อัลกอริทึมสำหรับระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ
(Algorithm for EMU Utilization System)

ภัทราพร ก้อนแก้ว
PATTRAPORN KORNKAEW
เสฏฐวุฒิ เอกรัตรัตธนา
SEDTAWUT EAKRATRATTHANA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

อัลกอริทึมสำหรับระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ
(Algorithm for EMU Utilization System)

ภัทราพร ก้อนแก้ว

PATTRAPORN KORNKAEW

เสฏฐวุฒิ เอกรัตรัตธนา

SEDTAWUT EAKRATRATTHANA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Algorithm for EMU Utilization System

PATTRAPORN KORNKAEW

SEDTAWUT EAKRATRATTHANA

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อัลกอริทึมสำหรับระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ	
รายชื่อนักศึกษา	นางสาวภัทราพร ก้อนแก้ว	รหัสนักศึกษา 58010952
	นายเสฏฐวุฒิ เอกรัตรัตธนา	รหัสนักศึกษา 58011379
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
พ.ศ.	2561	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล	

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

.....

(ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อัลกอริทึมสำหรับระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ
Thesis Title	Algorithm for EMU Utilization System
ชื่อนักศึกษา	นางสาวภัทราพร ก้อนแก้ว รหัสนักศึกษา 58010952
	นายเสฏฐวุฒิ เอกรัตรัตธนา รหัสนักศึกษา 58011379
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ ด้วยการจัดการใช้งานขบวนรถไฟและจัดลำดับการซ่อมบำรุงตามระยะทางสะสม ระยะทางก่อนการซ่อมบำรุงครั้งถัดไป และตำแหน่งจอดของขบวนรถไฟในสถานี โดยทดลองประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดคิวสำหรับการคัดเลือกรถไฟเพื่อให้บริการตามตารางเวลารถไฟ (Timetable) ได้แก่ ทฤษฎีการเข้าก่อนออกก่อน (First In/First Out), ทฤษฎีการเข้าทีหลังออกก่อน (Last In/First Out), ทฤษฎีการจัดคิวที่มีการเรียงลำดับขบวนรถไฟตามระยะทางสะสม โดยประสิทธิภาพของทฤษฎีทั้งสามจะถูกประเมินโดยพิจารณาจากจำนวนขบวนรถไฟที่น้อยที่สุดที่สามารถให้บริการสำหรับตารางเวลาที่กำหนดไว้ได้ จำนวนวันมากที่สุดที่สามารถให้บริการได้และระยะทางในการเคลื่อนย้ายขบวนรถ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาการคัดเลือกขบวนรถไฟด้วยทฤษฎีการจัดเรียงลำดับขบวนรถไฟตามระยะทางสะสมมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการหมุนเวียนการใช้งานขบวนรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Algorithm for EMU Utilization System
Student	Miss Pattraporn Kornkaew Student ID. 58010952
	Mr. Sedtawut Eakratratthana Student ID. 58011379
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Information Engineering
Department	Computer Engineering
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Asst.Prof. Mayuree Lertwatechakul

ABSTRACT

This thesis is about developing the proper algorithm for EMU utilization system to generate the efficient EMU circulation plan. By using accumulated mileage, next maintenance mileage and depot's capacity as the constraint parameters, the program selects the nearest EMUs for a service through three queuing methods e.g. First-in First-out, Last-in First-out and SBAM (Sorted-by-Accumulated Mileage). The efficiency of algorithms will be gauged by a minimum number of EMUs for serving timetable and a minimum accumulated mileage for moving EMUs between each of stations. The results of algorithms show that circulation plan generated by applying SBAM is the most effective compared to the others.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ช่วยแก้ปัญหาและข้อผิดพลาดตลอดจนให้ความรู้และประการณ์ที่ดีแก่ผู้จัดทำ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างตารางรถไฟอย่างง่าย การจัดการและการซ่อมบำรุงของขบวนรถไฟ รวมไปถึงให้ข้อชี้แนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จในครั้งนี้อย่างยิ่ง คือ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจ เปิดโอกาสและให้การสนับสนุนผู้จัดทำในทุกๆ เรื่อง ตั้งแต่เริ่มการศึกษามาจนสำเร็จการศึกษาและขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิศวกรรมสารสนเทศและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือผู้จัดทำในทุกๆ ด้าน ระหว่างการจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้จนปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ภัทราพร ก้อนแก้ว
เสฏฐวุฒิ เอกรัตรัตธนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 จุดประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนการพัฒนาของโครงงาน 3
1.5 ตารางเวลาในการพัฒนาของโครงงาน 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6
2.1.1 การจัดลำดับรถไฟ 6
2.1.2 การเรียงลำดับข้อมูล 7
2.1.3 รถรางไฟฟ้า 7
2.1.4 ตารางเวลาการเดินรถไฟ 9
2.1.5 ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ 11
2.1.6 EMU Utilization System Model 11
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา 13
2.2.1 Microsoft Visual Studio 13
2.2.2 ภาษา XML 13
2.2.3 CSV 13
2.2.4 Microsoft Excel 14

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ 15
3.1 ความต้องการของระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 15
3.2 ภาพรวมโครงสร้างของระบบรถไฟ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 ข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบระบบ 16
3.3.1 ข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบสถานี 16
3.3.2 ข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบศูนย์ซ่อมบำรุง 16
3.3.3 ข้อกำหนดที่ใช้ในการเลือกรถไฟที่จะนำไปให้บริการ 17
3.4 การออกแบบโครงสร้างของระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 18
3.4.1 Flowchart ภาพรวมการทำงานของระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 18
3.4.2 หลักการทำงานของระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 18
3.4.3 ลักษณะการใช้งานของระบบ 24

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 29
4.1 ตารางเวลาการเดินรถไฟอย่างง่าย 29
4.2 ขั้นตอนการใช้งานระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 32
4.3 ผลลัพธ์การใช้อัลกอริทึม FIFO 37
4.4 ผลลัพธ์การใช้อัลกอริทึม LIFO 38
4.5 ผลลัพธ์การใช้อัลกอริทึมการคัดเลือกขบวนรถไฟที่มีการจัดเรียงลำดับโดยใช้ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟเป็นเกณฑ์ 39
4.6 ผลลัพธ์จากการทดสอบระบบ 39
4.6.1 ผลลัพธ์จากการหาจำนวนขบวนรถไฟน้อยที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้ 39
4.6.2 ผลลัพธ์จากการหาจำนวนวันมากที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้ 40

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงงานผลการดำเนินงาน 41
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 41
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงงาน 41
5.3 ข้อเสนอแนะ 42

บรรณานุกรม 43
ภาคผนวก 45
ภาคผนวก ก Poster (และรูปผลงานถ้ามี) 46
ภาคผนวก ข การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual Studio 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางเวลาในการพัฒนาของโครงงานภาคการศึกษา 1/2561 4
1.2 ตารางเวลาในการพัฒนาของโครงงานภาคการศึกษา 2/2561 4
2.1 ความหมายของพารามิเตอร์ใน EMU Utilization System Model 11
2.2 ความหมายของพารามิเตอร์ในการกำหนดให้รถไฟวิ่งบนเส้นทางเดียวกัน 12
2.3 ความหมายของพารามิเตอร์ในการกำหนดปริมาณความจุของสถานีซ่อมบำรุง 12
3.1 แสดงรายละเอียด Use Case ระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 25
3.2 แสดงรายละเอียด Use Case ขบวนรถไฟที่ต้องการนำไปให้บริการ 26
3.3 แสดงรายละเอียด Use Case วัน/เดือน/ปีที่ให้บริการ 26
3.4 แสดงรายละเอียด Use Case ตารางเวลาการเดินรถไฟ 27
3.5 แสดงรายละเอียด Use Case รายงานการจัดการหมุนเวียนรถไฟ 28
4.1 เส้นทางที่ให้บริการในเที่ยวไป 29
4.2 เส้นทางที่ให้บริการในเที่ยวกลับ 29
4.3 เส้นทางการเดินรถที่ใช้ในการทดสอบระบบ 30
4.4 ตัวอย่างเอกสารสกุลไฟล์ .xlsx สำหรับรายงานการนำขบวนรถไฟไปให้บริการ 36
4.5 ตัวอย่างเอกสารสกุลไฟล์ .xlsx สำหรับรายงานการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุง 36
4.6 ตารางเปรียบเทียบผลการหาจำนวนขบวนรถไฟน้อยที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้ 40
4.7 ตารางเปรียบเทียบผลการหาจำนวนวันมากที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างขบวนรถไฟ 6
2.2 ตัวอย่างตารางเวลาการเดินรถ ร.พ.ศิริราช (ธนบุรี) – ศาลายา 7
2.3 ตัวอย่างแผนการหมุนเวียนรถ 8
2.4 ตัวอย่างแผนการซ่อมบำรุง 9
2.5 ลักษณะการทำงานการของการเข้าคิวแบบ FIFO 10
2.6 ลักษณะการทำงานการของการเรียงทับซ้อนแบบ LIFO 10
3.1 ภาพรวมโครงสร้างของระบบรถไฟ 15
3.2 ภาพรวมของระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 19
3.3 ภาพรวมหลักการทำงานระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 19
3.4 Flowchart หลักการทำงานของการคัดเลือกขบวนรถไฟเพื่อนำไปให้บริการ โดยอัลกอริทึม FIFO หรือ LIFO 20
3.5 Flowchart หลักการทำงานของการคัดเลือกขบวนรถไฟเพื่อนำไปให้บริการ โดยอัลกอริทึม SBAM 21
3.6 Flow Chart หลักการทำงานของการนำขบวนรถไฟเข้าสู่สถานี 22
3.7 Flow Chart หลักการทำงานของกระบวนการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง 23
3.8 Use Case Diagram ระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ 24
4.1 ตัวอย่างเที่ยวไปและกลับที่สัมพันธ์กัน 31
4.2 ตัวอย่างการเลื่อนเวลาของเที่ยวขาไป 31
4.3 จำนวนเที่ยวกลับที่มีการเลื่อนเวลา และ เที่ยวสะสมใน 1 วัน 31
4.4 หน้าต่าง EMU Setting 32
4.5 หน้าต่าง Timetable Setting 33
4.6 หน้าต่าง Usage & Maintenance History 33
4.7 หน้าต่าง EMU History 34
4.8 หน้าต่าง Report Usage History และ Report Maintenance 34
4.9 ตัวอย่างการเลือกรถไฟไปให้บริการในเที่ยวไปและเที่ยวกลับ ด้วยอัลกอริทึม FIFO 37
4.10 ตัวอย่างการเลือกรถไฟไปให้บริการในเที่ยวไปและเที่ยวกลับ ด้วยอัลกอริทึม LIFO 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.11 ตัวอย่างการจัดลำดับขบวนรถไฟก่อนคัดเลือกเพื่อนำไปให้บริการ ด้วยอัลกอริทึม SBAM.....39
ก.1 Poster Algorithm for EMU Utilization System 47
ก.2 ระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟหน้าที่ 1 48
ก.3 ระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟหน้าที่ 2 48
ก.4 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 25 เมษายน 2562 49
ก.5 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 25 เมษายน 2562 49
ก.6 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 26 เมษายน 2562 50
ก.7 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 26 เมษายน 2562 50
ก.8 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 26 เมษายน 2562 51
ข.1 หน้าเว็บไซต์แสดงขั้นตอนการเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรม Visual Studio 52
ข.2 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม Visual Studio 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบขนส่งมวลชนเร็ว คือ ระบบขนส่งมวลชนที่ให้บริการด้วยขบวนรถไฟฟ้าความเร็วสูงที่เป็นที่นิยมในหมู่ประชากรทั้งในเมืองและแถบชานเมือง เนื่องจากเป็นระบบขนส่งมวลชนที่รวดเร็ว ปลอดภัยและมีค่าบริการไม่มากนักหากเทียบกับระบบขนส่งมวลชนแบบอื่น ๆ

