สร้างไว้ในฐานข้อมูลเครื่องจักร ดังรูปที่ 4-23



รูปที่ 4-23: หน้าจอการเลือก Table ในฐานข้อมูลที่ต้องการเชื่อมต่อ

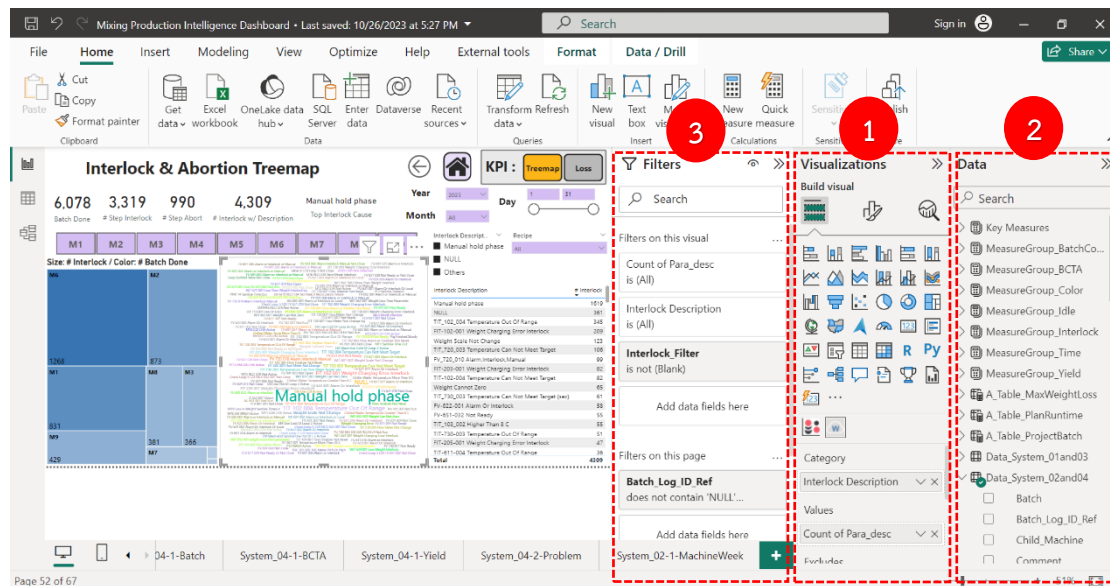
- 5) เมื่อนำเข้าข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลในแถบ Data และใช้แถบ Visualizations เพื่อสร้างกราฟรายงานได้ ดังรูปที่ 4-24



รูปที่ 4-24: หน้าจอการสร้างรายงาน

## 4.5 การสร้างรายงาน

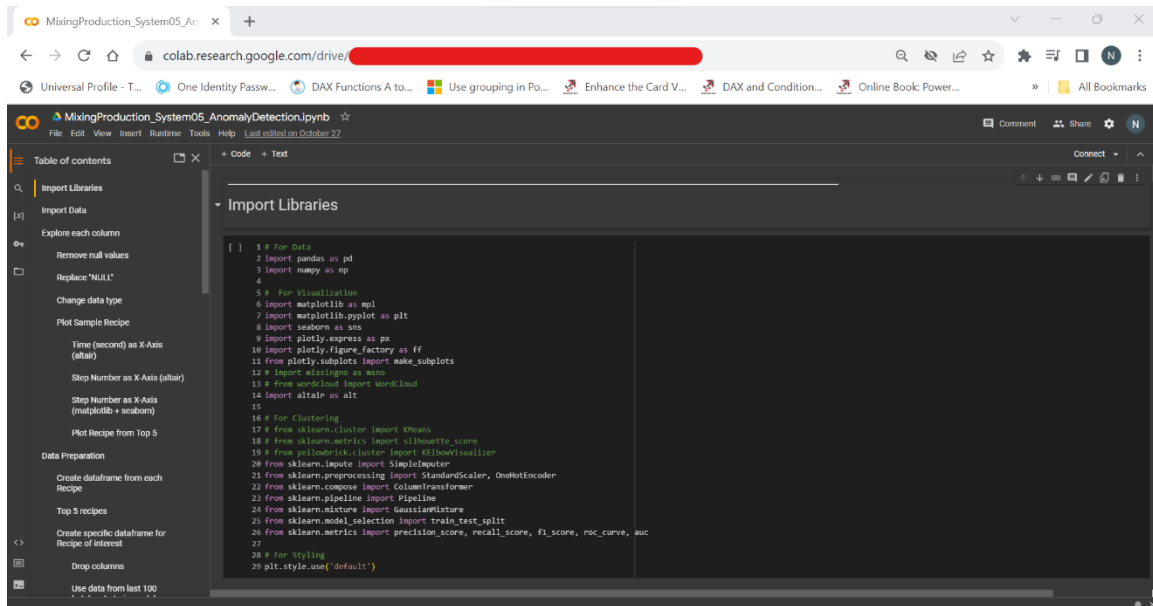
### 4.5.1 การสร้างรายงานผ่าน Microsoft Power BI Desktop มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 4-25: หน้าจอการสร้างรายงาน Microsoft Power BI Desktop

- 1) เลือกประเภทกราฟที่ต้องการสร้าง
- 2) เลือกข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้สร้างกราฟ ลากมาไว้ในส่วนที่ต้องการ เช่น Category, Values, X-Axis, Legend หรืออื่น ๆ ตามประเภทของกราฟ
- 3) เลือก Filter แสดงผลทั้งแดชบอร์ดหรือเฉพาะกราฟที่ต้องการ

## 4.5.2 การสร้างรายงานผ่านโปรแกรม Google Colab มีขั้นตอนดังนี้



```

1 # For Data
2 import pandas as pd
3 import numpy as np
4
5 # For Visualization
6 import matplotlib.pyplot as plt
7 import seaborn as sns
8 import plotly.express as px
9 import plotly.figure_factory as ff
10 from plotly.subplots import make_subplots
11 # Import missing as memo
12 # from wordcloud import WordCloud
13 import altair as alt
14
15
16 # For Clustering
17 from sklearn.cluster import DBSCAN
18 # from sklearn.metrics import silhouette_score
19 # from sklearn.metrics import silhouette_score
20 from sklearn.impute import SimpleImputer
21 from sklearn.preprocessing import StandardScaler, OneHotEncoder
22 from sklearn.compose import ColumnTransformer
23 from sklearn.pipeline import Pipeline
24 from sklearn.mixture import GaussianMixture
25 from sklearn.model_selection import train_test_split
26 from sklearn.metrics import precision_score, recall_score, f1_score, roc_curve, auc
27
28 # For Styling
29 plt.style.use('default')

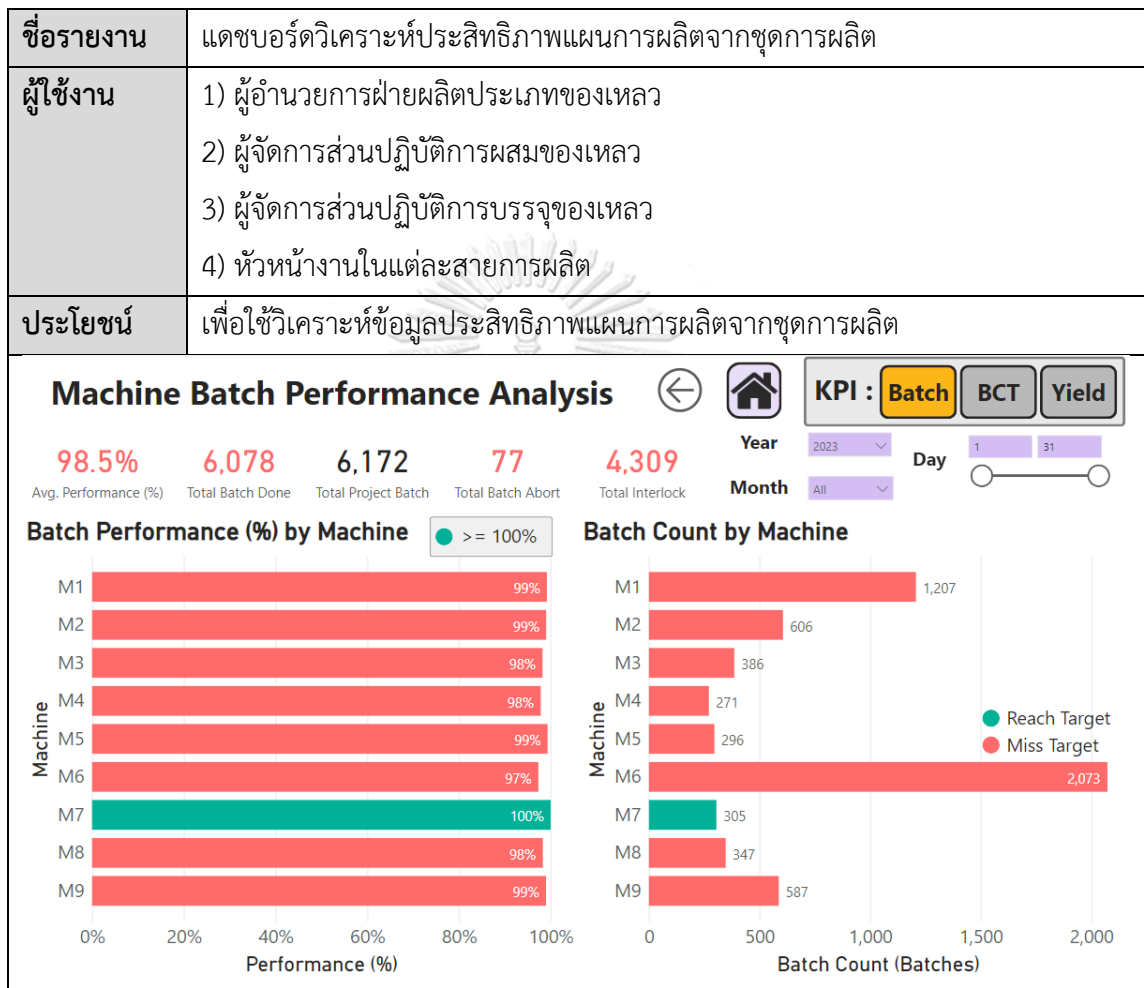
```

รูปที่ 4-26: หน้าจอการสร้างรายงานผ่าน Google Colab

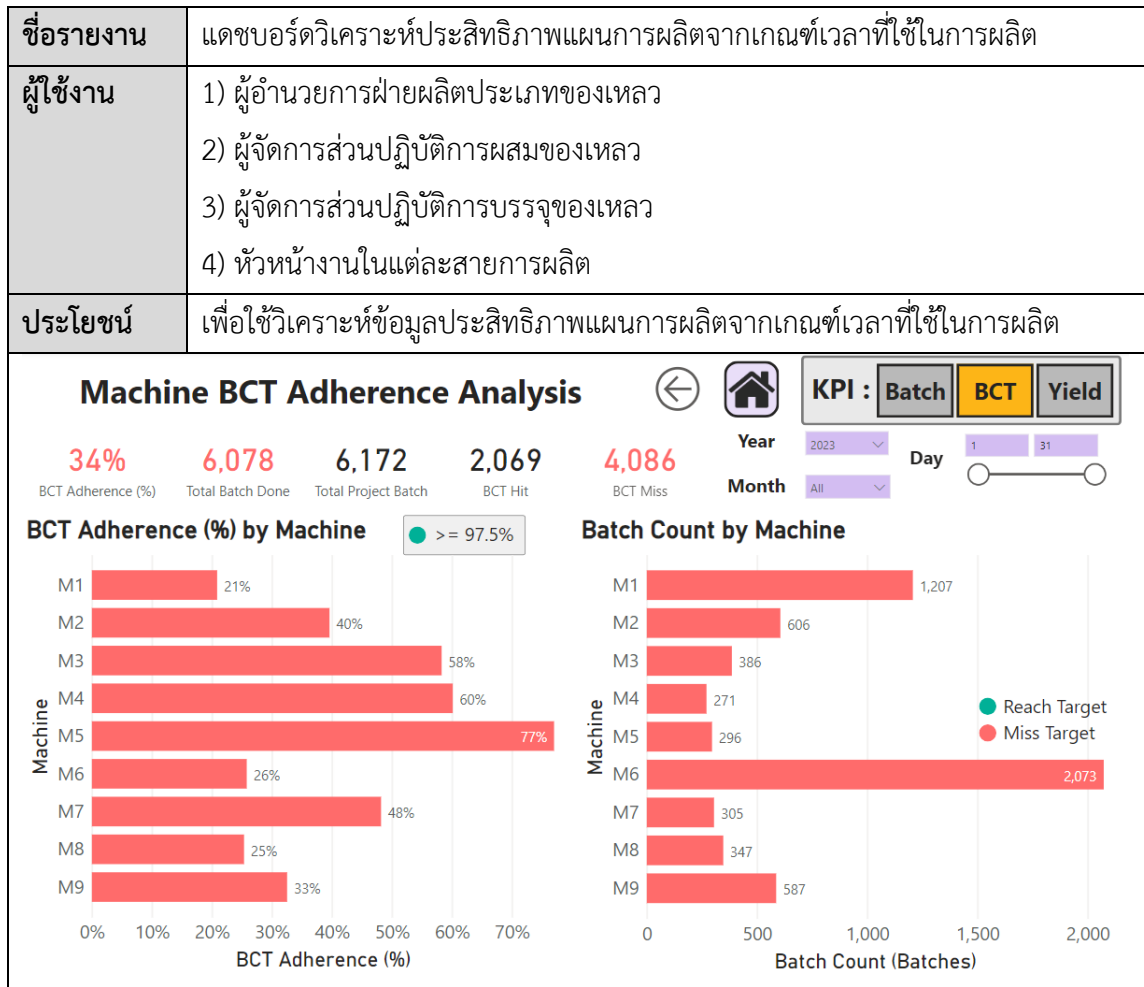
- 1) Import Library ที่จำเป็นต้องใช้
- 2) นำเข้าข้อมูลลงระบบโดยการเขียนคำสั่ง
- 3) ทำความสะอาดข้อมูล
- 4) พัฒนาตัวแปรใหม่ที่เหมาะสม
- 5) ทดสอบโมเดล
- 6) วัดผลประสิทธิภาพโมเดล
- 7) สรุปผลที่ได้เพื่อเขียนรายงาน

#### 4.5.3 ตัวอย่างรายงานจาก Microsoft Power BI Desktop มีดังนี้

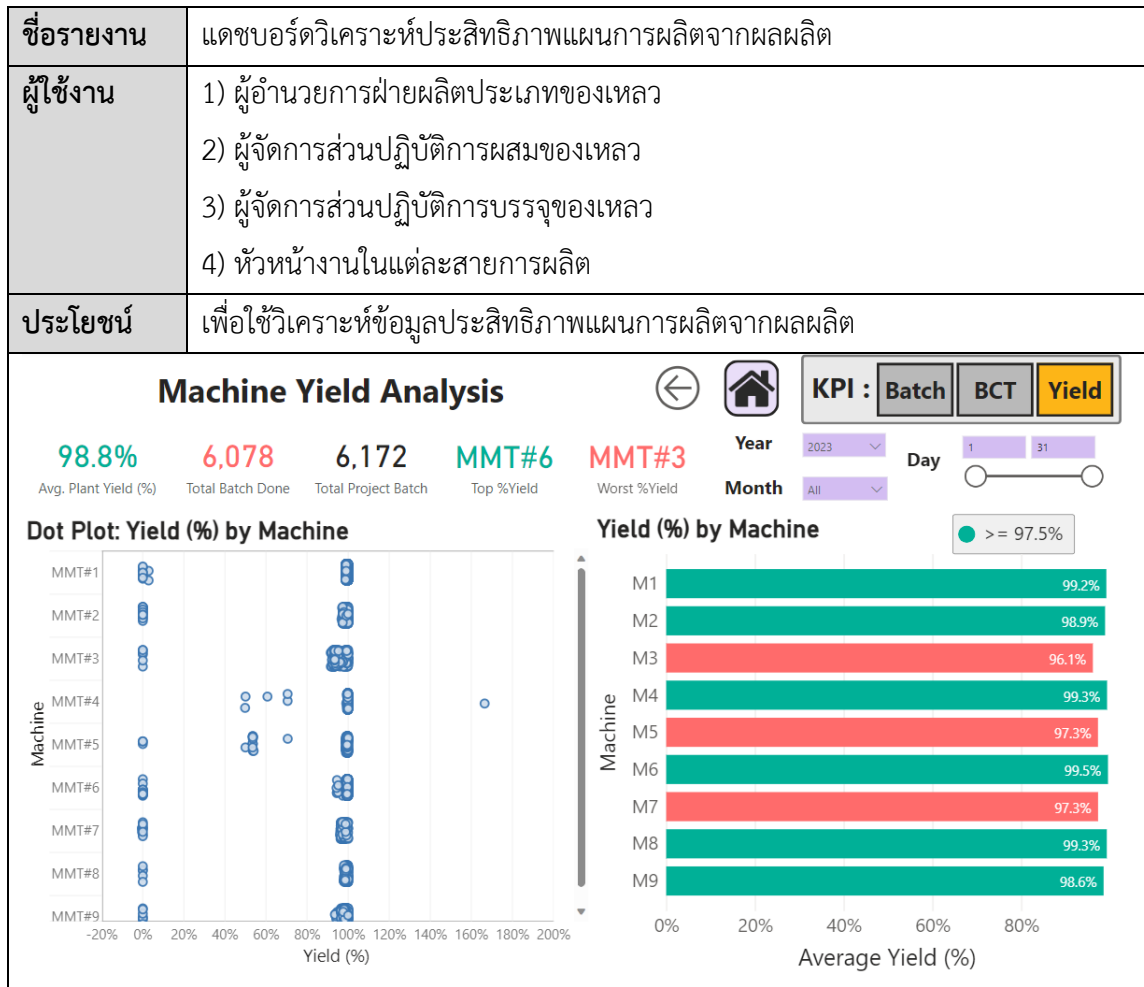
- 1) ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)



รูปที่ 4-27: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากชุดการผลิต

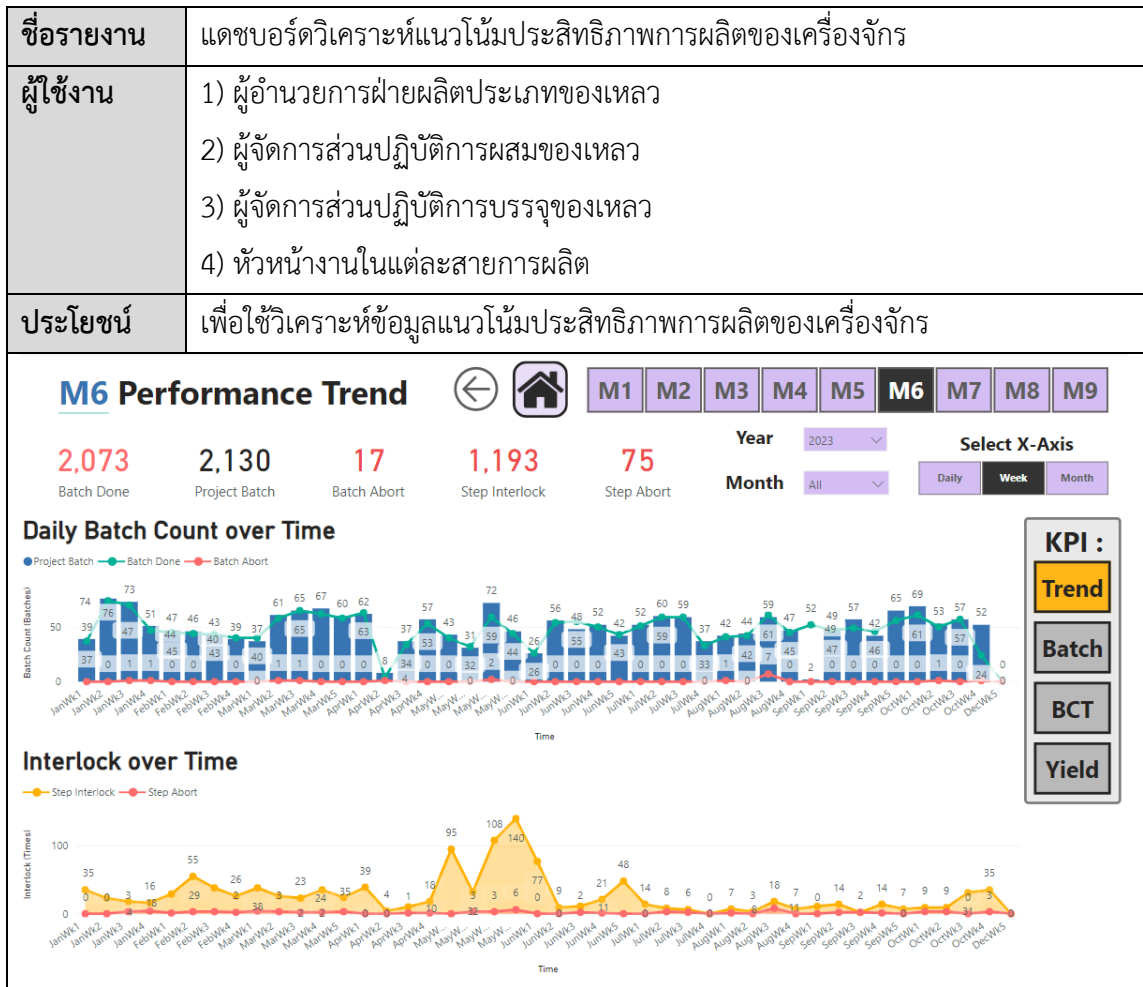


รูปที่ 4-28: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต

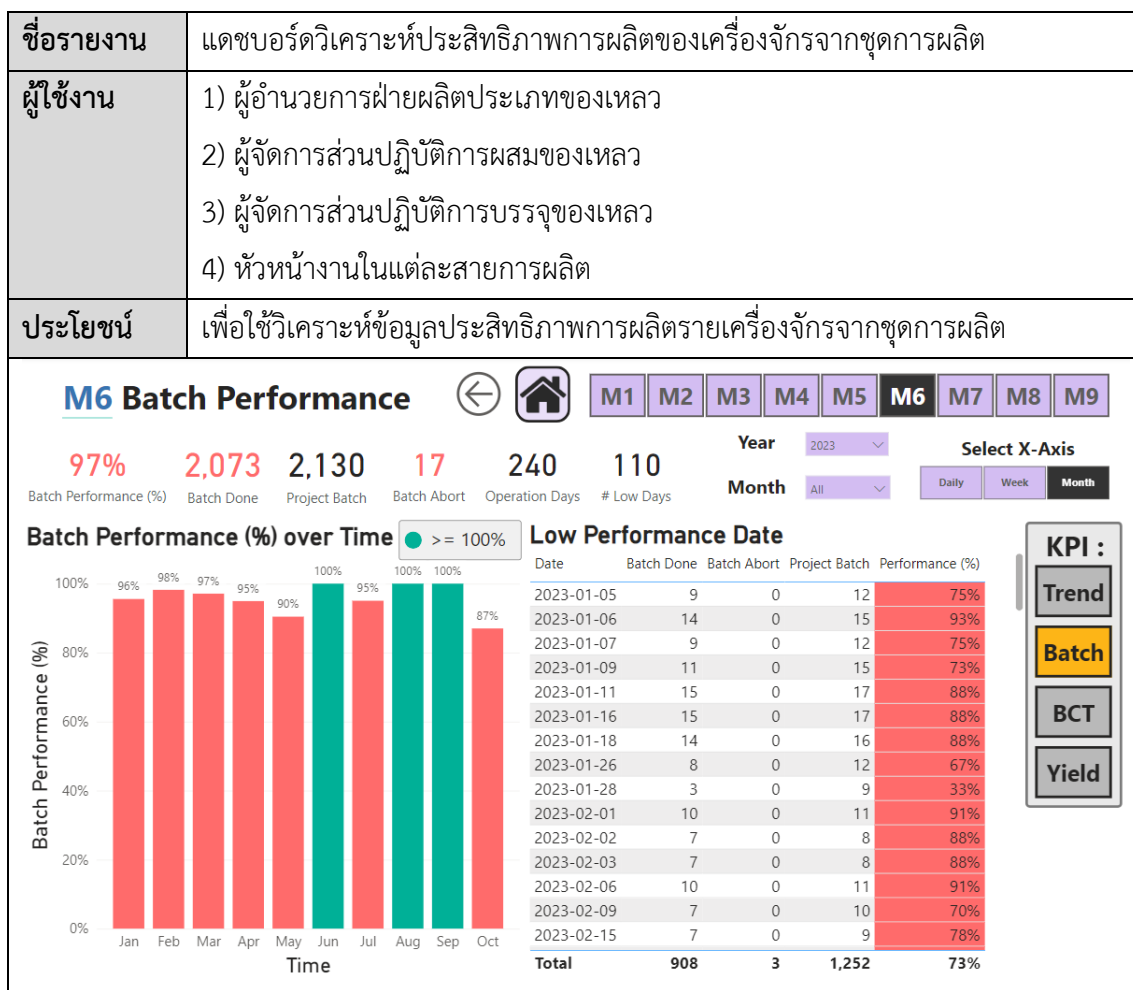


รูปที่ 4-29: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากผลผลิต

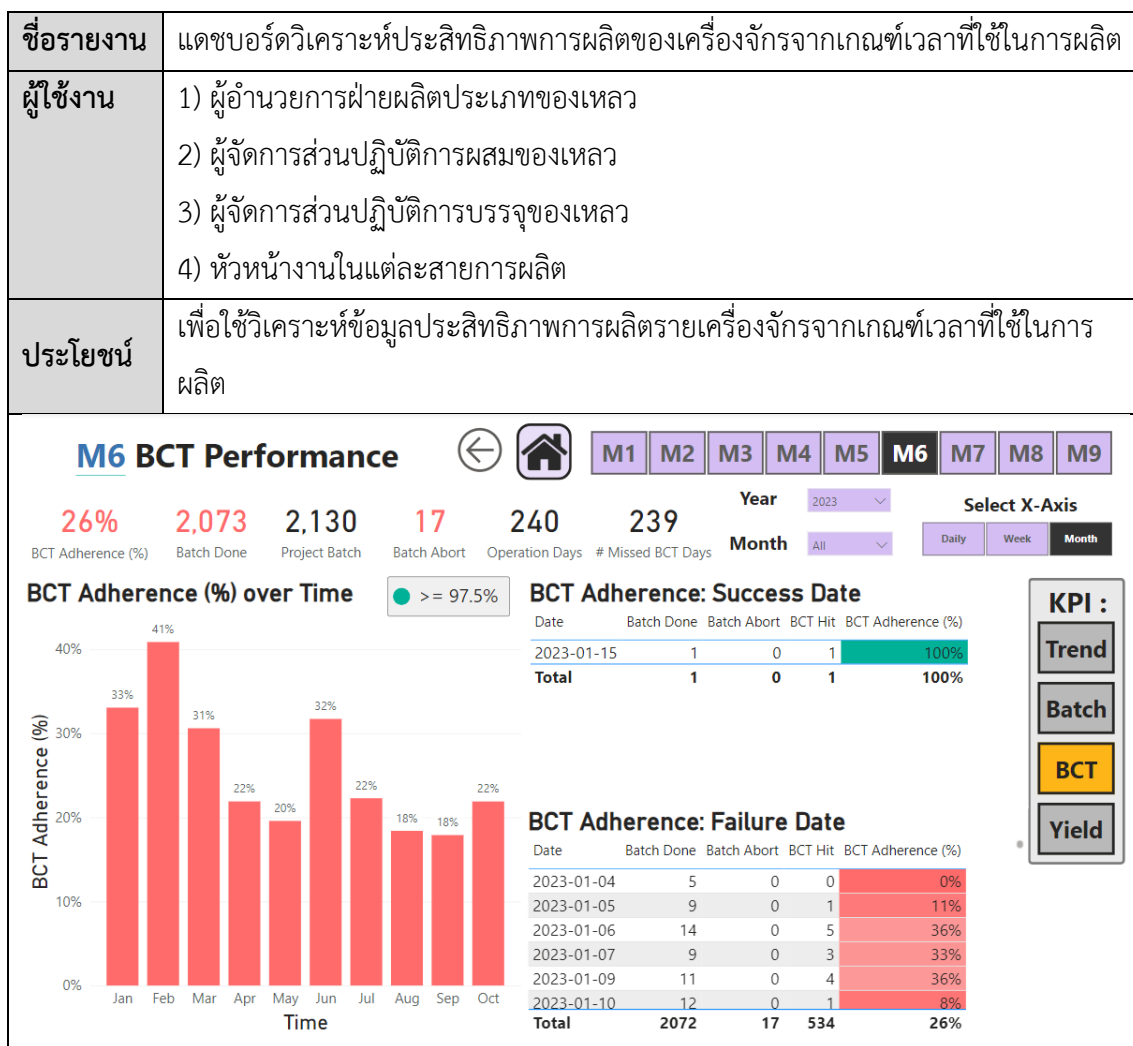




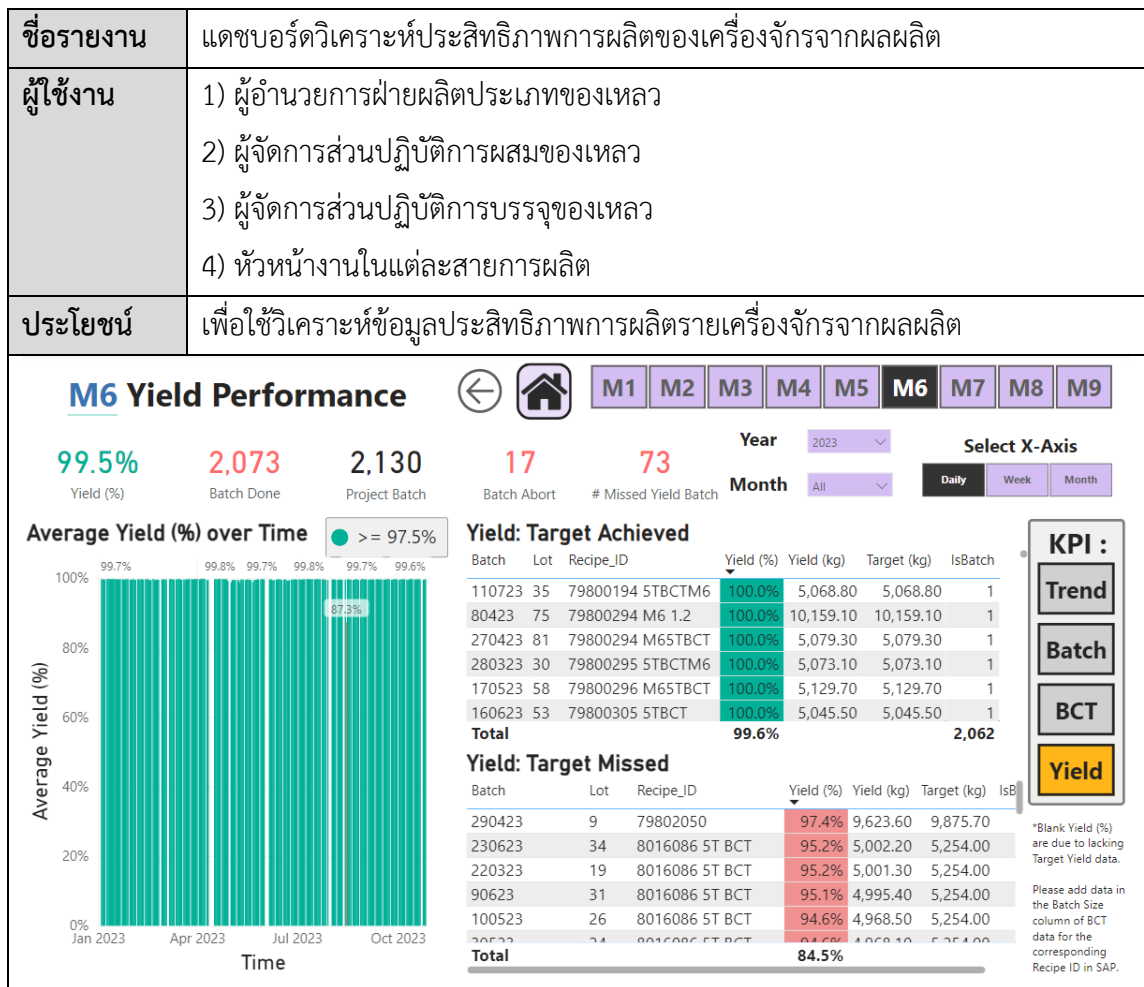
รูปที่ 4-30: แดชบอร์ดวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร



รูปที่ 4-31: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากชุดการผลิต

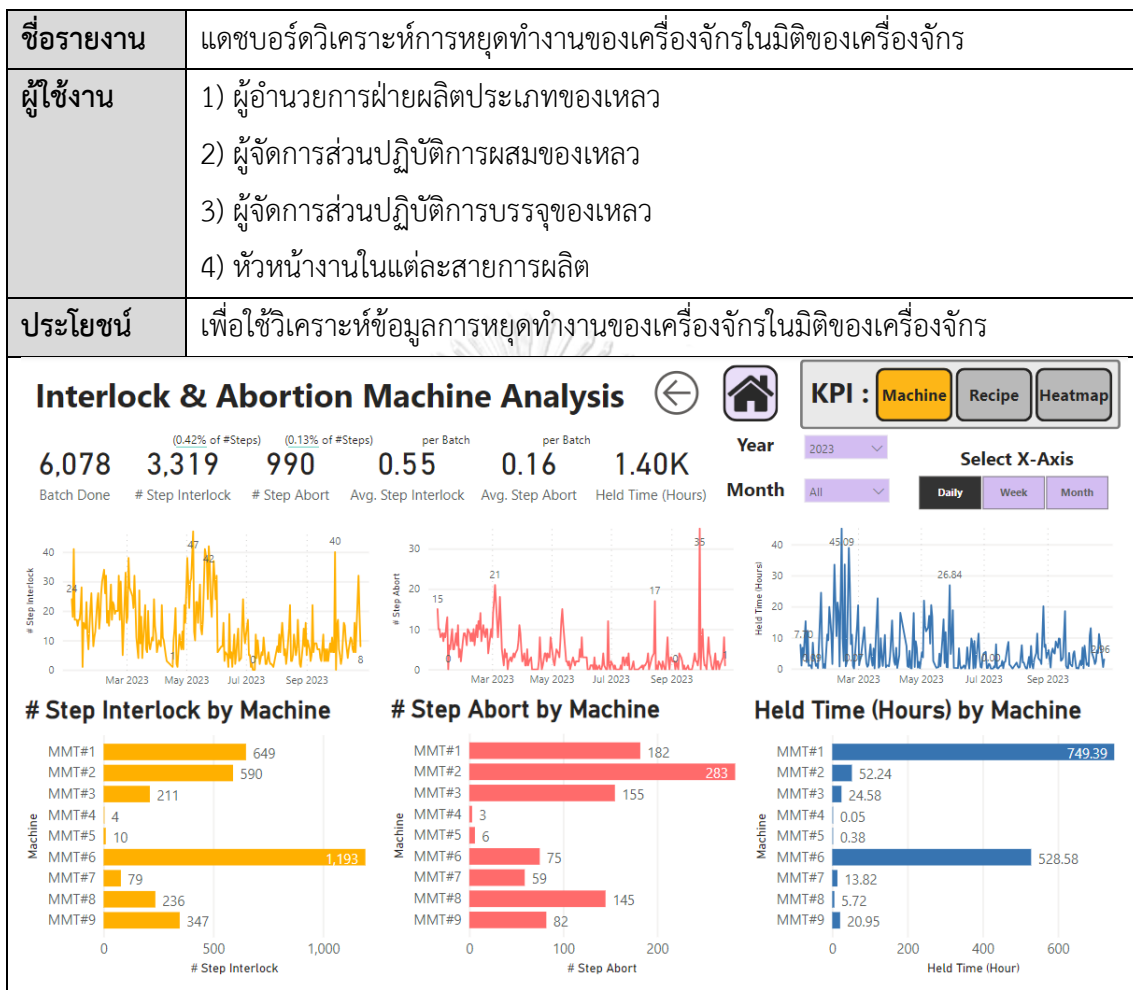


รูปที่ 4-32: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต

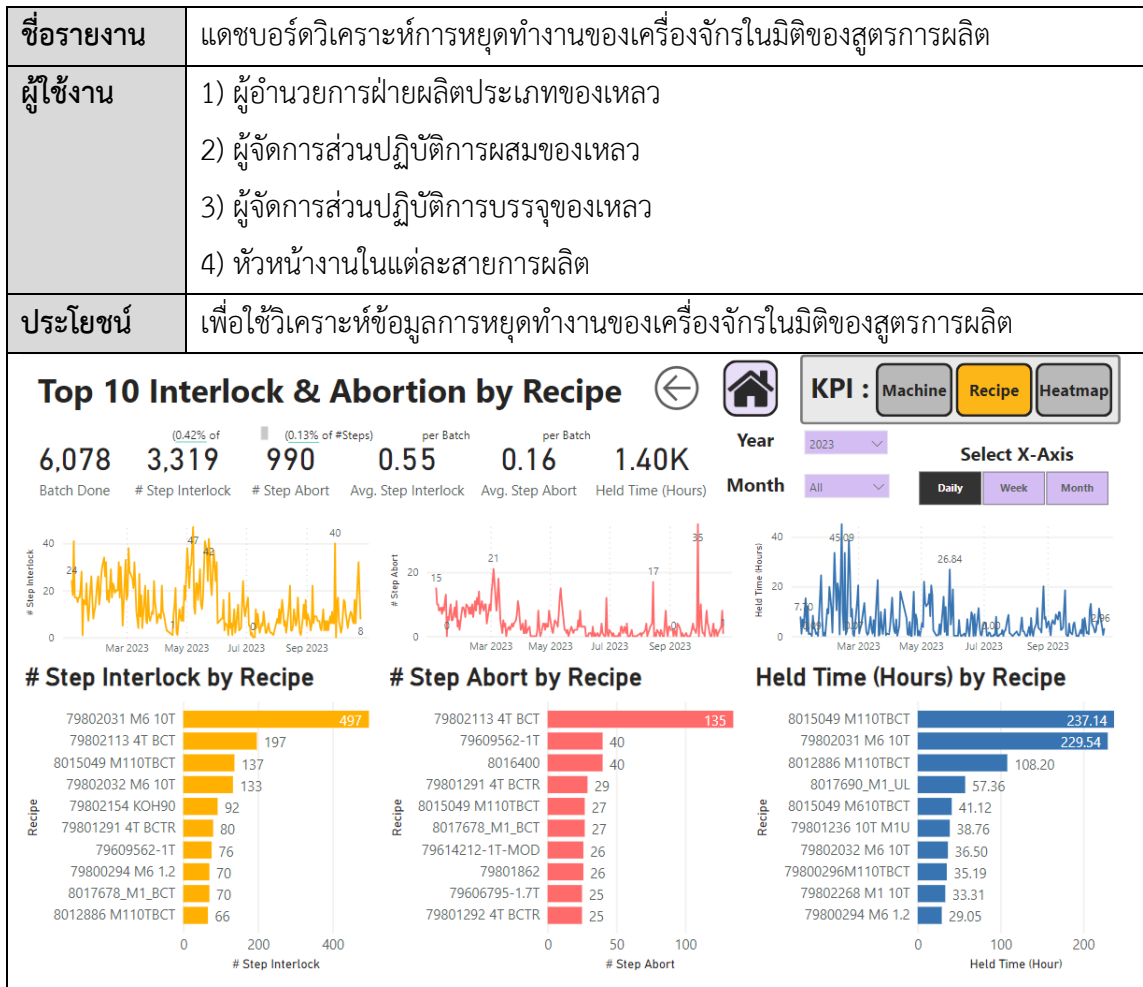


รูปที่ 4-33: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากผลผลิต

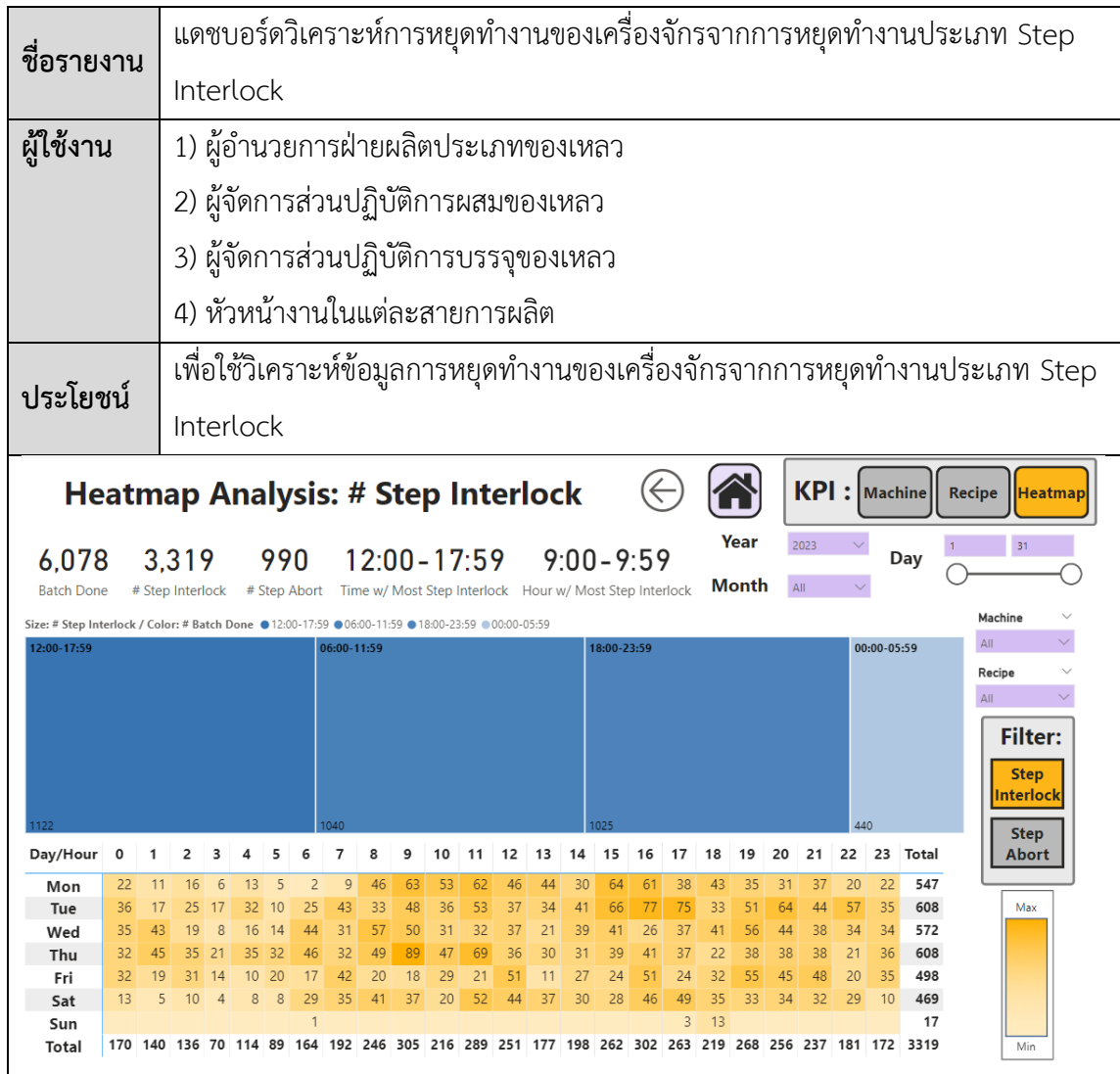
- 2) ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)



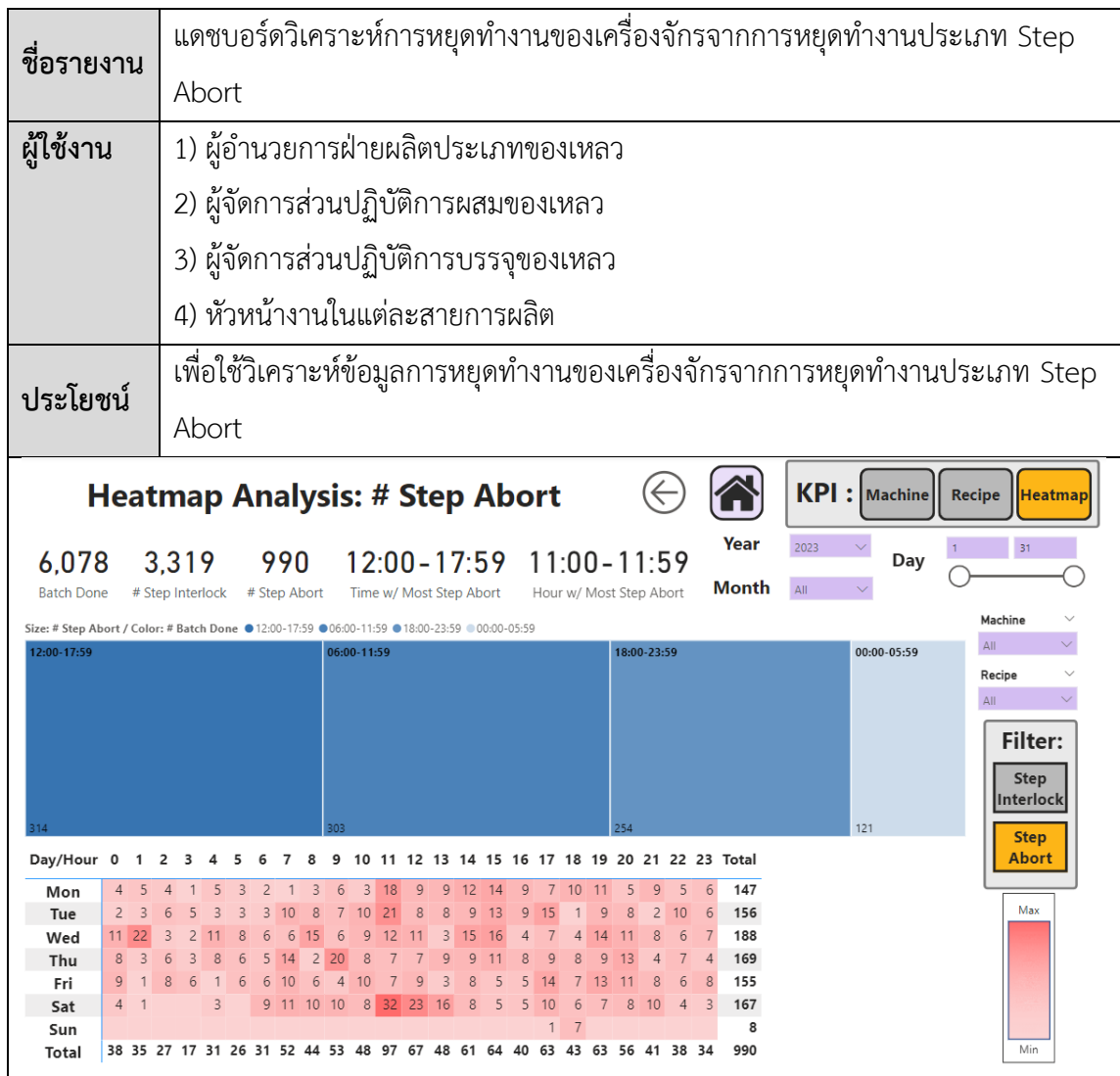
รูปที่ 4-34: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรในมิติของเครื่องจักร



รูปที่ 4-35: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรในมิติของสูตรการผลิต



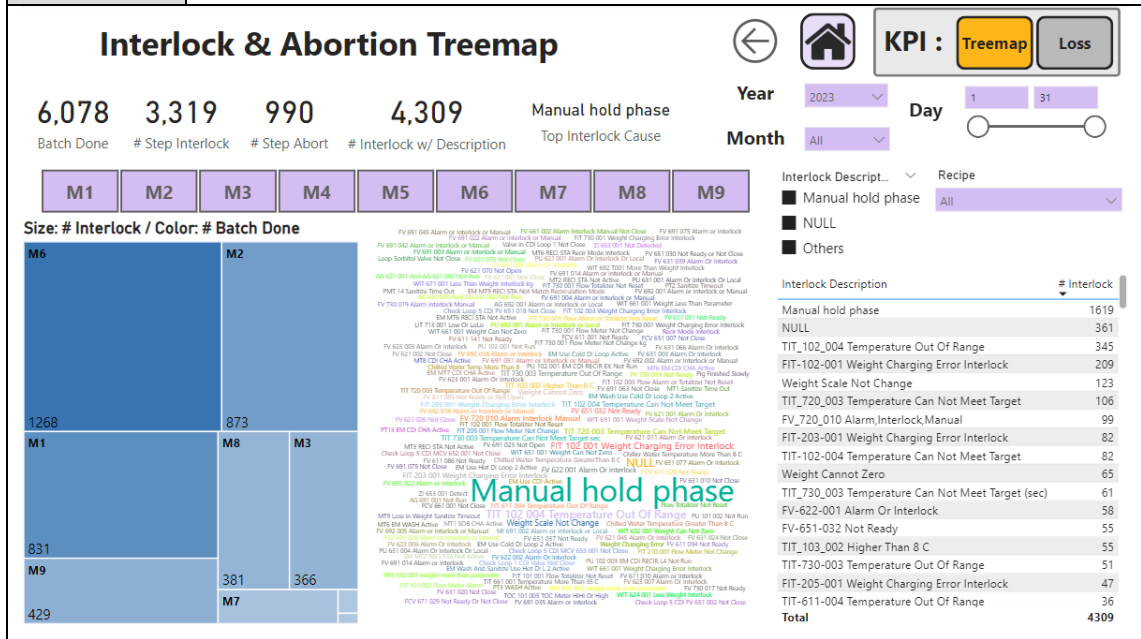
รูปที่ 4-36: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการหยุดทำงานประเภท Step Interlock



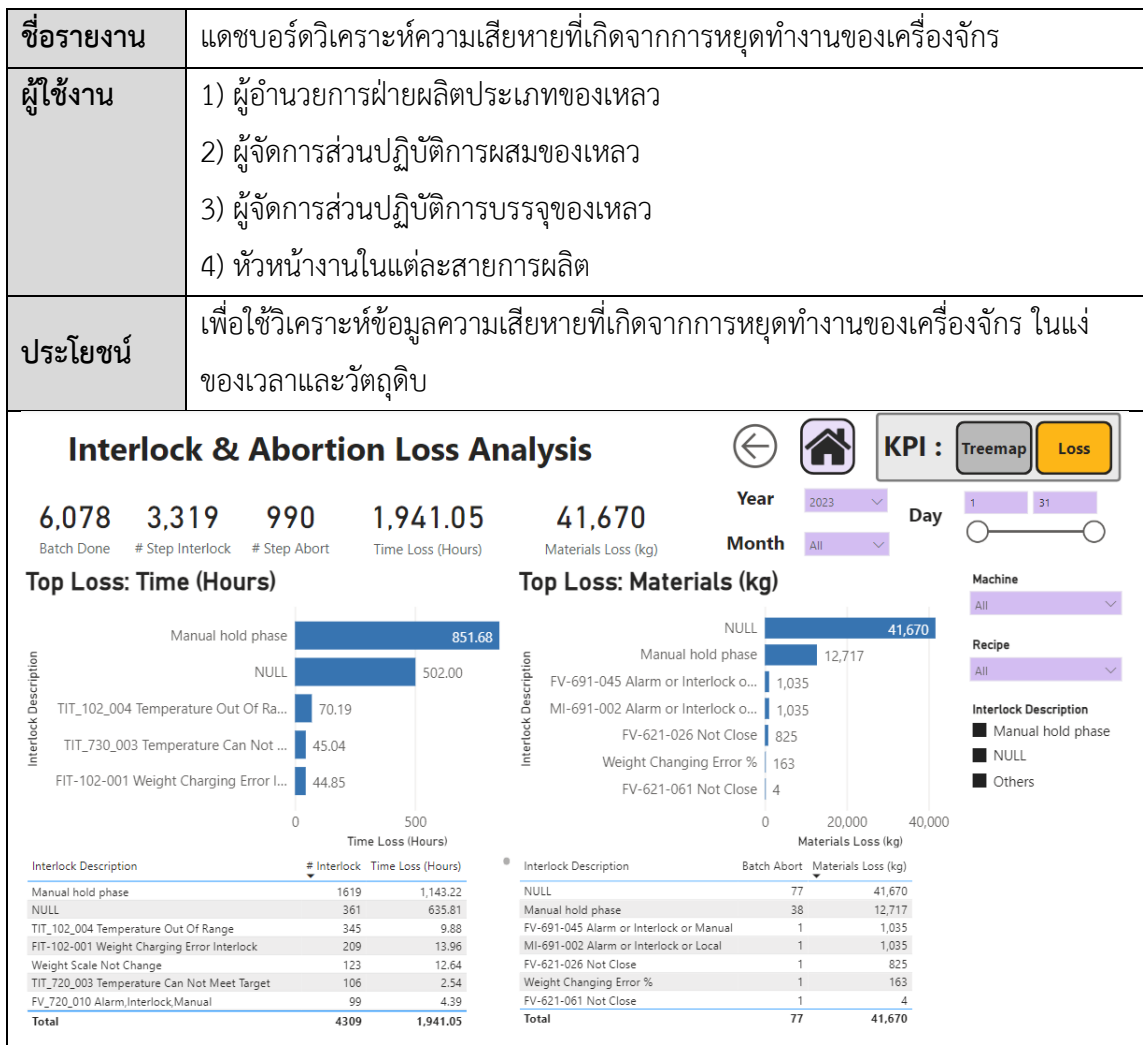
รูปที่ 4-37: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการหยุดทำงานประเภท Step Abort



ชื่อรายงาน	แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร
ผู้ใช้งาน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว</li> <li>2) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว</li> <li>3) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว</li> <li>4) หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต</li> </ol>
ประโยชน์	เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร



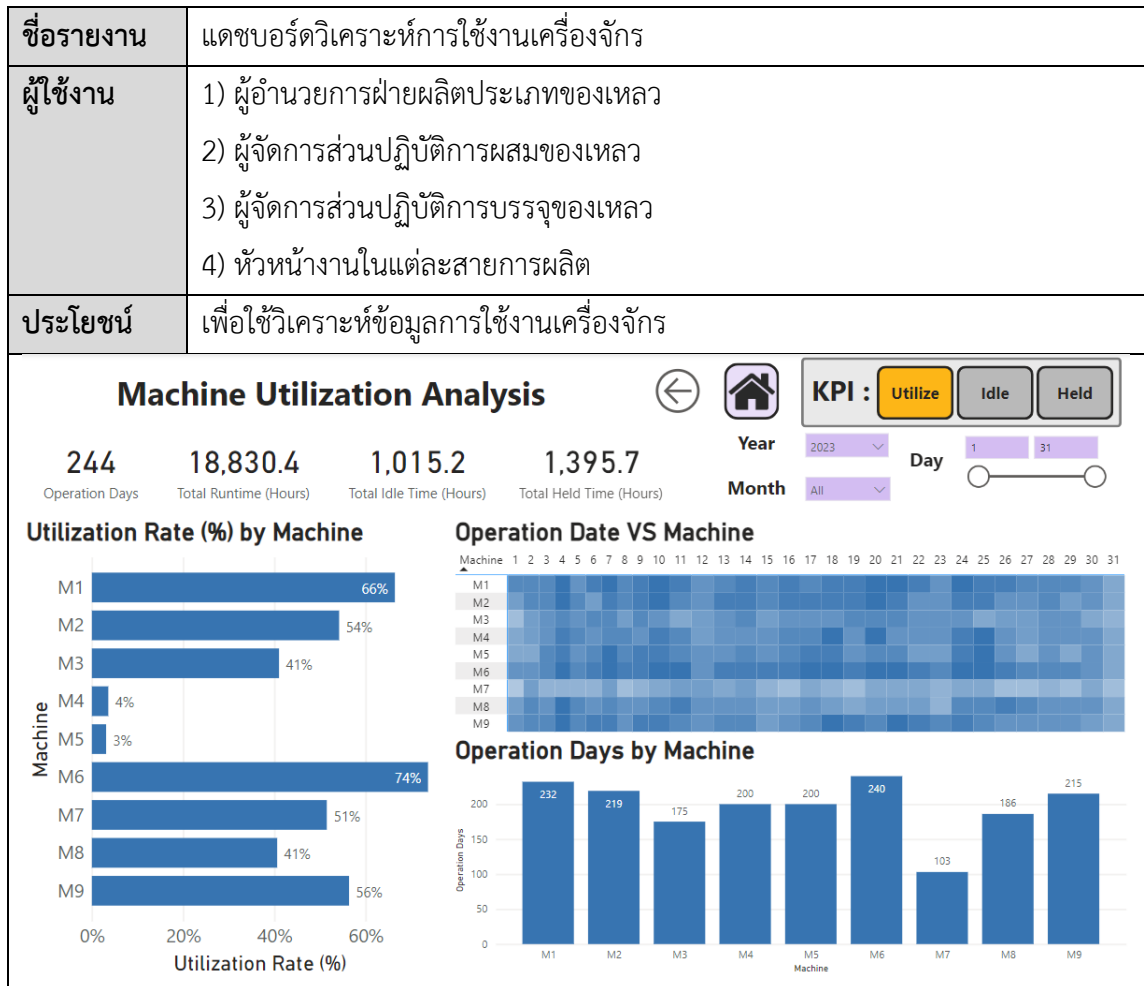
รูปที่ 4-38: แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร



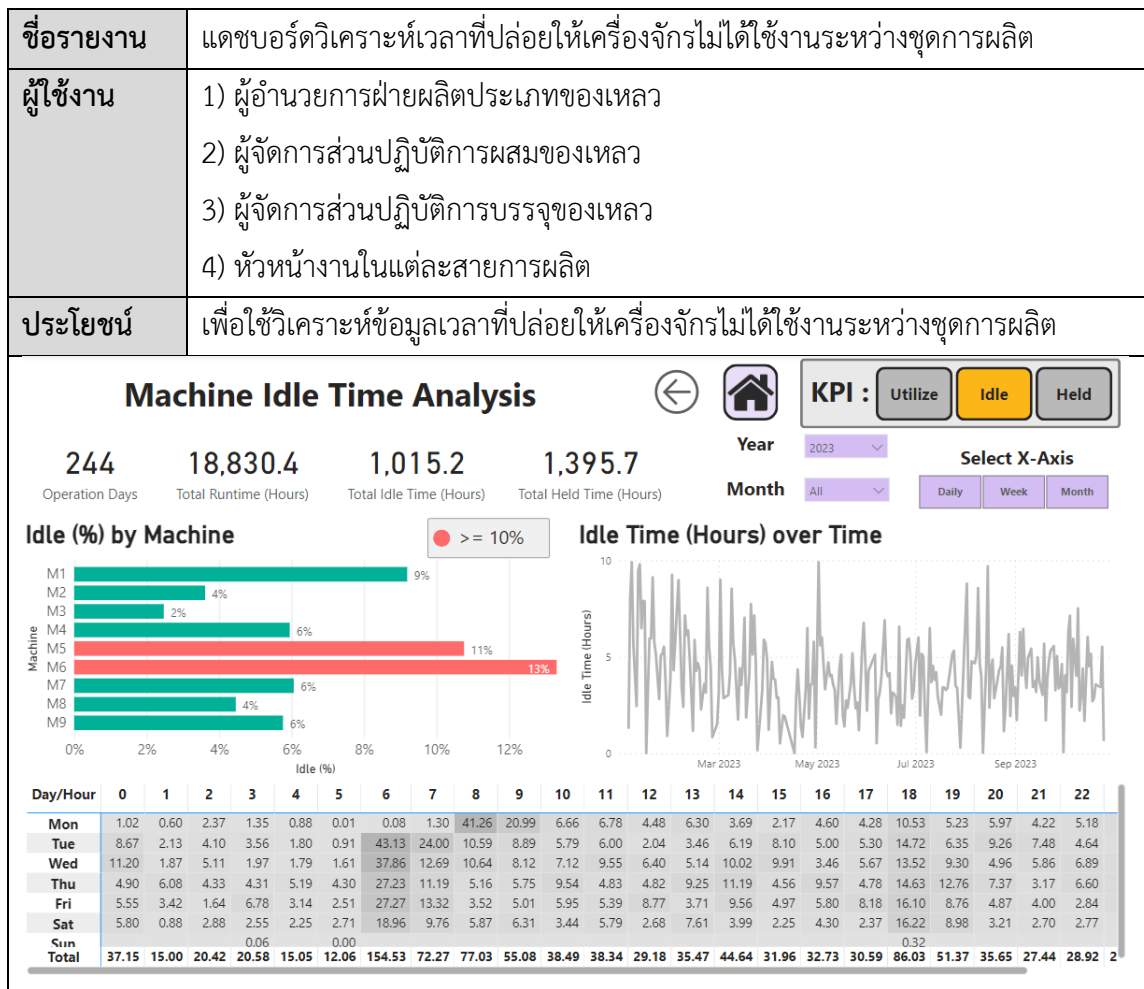
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4-39: แดชบอร์ดวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดจากการหยุดทำงานของเครื่องจักร

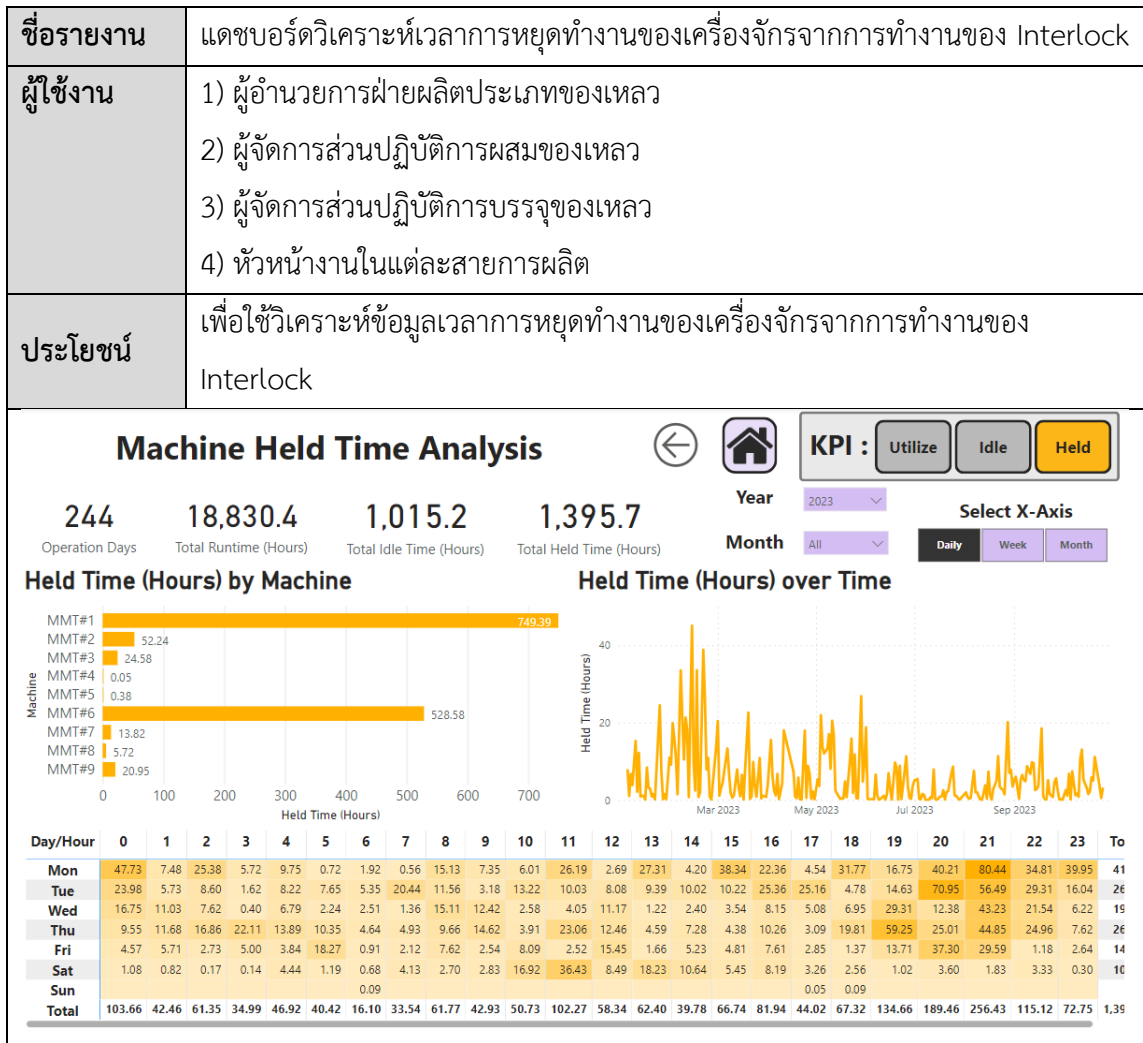
## 3) ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)



รูปที่ 4-40: แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร

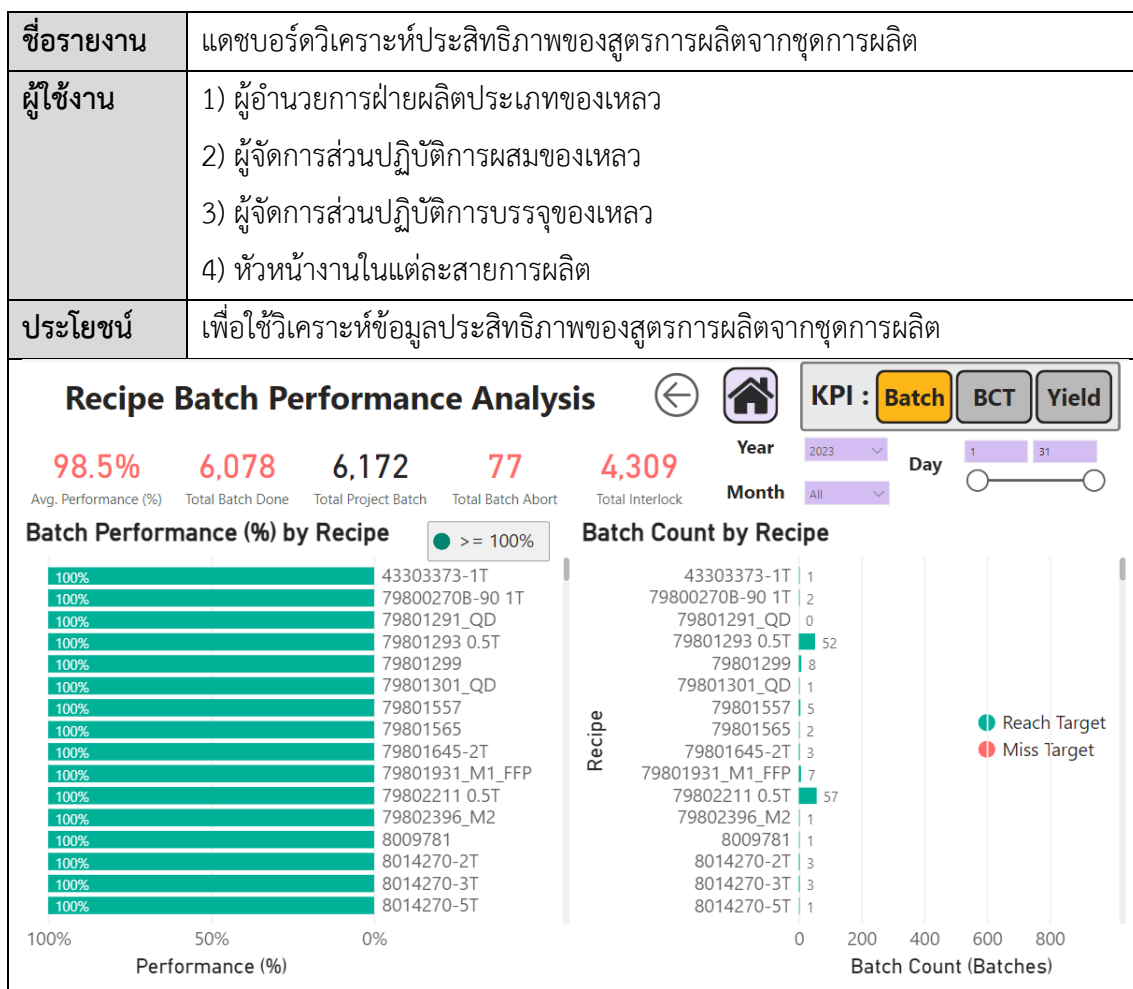


รูปที่ 4-41: แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการผลิต

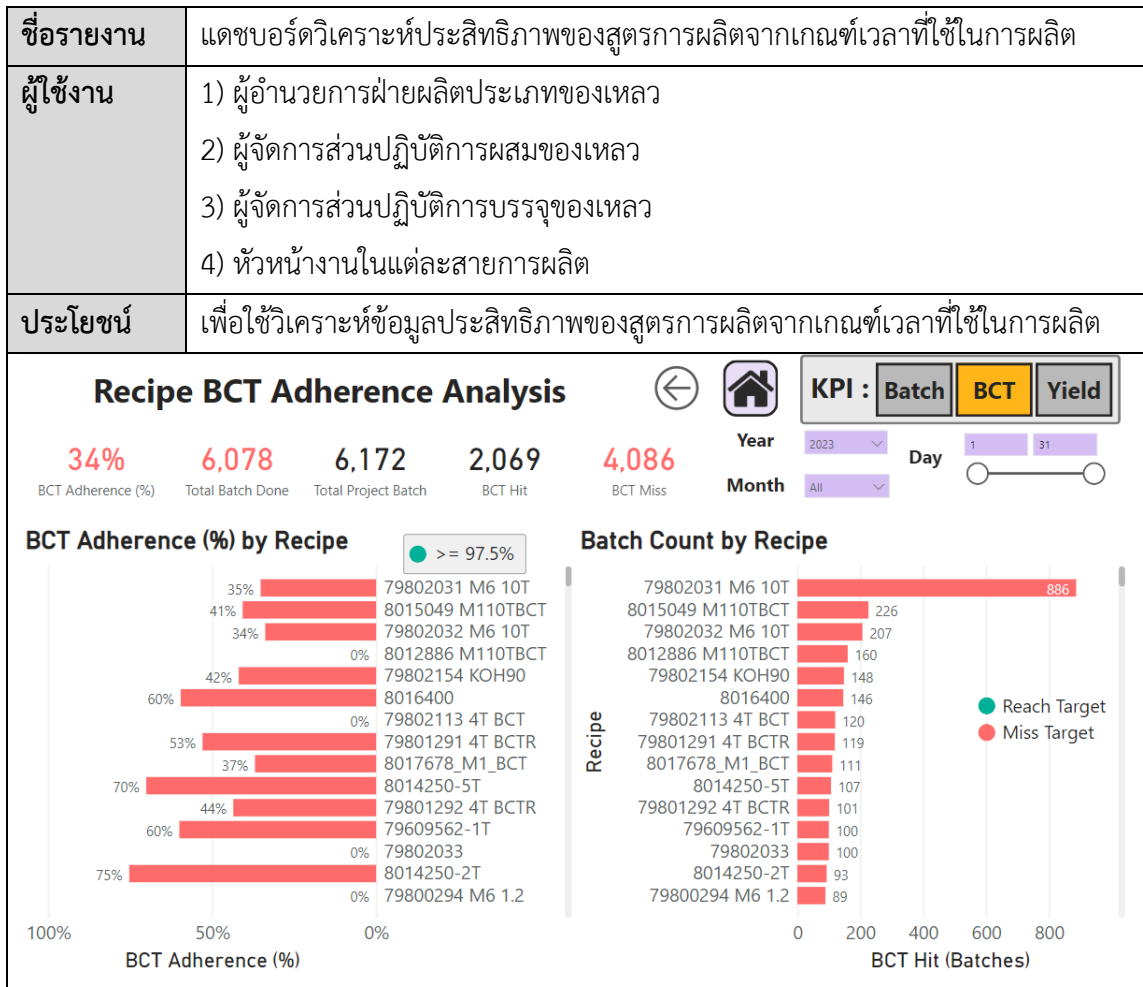


รูปที่ 4-42: แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock

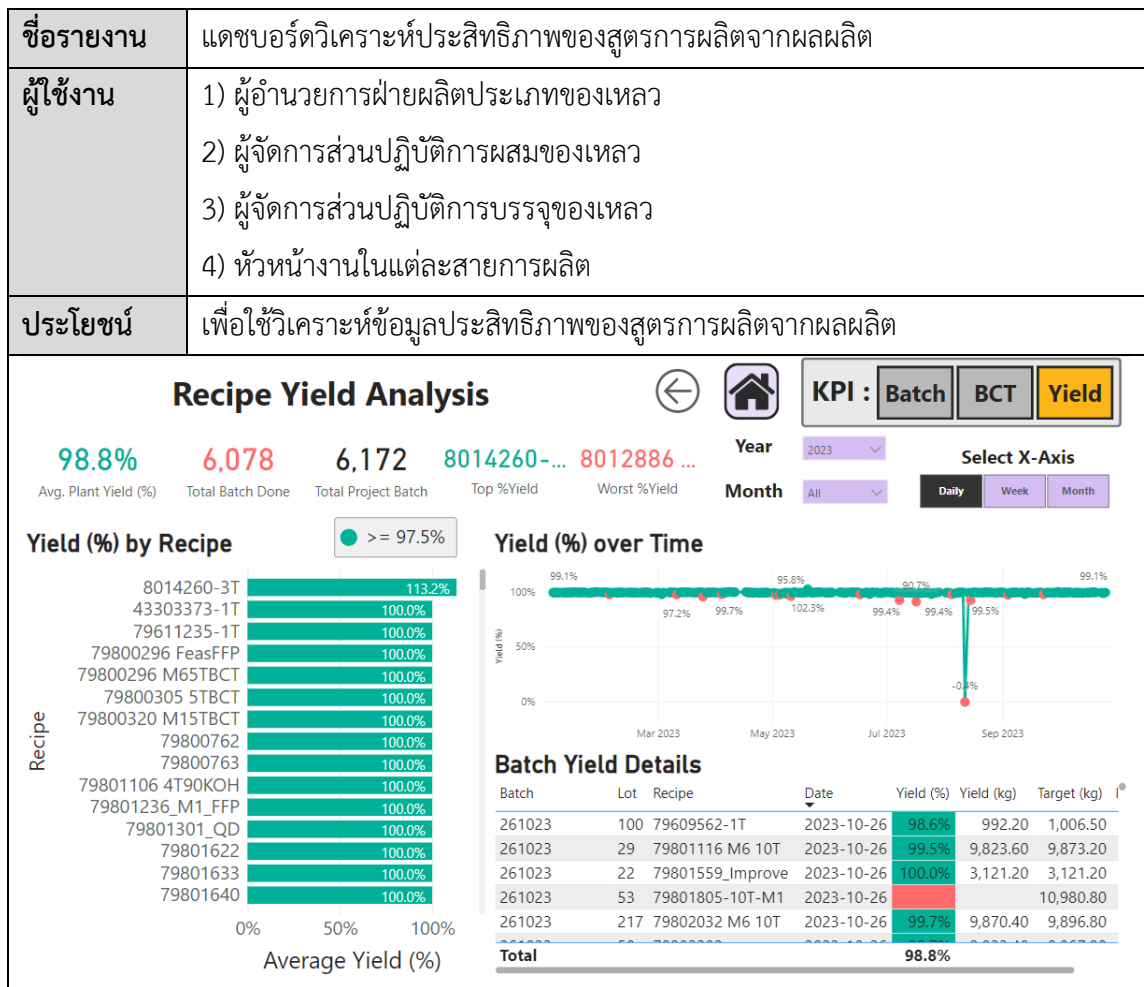
## 4) ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)