ดังนั้นระบบขนส่งมวลชนเร็วควรเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการจัดขบวนรถไฟที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการรับส่งผู้โดยสารตามตารางเวลาที่กำหนดจึงเป็นงานที่มีความสำคัญ หากขบวนรถไฟที่จะนำไปใช้ตามตารางเวลาไม่ได้รับการจัดการหมุนเวียนรถเพื่อนำไปใช้ที่ดีพอ อาจจะทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ขบวนรถไฟไม่สามารถให้บริการได้ตรงตามตารางเวลา หรือมีขบวนรถไฟไม่เพียงพอต่อการให้บริการ ดังนั้นจึงเป็นที่มาทำให้เกิดการคิดค้นระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ รวมถึงการจัดลำดับการซ่อมบำรุงที่จะต้องคำนึงถึงระยะทางสะสมก่อนการซ่อมบำรุงครั้งถัดไป และในขั้นตอนการเลือกขบวนมาให้บริการในรอบถัดไปจะต้องมีการคำนึงถึงตำแหน่งจอดของขบวนรถ โดยระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟนี้จะนำอัลกอริทึมที่เหมาะสมมาใช้ในการหมุนเวียนการใช้งานขบวนรถไฟเพื่อใช้แก้ปัญหาเรื่องของการมีขบวนรถไฟใช้งานไม่เพียงพอ รวมทั้งการจัดลำดับการซ่อมบำรุงของขบวนรถให้เหมาะสมกับความจุและความสามารถของศูนย์ซ่อมบำรุง โดยคำนึงถึงการประหยัดลดค่าใช้จ่ายในการขนย้ายขบวนรถและการซ่อมบำรุงที่เกินความจำเป็น โดยที่ยังคงสามารถจัดขบวนรถไฟสำหรับการให้บริการได้อย่างพอเพียง

ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทำให้ระบบขนส่งมวลชนเร็วในประเทศไทยมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยศึกษาวิธีการคัดเลือกขบวนรถไฟมาให้บริการโดยการนำอัลกอริทึมต่าง ๆ มาใช้เปรียบเทียบหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด อาทิเช่น หลักการการจัดลำดับคิว หลักการการเรียงทับซ้อน และ หลักการการเรียงลำดับข้อมูล โดยมีวิธีการประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึมด้วยการทดสอบที่กำหนดเป้าหมายในการประเมินเป็น 2 เป้าหมาย คือ เพื่อหาอัลกอริทึมที่สามารถจัดการการให้บริการโดยการใช้ขบวนรถไฟจำนวนน้อยที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้ภายในช่วงเวลาที่กำหนด และเพื่อหาอัลกอริทึมที่สามารถจัดการการให้บริการโดยการใช้ขบวนรถไฟจำนวนจำกัดได้ยาวนานที่สุดก่อนที่จะไม่มีขบวนรถไฟสำหรับจัดบริการได้อย่างเพียงพอ ทั้งนี้เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ในระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

1.2 จุดประสงค์

1) สร้างระบบจำลองการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ ที่ต้องคำนึงถึงปัจจัยในด้านต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ลักษณะของขบวนรถไฟ ความจุขบวนรถไฟของสถานีซ่อมบำรุง ระยะเวลาในการซ่อมบำรุง
2) ออกรายงานประวัติการนำขบวนรถไฟไปให้บริการและประวัติการนำขบวนรถไฟไปเข้าซ่อมบำรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สามารถวางแผนการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ตารางเวลาการเดินทางซึ่งกล่าวถึง ชื่อสถานีต้นทาง ชื่อสถานีปลายทาง และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินขบวนรถไฟจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทาง ระยะเวลาในการให้บริการรถไฟ ระยะทางการใช้งานสะสมของขบวนรถไฟ ระยะเวลาในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมการซ่อมบำรุงตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยพิจารณาจากระยะทางสะสมและตำแหน่งจุดจอดของขบวนรถไฟ
2) สามารถนำเสนอรายงานประวัติการวางแผนการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ โดยรายละเอียดของรายงานจะกล่าวถึง หมายเลขขบวนรถไฟ ชื่อเที่ยวการเดินขบวนรถไฟ สถานีต้นทาง สถานีปลายทาง เวลาออกจากสถานีต้นทาง เวลาถึงสถานีปลายทาง ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟ และระยะทางคงเหลือก่อนถึงกำหนดการเข้าซ่อมบำรุงครั้งถัดไป
3) สามารถนำเสนอรายงานประวัติการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุง โดยผู้ใช้ระบบสามารถเลือกนามสกุลไฟล์ในการสร้างเอกสารรายงานได้ 3 ประเภทคือ .xml, .csv และ .xlsx โดยรายละเอียดของรายงานจะกล่าวถึง หมายเลขขบวนรถไฟ เวลาออกจากสถานีต้นทาง ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟ และระดับการซ่อมบำรุง
4) ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบระบบเป็นข้อมูลที่สมมติขึ้น อาทิเช่น เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดในการให้บริการของสถานีรถไฟ ระยะทางระหว่างสถานีรถไฟ เกณฑ์การนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงและระยะเวลาในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง และกำหนดให้มีศูนย์ซ่อมบำรุงจำนวนหนึ่งศูนย์ที่กำหนดระยะทางสมมติจากทุกสถานีถึงศูนย์ดังกล่าว เป็นต้น
5) อัลกอริทึมที่ใช้ในการทดสอบระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟมีทั้งหมด 3 อัลกอริทึม ประกอบด้วย First in / First out, Last in / First out และ Sorted by Accumulated Mileage
6) เกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมคือ จำนวนขบวนรถไฟน้อยที่สุดที่ต้องการจึงจะสามารถให้บริการได้ตามจำนวนวันที่กำหนดและจำนวนวันมากที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้โดยใช้จำนวนรถไฟตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการพัฒนาของโครงงาน

1) สรุปหัวข้อโครงงานกับอาจารย์ที่ปรึกษา
2) ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ
3) จัดทำใบเสนอหัวข้อโครงการ
4) ศึกษาภาษา C# และ โปรแกรม Visual Studio
5) ศึกษาอัลกอริทึมที่จะนำมาใช้งานในระบบ
6) ออกแบบระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ
7) สร้างตารางเวลาจำลองแบบง่าย
8) นำอัลกอริทึมมาใช้ในระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ
9) จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงงาน (เทอม1)
10) นำอัลกอริทึมมาใช้ในระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ (ต่อ)
11) ออกแบบอินเตอร์เฟสโปรแกรม
12) ทดสอบโปรแกรมการหมุนเวียนขบวนรถไฟ
13) แก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมการหมุนเวียนขบวนรถไฟ
14) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่ใช้
15) จัดทำโปสเตอร์และบทคัดย่อ
16) จัดทำระบบออกรายงานในรูปแบบของ XML, CSV, EXCEL
17) จัดทำต้นฉบับปริญญานิพนธ์ (เทอม2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ตารางเวลาในการพัฒนาของโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางเวลาในการพัฒนาของโครงงานภาคการศึกษา 1/2561

ลำดับที่	ขั้นตอนการทำโครงงาน	สิงหาคม 2561				กันยายน 2561				ตุลาคม 2561					พฤศจิกายน 2561				ธันวาคม 2561				
		6/8	31/8	20/8	27/8	3/9	10/9	17/9	24/9	1/10	8/10	15/10	22/10	29/10	5/11	12/11	19/11	26/11	3/12	10/12	17/12	24/12	31/12
1	สรุปหัวข้อโครงงานกับอาจารย์ที่ปรึกษา																						
2	ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ																						
3	จัดทำใบเสนอหัวข้อโครงการ																						
4	ศึกษาภาษา C# และ โปรแกรม Visual Studio																						
5	ศึกษาอัลกริทึมที่จะนำมาใช้งานในระบบ																						
6	ออกแบบระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ																						
7	สร้างตารางเวลาจำลองแบบง่าย																						
8	นำอัลกอริทึมมาใช้ในระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ																						
9	จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงงาน (เทอม1)																						

ตารางที่ 1.2 ตารางเวลาในการพัฒนาของโครงงานภาคการศึกษา 2/2561

ลำดับที่	ขั้นตอนการทำโครงงาน	ธันวาคม 2561					มกราคม 2562				กุมภาพันธ์ 2562				มีนาคม 2562				เมษายน 2562			
		3/12	10/12	17/12	24/12	31/12	7/1	14/1	21/1	28/1	4/2	11/2	18/2	25/2	4/3	11/3	18/3	25/3	1/4	8/4	15/4	22/4
1	นำอัลกอริทึมมาใช้ในระบบจัดการหมุนเวียนรถไฟ (ต่อ)																					
2	ออกแบบอินเตอร์เฟสโปรแกรม																					
3	ทดสอบโปรแกรม																					
4	แก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม																					
5	เปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่ใช้																					
6	จัดทำโปสเตอร์และบทคัดย่อ																					
7	จัดทำระบบออกรายงานในรูปแบบของ XML, CSV, EXCEL																					
8	จัดทำต้นฉบับปริญญานิพนธ์ (เทอม2)																					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถวางแผนการหมุนเวียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2) สามาถนำเสนอรายงานแผนการหมุนเวียนรถได้
3) ผู้ใช้งานระบบสามารถวางแผนการหมุนเวียนรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4) สามารถนำความรู้เรื่องการจัดการหมุนเวียนรถไปใช้ได้ในอนาคต
5) สามารถนำความรู้ในการใช้งานเครื่องมือสำหรับพัฒนาระบบไปใช้งานได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎี ข้อมูลเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโครงงาน โดยคณะผู้จัดทำจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเพื่อนำไปออกแบบ พัฒนา และวิเคราะห์ระบบให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 รถรางไฟฟ้า (EMU : Electric Multiple Unit)

รถรางไฟฟ้า เป็นขบวนรถไฟที่สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตนเองโดยใช้พลังงานไฟฟ้า รถรางไฟฟ้าไม่ต้องการหัวรถจักรในการขับเคลื่อน โดยส่วนใหญ่รถรางไฟฟ้ามักใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร แต่ก็มีบางส่วนที่ถูกดัดแปลงเป็นรถขนส่งสิ่งของ เช่น จดหมาย หรือกระเป๋าเดินทาง ในปัจจุบันรถรางไฟฟ้าเป็นที่นิยมในการขนส่งทั้งในเมือง และชานเมืองทั่วโลก เนื่องจากรถรางไฟฟ้ามีความเร็วสูง (High Speed Railways) ไม่มีการปล่อยมลภาวะ และมีเสียงที่เงียบกว่ารถรางดีเซล นอกจากนี้รถรางไฟฟ้ายังสามารถใช้ปฏิบัติงานในยามค่ำคืนได้บ่อยกว่ารถรางดีเซล เพราะรถรางไฟฟ้าไม่ส่งเสียงรบกวนผู้อยู่อาศัยตามรางขบวนรถไฟ การสร้างอุโมงค์สำหรับรถรางไฟฟ้าก็ง่ายกว่ารถรางดีเซล เพราะไม่ต้องสร้างรองรับการปล่อยมลภาวะ แต่การปรับปรุงอุโมงค์เก่าของรถรางดีเซลให้ใช้กับรถรางไฟฟ้านั้นมีค่าก่อสร้างสูง เพราะต้องวางรางเพื่อส่งไฟฟ้าให้กับรถรางไฟฟ้า และหากอุโมงค์แคบก็ยิ่งวางรางยากขึ้น