รูปที่ 4-43: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากชุดการผลิต

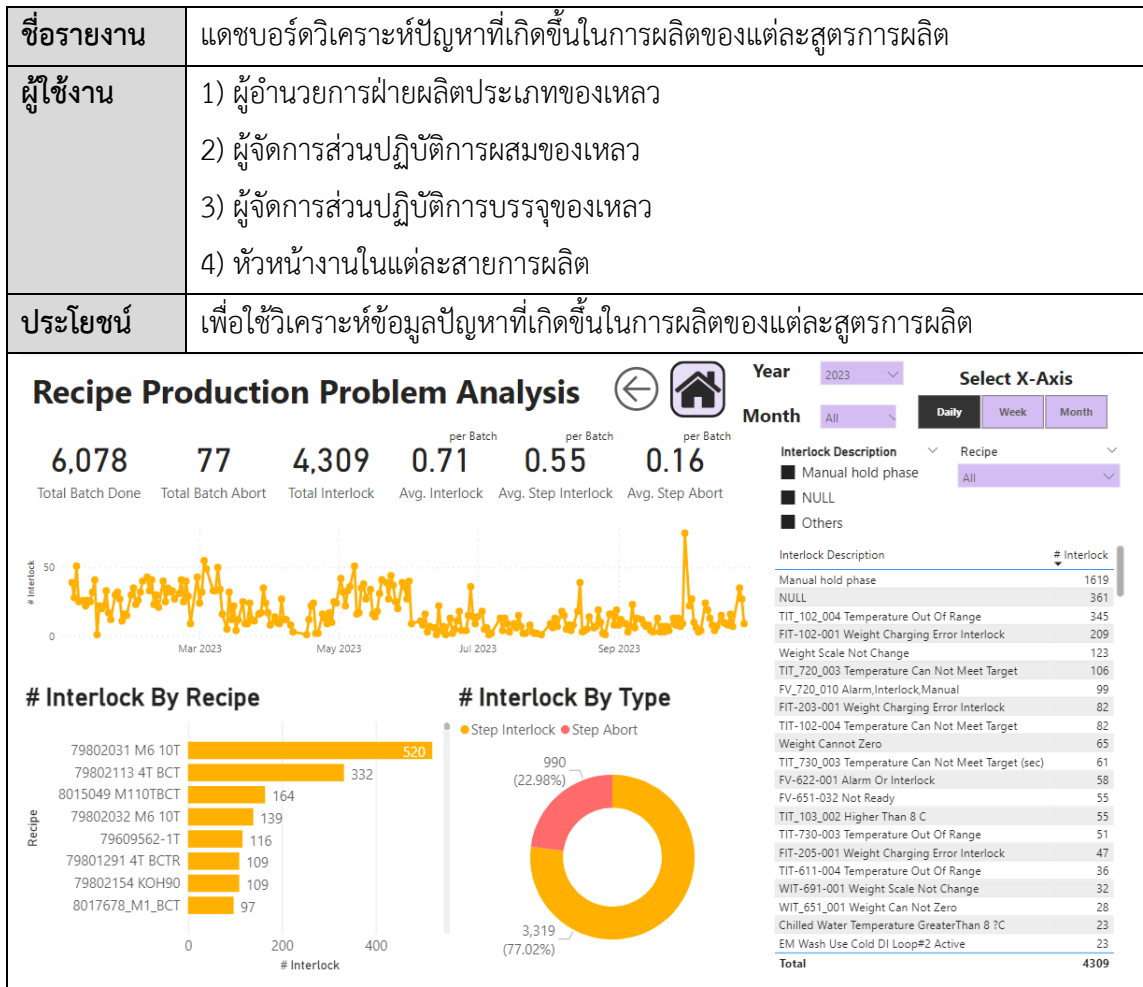


รูปที่ 4-44: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต



รูปที่ 4-45: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากผลผลิต

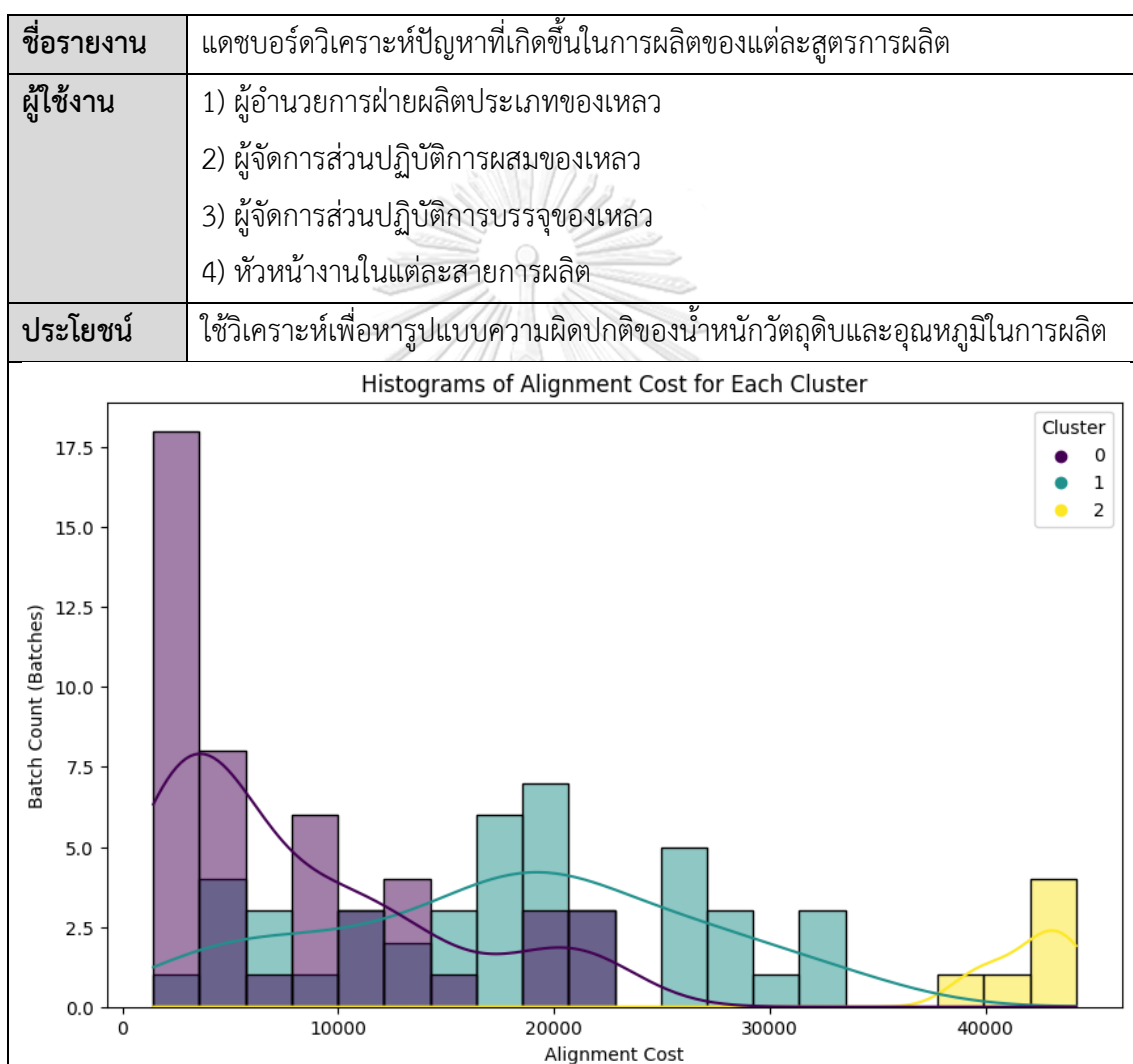




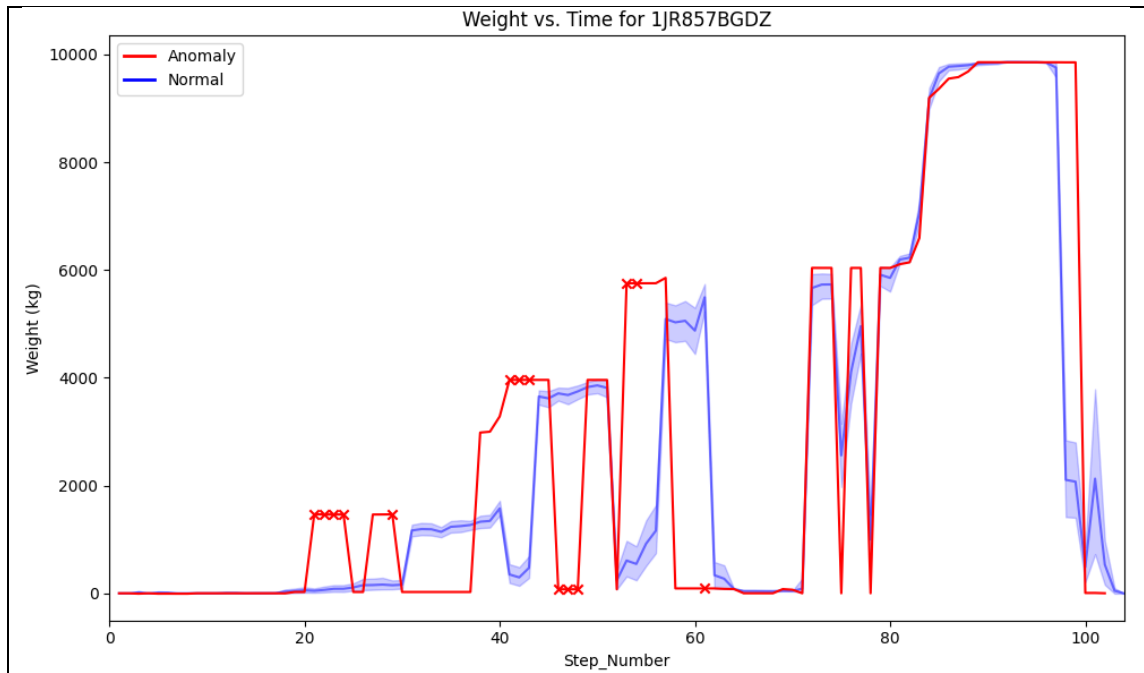
รูปที่ 4-46: แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต

#### 4.5.4 ตัวอย่างการสร้างรายงานจาก Google Colab มีดังนี้

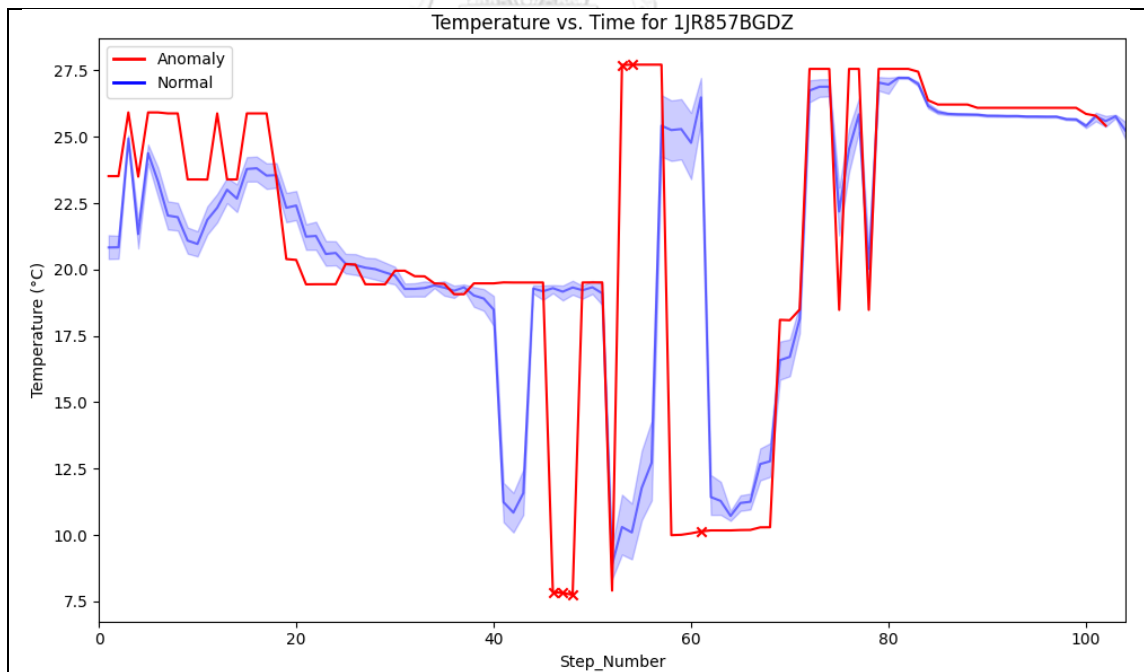
- 1) ระบบวิเคราะห์ความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต  
(Manufacturing Materials Weight and Temperature Anomaly Analysis System)



รูปที่ 4-47: รายงานแสดงจำนวนชุดการผลิตตามค่า Alignment Cost โดยแยกตาม Cluster



รูปที่ 4-48: รายงานแสดงชุดการผลิตที่มีรูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบเทียบกับรูปแบบเฉลี่ยของชุดการผลิตที่ปกติ



รูปที่ 4-49: รายงานแสดงชุดการผลิตที่มีรูปแบบความผิดปกติของอุณหภูมิเทียบกับรูปแบบเฉลี่ยของชุดการผลิตที่ปกติ

## บทที่ 5

### บทสรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปปัญหา และข้อเสนอแนะของการพัฒนาโครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศอื่น ๆ ต่อไป

#### 5.1 บทสรุป

การพัฒนาโครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” เริ่มต้นจากความต้องการสัมภาษณ์องค์กร เพื่อศึกษาการดำเนินงานและปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่และกระจายอยู่ในองค์กร มาจัดให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการนำมาพัฒนาเป็น คลังข้อมูลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับฝ่ายผลิตในโรงงาน และใช้ประกอบการตัดสินใจในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงตรวจความผิดปกติที่มนุษย์ไม่พบได้ในขั้นตอนการผลิต เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้รวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น

โครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” ประกอบไปด้วย 5 ระบบย่อย ดังต่อไปนี้

- 1) ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)
- 2) ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)
- 3) ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)
- 4) ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)
- 5) ระบบวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต (Manufacturing Materials Weight and Temperature Anomaly Pattern Analysis System)

เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการนี้ทั้งหมดเป็นชุดโปรแกรมสำหรับพัฒนา Business Intelligence ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่มีฟังก์ชันการใช้งานที่หลากหลายที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถ ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศได้อย่างหลากหลายสามารถนำข้อมูลจำนวนมากที่มีอยู่ในองค์กรมาทำการวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว และยังสามารถเข้าถึงข้อมูลจากหลายฐานข้อมูล ได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังความยืดหยุ่นให้สามารถปรับเปลี่ยนมุมมองในการวิเคราะห์เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เห็นข้อมูลในมิติต่าง ๆ เพื่อค้นพบข้อมูลเชิงลึกที่อาจเป็นประโยชน์แก่องค์กรได้อีกด้วย

กล่าวโดยสรุป โครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” นี้ สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้อย่างครบถ้วน ดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาค้นข้อมูลสำหรับธุรกิจผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค โดยรวบรวมข้อมูลเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตที่อยู่ในฐานข้อมูล รวมถึงข้อมูลแผนการผลิตและเกณฑ์การผลิตของแต่ละสูตรการผลิตที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel ให้อยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน ในรูปแบบเดียวกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและสะดวกต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์
- 2) เพื่อพัฒนาระบบการออกรายงานการวิเคราะห์ต่าง ๆ จากข้อมูลการผลิตในหลายมิติ เพื่อให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในหลายมุมมอง ไม่ว่าจะเป็นในมุมมองประสิทธิภาพของเครื่องจักร มุมมองการเกิดการหยุดการทำงานของเครื่องจักร หรือมุมมองประสิทธิภาพของสูตรการผลิต ส่งผลให้สามารถนำมาใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจในการนำไปวางแผนการผลิต ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และแก้ปัญหาได้ทันที่

## 5.2 ปัญหา

ปัญหาที่พบในการพัฒนาโครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังต่อไปนี้

### 5.2.1 ปัญหาด้านการออกแบบระบบและวิเคราะห์ระบบ

#### - ปัญหาในการออกแบบระบบและวิเคราะห์ระบบ

เนื่องจากการดำเนินงานบางส่วนมีเงื่อนไขที่ซับซ้อน เช่น การออกแบบเกณฑ์ที่จะใช้วัดประสิทธิภาพของผลผลิตที่ยังไม่มีอยู่ชัดเจน ทำให้ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจการดำเนินงาน และเลือกวิธีการกำหนดเกณฑ์อย่างถูกต้อง **แนวทางการแก้ไข** สอบถามเงื่อนไข และทำความเข้าใจความต้องการให้ถูกต้องและชัดเจน เพื่อลดข้อผิดพลาดและการแก้ไขความผิดพลาดซ้ำซ้อน

## 5.2.2 ปัญหาด้านข้อมูล

### - ปัญหาการเข้าถึงและการจัดเก็บข้อมูล

เนื่องจากแต่ละหน่วยงานภายในองค์กรยังไม่มีกรรวบรวมข้อมูลไว้ที่เดียวกัน ทำให้ยากต่อการนำตัวอย่างข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ และใช้เวลานาน

**แนวทางการแก้ไข** ติดต่อขอใช้ข้อมูลและวางแผนการดำเนินการเพื่อเวลาสำหรับการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

### - ปัญหาการทำความเข้าใจข้อมูล และการแปรผลข้อมูลเพื่อสร้างตัวแปรใหม่

เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีความตรงไปตรงมา และจำเป็นต้องสร้างตัวแปรใหม่เพื่อแปรผลให้มีความเข้าใจได้ง่าย และเหมาะสมกับแนวทางในการใช้แก้ปัญหาธุรกิจมากขึ้น

**แนวทางการแก้ไข** ทำความเข้าใจข้อมูล ศึกษาวิธีการแปรผลตัวแปรจากแหล่งศึกษาหาข้อมูลทั่วไป ผักผ่อนและนำมาปรับใช้ในการพัฒนาโครงการ

## 5.2.3 ปัญหาการสร้างรายงาน

### - ปัญหาการประมวลผลการแสดงรายงาน

การสร้าง Measure ใน Microsoft Power BI Desktop ใหม่ จากข้อมูลจำนวนมาก ทำให้ใช้เวลาค่อนข้างนานในการประมวลผลการแสดงรายงาน

**แนวทางการแก้ไข** หากในขั้นตอนการออกแบบมี Measure ที่ต้องการคำนวณอยู่แล้ว สามารถทำการคำนวณก่อนการนำข้อมูลเข้า Microsoft Power BI Desktop ได้ เพื่อลดเวลาการประมวลผลในโปรแกรม

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” ผู้พัฒนาพบปัญหาต่าง ๆ ดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น และยังมีข้อจำกัดขอบเขตที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ ดังนั้นจึงขอเสนอแนวทางในการพัฒนาโครงการ สำหรับผู้ที่สนใจทำโครงการลักษณะเดียวกัน ดังต่อไปนี้

- 1) เพิ่มการนำเทคโนโลยีสำหรับการสร้าง Software Robot หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติขึ้นมาเพื่อทำงานแบบอัตโนมัติบนระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการต่อยอดการพัฒนากระบวนการวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักรั่วไหลและอุณหภูมิในการผลิต เนื่องจากในโครงการนี้ได้นำสูตรการผลิตที่มีจำนวนชุดการผลิต (Batch) มากที่สุดจำนวน 2 สูตรการผลิตเท่านั้นมาใช้ เนื่องจากจำนวนสูตรการผลิตที่มีมากกว่า 200 สูตรการผลิตและข้อจำกัดด้านเวลาในการพัฒนาโครงการ
- 2) เพิ่มการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลที่ได้จากระบบวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักรั่วไหลและอุณหภูมิในการผลิตมาสร้างแดชบอร์ด

รวมถึงขอเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบการ และพัฒนาต่อยอดระบบ สำหรับองค์กรดังต่อไปนี้

- 1) เพิ่มข้อมูลมูลค่าของวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต รวมถึงมูลค่าของเวลาที่ใช้ในการผลิต เพื่อนำมาคำนวณหามูลค่าความเสียหายที่องค์กรได้รับ จะช่วยให้การแสดงผลของแดชบอร์ดวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดจากการหยุดทำงานของเครื่องจักร มีความชัดเจนมากขึ้นและสามารถวัดความเสียหายเป็นจำนวนเงินได้
- 2) เพิ่มแนวปฏิบัติให้พนักงานใส่ใจเหตุผล เมื่อมีการเกิด Interlock ที่เป็น Manual Hold Phase เพื่อให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุการเกิด Interlock ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากพนักงานบันทึก Manual Hold Phase มากกว่าสาเหตุอื่นอย่างมาก แต่ขาดรายละเอียดสำหรับนำไปดำเนินการต่อ
- 3) มีการจัดกลุ่มสาเหตุการเกิด Interlock เป็นกลุ่มใหญ่ ๆ เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นปัญหาสำหรับโรงงานได้ชัดเจนมากขึ้น เช่น สาเหตุที่เกิดจากอุณหภูมิ สาเหตุที่เกิดจากน้ำหนัก สาเหตุที่เกิดจากพนักงาน เป็นต้น เนื่องจากสาเหตุการเกิด Interlock ที่นำมาวิเคราะห์มีความหลากหลายมาก ยากต่อการวิเคราะห์ในภาพรวม

## บรรณานุกรม

Birdkritisna. (2019). รู้จักกับคลังข้อมูล(Data Warehouse) คืออะไร มีประโยชน์อะไรบ้าง.

<https://www.mindphp.com/forums/viewtopic.php?t=60570>

Boonrod, A. (2023). *Fraud Detection* ตัวอย่างการใช้ AI ตรวจสอบการทุจริตและการฉ้อโกง.

<https://visai.ai/th/blogs/8/fraud-detection>

Chaiyadecha, S. (2022). *Clustering on Time series data.*

<https://lengyi.medium.com/dynamic-time-warping-time-series-k-means-63098f6b1229>

H., M. (2019). การทำ *Machine Learning* ด้วย *Clustering Model*. <https://medium.com/tni-university/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3-machine-learning-%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-clustering-model-2a3c392e7faa#:~:text=Clustering%20Model%20%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%20Machine%20Learning.%E0%B8%88%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B8%84%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A0%E0%B8%97>

Panthong, R. (2017). *Data Warehousing and Applications*. [www.ict.up.ac.th](http://www.ict.up.ac.th):

<https://www.ict.up.ac.th/rattanawadeep/dw/chapter1.pdf>

QUICKSERV. (2019). ธุรกิจอัจฉริยะ (*Business Intelligence: BI*) คืออะไร.

[https://www.quickserv.co.th/knowledge-base/solutions/%e0%b8%98%e0%b8%b8%e0%b8%a3%e0%b8%81%e0%b8%b4%e0%b8%88%e0%b8%ad%e0%b8%b1%e0%b8%88%e0%b8%89%e0%b8%a3%e0%b8%b4%e0%b8%a2%e0%b8%b0-\(Business-Intelligence:-BI\)-%e0%b8%84%e0%b8%b7%e0%b8%ad%e0%b8%ad%e0%b8%b0%e0%b9%84%e0%b8%a3/](https://www.quickserv.co.th/knowledge-base/solutions/%e0%b8%98%e0%b8%b8%e0%b8%a3%e0%b8%81%e0%b8%b4%e0%b8%88%e0%b8%ad%e0%b8%b1%e0%b8%88%e0%b8%89%e0%b8%a3%e0%b8%b4%e0%b8%a2%e0%b8%b0-(Business-Intelligence:-BI)-%e0%b8%84%e0%b8%b7%e0%b8%ad%e0%b8%ad%e0%b8%b0%e0%b9%84%e0%b8%a3/)

Rosidi, N. (2022). *Machine Learning Algorithms Explained: Anomaly Detection.*

<https://www.stratascratch.com/blog/machine-learning-algorithms-explained->



[anomaly-detection/](#)

Saharat. (2017). Data Warehouse. <http://saharat2537.blogspot.com/2017/01/data-warehouse.html>

Theastrologypage. (2023). แบบผสมแบบเกาส์ (*gmm*) คืออะไร? - คำจำกัดความจาก *techopedia*. <https://th.theastrologypage.com/gaussian-mixture-model>

Wikipedia. (2022). *Dynamic time warping*.

[https://th.wikipedia.org/wiki/Dynamic\\_time\\_warping](https://th.wikipedia.org/wiki/Dynamic_time_warping)

Winner, S. (2022). ระบบธุรกิจอัจฉริยะคืออะไร (*Business Intelligent*). <https://seo-winner.com/Business-Intelligent>

เพ็ญศิริ มโนมัยสุพัฒน์. (2557). ธุรกิจอัจฉริยะกับความท้าทายในการพัฒนาเพื่อใช้ในองค์กร.

<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pimjournal/article/view/20184/17526>

โกเมศ อัมพวัน. (2560). *Data Warehouse Design*.

<https://staff.informatics.buu.ac.th/~komate/886452/data%20warehouse-ch2.pdf>

จรีพร จารุกรสกุล. (2565, 27/04/2022). *DATA-DRIVEN ORGANIZATION*. <https://www.wha-industrialestate.com/en/media-activities/articles/4384/data-driven-organization>

ชนกานต์ กิ่งแก้ว. (2557). การทบทวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงทำนายสำหรับข้อมูลขนาดใหญ่ในธุรกิจ.

<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pimjournal/article/view/20114/17488>

## ภาคผนวก ก

### พจนานุกรมข้อมูล

โครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” มีการจัดเก็บฐานข้อมูลในรูปแบบของข้อมูลหลายมิติ (Multi-Dimensional Data Model) ซึ่งประกอบด้วยส่วนของข้อมูลในส่วนที่เป็นข้อมูลตารางมิติ (Dimension Table) และในส่วนที่เป็นข้อมูลตารางความจริง (Fact Table) โดยพจนานุกรมข้อมูลของแต่ละตารางเป็นดังนี้

#### ตารางมิติ (Dimension Tables)

##### 1) มิติเวลา (Time Dimension)

ตารางที่ ก-1: ตารางมิติของเวลา

Name	Key	Data Type	Description
Date	PK	Datetime	วันที่ของปฏิทินบริษัท
Year	-	NVARCHAR	ปี
Month	-	NVARCHAR	เดือน
Day	-	NVARCHAR	วัน
Day_of_Week	-	NVARCHAR	วันในสัปดาห์

##### 2) มิติเครื่องจักร (Machine Dimension)

ตารางที่ ก-2: ตารางมิติของเครื่องจักร

Name	Key	Data Type	Description
Parent_Machine	PK	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักร

##### 3) มิติสูตรการผลิต (Recipe Dimension)

ตารางที่ ก-3: ตารางมิติของสูตรการผลิต

Name	Key	Data Type	Description
Recipe_ID	PK	NVARCHAR	รหัสสูตรการผลิต

4) มิติสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร (Interlock Abort Cause Dimension)

ตารางที่ ก-4: ตารางมิติของเครื่องจักร

Name	Key	Data Type	Description
Para_desc	PK	NVARCHAR	ชื่อสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร

5) มิติพนักงานควบคุมเครื่องจักร (Operator Dimension)

ตารางที่ ก-5: ตารางมิติของเครื่องจักร

Name	Key	Data Type	Description
Comment_by	PK	NVARCHAR	ชื่อพนักงานควบคุมเครื่องจักร

### ตารางความจริง (Fact Tables)

- 1) ตารางความจริงระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Fact Table)

ตารางที่ ก-6: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต

Name	Key	Data Type	Description
MFG_Datetime	PK	Datetime	วันเวลาที่ชุดการผลิตเริ่มผลิต
Finished_Datetime	PK	Datetime	วันเวลาที่ชุดการผลิตเสร็จสิ้นการผลิต
Date	FK	Datetime	วันที่ของปฏิทินบริษัท
Parent_Machine	FK	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักร
Recipe_ID	FK	NVARCHAR	รหัสสูตรการผลิต
Run_time	-	FLOAT	เวลาการทำงานของเครื่องจักร
Held_time	-	FLOAT	เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock
Batch_Count_Actual	-	INT	จำนวนชุดการผลิต
Batch_Count_Planned	-	INT	จำนวนชุดการผลิตตามแผนการผลิต
BCT	-	FLOAT	เวลาการผลิตที่กำหนด
BCTA_HitMiss	-	BOOLEAN	ชุดการผลิตที่ใช้เวลาไม่เกิน BCT ที่กำหนด
Weight_Done	-	FLOAT	น้ำหนักในขั้นตอนนี้สุดท้าย
Target_Weight	-	FLOAT	น้ำหนักตามเป้าหมาย
Interlock	-	INT	จำนวนครั้งการทำงานของ Interlock
Abort	-	INT	จำนวนครั้งที่มีการยกเลิกการผลิต

2) ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)

ตารางที่ ก-7: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร

Name	Key	Data Type	Description
MFG_Datetime	PK	Datetime	วันที่เวลาที่ชุดการผลิตเริ่มผลิต
Finished_Datetime	PK	Datetime	วันที่เวลาที่ชุดการผลิตเสร็จสิ้นการผลิต
Date	FK	Datetime	วันที่ของปฏิทินบริษัท
Parent_Machine	FK	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักร
Recipe_ID	FK	NVARCHAR	รหัสสูตรการผลิต
Para_desc	FK	NVARCHAR	ชื่อสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร
Comment_by	FK	NVARCHAR	ชื่อพนักงานควบคุมเครื่องจักร
Held_time	-	FLOAT	เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock
Interlock	-	INT	จำนวนครั้งการทำงานของ Interlock
Abort	-	INT	จำนวนครั้งที่มีการยกเลิกการผลิต
Batch_Count_Actual	-	INT	จำนวนชุดการผลิต

## 3) ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)

ตารางที่ ก-8: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร

Name	Key	Data Type	Description
MFG_Datetime	PK	Datetime	วันเวลาที่ชุดการผลิตเริ่มผลิต
Finished_Datetime	PK	Datetime	วันเวลาที่ชุดการผลิตเสร็จสิ้นการผลิต
Date	FK	Datetime	วันที่ของปฏิทินบริษัท
Parent_Machine	FK	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักร
Run_time	-	FLOAT	เวลาการทำงานของเครื่องจักร
Held_time	-	FLOAT	เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock
Idle_time	-	FLOAT	เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการผลิต
Batch_Count_Actual	-	INT	จำนวนชุดการผลิต



## 4) ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)

ตารางที่ ก-9: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต

Name	Key	Data Type	Description
MFG_Datetime	PK	Datetime	วันเวลาที่ชุดการผลิตเริ่มผลิต
Finished_Datetime	PK	Datetime	วันเวลาที่ชุดการผลิตเสร็จสิ้นการผลิต
Date	FK	Datetime	วันที่ของปฏิทินบริษัท
Parent_Machine	FK	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักร
Recipe_ID	FK	NVARCHAR	รหัสสูตรการผลิต
Para_desc	FK	NVARCHAR	ชื่อสาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร
Run_time	-	FLOAT	เวลาการทำงานของเครื่องจักร
Held_time	-	FLOAT	เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock
Batch_Count_Actual	-	INT	จำนวนชุดการผลิต
Batch_Count_Planned	-	INT	จำนวนชุดการผลิตตามแผนการผลิต
BCT	-	FLOAT	เวลาการผลิตที่กำหนด
BCTA_HitMiss	-	BOOLEAN	ชุดการผลิตที่ใช้เวลาไม่เกิน BCT ที่กำหนด
Weight_Done	-	FLOAT	น้ำหนักในขั้นตอนสุดท้าย
Target_Weight	-	FLOAT	น้ำหนักตามเป้าหมาย
Interlock	-	INT	จำนวนครั้งการทำงานของ Interlock
Abort	-	INT	จำนวนครั้งที่มีการยกเลิกการผลิต

5) ระบบวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต (Manufacturing Materials Weight and Temperature Anomaly Pattern Analysis System)

ตารางที่ ก-10: ตารางความจริงระบบวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต

Name	Key	Data Type	Description
Finished_Date	-	Datetime	วันที่ชุดการผลิตเสร็จสิ้นการผลิต
Parent_Machine	-	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักร
Child_Machine	-	NVARCHAR	ชื่อเครื่องจักรย่อย
Recipe_ID	-	NVARCHAR	รหัสสูตรการผลิต
Step	-	NVARCHAR	ชื่อขั้นตอนการผลิต
Step_Number	-	INT	ลำดับขั้นตอนการผลิต
Flag_Step_Interlock	-	BOOLEAN	ชุดการผลิตที่เกิด Step Interlock
Flag_Step_Abort	-	BOOLEAN	ชุดการผลิตที่เกิด Step Abort
Batch_Status	-	NVARCHAR	สถานะชุดการผลิต
Time_Series_Sec	-	FLOAT	ระยะเวลาในขั้นตอนการผลิต
Weight_Series	-	FLOAT	น้ำหนักในขั้นตอนการผลิต
Temp_Series	-	FLOAT	อุณหภูมิในขั้นตอนการผลิต
Batch_Log_ID_Ref	-	NVARCHAR	รหัสอ้างอิงที่ใช้เชื่อมโยงข้อมูล



## ภาคผนวก ข

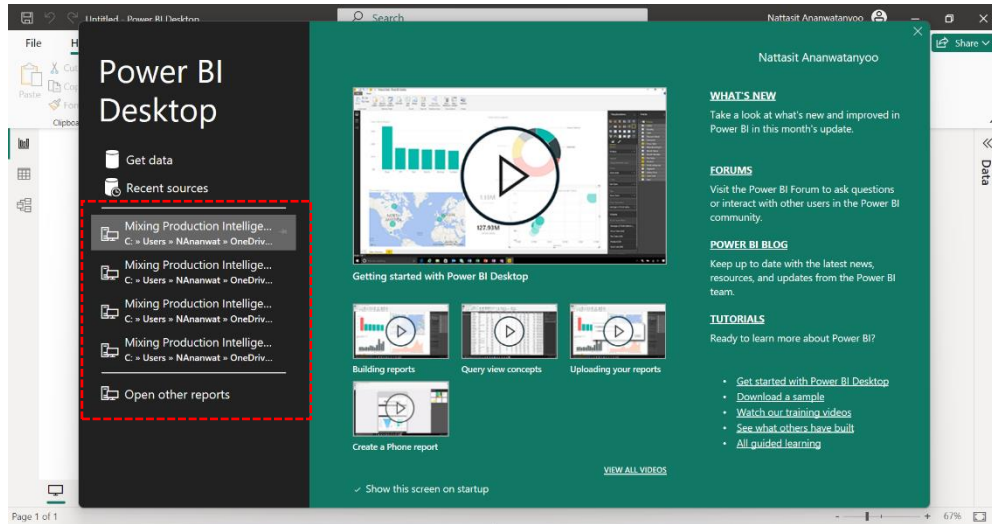
### เมนูการทำงานของระบบ

โครงการ “คลังข้อมูล ธุรกิจอัจฉริยะ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงของโรงงานผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค” ประกอบด้วยระบบงานหลัก 5 ระบบ ดังนี้

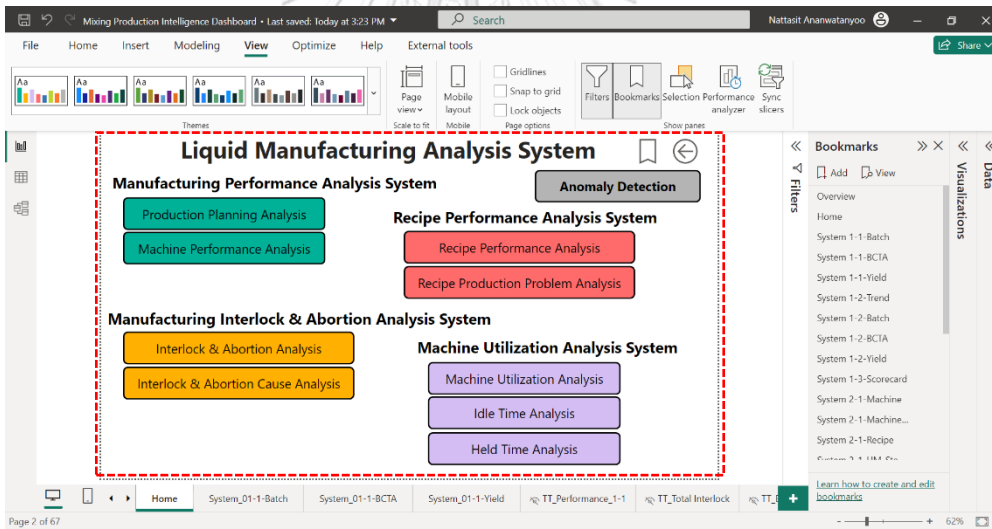
- 1) ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)
- 2) ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)
- 3) ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)
- 4) ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)
- 5) ระบบวิเคราะห์รูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต (Manufacturing Materials Weight and Temperature Anomaly Pattern Analysis System)

โดยที่ ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System) ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System) ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System) และ ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System) ถูกพัฒนาขึ้นจาก Microsoft Power BI Desktop มีเมนูและหน้าจอการใช้งานดังนี้

- 1) เลือก เมนู File และเลือกไฟล์ที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ข-1
- 2) เมื่อเข้ามายังไฟล์แล้ว ผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องสามารถเรียกดูรายงานในแต่ละแดชบอร์ดได้ โดยการกดปุ่ม Ctrl บนคีย์บอร์ด พร้อมกับคลิกไปที่ปุ่มระบบที่ต้องการเรียกดูบนหน้าจอ Home ดังรูปที่ ข-2



รูปที่ ข-1: หน้าจอการเรียกดูไฟล์



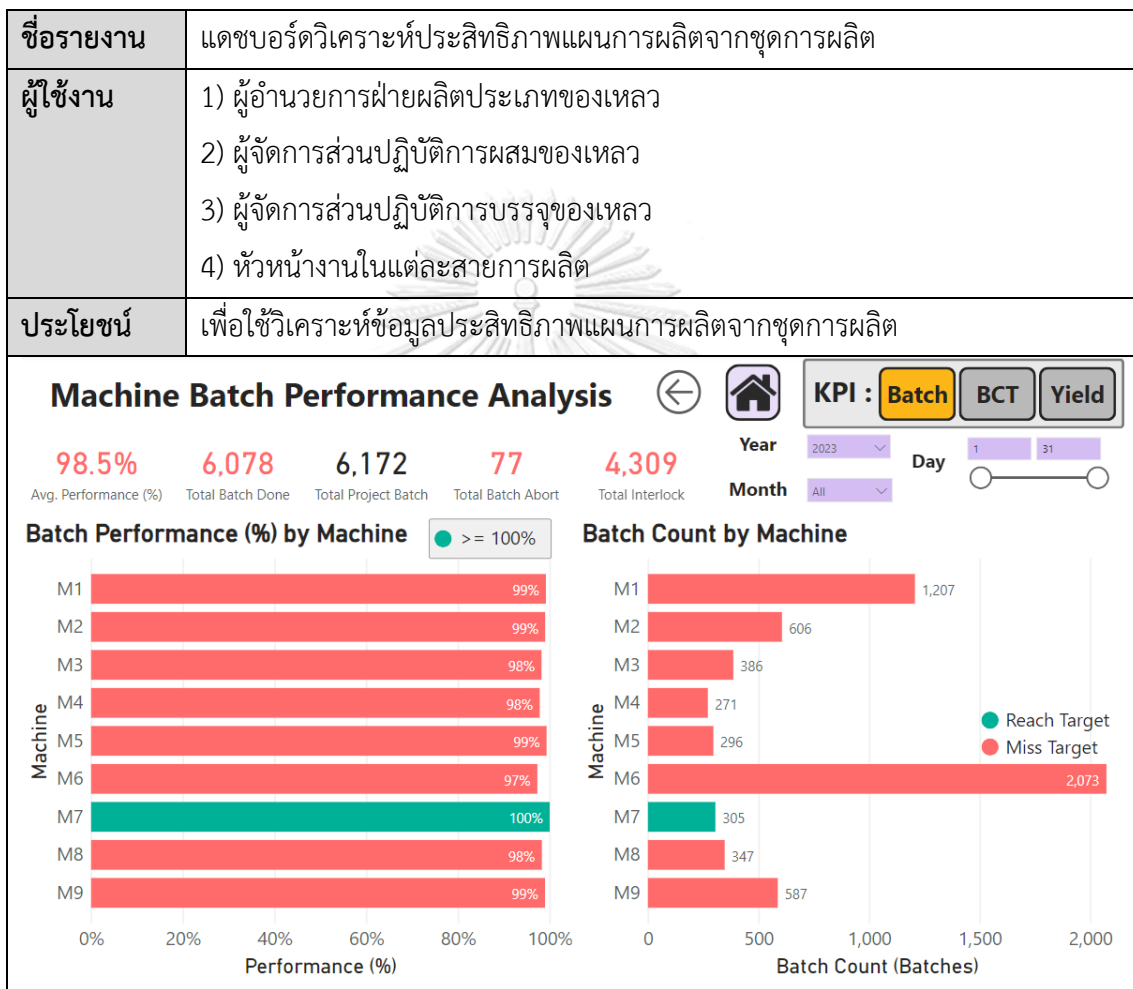
รูปที่ ข-2: หน้าจอการเรียกดูรายงาน

ภาคผนวก ค

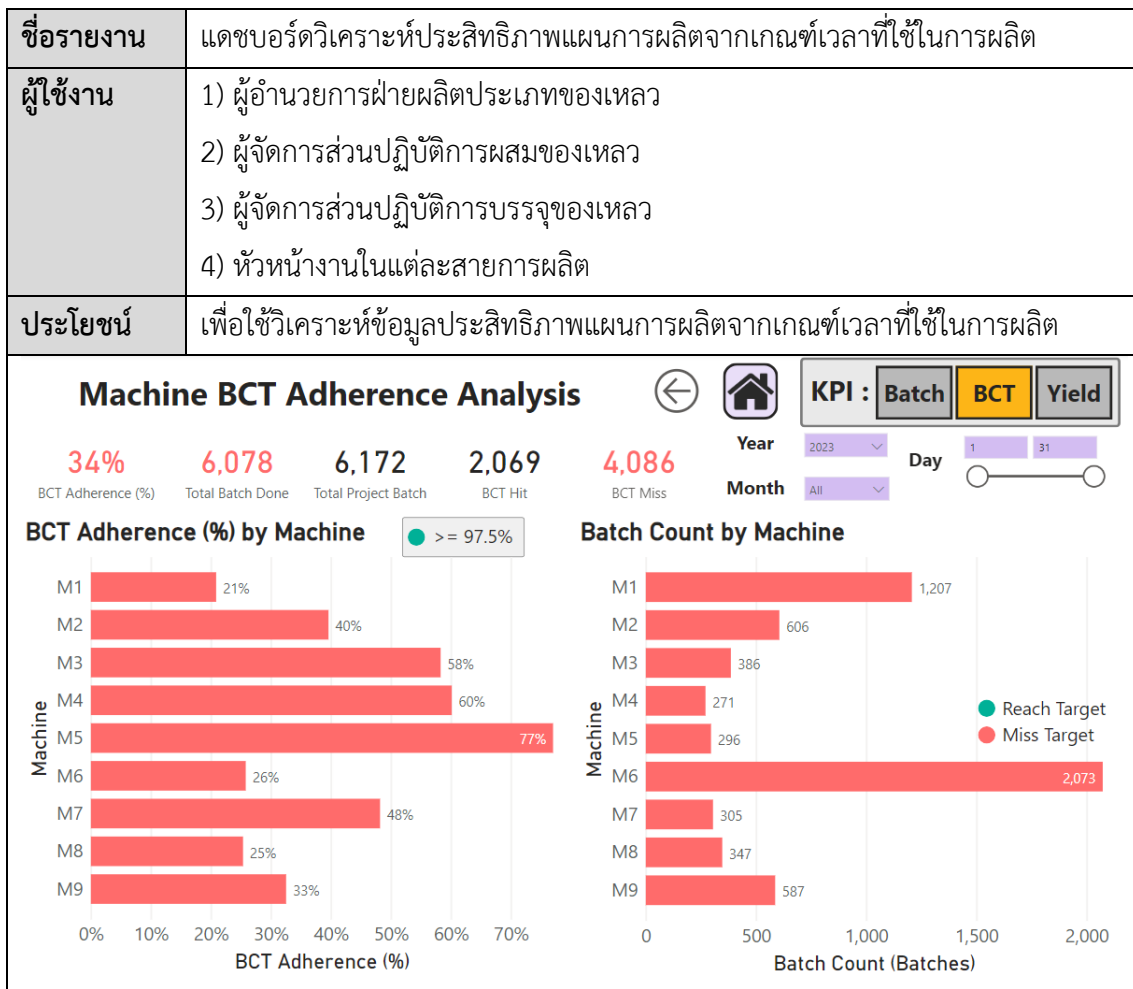
ตัวอย่างรายงาน

ในส่วนภาคผนวกนี้ จะแสดงตัวอย่างของรายงานที่ได้จากระบบ ซึ่งแบ่งออกเป็นระบบต่าง ๆ ดังนี้

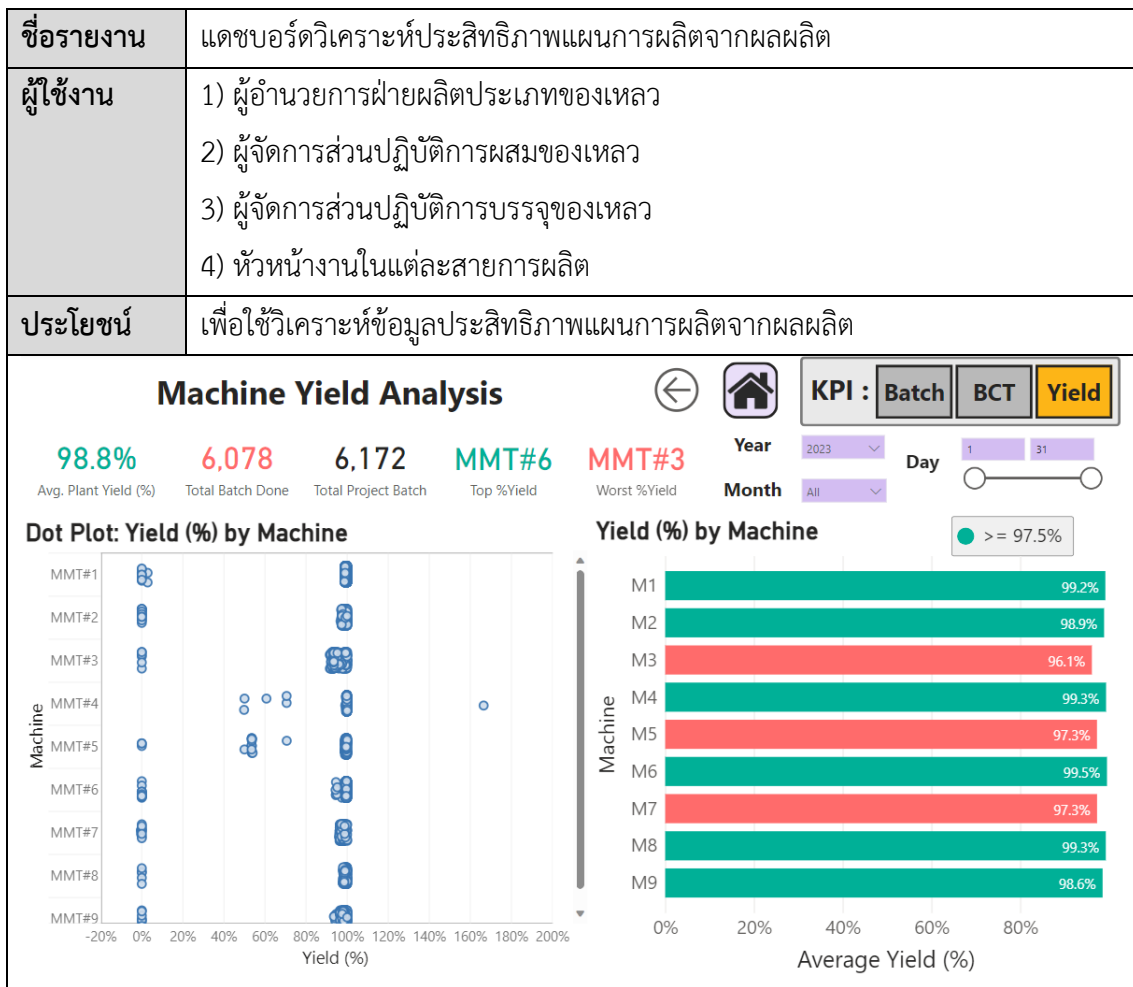
- 1) ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Performance Analysis System)