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างขบวนรถไฟ
(ที่มา : Terfloth, Sebastian. *ICE 3 Oberhaider-Wald-Tunnel*. 2550. th.wikipedia.org)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ตารางเวลาการเดินรถ (Timetable)

ตารางเวลาการเดินขบวนรถไฟจะเป็นข้อมูลที่จะกำหนดเวลาการเข้าจอดของขบวนรถไฟแต่ละขบวนในแต่ละสถานี โดยระยะเวลาในการเดินขบวนรถไฟของขบวนรถไฟแต่ละขบวนจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่งไม่เท่ากันในทุก ๆ เส้นทาง การจัดตารางเวลาที่ดีจะส่งผลให้คุณภาพการให้บริการดี เพราะสามารถลดเวลาการเดินทาง หรือสามารถเพิ่มอัตราผู้โดยสารต่อขบวนรถไฟ ในขณะที่สามารถรักษามาตรฐานความปลอดภัยจากการจัดให้ระยะห่างของแต่ละขบวนรถไฟให้มีค่าที่เหมาะสม และยังสามารถทำให้ขบวนรถไฟเดินทางได้ตรงตามเวลาที่ถูกกำหนดไว้ในตารางเวลาการเดินรถ ซึ่งส่งผลให้ผู้โดยสารไม่ต้องเสียเวลาในการรอขบวนรถไฟ และสามารถทราบเวลาที่จะถึงปลายทางที่แน่นอน

เวลาเดินรถชานเมือง ร.พ. ศิริราช (ธนบุรี) - ศาลายา

จากสถานีธนบุรี ถึงสถานีศาลายา (ล่องลง)

ชานเมือง 919 [1]	ชานเมือง 919 [2]	ชานเมือง 919 [3]	ธรรมดา 255	ธรรมดา 257	ชานเมือง 919 [4]	ธรรมดา 251	ธรรมดา 259	ชานเมือง 919 [5]	ธรรมดา 351	เร็ว 177
ธบ - ลย	ธบ - ลย	ธบ - ลย	ธบ - ศล	ธบ - ศล	ธบ - ลย	ธบ - ศล	ธบ - ศล	ธบ - ลย	ธบ - ศล	ธบ - ศล
04.20	05.35	07.12	07.25	07.45	12.30	13.05	13.55	16.50	17.50	19.30
04.22	05.37	07.14	07.27	07.46	12.32	13.06	13.56	16.52	17.52	19.33
04.23	05.38	07.15	07.28	07.47	12.33	13.07	13.57	16.53	17.53	19.34
04.27	05.42	07.19	07.33	07.51	12.37	13.11	14.01	16.57	17.57	‖
04.28	05.43	07.20	07.34	07.52	12.38	13.12	14.02	16.58	17.58	‖
04.31	05.46	07.23	07.38	07.58	12.41	13.15	14.09	17.01	18.00	19.42
04.32	05.47	07.24	07.39	07.59	12.42	13.16	14.10	17.02	18.01	19.43
04.36	05.51	07.28	07.42	08.02	12.46	13.20	14.13	17.06	18.04	‖
04.37	05.52	07.29	07.43	08.03	12.47	13.21	14.14	17.07	18.05	‖
04.40	05.55	07.32	‖	‖	12.50	13.24	‖	17.10	18.07	‖
04.41	05.56	07.33	‖	‖	12.51	13.25	‖	17.11	18.08	‖
04.44	05.59	07.38	07.48	08.10	12.54	13.28	14.18	17.14	18.12	19.50
04.45	06.00	07.39	07.49	08.11	12.55	13.29	14.19	17.15	18.13	19.51
04.50	06.05	07.45	07.54	08.15	13.00	13.33	14.23	17.20	18.17	19.56

สถานี	
ธ.	ธนบุรี
ต.	จรัญสนิทวงศ์ **
ต.	บางระมาด **
ต.	ขุมทางคลังจัน
ต.	บ้านฉิมพลี *
ต.	ทุ่งทรมณฑลสาย 2 **
ต.	ศาลายาธรรมสพน์
ต.	ศาลายา

จากสถานีศาลายา ถึงสถานีธนบุรี (ล่องขึ้น)

ชานเมือง 920 [1]	เร็ว 178	ชานเมือง 920 [2]	ธรรมดา 352	ชานเมือง 920 [3]	ธรรมดา 260	ธรรมดา 252	ชานเมือง 920 [4]	ธรรมดา 254	ธรรมดา 258	ชานเมือง 920 [5]
ลย - ธบ	ศล - ธบ	ลย - ธบ	ศร - ธบ	ลย - ธบ	ศล - ธบ	จร - ธบ	ลย - ธบ	ศล - ธบ	ศล - ธบ	ลย - ธบ
05.30	06.00	06.40	07.10	08.25	10.20	10.50	13.45	15.45	17.35	18.15
05.27	05.56	06.37	07.07	08.22	10.17	10.47	13.43	15.42	17.33	18.12
05.26	05.55	06.36	07.06	08.21	10.16	10.46	13.42	15.41	17.32	18.11
05.23	05.51	06.33	07.00	08.18	10.12	10.42	13.38	15.38	17.27	18.07
05.22	05.50	06.32	06.59	08.17	10.11	10.41	13.37	15.37	17.26	18.06
05.18	05.45	06.28	06.55	08.13	10.08	10.38	13.34	15.34	17.24	18.02
05.17	05.44	06.27	06.54	08.12	10.07	10.37	13.33	15.33	17.22	17.53
05.14	05.41	06.24	06.51	08.09	10.05	10.34	13.29	15.31	17.18	17.49
05.13	05.40	06.23	06.50	08.08	10.03	10.33	13.28	15.30	17.17	17.48
05.10	05.37	06.20	06.20	08.05	‖	10.29	13.25	15.26	‖	17.45
05.09	05.36	06.19	06.19	08.04	‖	10.28	13.24	15.25	‖	17.44
05.06	05.33	06.16	06.16	08.01	09.58	10.25	13.21	15.22	17.11	14.41
05.05	05.32	06.15	06.15	08.00	09.57	10.24	13.20	15.21	17.10	17.40
05.00	05.26	06.10	06.10	07.55	09.52	10.19	13.15	15.16	17.04	17.35

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างตารางเวลาการเดินรถ ร.พ.ศิริราช (ธนบุรี) – ศาลายา
(ที่มา : ศูนย์ประชาสัมพันธ์ฯ การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2553. portal.rotfaithai.com)

2.1.3 ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ (EMU Utilization System)

EMU Utilization System หรือระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ ในการนำขบวนรถไฟออกให้บริการย่อมทำให้เกิดความเสื่อมสภาพของทั้งตัวขบวนรถไฟ และอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่าง ๆ ซึ่งผู้ให้บริการการเดินรถจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญ และดูแลรักษาในเรื่องนี้เป็นอย่างดี เนื่องจากการเสื่อมสภาพของขบวนรถไฟเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการให้บริการ โดยการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป ชิ้นส่วนบางอย่างมีค่าความเสื่อมสภาพที่แปรผันกับระยะทางที่รถวิ่ง ในขณะที่อีกชิ้นส่วนมีค่าความเสื่อมสภาพที่แปรผันตามระยะเวลาการใช้งาน หรือบางชิ้นส่วนต้องพิจารณาการวางแผนซ่อมบำรุงโดยคำนึงถึงทั้งระยะเวลาการใช้งาน และระยะทางการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

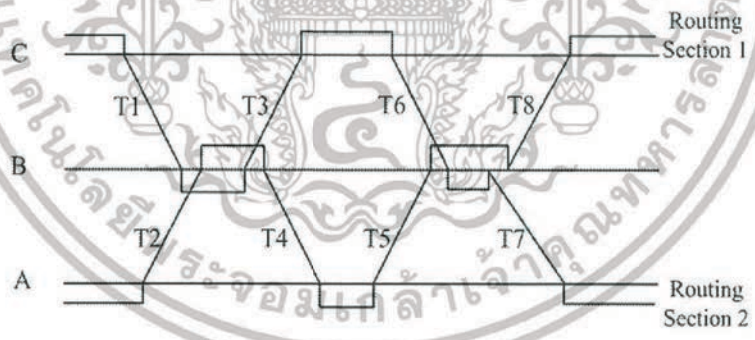
ดังนั้นระบบการหมุนเวียนขบวนรถไฟ จึงจำเป็นต้องมีการติดตามอายุการใช้งานของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในขบวนรถไฟทั้งหมดรวมถึงข้อมูลการใช้งานอื่น ๆ เพื่อที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาการวางแผนการซ่อมบำรุงให้สอดคล้องกับการวางแผนการใช้งานขบวนรถไฟ และจุดจอดที่มีศูนย์ซ่อมบำรุง ซึ่งต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถในการจัดการวางแผนการใช้งานขบวนรถไฟ และวางแผนการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะสอดคล้องกับเป้าหมายของแผนการเดินรถที่ตั้งไว้ โดยสามารถรองรับการบริหารจัดการขบวนรถไฟในกรณีปกติ หรือเกิดกรณีฉุกเฉิน

2.1.3.1 Headway

ระยะห่างของเวลาระหว่างขบวนรถไฟ 2 ขบวน ซึ่งกำหนดไว้เพื่อเว้นระยะเวลาในการออกจากสถานีของขบวนรถไฟ 2 ขบวน เพื่อความปลอดภัยของผู้โดยสาร เนื่องจากหากระยะห่างของเวลาน้อยเกินไปอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการให้บริการ

2.1.3.2 การหมุนเวียนขบวนรถไฟ (Rolling Stock Circulation)

การให้บริการขบวนรถไฟจำเป็นที่จะต้องมีการหมุนเวียนขบวนรถไฟเพื่อที่จะรักษาสภาพของขบวนรถไฟให้มีความพร้อมที่จะใช้งานได้อย่างมีคุณภาพและมีความปลอดภัย ซึ่งจะมีการพิจารณาจากตารางเวลาการเดินรถ ความต้องการของการซ่อมบำรุงระยะต่าง ๆ ตำแหน่งศูนย์ซ่อมบำรุง ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง ระยะห่างของเวลาระหว่างขบวนรถไฟ และระยะเวลาในการใช้งานขบวนรถไฟในแต่ละเส้นทาง เมื่อพิจารณาจากที่กล่าวมาข้างต้นจะได้ออกมาเป็นแผนการหมุนเวียนขบวนรถไฟ และสามารถนำมากำหนดเป็นตารางการเดินรถและแผนการซ่อมบำรุงในแต่ละวันได้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนการหมุนเวียนรถ

2.1.3.3 การซ่อมบำรุง

โดยรูปแบบของการซ่อมบำรุงจะมีอยู่ 2 แบบ คือ

1) การซ่อมบำรุงเพื่อการป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ การซ่อมบำรุงก่อนที่จะตรวจพบความผิดพลาด จะแบ่งออกเป็น

- สภาพที่ถูกใช้งาน (Condition-Base)
- การซ่อมบำรุงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (Pre-determined Maintenance)