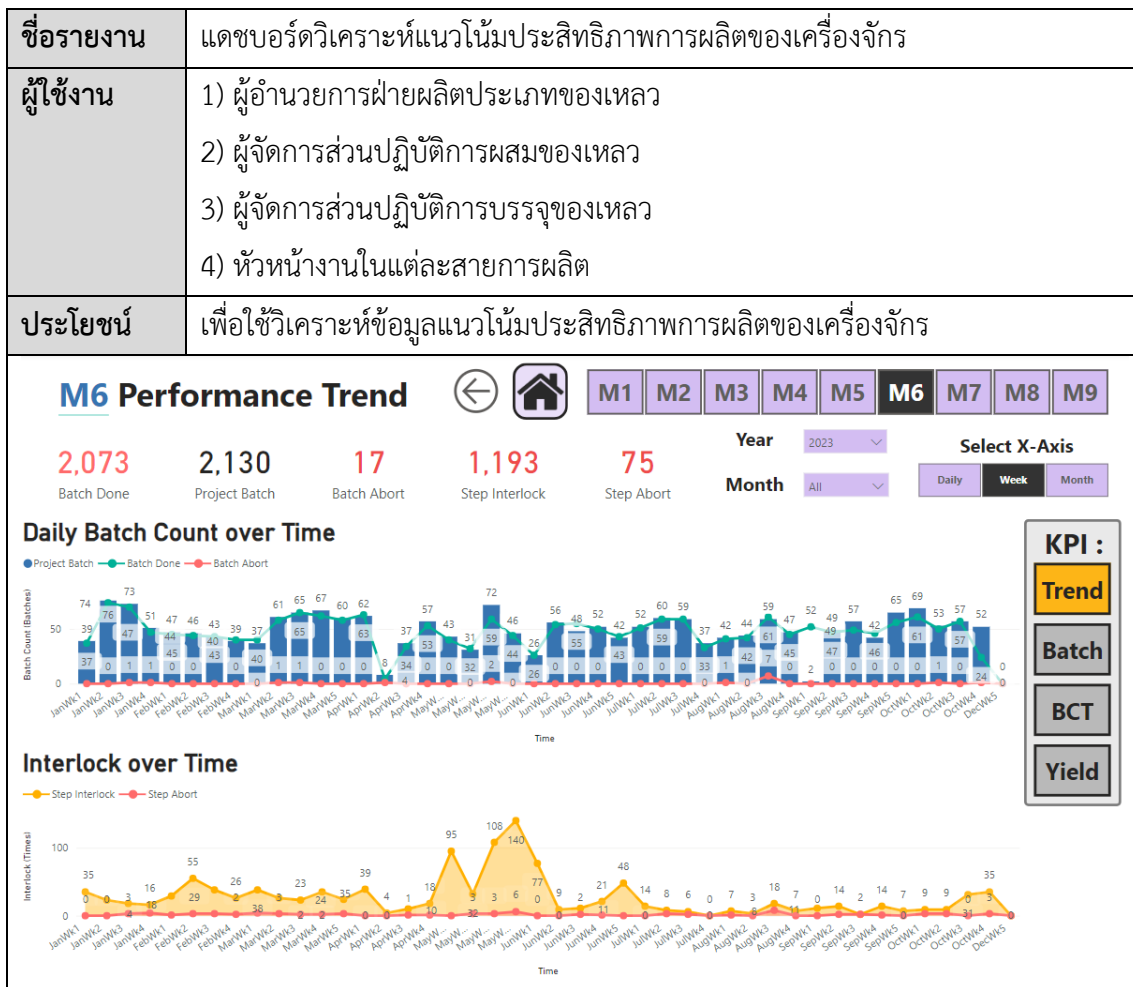
รูปที่ ค-1: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากชุดการผลิต



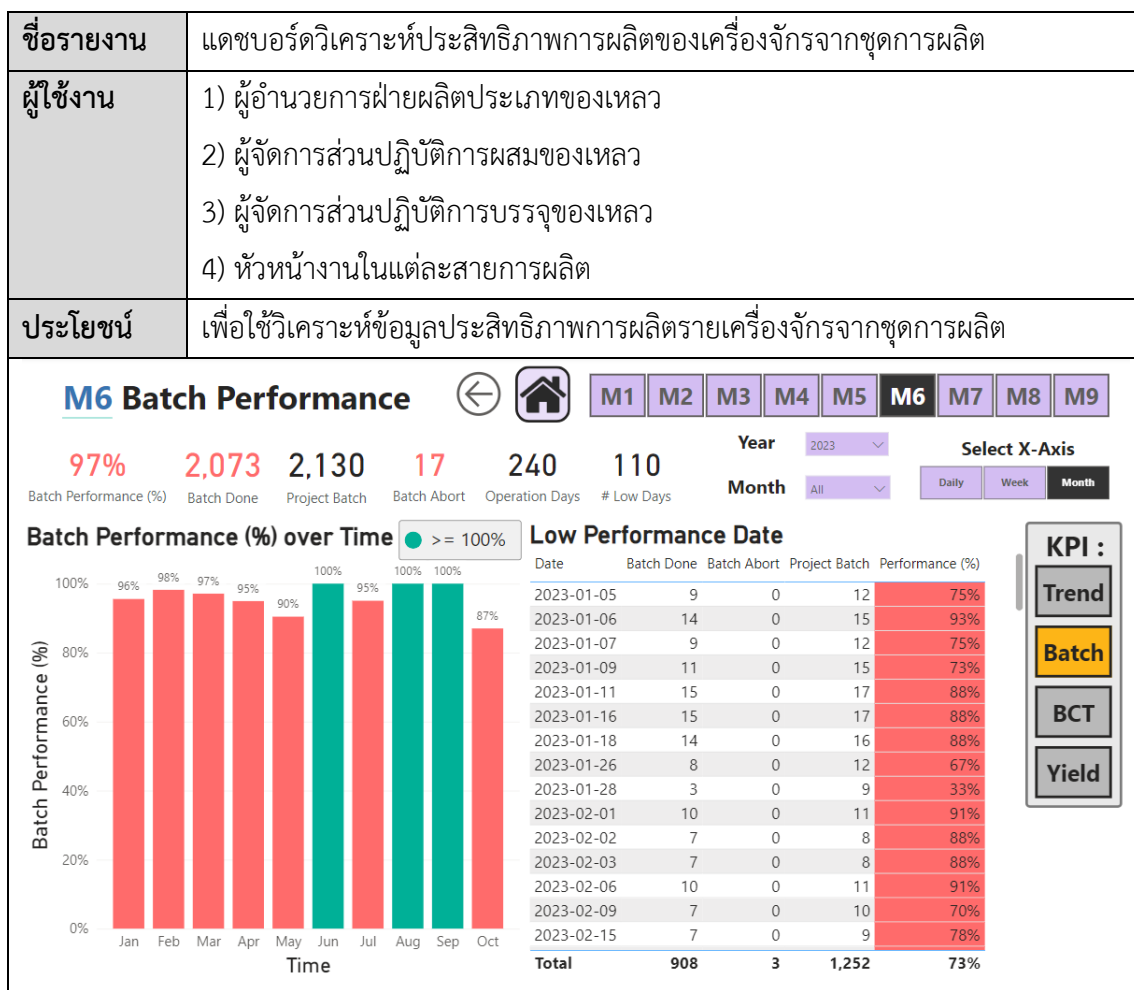
รูปที่ ค-2: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต



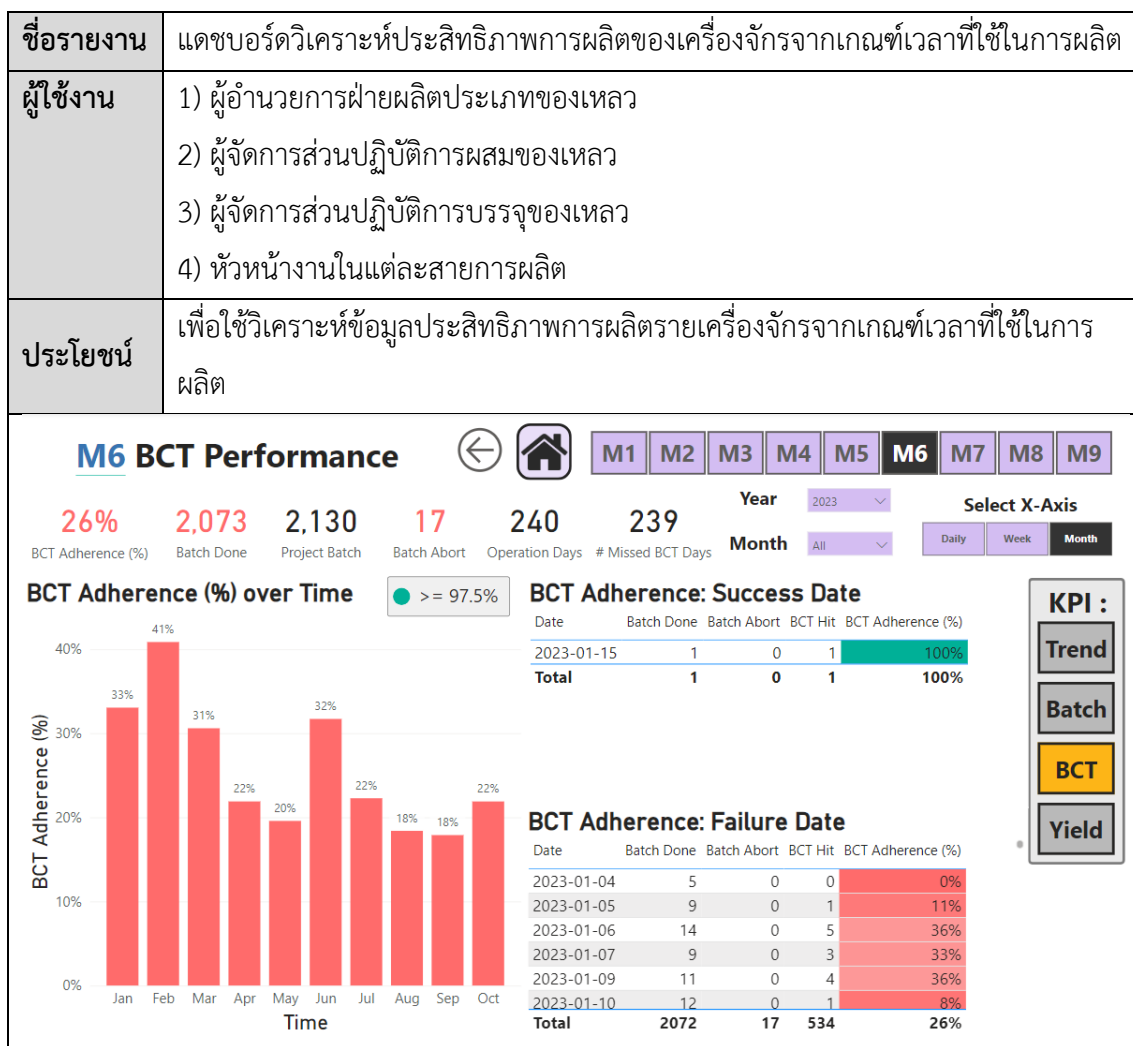
รูปที่ ค-3: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการผลิตจากผลผลิต



รูปที่ ค-4: แดชบอร์ดวิเคราะห์แนวโน้มประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร

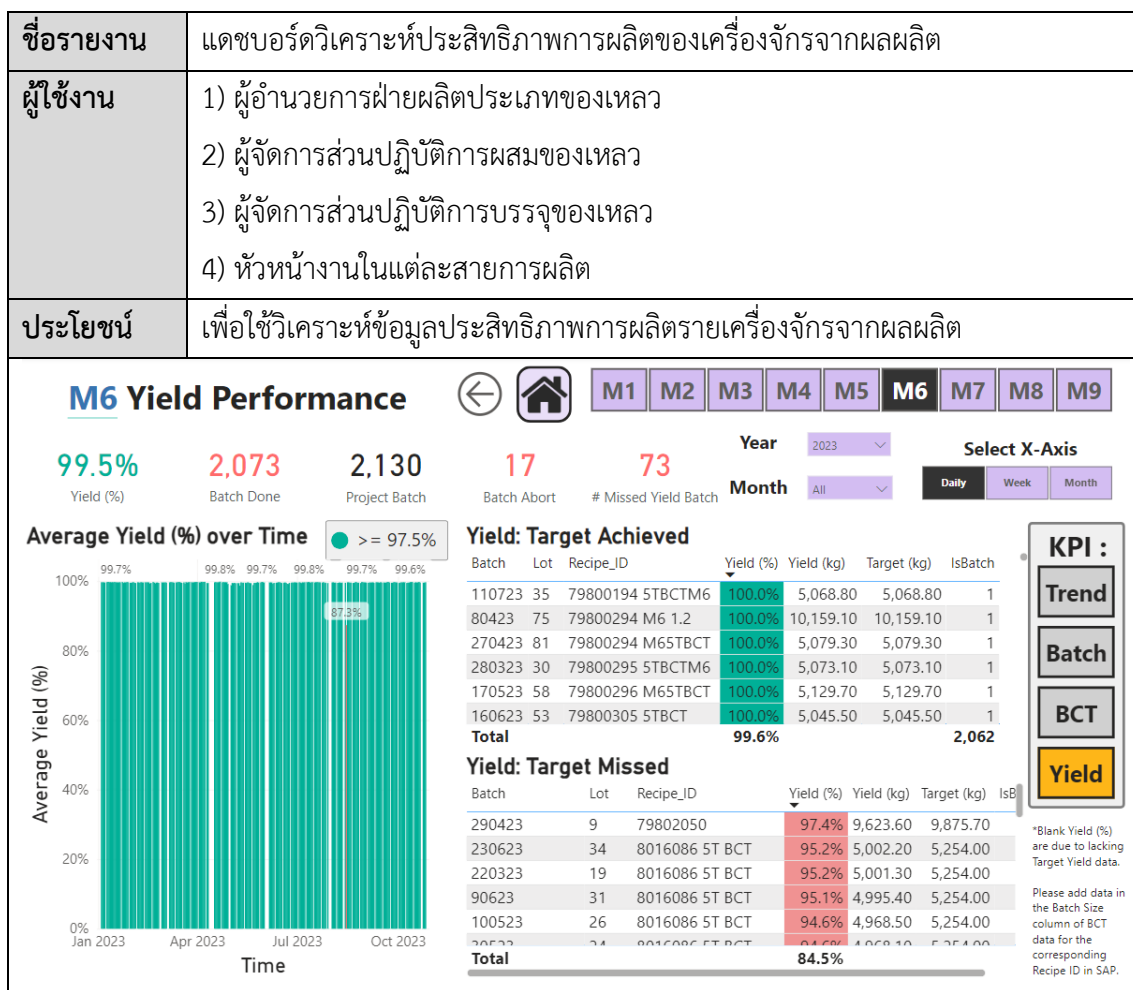


รูปที่ ค-5: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากชุดการผลิต



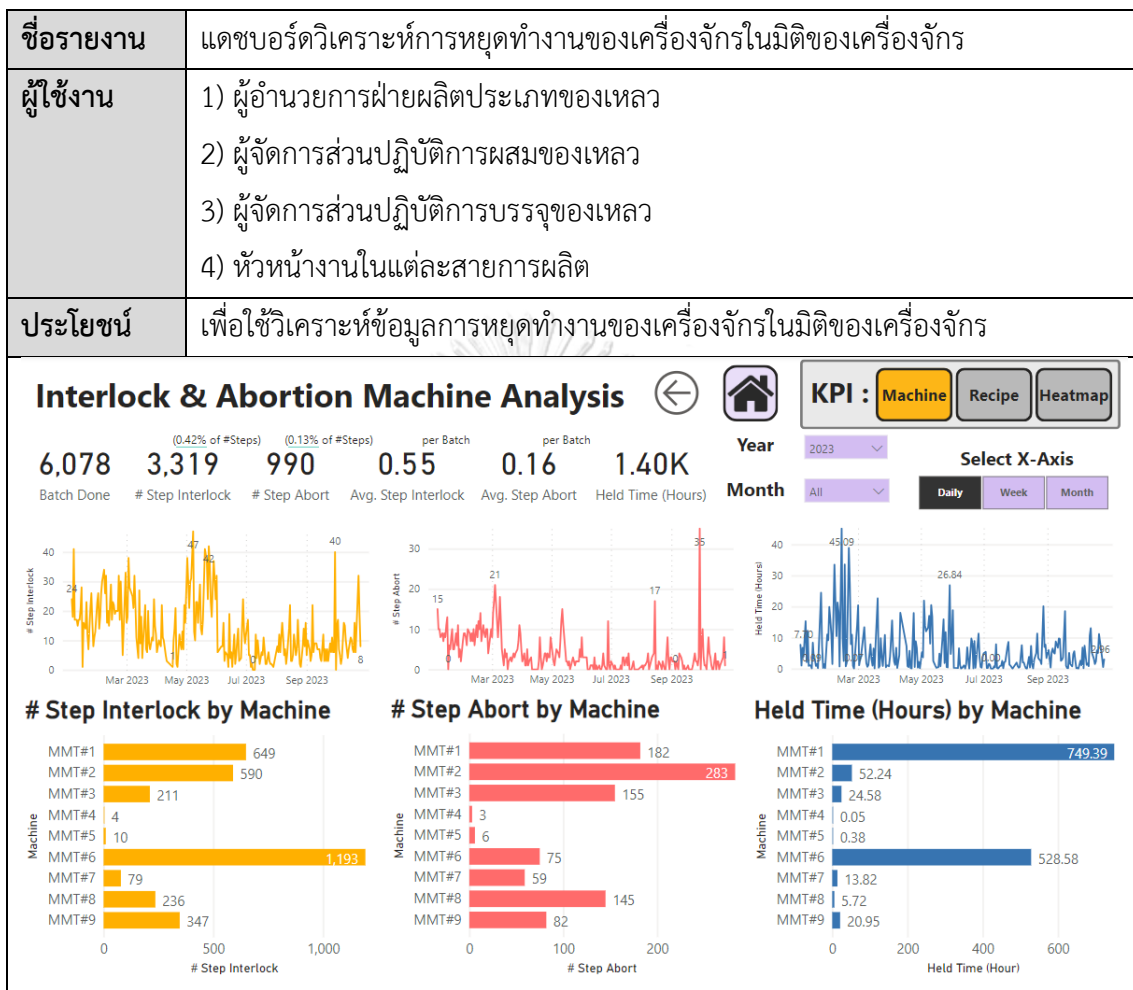
รูปที่ ค-6: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต



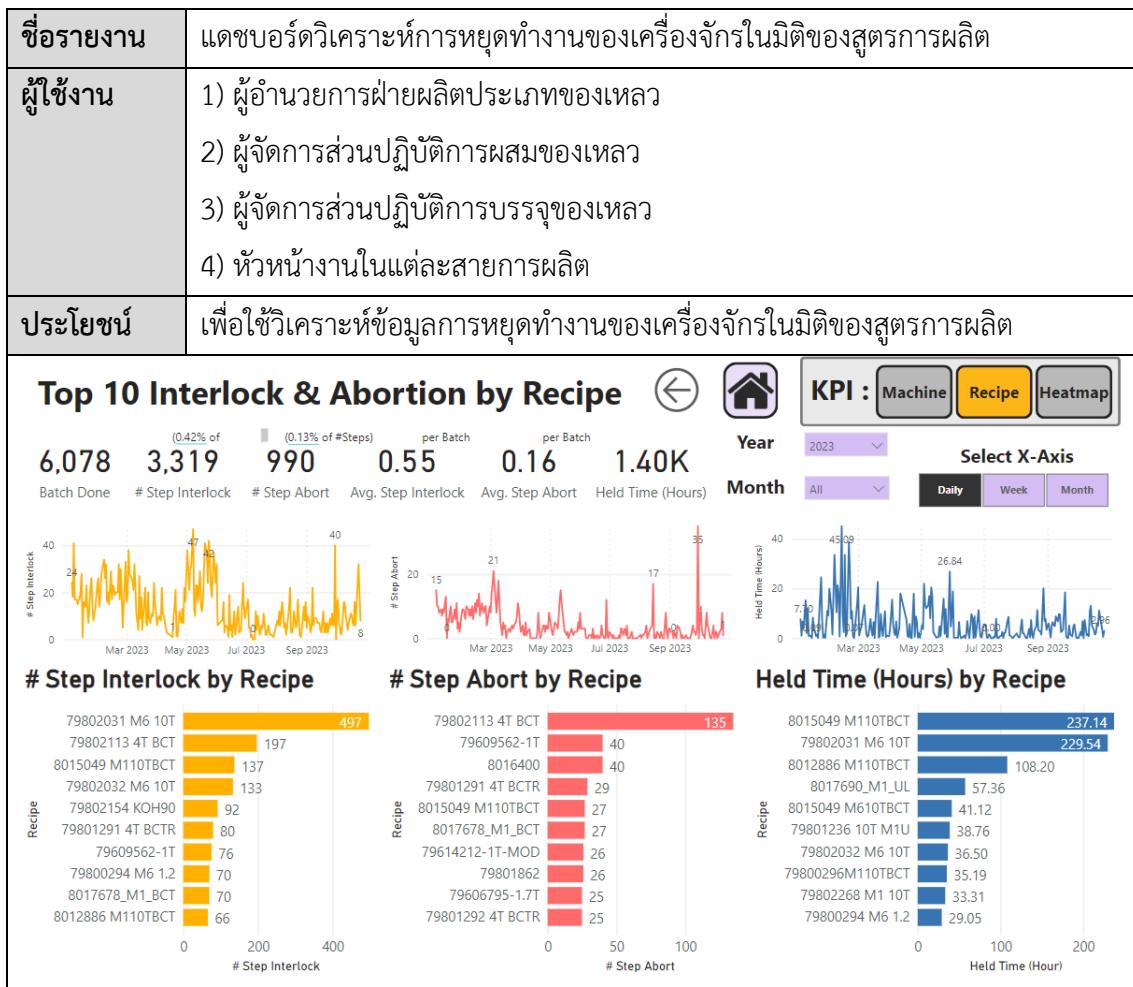


รูปที่ ค-7: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรจากผลผลิต

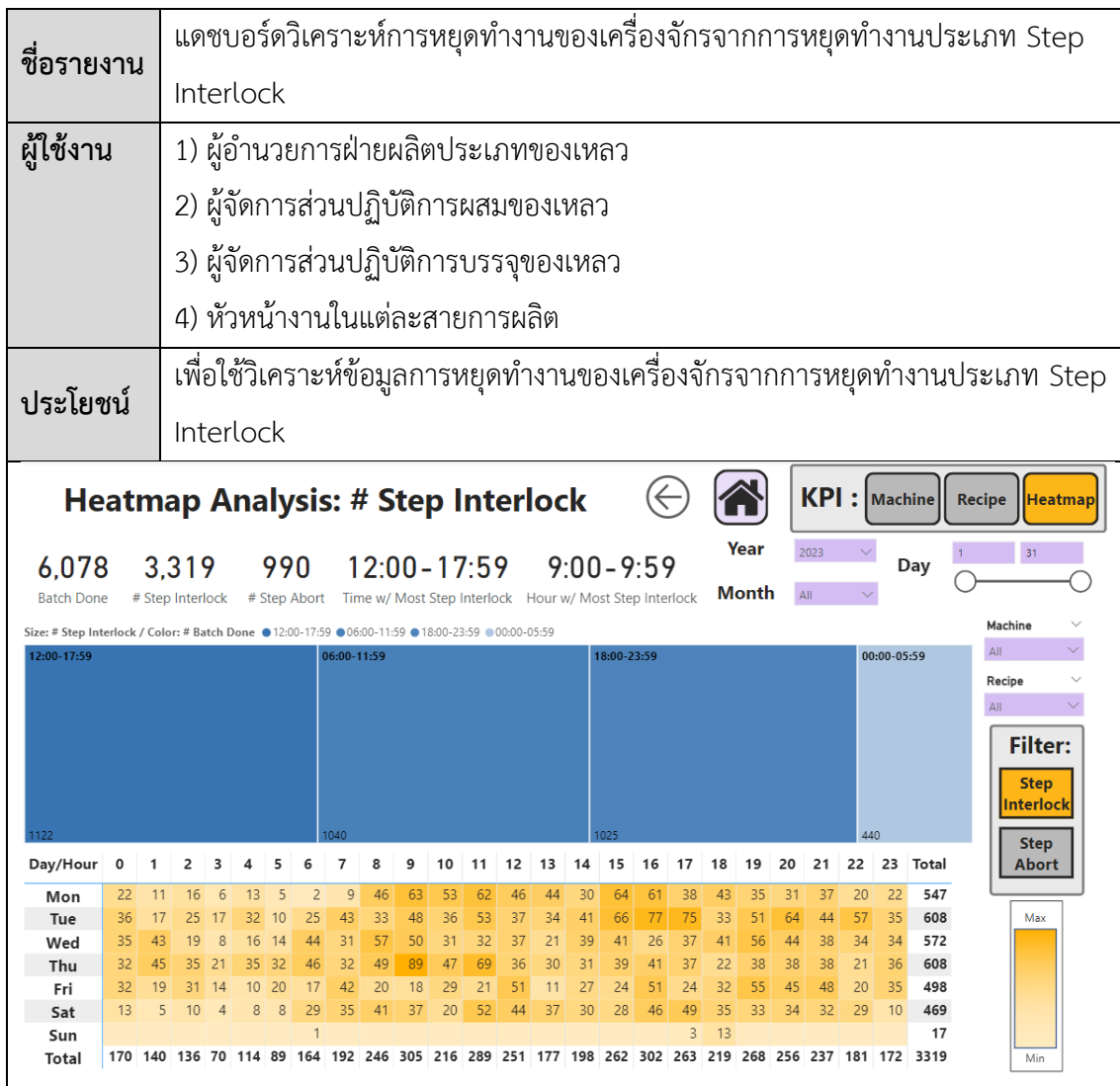
5) ระบบวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักร (Manufacturing Interlock and Abortion Analysis System)