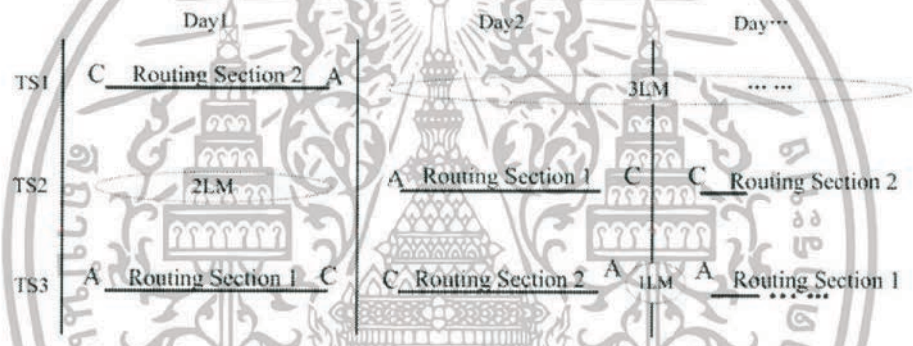
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในอดีตจะใช้เกณฑ์การวัดและการตรวจสอบเพื่อตรวจสภาพของขบวนรถไฟ แต่ภายหลังใช้เป็นการซ่อมบำรุงตามเกณฑ์ของระยะทางสะสมที่กำหนดไว้

2) การซ่อมบำรุงเพื่อการแก้ไข (Corrective Maintenance) คือ การซ่อมบำรุงหลังจากตรวจพบความบกพร่องของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการให้บริการหากไม่ได้รับการซ่อมบำรุง

2.1.3.4 การวางแผนการซ่อมบำรุง (Maintenance routing)

การวางแผนการซ่อมบำรุง คือการพิจารณาขีดจำกัดการทางานของขบวนรถไฟตามระยะทางสะสมของขบวนรถไฟตั้งแต่เริ่มใช้งานตามตารางการเวลาขบวนรถไฟ ซึ่งระบบจะพิจารณาจากความต้องการของการซ่อมบำรุงในระดับต่าง ๆ ตามที่กำหนด โดยพิจารณาจากตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์ซ่อมบำรุง ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง รวมถึงระยะเวลา และระยะทางที่ขบวนรถไฟวิ่งสะสมทั้งหมดของแต่ละขบวนรถไฟ เมื่อพิจารณาจากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะสามารถประมวลผลเพื่อจัดสร้างตารางการซ่อมบำรุงของขบวนรถไฟได้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผนการซ่อมบำรุง

2.1.4 การจัดลำดับขบวนรถไฟ

2.1.4.1 การจัดลำดับคิว (Queue)

Queue คือ โครงสร้างการจัดเรียงข้อมูลแบบลิเนียร์ลิสต์ (Linear List) ที่สามารถนำข้อมูลเข้าและนำข้อมูลออกด้วยทฤษฎีการเข้าก่อนออกก่อน (FIFO: First in/First out) ซึ่งการเข้าคิวนั้นจะมีการนำข้อมูลเข้าเป็นลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

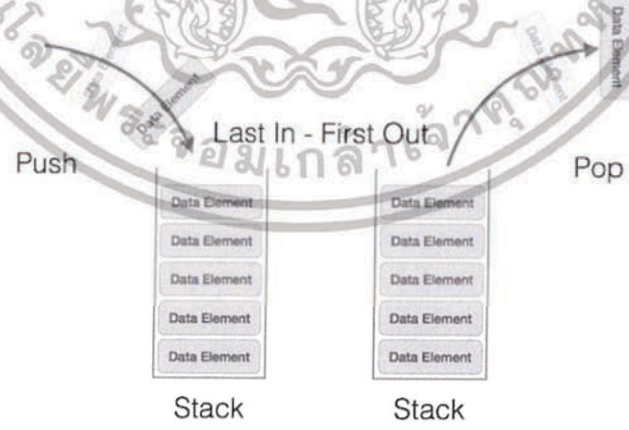
รูปที่ 2.5 ลักษณะการทำงานการของการเข้าคิวแบบ FIFO
(ที่มา : Zhang, Ramy. *Data Structures for Dummies: Stacks & Queues*. 2561. medium.com)

การนำการจัดลำดับขบวนรถไฟแบบ Queue มาใช้ในโครงงาน

ซึ่ง Queue ถูกนำมาใช้ในการเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการ ตามตารางเวลาขบวนรถไฟ (Timetable) โดยใช้ตำแหน่งของขบวนรถไฟ ณ สถานีใด ๆ มาใช้ในการอ้างอิงเพื่อคัดเลือกขบวนรถไฟสำหรับนำไปใช้งาน ซึ่งตามหลักการของทฤษฎีการเข้าก่อนออกก่อนในการคัดเลือกขบวนรถไฟไปใช้งาน ขบวนรถไฟที่อยู่ขบวนแรกจะถูกนำไปใช้งานเป็นอันดับแรก ในเวลานั้น ๆ และเมื่อขบวนรถไฟเคลื่อนที่ไปถึงสถานีปลายทาง ขบวนรถไฟอันดับแรกที่มาถึงจะถูกนำไปเก็บไว้ในคิวเป็นขบวนสุดท้ายของสถานีปลายทาง

2.1.4.2 การเรียงทับซ้อน (Stack)

Stack คือ โครงสร้างการจัดเรียงข้อมูลแบบลิเนียร์ลิสต์ (Linear List) และแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Structure) ซึ่งข้อมูลที่เก็บใน Stack จะเก็บในลักษณะการวางทับซ้อนกัน เช่นเดียวกับการวางจานเรียงซ้อนกัน ทำให้ Stack มีลักษณะการทำงานแบบเข้าก่อนออกทีหลัง (LIFO: Last in/First out)



รูปที่ 2.6 ลักษณะการทำงานการของการเรียงทับซ้อนแบบ LIFO

(ที่มา : Zhang, Ramy. *Data Structures for Dummies: Stacks & Queues*. 2561. medium.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำการจัดลำดับขบวนรถไฟแบบ Stack มาใช้ในโครงงาน

ซึ่ง Stack ถูกนำมาใช้งานในการเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการตามตารางเวลาขบวนรถไฟ โดยใช้ตำแหน่งของขบวนรถไฟ ณ สถานีใด ๆ มาใช้ในการอ้างอิงเพื่อคัดเลือกขบวนรถไฟสำหรับนำไปใช้งาน ซึ่งตามหลักการของทฤษฎีการเข้าก่อนออกทีหลังในการคัดเลือกขบวนรถไฟไปใช้งาน ขบวนรถไฟที่อยู่ขบวนสุดท้ายจะถูกนำไปใช้งานเป็นอันดับแรกสุด และเมื่อขบวนรถไฟเคลื่อนที่ไปถึงสถานีปลายทาง ขบวนรถไฟที่มาถึงจะถูกนำไปเก็บไว้ในคิวเป็นสุดท้ายของสถานีปลายทาง โดยขบวนรถไฟที่เข้ามาถึงสถานีปลายทาง จะถูกนำไปใช้ทันทีหลังจากมาถึงได้ไม่นาน จึงทำให้ขบวนรถไฟจำนวนหนึ่งมีระยะทางสะสมมากกว่าขบวนรถไฟคันอื่น ๆ

2.1.5 การเรียงลำดับข้อมูล (Sorting)

การนำชุดข้อมูลมาดำเนินการประมวลผลให้ได้ชุดข้อมูลที่มีการจัดเรียงลำดับใหม่ ซึ่งผลการจัดเรียงอาจเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก (Ascending) หรือมากไปน้อย (Descending) การเรียงลำดับข้อมูลเป็นกระบวนการที่สำคัญ และต้องทำเป็นประจำในการประมวลผลข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่เรียงลำดับอย่างมีระเบียบ มักทำให้การตีความ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ กระทำได้ง่ายขึ้น

การใช้ทฤษฎีการเรียงลำดับข้อมูลร่วมกับรถรางไฟฟ้า

การเรียงลำดับข้อมูล ถูกนำมาใช้งานในการเลือกใช้งานขบวนรถไฟ ที่จะนำขบวนรถไฟมาให้บริการตามตารางเวลาขบวนรถไฟ โดยจะเรียงลำดับขบวนรถไฟตามระยะทางสะสมของขบวนรถไฟจากน้อยไปหามาก (Sorted by Accumulated Mileage : SBAM) เพื่อคัดเลือกขบวนรถไฟที่มีระยะทางสะสมน้อยที่สุดไปใช้งาน ณ เวลานั้น ๆ ในทุกสถานี

2.1.6 EMU Utilization System Model

ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟจะขึ้นอยู่กับเส้นทางการเดินขบวนรถไฟในแต่ละช่วงเวลาที่ถูกกำหนดไว้ในตารางเวลาของขบวนรถไฟ โดยรูปแบบการวางแผนระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟมีดังนี้

$$\text{Obj} = \sum_{r \epsilon R} c_r x_r = \sum_{r \epsilon R} (w_1 c_{r1} + w_2 c_{r2}) x_r \quad \text{..... (สมการที่ 2.1)}$$

ตารางที่ 2.1 ความหมายของพารามิเตอร์ใน EMU Utilization System Model

Parameter	Meaning
θ_{ir}	พารามิเตอร์เลขฐานสอง โดย θ_{ir} = 1 ถ้าขบวนรถไฟขบวนที่ i อยู่บนเส้นทางการเดินรถ
x_r	ประสิทธิภาพของขบวนรถไฟที่ถูกใช้ในเส้นทาง r โดย x_r = 1 เมื่อขบวนรถไฟถูกใช้ในเส้นทางที่เหมาะสม
c_r	ค่าใช้จ่ายในการวางระบบหมุนเวียนขบวนรถไฟ
c_{r1}	เวลาที่ใช้ในการทำให้ขบวนรถไฟกลับเข้ามาในกระบวนอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c_{r2}	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟ
w_1	ค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักของค่าใช้จ่าย c_{r1}
w_2	ค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักของค่าใช้จ่าย c_{r2}

เนื่องจากการลดค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนขบวนรถไฟมีประสิทธิภาพต่อระบบมากกว่าการลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ทำให้ w_1 มีค่ามากกว่า w_2

(ก) ข้อจำกัดในการวางระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

1) กำหนดให้ขบวนรถไฟวิ่งบนเส้นทางเดียวกัน

$$\sum_{r\in R} \theta_{ir} x_r = 1 \quad : \forall i \in T \quad \text{(สมการที่ 2.2)}$$

ตารางที่ 2.2 ความหมายของพารามิเตอร์ในการกำหนดให้ขบวนรถไฟวิ่งบนเส้นทางเดียวกัน

Parameter	Meaning
θ_{ir}	พารามิเตอร์เลขฐานสอง โดย θ_{ir} = 1 ถ้าขบวนรถไฟขบวนที่ i อยู่บนเส้นทางการเดินรถ
x_r	ประสิทธิภาพของขบวนรถไฟที่ถูกใช้ในเส้นทาง r โดย x_r = 1 เมื่อขบวนรถไฟถูกใช้ในเส้นทางที่เหมาะสม
T	จำนวนขบวนรถไฟในตารางเวลาขบวนรถไฟ

2) กำหนดปริมาณความจุของสถานีซ่อมบำรุง

$$\sum_{r\in R} \alpha_{dr} x_r \leq MC_d \quad : \forall d \in D \quad \text{(สมการที่ 2.3)}$$

ตารางที่ 2.3 ความหมายของพารามิเตอร์ในการกำหนดปริมาณความจุของสถานีซ่อมบำรุง

Parameter	Meaning
α_{dr}	พารามิเตอร์เลขฐานสอง โดย α_{dr} = 1 หลังจากเสร็จสิ้นการเดินรถจาก route r และ EMU จะเข้ารับการซ่อมบำรุง ซึ่ง α_{dr} = 0 หากไปยังเส้นทางอื่น
x_r	ประสิทธิภาพของขบวนรถไฟที่ถูกใช้ในเส้นทาง r โดย x_r = 1 เมื่อขบวนรถไฟถูกใช้ในเส้นทางที่เหมาะสม
MC_d	ความสามารถในการรองรับการซ่อมบำรุงของสถานี d
D	เซตของสถานีซ่อมบำรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม

2.2.1 Microsoft Visual Studio

Visual Studio คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟท์คอร์ปอเรชั่น ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์ เว็บไซต์ เว็บแอพพลิเคชั่น และระบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารผ่านกับคอมพิวเตอร์ได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถพัฒนาเป็นระบบเองได้ ในปัจจุบันวิชวลสตูดิโอนั้นสามารถใช้ภาษาโปรแกรมที่เป็นภาษา.Net ในโปรแกรมเดียวกัน เช่น VB.NET, C++ และ C# เป็นต้น

2.2.1.1 ภาษา C#

ภาษา C# เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง ที่นำมาเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP : Object Oriented Programming) ซึ่งถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจากภาษา C++ โดยบริษัทไมโครซอฟท์คอร์ปอเรชั่น (Microsoft Corporation) ภายใต้รูปแบบการพัฒนาโปรแกรม .Net Framework โดยใช้โปรแกรม Visual Studio เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม ทำให้ภาษา C# เป็นภาษาที่ไม่ซับซ้อน และเหมาะสมสำหรับผู้เริ่มต้นฝึกฝนการเขียนภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2.1.2 LINQ (Language Integrated Query)

ภาษา LINQ คือการเลียนแบบภาษา SQL ให้สามารถทำงานร่วมกับการทำงานเชิงวัตถุ (OOP) ในการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งในระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ LINQ ถูกนำมาใช้ในการเรียงลำดับขบวนรถไฟ โดยนำมาเรียงลำดับจากระยะทางสะสมของขบวนรถไฟ

2.2.2 ภาษา XML

XML (Extensible Markup Language) คือ ภาษาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ถูกพัฒนาโดย W3C (World Wide Web Consortium) โดยเอกสารจะเก็บรวบรวมไว้ทั้งข้อมูลและโครงสร้างของข้อมูล เพื่อทำให้ระบบที่มีระบบปฏิบัติการแตกต่างกันสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ซึ่งนามสกุลของเอกสารที่ถูกจัดเก็บในภาษา XML คือ .xml

2.2.3 CSV

CSV (Comma Separated Value) คือ Text File สำหรับเก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง โดยใช้เครื่องหมายจุลภาค หรือคอมม่า (,) ในการแบ่งแต่ละคอลัมน์ (Colum) หรือแบ่งข้อมูลแต่ละหัวข้อที่ผู้ใช้กำหนดออกจากกัน โดยระบบจะสามารถบันทึกเอกสารจาก Microsoft Excel ออกมาเป็น CSV ไฟล์เพื่อนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลอื่น ๆ ได้ โดยนามสกุลของเอกสารที่ถูกจัดเก็บใน CSV คือ .csv ซึ่งผู้ใช้งานสามารถอ่านไฟล์ CSV ได้ด้วย Microsoft Excel, Notepad และอีกหลายหลายโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 Microsoft Excel

Microsoft Excel คือ โปรแกรมประเภทสเปรดชีต (Spreadsheet) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ และเป็นโปรแกรมหนึ่งในชุดไมโครซอฟท์ ออฟฟิศ ซึ่งสามารถจัดเก็บข้อมูล, สามารถคำนวณงานทางด้านบัญชีและคณิตศาสตร์ ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานตั้งแต่ขั้นพื้นฐาน เช่น บวก, ลบ, คูณ, หาร เป็นต้น จนกระทั่งฟังก์ชันการทำงานระดับสูง เช่น ฟังก์ชันทางสถิติ, ฟังก์ชันทางการเงิน เป็นต้นแล้วนำมาแสดงผลข้อมูลในรูปแบบตารางงาน, แผนภูมิและกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1 ความต้องการของระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ (EMU Utilization System) ถูกออกแบบ และพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาหมุนเวียนขบวนรถไฟในระบบขบวนรถไฟให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจากหลายปัจจัย ได้แก่ ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟ ระยะเวลาในการเดินทาง จำนวนขบวนรถไฟ เกณฑ์ในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง ระยะเวลาในการซ่อมบำรุง และความสามารถในการรับขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงของศูนย์ซ่อมบำรุง โดยระบบหมุนเวียนขบวนรถไฟมีการจัดสรรขบวนรถไฟเพื่อนำไปใช้ให้สอดคล้องกับตารางเวลาการเดินรถที่ถูกจัดเตรียมไว้ และมีการคำนวนระยะทางสะสมของขบวนรถไฟ สำหรับการคัดเลือกขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อความปลอดภัยในการเดินทาง

3.2 ภาพรวมโครงสร้างของระบบขบวนรถไฟ

ระบบขบวนรถไฟ มีองค์ประกอบสำคัญได้แก่ ผู้โดยสาร ตารางเวลาการเดินขบวนรถไฟ สถานีรถไฟและศูนย์ซ่อมบำรุงขบวนรถไฟ ทำให้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์อยู่ด้วยกัน 4 ระบบคือ

1. ระบบวางแผนการเดินให้บริการเดินรถ (Service Planning System)
2. ระบบจัดตารางการรถ (Timetabling System)
3. ระบบจัดการหมุนเวียนขวนรถ (EMU Utilization System)
4. ระบบควบคุมและดูแลการเดินรถ (Train Simulation System)

รูปที่ 3.1 ภาพรวมโครงสร้างของระบบขบวนรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบระบบ

3.3.1 ข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบสถานี

3.3.1.1 ระยะเวลาที่ให้บริการ

การจำลองระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟผู้ใช้โปรแกรมสามารถตั้งค่าเวลาในการทดสอบโดยระบบได้กำหนดระยะเวลาที่ให้บริการดังนี้

1) ขบวนรถไฟเที่ยวแรกจะสามารถให้บริการได้ตั้งแต่เวลา 05.00 นาฬิกา เป็นต้นไป
2) ขบวนรถไฟเที่ยวสุดท้ายที่จะให้บริการสามารถออกเดินทางจากสถานีได้ในเวลาไม่เกินเวลา 23.59 นาฬิกาของวันนั้น ๆ

3.3.1.2 การจำลองสถานีรถไฟที่ให้บริการ

คณะผู้จัดทำระบบจำลองจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟตามเส้นทางจากกรุงเทพมหานครถึงนครราชสีมาโดยมีสถานีที่ให้บริการมีทั้งหมด 5 สถานีดังนี้

1) สถานีกรุงเทพฯ
2) สถานีอยุธยา
3) สถานีสระบุรี
4) สถานีปากช่อง
5) สถานีนครราชสีมา

3.3.1.3 Headway

เนื่องจาก EMUs เป็นขบวนรถไฟความเร็วสูงดังนั้น จึงจำลอง Headway ให้มีระยะเวลา 35 นาทีเพื่อความปลอดภัย

3.3.2 ข้อกำหนดที่ใช้ในการจำลองศูนย์ซ่อมบำรุง

คณะผู้จัดทำกำหนดให้มีศูนย์ซ่อมบำรุง จำนวน 1 ศูนย์ โดยมีระยะทางระหว่างศูนย์ซ่อมบำรุงและสถานีต่าง ๆ ดังนี้

1) ระยะทางระหว่างศูนย์ซ่อมบำรุงและสถานีกรุงเทพฯ มีระยะทาง 234 กิโลเมตร
2) ระยะทางระหว่างศูนย์ซ่อมบำรุงและสถานีอยุธยา มีระยะทาง 67 กิโลเมตร
3) ระยะทางระหว่างศูนย์ซ่อมบำรุงและสถานีสระบุรี มีระยะทาง 1 กิโลเมตร เนื่องจากกำหนดให้ศูนย์ซ่อมบำรุงอยู่ใกล้เคียงกับสถานีสระบุรีซึ่งเป็นศูนย์กลางของเส้นทางจากกรุงเทพมหานครถึงนครราชสีมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ระยะทางระหว่างศูนย์ซ่อมบำรุงและสถานีปากช่อง มีระยะทาง 82 กิโลเมตร
5) ระยะทางระหว่างศูนย์ซ่อมบำรุงและสถานีนครราชสีมา มีระยะทาง 154 กิโลเมตร

3.3.2.1 ความสามารถในการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟ

คณะผู้จัดทำกำหนดความจุของศูนย์ซ่อมบำรุง หรือ ความสามารถของศูนย์ซ่อมบำรุงที่จะซ่อมบำรุงขบวนรถไฟพร้อมกันในครั้งเดียวได้ทั้งหมด 7 ขบวน

3.3.2.2 เกณฑ์ในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง

คณะผู้จัดทำกำหนดเกณฑ์ในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง ซึ่งกำหนดด้วยระยะทางสะสมของขบวนรถไฟ โดยมีทั้งหมด 5 ระดับดังนี้

1) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 1 : ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟที่สามารถนำไปซ่อมบำรุงได้ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 กิโลเมตร
2) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 2 : ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟที่สามารถนำไปซ่อมบำรุงได้ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 กิโลเมตร
3) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 3 : ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟที่สามารถนำไปซ่อมบำรุงได้ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 กิโลเมตร
4) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 4 : ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟที่สามารถนำไปซ่อมบำรุงได้ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20,000 กิโลเมตร
5) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 5 : ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟที่สามารถนำไปซ่อมบำรุงได้ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25,000 กิโลเมตร

3.3.2.3 ระยะเวลาในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงขบวนรถไฟ

คณะผู้จัดทำกำหนดระยะเวลาในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงขบวนรถไฟของการซ่อมบำรุงแต่ละครั้งดังนี้

1) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 1 : ระยะเวลาการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟทั้งหมด 1 วัน
2) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 2 : ระยะเวลาการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟทั้งหมด 2 วัน
3) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 3 : ระยะเวลาการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟทั้งหมด 3 วัน
4) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 4 : ระยะเวลาการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟทั้งหมด 4 วัน
5) การซ่อมบำรุงครั้งที่ 5 : ระยะเวลาการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟทั้งหมด 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ข้อกำหนดที่ใช้ในการเลือกขบวนรถไฟที่จะนำไปให้บริการ

3.3.3.1 เริ่มต้นจุดจอดของขบวนรถไฟ

จุดจอดของขบวนรถไฟที่จะนำไปให้บริการมีทั้งหมด 5 จุดจอดดังนี้

1) ขบวนรถไฟหมายเลข EMU001 ถึง EMU010 นั้นมีจุดจอดที่ สถานีกรุงเทพฯ
2) ขบวนรถไฟหมายเลข EMU011 ถึง EMU020 นั้นมีจุดจอดที่ สถานีอยุธยา
3) ขบวนรถไฟหมายเลข EMU021 ถึง EMU030 นั้นมีจุดจอดที่ สถานีสระบุรี
4) ขบวนรถไฟหมายเลข EMU031 ถึง EMU040 นั้นมีจุดจอดที่ สถานีปากช่อง
5) ขบวนรถไฟหมายเลข EMU041 ถึง EMU050 นั้นมีจุดจอดที่ สถานีนครราชสีมา

3.3.3.2 การเคลื่อนย้ายขบวนรถไฟ

ในกระบวนการคัดเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการ หากภายในสถานีต้นทางไม่พบขบวนรถไฟที่จอดรอเพื่อนำไปให้บริการ ระบบจัดการหมุนเวียนจะนำขบวนรถไฟจากสถานีข้างเคียงมาให้บริการ และหากสถานีข้างเคียงไม่พบขบวนรถไฟที่สามารถนำไปให้บริการได้ ระบบจัดการหมุนเวียนก็จะนำขบวนรถไฟจากสถานีที่อยู่ถัดจากสถานีข้างเคียงมาให้บริการ

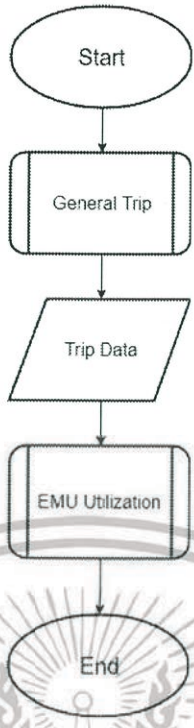
3.4 การออกแบบโครงสร้างของระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าหลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ วางแผน และพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ทำให้คณะผู้จัดทำได้มีการออกแบบ พัฒนาระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟนี้ขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 Flowchart ภาพรวมการทำงานของระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟจำเป็นต้องมีตารางเวลาการเดินทางเป็นข้อมูลอินพุต ซึ่งได้มีการสร้างโปรแกรมในการจำลองตารางเวลาเป็นข้อมูลที่ใช้ทดสอบระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟในการนำไปเลือกขบวนรถไฟตามตารางเวลาการเดินทางเพื่อวางแผนการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

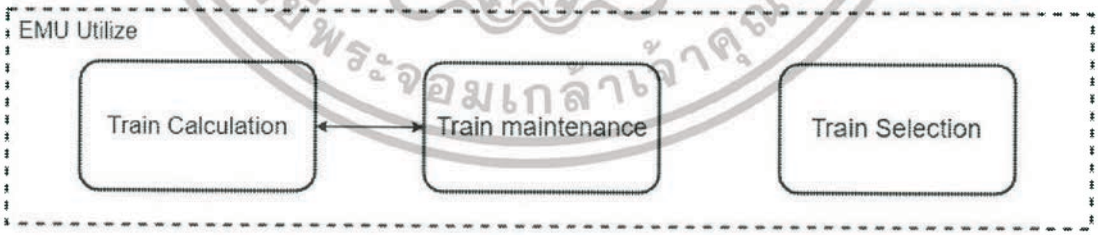


รูปที่ 3.2 ภาพรวมของระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

3.4.2 หลักการทำงานของระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ (EMU Utilization)

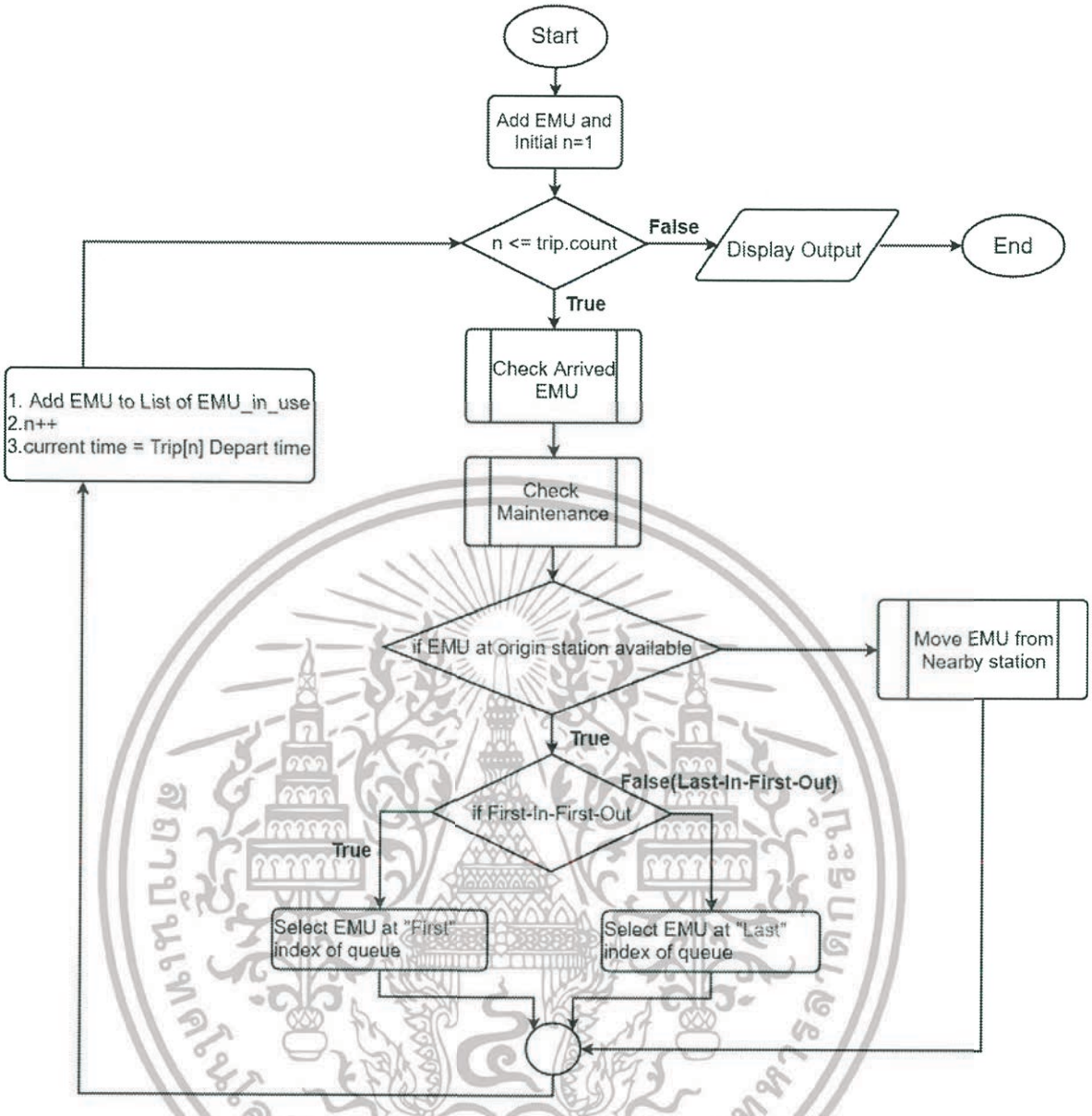
หลักการทำงานของระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟประกอบด้วยระบบการทำงานย่อยทั้งหมด 3 ระบบย่อยดังต่อไปนี้

1) Train Calculation
2) Train Maintenance
3) Train Selection



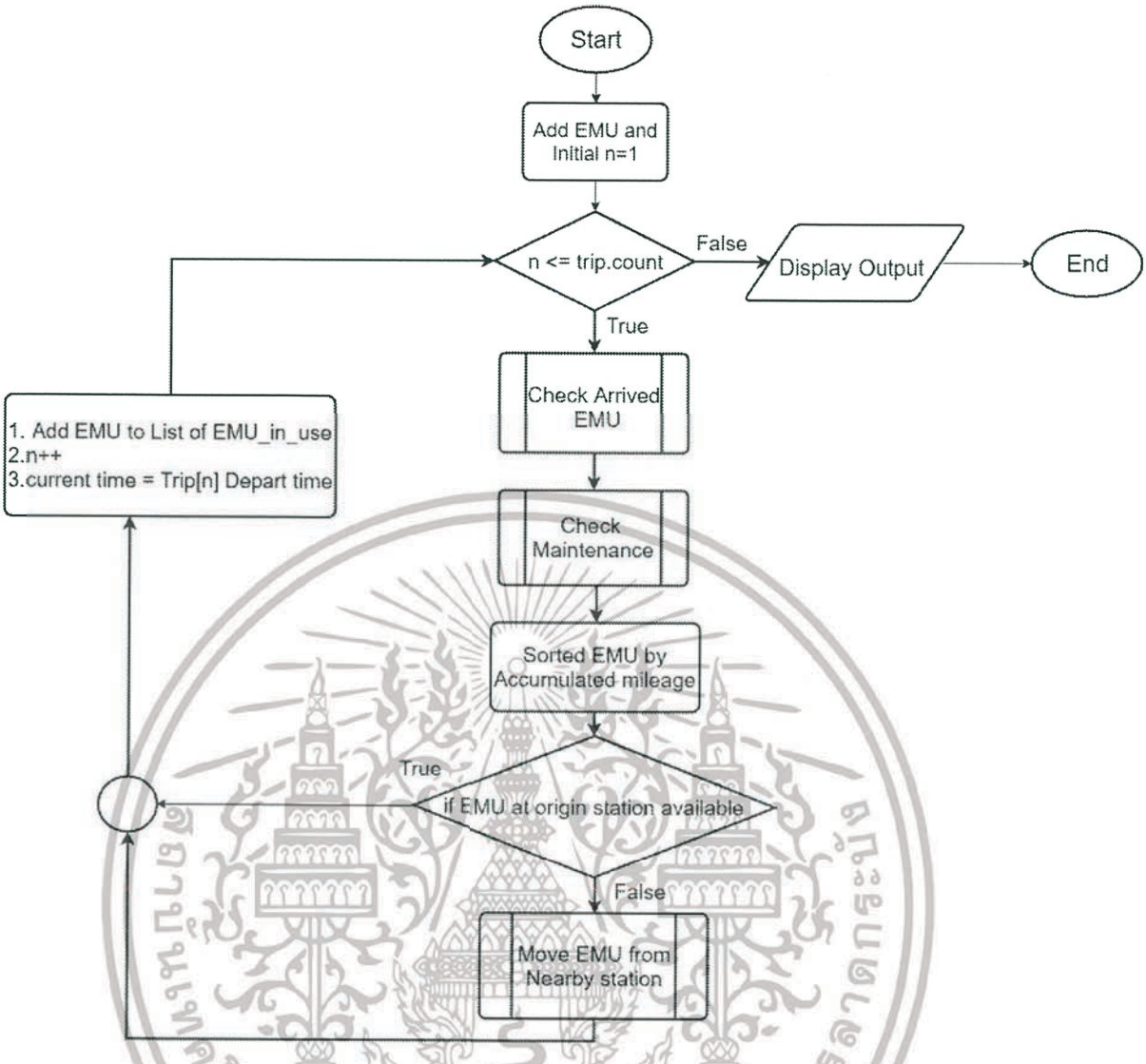
รูปที่ 3.3 ภาพรวมหลักการทำงานระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



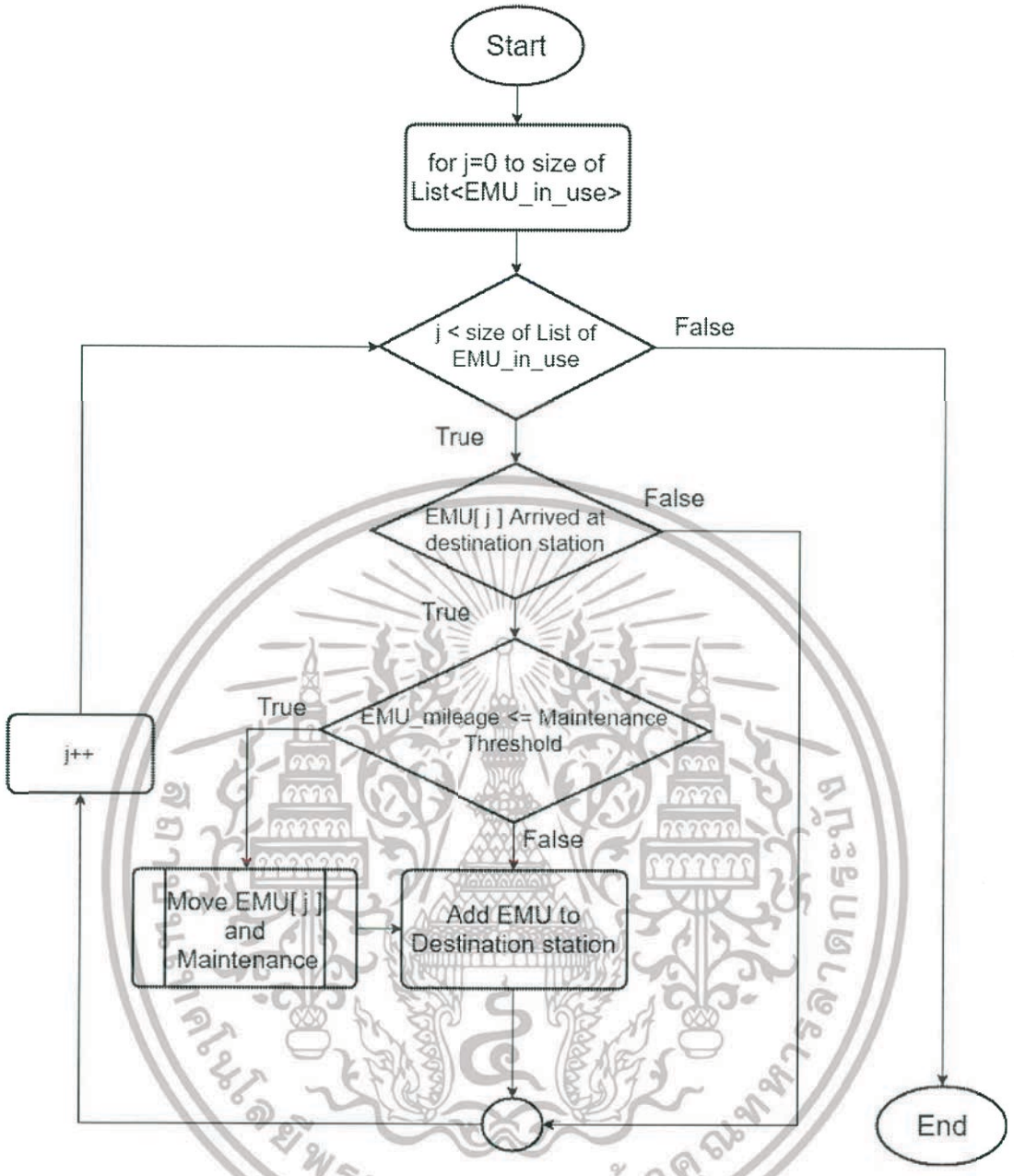
รูปที่ 3.4 Flowchart หลักการทำงานของการคัดเลือกขบวนรถไฟเพื่อนำไปให้บริการโดยอัลกอริทึม FIFO หรือ LIFO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



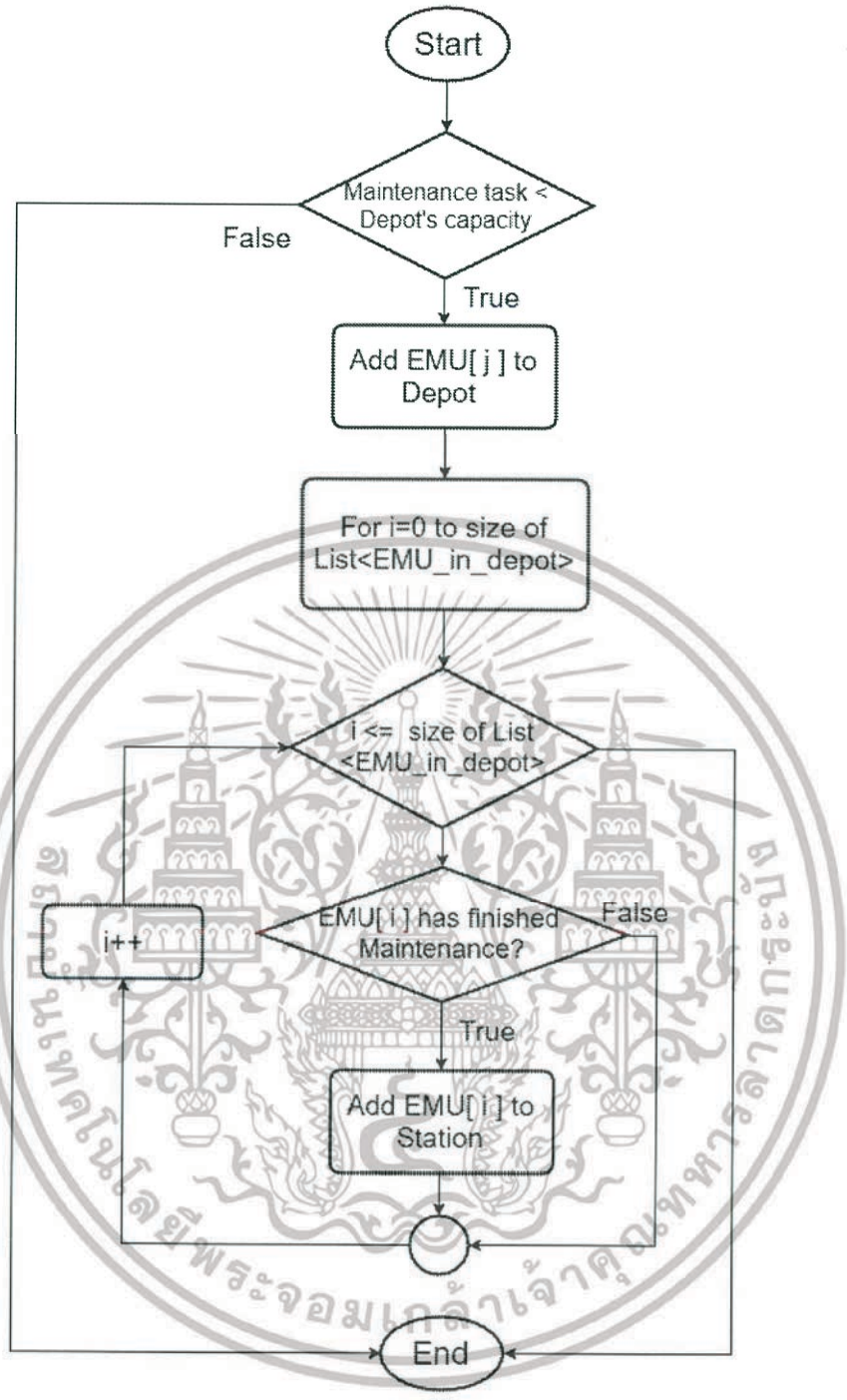
รูปที่ 3.5 Flowchart หลักการทำงานของการคัดเลือกขบวนรถไฟเพื่อนำไปให้บริการโดยอัลกอริทึม SBAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 Flowchart หลักการทำงานของการนำขบวนรถไฟเข้าสู่สถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

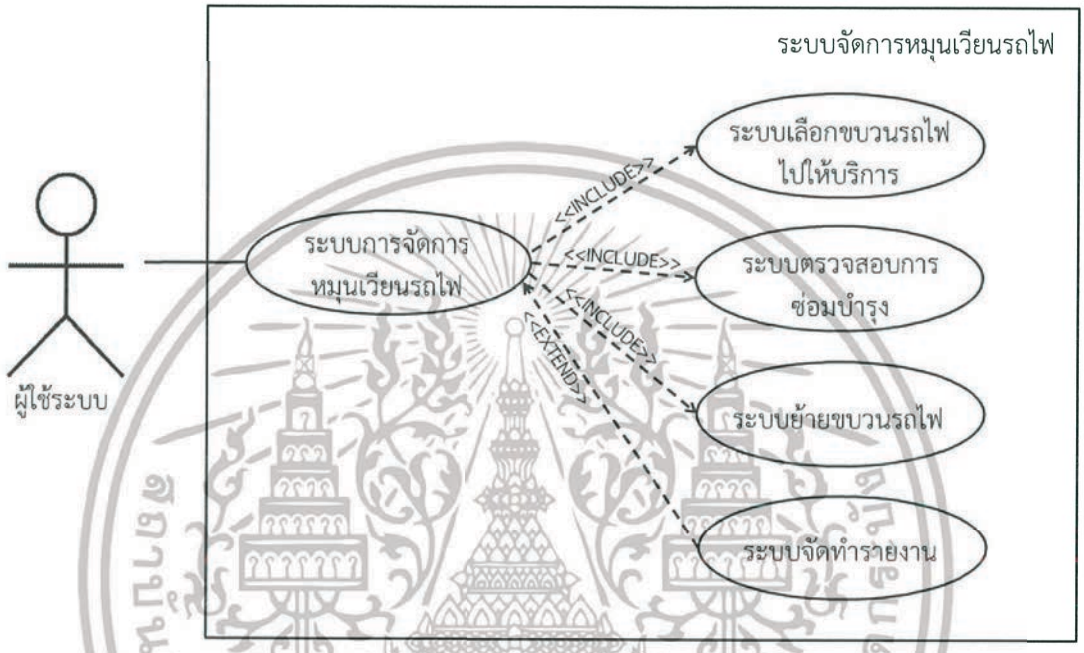


รูปที่ 3.7 Flowchart หลักการทำงานของกระบวนการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ลักษณะการใช้งานของระบบ

ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ มีรูปแบบเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถช่วยในการบริหารจัดการขบวนรถไฟที่มีอยู่ให้สามารถบริการตามตารางเวลาการเดินขบวนรถไฟได้อย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยระบบสามารถประมวลผลการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟได้อย่างเหมาะสม รวมไปถึงระบบสามารถสร้างรายงานประวัติการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟให้แก่ผู้ใช้งานได้ตาม Use Case Diagram ในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.8 Use Case Diagram ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียด Use Case ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

Use Case ID:	1	
Use Case Name:	ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ	
Actor:	ผู้ใช้งานระบบ	
Description:	ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟสามารถประมวลผล แสดงผล และสร้างรายงานการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟได้ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดขบวนรถไฟและวัน/เดือน/ปีที่จะให้บริการได้ด้วยตนเอง	
Precondition:	ผู้ใช้เลือกขบวนรถไฟและวัน/เดือน/ปีที่จะให้บริการเพื่อประมวลผล แล้วตั้งชื่อเอกสารรายงานและเลือกนามสกุลไฟล์ที่ต้องการเพื่อสร้างเอกสารรายงาน	
Post-condition:	ระบบจะแสดงประวัติการจัดการหมุนเวียนและสร้างเอกสารรายงาน	
Normal Flow:	User	System
	1. ผู้ใช้เลือกขบวนรถไฟ แล้วกดเมนู “Select” 2. ผู้ใช้เลือกวัน/เดือน/ปีที่จะให้บริการ แล้วกดเมนู “Generate Plan” 3. ผู้ใช้ตั้งชื่อไฟล์เอกสารแล้วจึงเลือกเมนูนามสกุลของไฟล์เอกสารที่ต้องการซึ่งระบบมีให้เลือก 3 นามสกุลไฟล์ได้แก่ .xml, .csv, .xlsx	1. ระบบได้รับข้อมูลของขบวนรถไฟที่จะให้บริการ 2. ระบบได้รับข้อมูลระยะเวลาในการให้บริการ 3. ระบบจำลองตารางเวลาการเดินขบวนรถไฟ 4. ระบบคัดเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการตามตารางเวลาการเดินรถ 5. ระบบแสดงประวัติการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟและประวัติการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง 6. ระบบสร้างรายงานประวัติการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟและประวัติการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง
Exception:	หากไม่มีการเลือกขบวนรถไฟและวัน/เดือน/ปี ระบบจะไม่สามารถแสดงผลการจัดการหมุนเวียนและไม่สามารถสร้างเอกสารรายงานใด ๆ ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียด Use Case ระบบเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการ

Use Case ID:	2
Use Case Name:	ระบบเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการ
Actor:	ระบบ
Description:	ระบบจะทำการคัดเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการตามอัลกอริทึมของระบบ ซึ่งระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟมีอัลกอริทึมในการคัดเลือกขบวนรถไฟทั้งหมด 3 อัลกอริทึม ดังนี้ - FIFO - LIFO - SBAM
Precondition:	ระบบคัดเลือกรถไฟไปให้บริการ
Post-condition:	ระบบแสดงประวัติการนำขบวนรถไฟไปให้บริการ
Normal Flow:	1. ระบบคัดเลือกขบวนรถไฟ 2. ระบบเก็บข้อมูลขบวนรถไฟที่ถูกคัดเลือกเพื่อนำไปให้บริการ 3. ระบบแสดงประวัติการนำขบวนรถไฟไปให้บริการ
Exception:	หากขบวนรถไฟมีไม่เพียงพอต่อการให้บริการ ระบบจะหยุดทำงาน

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียด Use Case ระบบตรวจสอบการซ่อมบำรุง

Use Case ID:	3
Use Case Name:	ระบบตรวจสอบการซ่อมบำรุง
Actor:	ระบบ
Description:	ระบบทำการตรวจระยะทางสะสมของขบวนรถไฟหากขบวนรถไฟนั้น ๆ มีระยะทางสะสมตรงกับเกณฑ์การซ่อมบำรุงที่กำหนดไว้
Precondition:	ระบบตรวจสอบระยะทางสะสมของขบวนรถไฟ
Post-condition:	หากระยะทางสะสมของขบวนรถไฟนั้น ๆ ตรงกับเกณฑ์การซ่อมบำรุงที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการนำขบวนรถไฟไปเข้าซ่อมบำรุง
Normal Flow:	1. ระบบตรวจสอบระยะทางสะสมของขบวนรถไฟนั้น ๆ 2. ระบบพบขบวนรถไฟที่สมควรแก่การนำไปซ่อมบำรุง 3. ระบบนำขบวรถไฟไปซ่อมบำรุง
Exception:	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียด Use Case ระบบย้ายขบวนรถไฟ

Use Case ID:	4
Use Case Name:	ระบบย้ายขบวนรถไฟ
Actor:	ระบบ
Description:	ระบบจะทำการย้ายขบวนรถไฟเมื่อในสถานีมีขบวนรถไฟไม่เพียงพอต่อการให้บริการ หากในสถานีมีขบวนรถไฟไม่เพียงพอต่อการให้บริการ ระบบจะทำการย้ายขบวนรถไฟจากสถานีข้างเคียงมาให้บริการแทน
Precondition:	ระบบตรวจสอบปริมาณขบวนรถไฟที่อยู่ในสถานี
Post-condition:	หากในสถานีมีขบวนรถไฟไม่เพียงพอต่อการให้บริการ ระบบจะทำการย้ายขบวนรถไฟจากสถานีข้างเคียงมาให้บริการแทน
Normal Flow:	1. ระบบตรวจสอบปริมาณขบวนรถไฟที่อยู่ในสถานี 2. ระบบพบว่าในสถานีมีขบวนรถไฟไม่เพียงพอต่อการให้บริการ 3. ระบบทำการย้ายขบวนรถไฟจากสถานีข้างเคียงมาให้บริการ
Exception:	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียด Use Case ระบบจัดทำรายงาน

<table>
<tr><td>Use Case ID:</td><td colspan="2">5</td></tr>
<tr><td>Use Case Name:</td><td colspan="2">ระบบจัดทำรายงาน</td></tr>
<tr><td>Actor:</td><td colspan="2">ผู้ใช้ระบบ</td></tr>
<tr><td>Description:</td><td colspan="2">ผู้ใช้สามารถสร้างรายงานการจัดการหมุนเวียนได้ทั้งหมด 3 ประเภทดังนี้
- ประวัติการนำขบวนรถไฟไปให้บริการ
- ประวัติการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุง
โดยผู้ใช้สามารถเลือกนามสกุลไฟล์ในการสร้างเอกสารรายงานได้ 3 ประเภทดังนี้
- .xml
- .csv
- .xlsx</td></tr>
<tr><td>Trigger:</td><td colspan="2">ผู้ใช้พิมพ์ชื่อไฟล์ลงในช่อง “File Name” แล้วกดที่ปุ่ม “XML”/ “CSV” / “EXCEL” เพื่อสร้างเอกสารในนามสกุลไฟล์ที่ต้องการ</td></tr>
<tr><td>Precondition:</td><td colspan="2">ผู้ใช้พิมพ์ชื่อไฟล์ลงในช่อง “File Name” แล้วกดที่ปุ่ม “XML”/ “CSV” / “EXCEL”</td></tr>
<tr><td>Post-condition:</td><td colspan="2">ระบบจะสร้างรายงานประวัติการจัดการหมุนเวียน</td></tr>
<tr><td>Normal Flow:</td><td>User</td><td>System</td></tr>
<tr><td></td><td>1. ผู้ใช้พิมพ์ชื่อไฟล์ลงในช่อง “File Name”
2. ผู้ใช้กดเมนู“XML”/ “CSV” / “EXCEL” อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อเลือกนามสกุลไฟล์ที่ต้องการสร้างเอกสารรายงาน</td><td>2.) ระบบจะสร้างรายงานประวัติการนำขบวนรถไฟไปให้บริการและประวัติการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุง</td></tr>
<tr><td>Exception:</td><td colspan="2">ถ้าหากไม่พิมพ์ชื่อไฟล์ลงในช่อง “File Name” หรือ ไม่กดที่ปุ่ม “XML”/ “CSV” / “EXCEL” ผู้ใช้จะไม่สามารถสร้างรายงานประวัติการจัดการหมุนเวียนได้</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ตารางการเดินขบวนรถไฟอย่างง่าย

ระบบจำลองตารางเวลาการเดินขบวนรถไฟอย่างง่าย มีการรับรูปแบบการเดินรถ ซึ่งเป็นเซ็ตของเส้นทางการเดินรถใน 1 วัน โดยเส้นทางการเดินรถที่มีให้บริการดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 เส้นทางที่ให้บริการในเที่ยวไป

Service No. (เที่ยวไป)	Stop Station					สถานีต้นทาง	สถานีปลายทาง	ระยะทางระหว่างสถานี (กิโลเมตร)	ระยะเวลาในการเดินทาง (นาที)
	0 (BKK)	1 (AYU)	2 (SRB)	3 (PKC)	4 (NRS)				
0	1	1	1	-	-	0	2	234	70.20
2	1	1	1	1	-	0	3	316	94.80
4	1	1	1	1	1	0	4	388	116.40
6	-	1	1	1	-	1	3	149	44.70
8	-	1	1	1	1	1	4	221	66.30
10	-	-	1	1	1	2	4	154	46.20

"1" คือ หยุดรถไฟ ณ สถานีนั้น / ขับเคลื่อนขบวนรถไฟด้วยความเร็วคงที่ที่ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 เส้นทางที่ให้บริการในเที่ยวกลับ

Service No. (เที่ยวกลับ)	Stop Station					สถานีต้นทาง	สถานีปลายทาง	ระยะทางระหว่างสถานี (กิโลเมตร)	ระยะเวลาในการเดินทาง (นาที)
	4 (NRS)	3 (PKC)	2 (SRB)	1 (AYU)	0 (BKK)				
1	-	-	1	1	1	2	0	234	70.20
3	-	1	1	1	1	3	0	316	94.80
5	1	1	1	1	1	4	0	388	116.40
7	-	1	1	1	-	3	1	149	44.70
9	1	1	1	1	-	4	1	221	66.30
11	1	1	1	-	-	4	2	154	46.20

"1" คือ หยุดรถไฟ ณ สถานีนั้น / ขับเคลื่อนขบวนรถไฟด้วยความเร็วคงที่ที่ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

กำหนดให้ 0 คือเส้นทางจากสถานีที่ 0 (สถานีกรุงเทพฯ) ไปยัง สถานีที่ 2 (สถานีสระบุรี)
กำหนดให้ 1 คือเส้นทางจากสถานีที่ 2 (สถานีสระบุรี) ไปยัง สถานีที่ 0 (สถานีกรุงเทพฯ)
กำหนดให้ 2 คือเส้นทางจากสถานีที่ 0 (สถานีกรุงเทพฯ) ไปยัง สถานีที่ 3 (สถานีปากช่อง)
กำหนดให้ 3 คือเส้นทางจากสถานีที่ 3 (สถานีปากช่อง) ไปยัง สถานีที่ 0 (สถานีกรุงเทพฯ)
กำหนดให้ 4 คือเส้นทางจากสถานีที่ 0 (สถานีกรุงเทพฯ) ไปยัง สถานีที่ 4 (สถานีนครราชสีมา)
กำหนดให้ 5 คือเส้นทางจากสถานีที่ 4 (สถานีนครราชสีมา) ไปยัง สถานีที่ 0 (สถานีกรุงเทพฯ)
กำหนดให้ 6 คือเส้นทางจากสถานีที่ 1 (สถานีอยุธยา) ไปยัง สถานีที่ 3 (สถานีปากช่อง)
กำหนดให้ 7 คือเส้นทางจากสถานีที่ 3 (สถานีปากช่อง) ไปยัง สถานีที่ 1 (สถานีอยุธยา)
กำหนดให้ 8 คือเส้นทางจากสถานีที่ 1 (สถานีอยุธยา) ไปยัง สถานีที่ 4 (สถานีนครราชสีมา)
กำหนดให้ 9 คือเส้นทางจากสถานีที่ 4 (สถานีนครราชสีมา) ไปยัง สถานีที่ 1 (สถานีอยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ 10 คือเส้นทางจากสถานีที่ 2 (สถานีสระบุรี) ไปยัง สถานีที่ 4 (สถานีนครราชสีมา)
กำหนดให้ 11 คือเส้นทางจากสถานีที่ 4 (สถานีนครราชสีมา) ไปยัง สถานีที่ 2 (สถานีสระบุรี)

โดยเส้นทางการเดินรถที่ถูกกำหนดไว้เพื่อให้บริการภายใน 1 วันมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.3 เส้นทางการเดินรถที่ใช้ในการทดสอบระบบ

ตารางเวลาอันดับที่	สถานีต้นทาง	สถานีปลายทาง	เวลาออกเดินทาง	เวลาถึงปลายทาง	ระยะทางในการเดินทาง (กิโลเมตร)	ระยะเวลาในการเดินทาง (ชั่วโมง)
1	กรุงเทพฯ	นครราชสีมา	07.00 น.	08.56 น.	388	1.56
2	กรุงเทพฯ	ปากช่อง	07.35 น.	09.09 น.	316	1.34
3	กรุงเทพฯ	สระบุรี	08.10 น.	09.20 น.	234	1.10
4	สระบุรี	กรุงเทพฯ	09.31 น.	10.41 น.	234	1.10
5	นครราชสีมา	กรุงเทพฯ	09.44 น.	11.47 น.	388	1.56
6	อยุธยา	นครราชสีมา	10.10 น.	11.16 น.	221	1.06
7	นครราชสีมา	กรุงเทพฯ	10.41 น.	12.37 น.	388	1.56
8	