รูปที่ ค-8: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรในมิติของเครื่องจักร

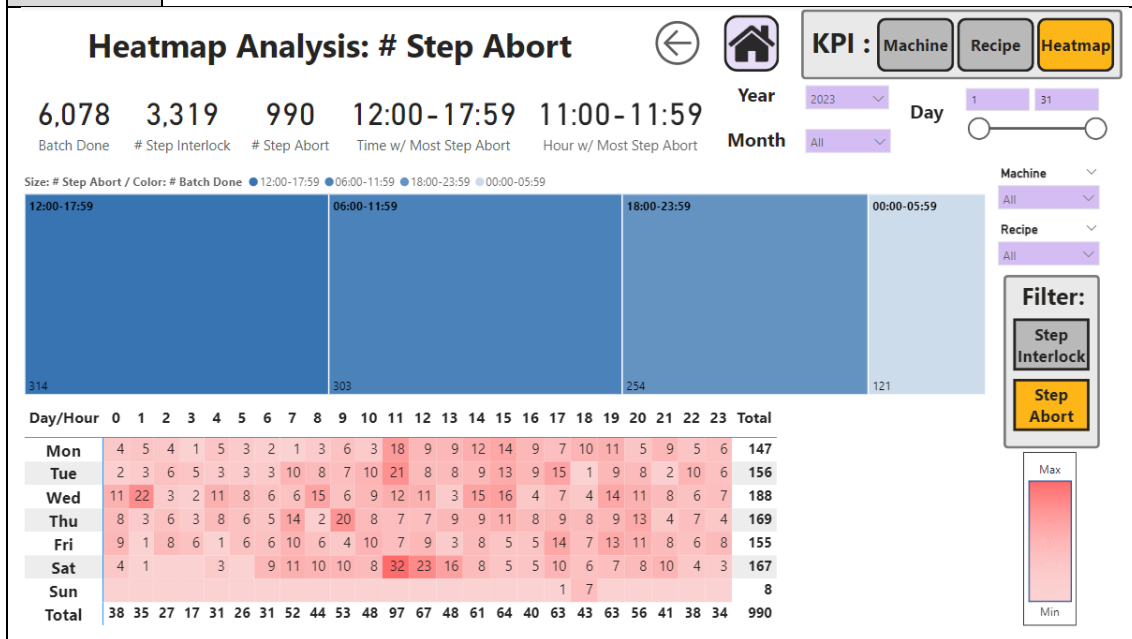


รูปที่ ค-3: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรในมิติของสูตรการผลิต

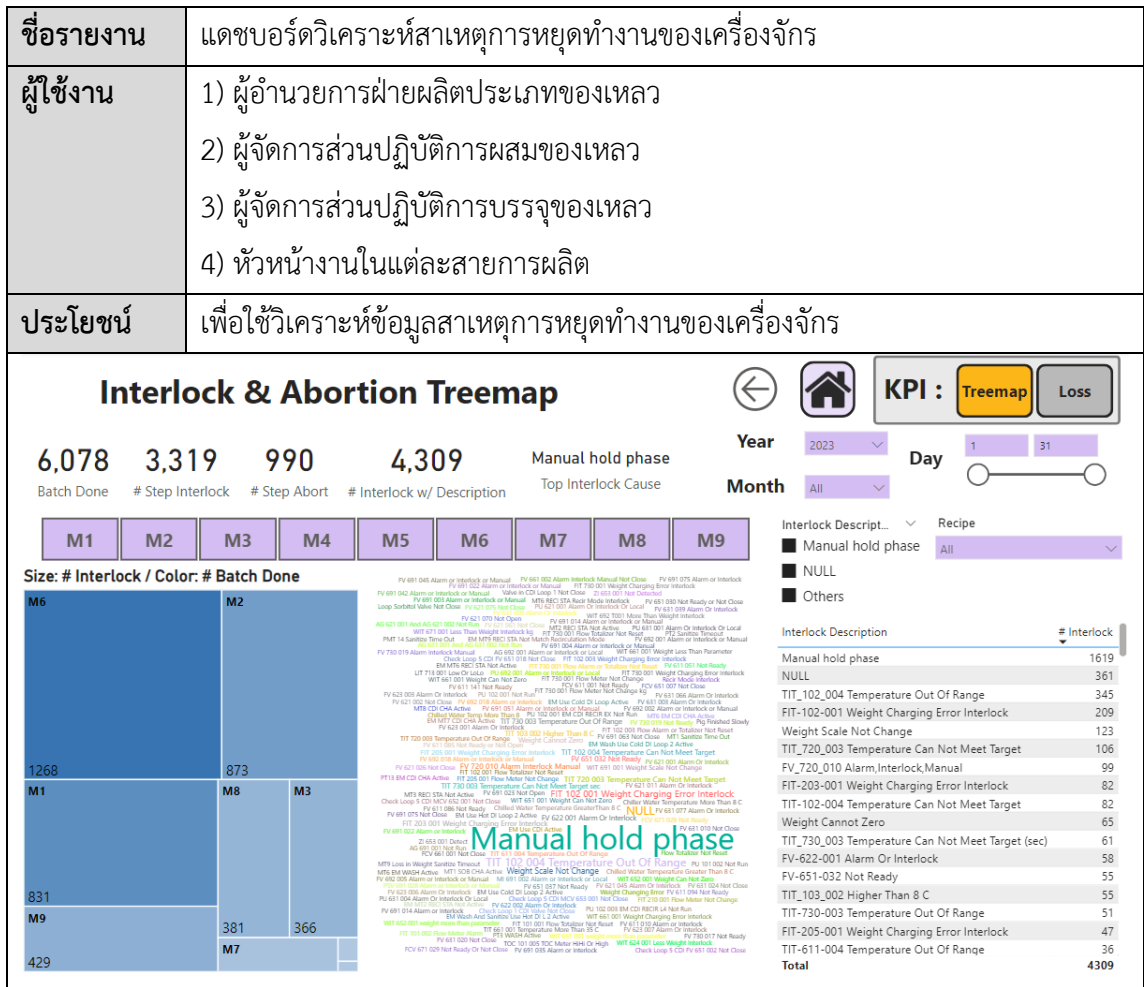


รูปที่ ค-4: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการหยุดทำงานประเภท Step Interlock

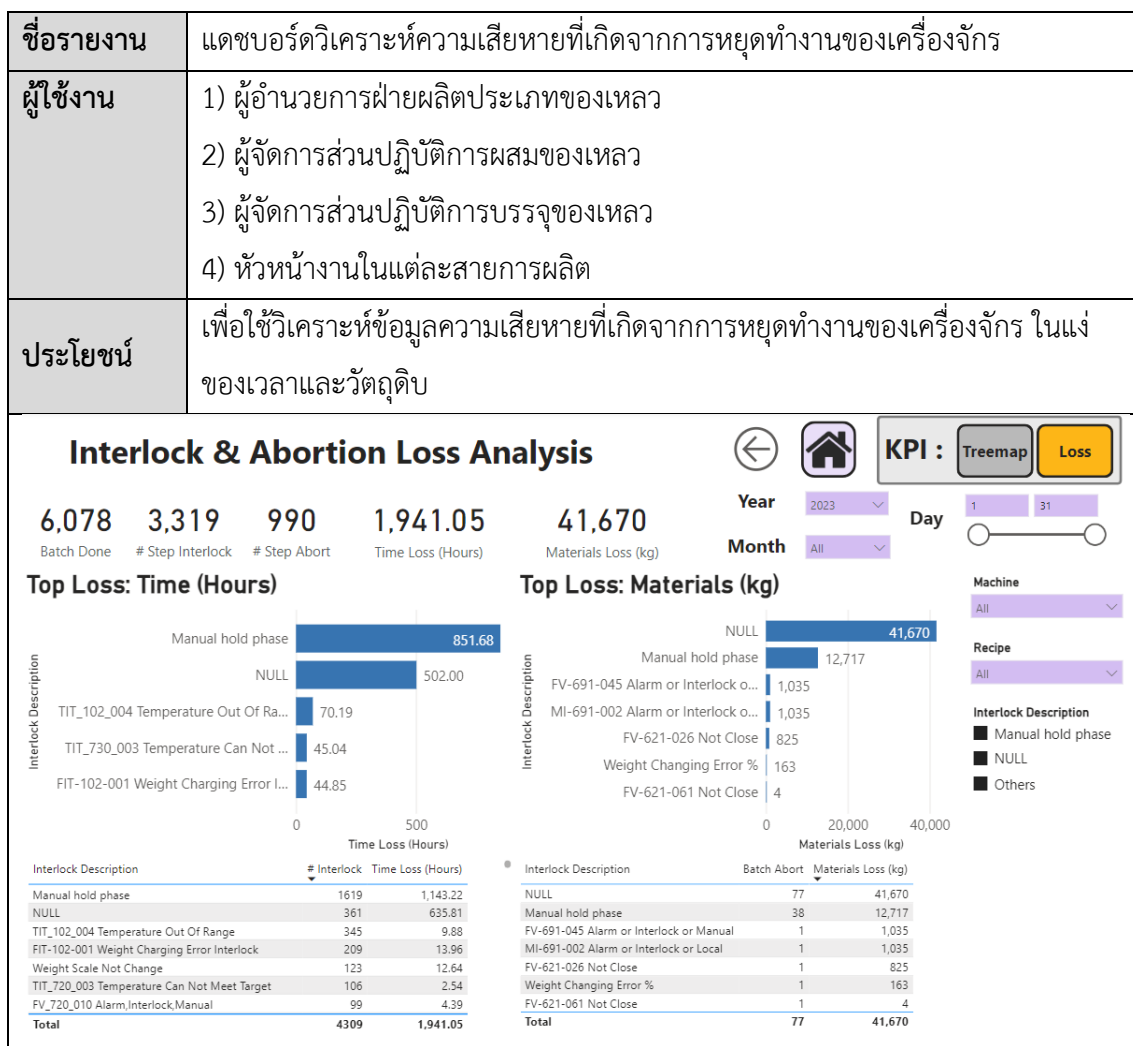
ชื่อรายงาน	แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการหยุดทำงานประเภท Step Abort
ผู้ใช้งาน	1) ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตประเภทของเหลว 2) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการผสมของเหลว 3) ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการบรรจุของเหลว 4) หัวหน้างานในแต่ละสายการผลิต
ประโยชน์	เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการหยุดทำงานประเภท Step Abort



รูปที่ ค-5: แดชบอร์ดวิเคราะห์การหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการหยุดทำงานประเภท Step Abort



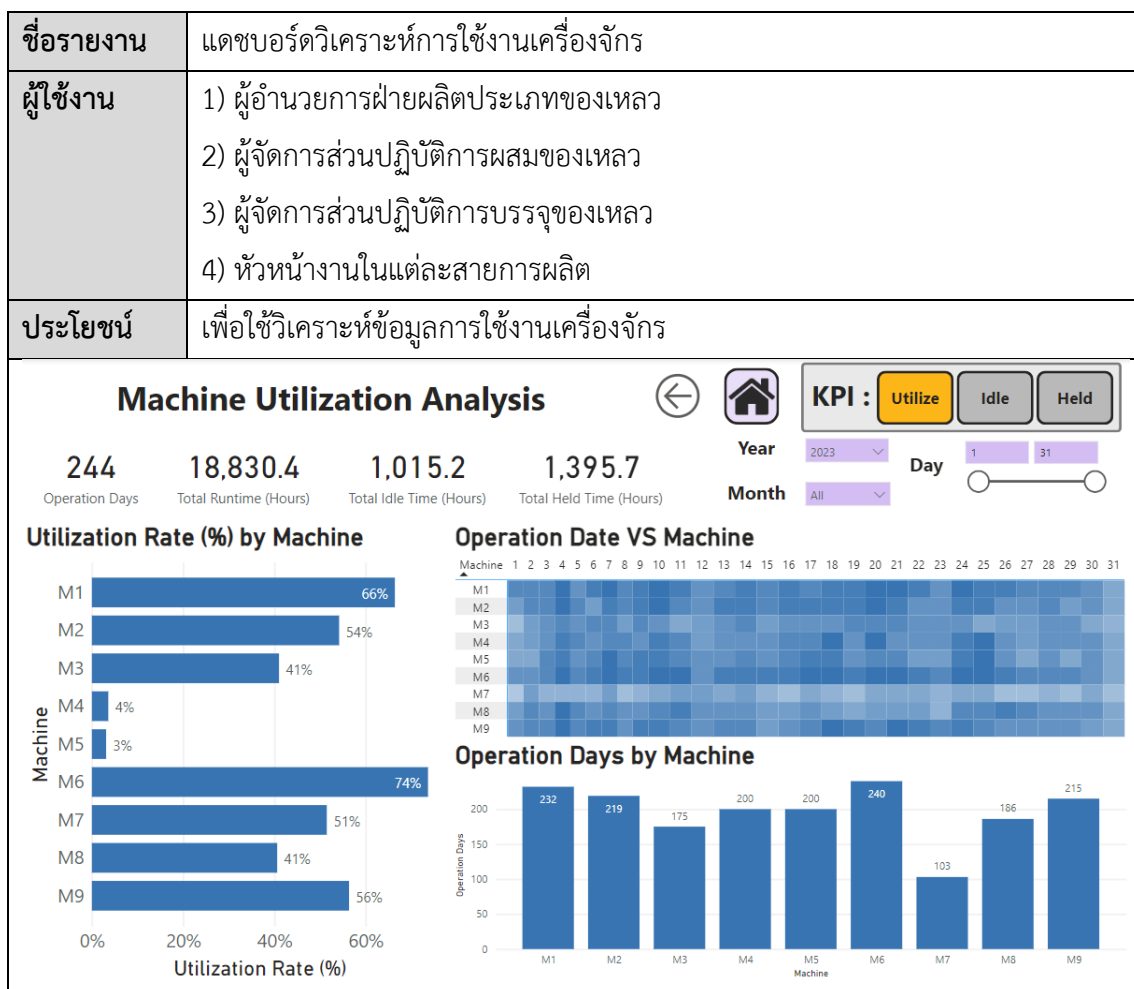
รูปที่ ค-6: แดชบอร์ดวิเคราะห์สาเหตุการหยุดทำงานของเครื่องจักร



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

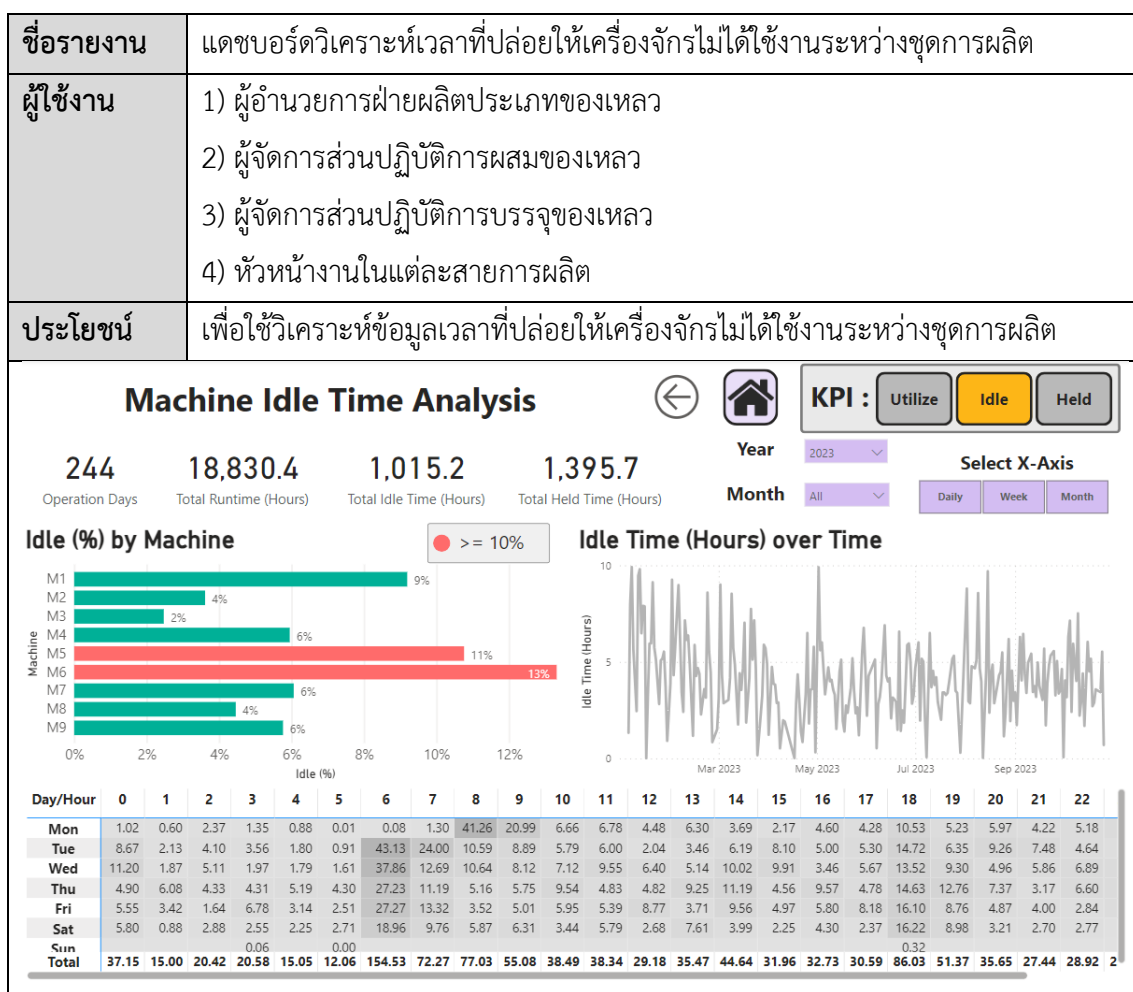
รูปที่ ค-7: แดชบอร์ดวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดจากการหยุดทำงานของเครื่องจักร

## 6) ระบบวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร (Machine Utilization Analysis System)

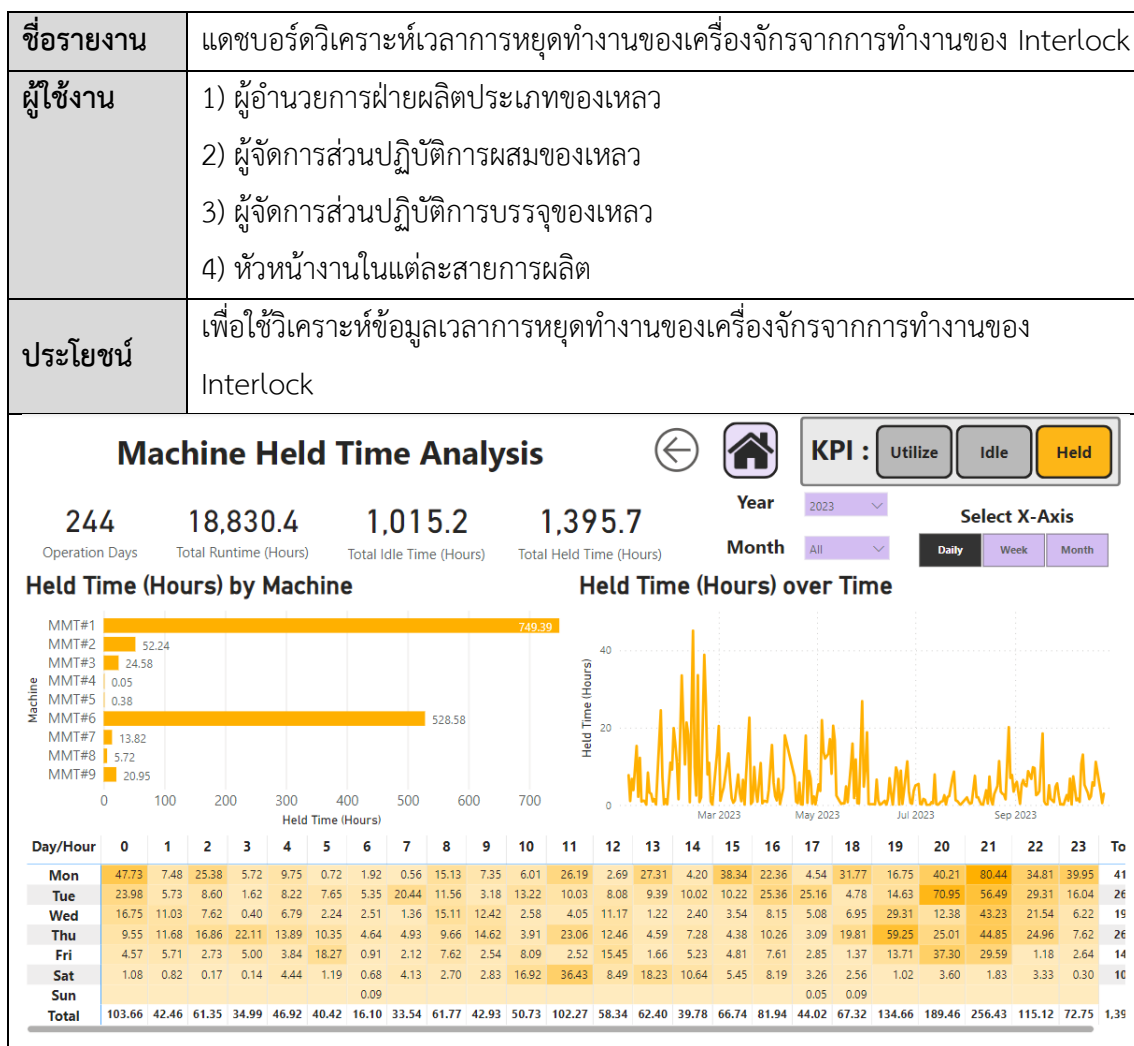


รูปที่ ค-8: แดชบอร์ดวิเคราะห์การใช้งานเครื่องจักร



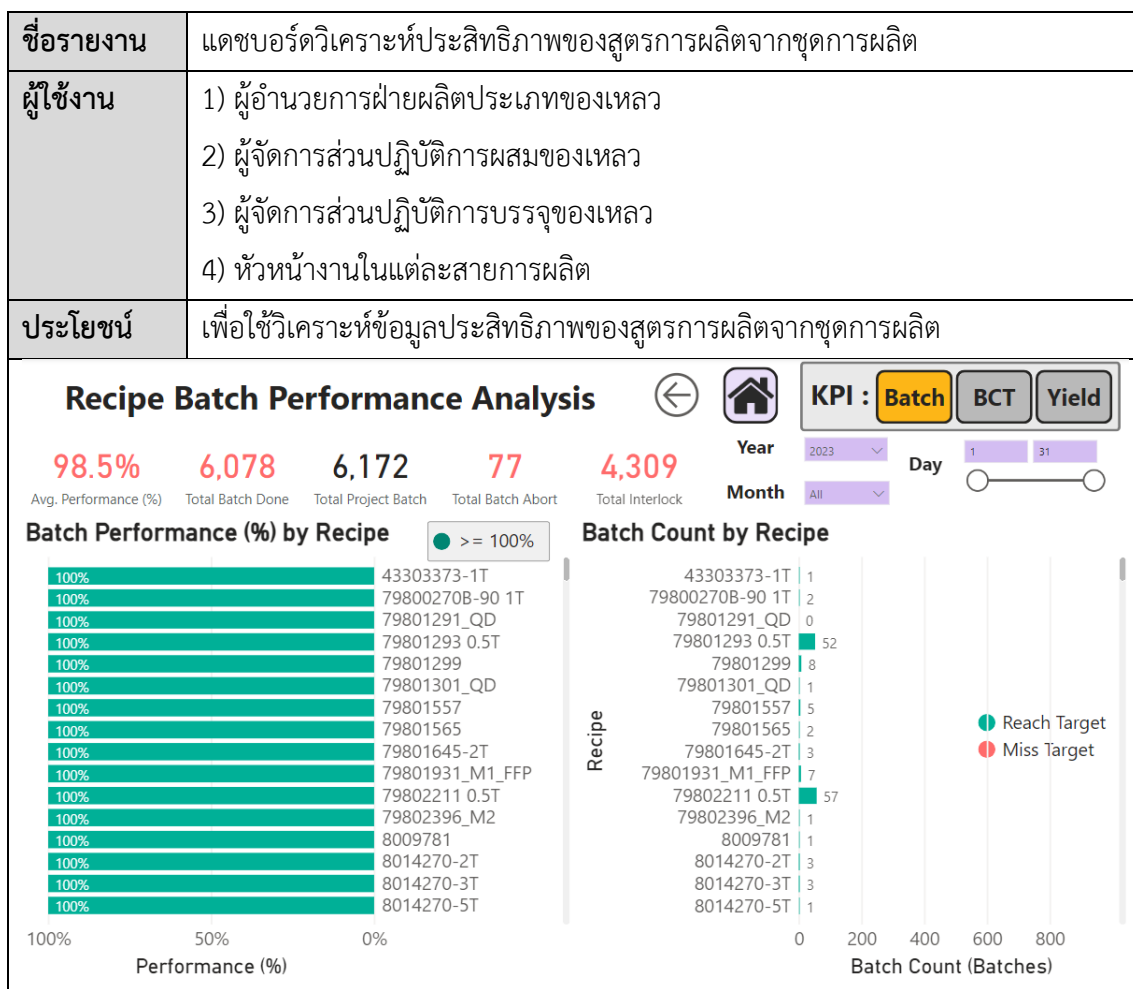


รูปที่ ค-9: แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาที่ปล่อยให้เครื่องจักรไม่ได้ใช้งานระหว่างชุดการผลิต

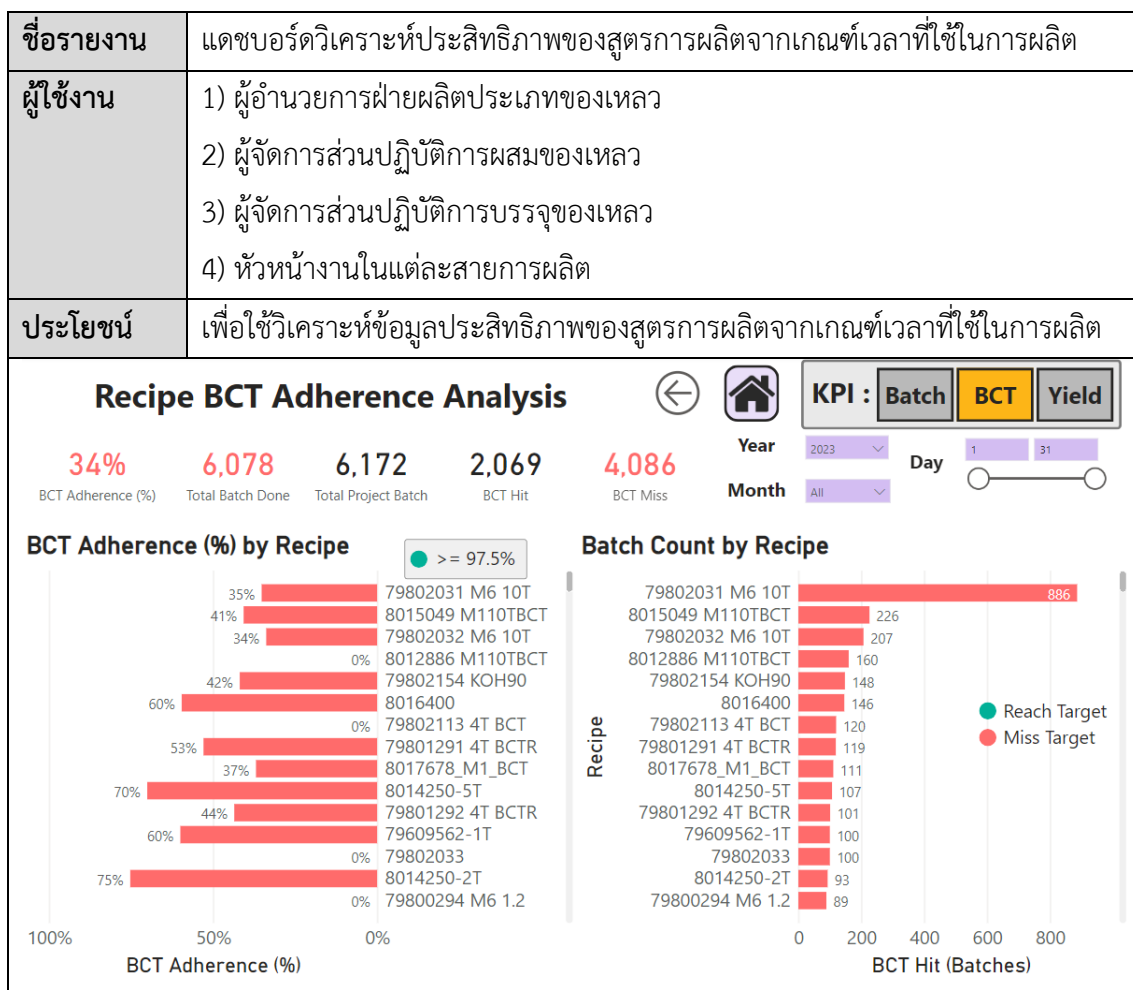


รูปที่ ค-10: แดชบอร์ดวิเคราะห์เวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากการทำงานของ Interlock

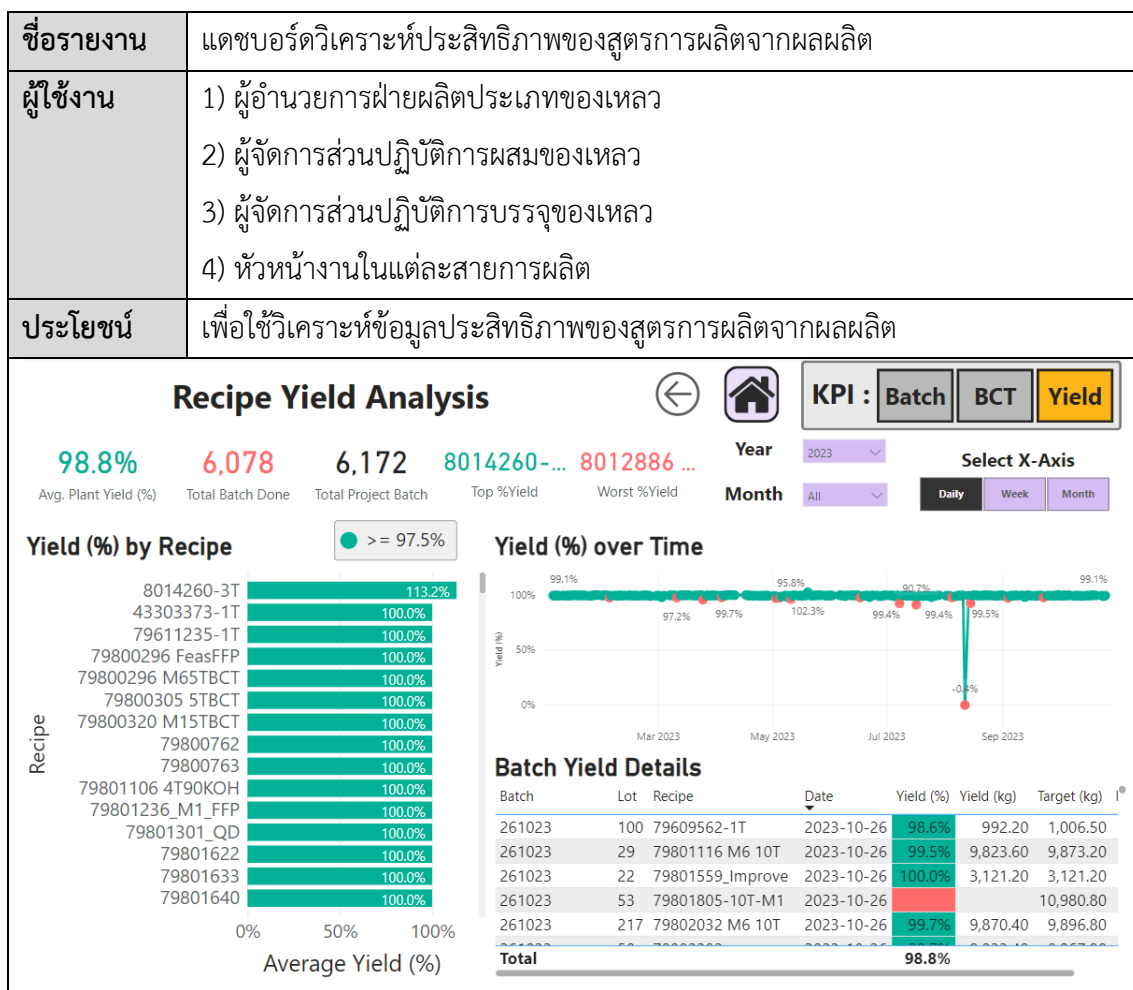
## 7) ระบบวิเคราะห์สูตรการผลิต (Recipe Performance Analysis System)



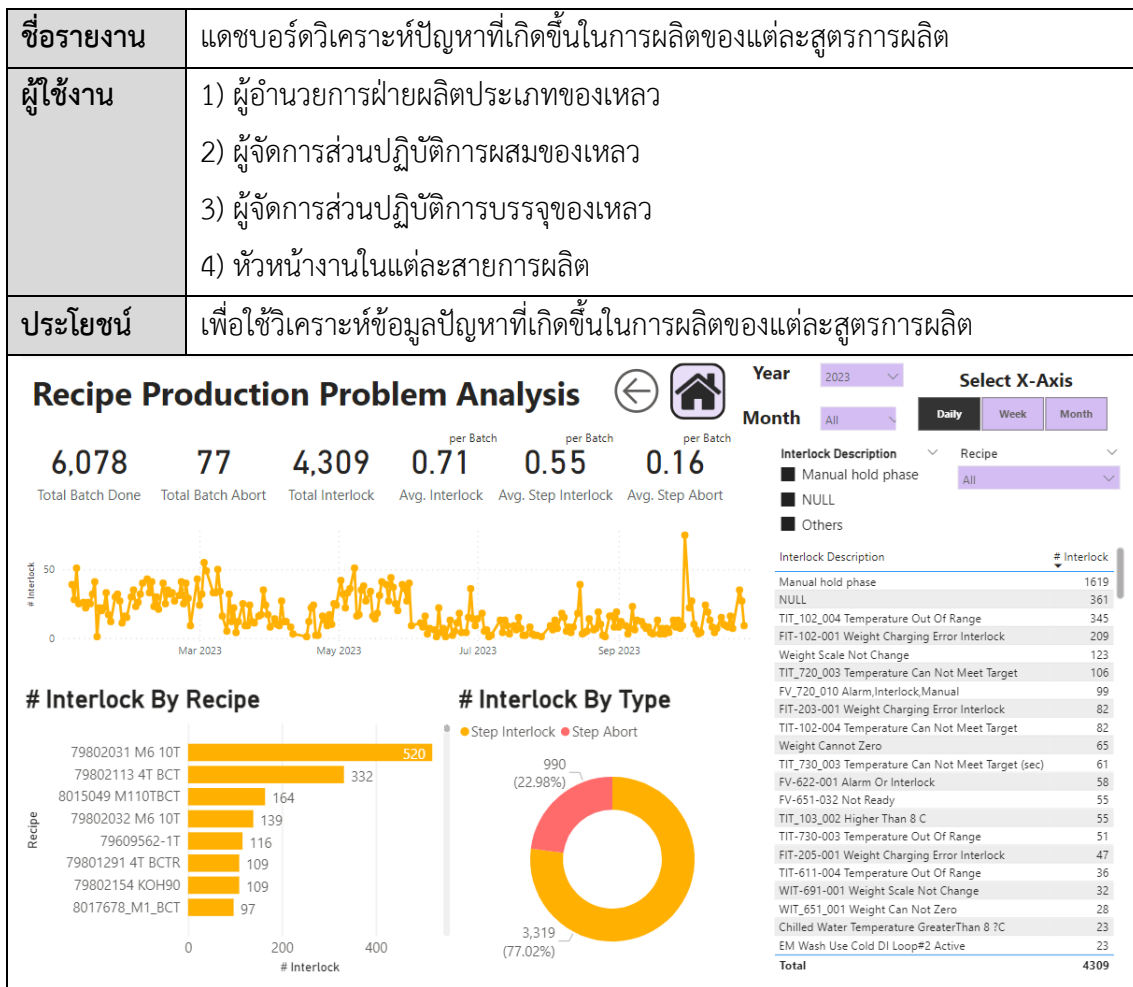
รูปที่ ค-11: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากชุดการผลิต



รูปที่ ค-12: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากเกณฑ์เวลาที่ใช้ในการผลิต



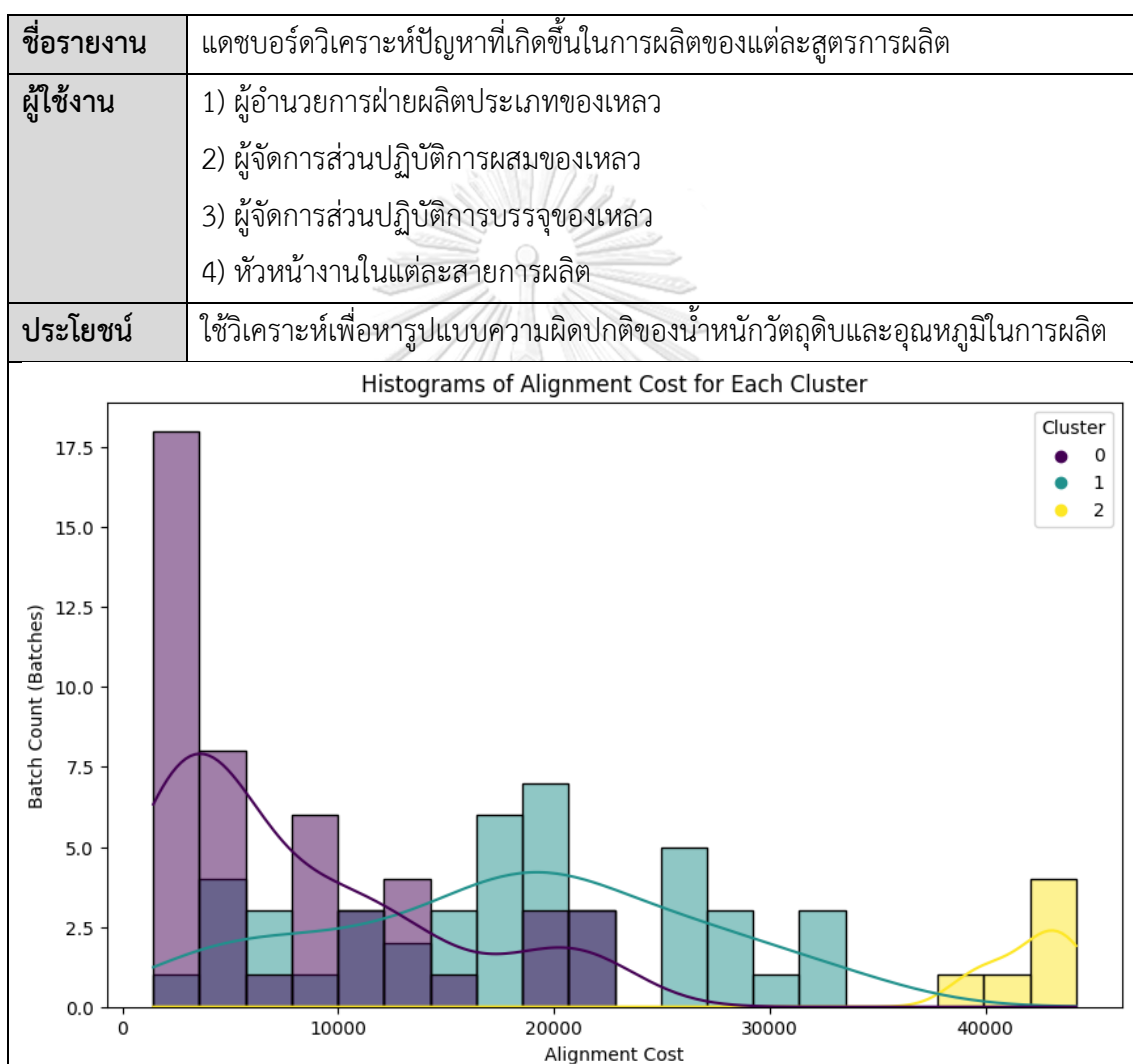
รูปที่ ค-13: แดชบอร์ดวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสูตรการผลิตจากผลผลิต



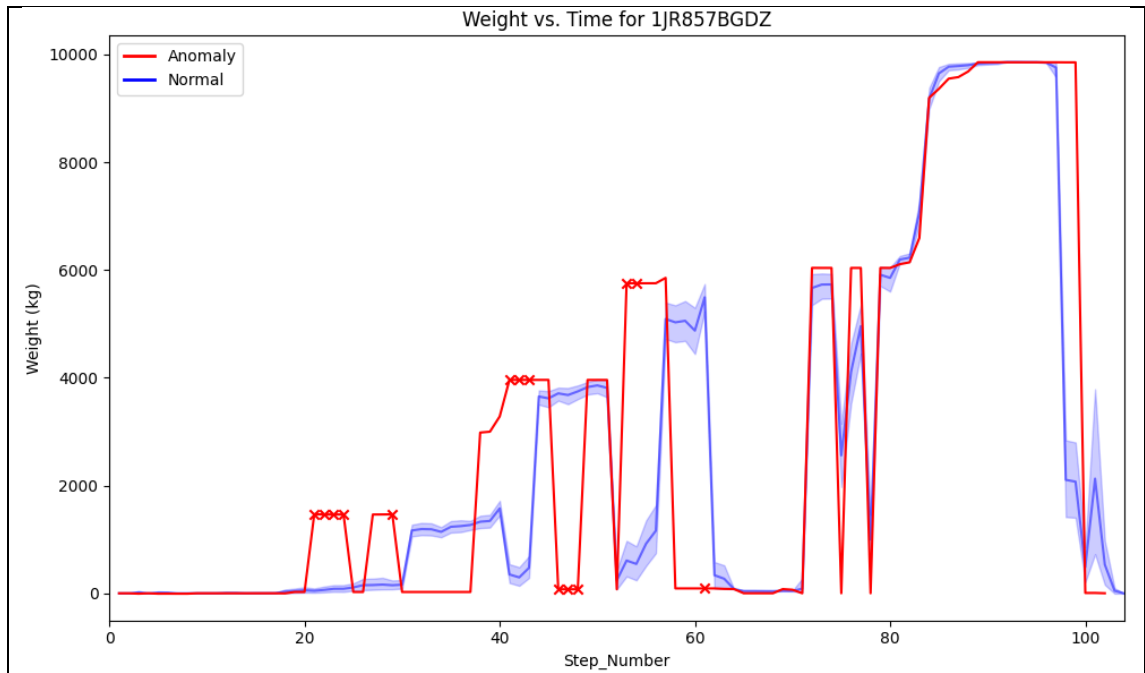
รูปที่ ค-14: แดชบอร์ดวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตของแต่ละสูตรการผลิต

#### 4.5.5 ตัวอย่างการสร้างรายงานจาก Google Colab มีดังนี้

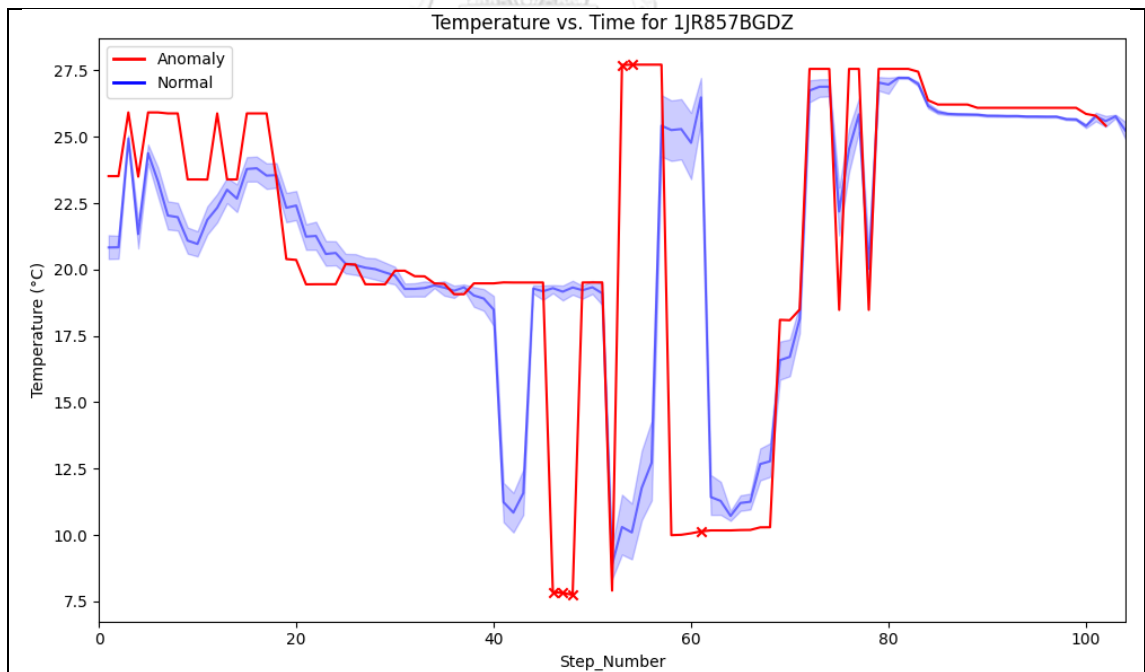
- 2) ระบบวิเคราะห์ความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิต  
(Manufacturing Materials Weight and Temperature Anomaly Analysis System)



รูปที่ ค-15: รายงานแสดงจำนวนชุดการผลิตตามค่า Alignment Cost โดยแยกตาม Cluster



รูปที่ ค-16: รายงานแสดงชุดการผลิตที่มีรูปแบบความผิดปกติของน้ำหนักวัตถุดิบเทียบกับรูปแบบเฉลี่ยของชุดการผลิตที่ปกติ



รูปที่ ค-17: รายงานแสดงชุดการผลิตที่มีรูปแบบความผิดปกติของอุณหภูมิเทียบกับรูปแบบเฉลี่ยของชุดการผลิตที่ปกติ



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ณัฐสิทธิ์ อนันต์วาทัญญู
วัน เดือน ปี เกิด	11 ธันวาคม 2535
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	Bachelor of Engineering in Nanoengineering, Chulalongkorn University (2558) Master of Science in Biomedical Engineering with Neurotechnology, Imperial College London (2560) Master of Science in Information Technology in Business, Chulalongkorn University (2565-Present)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY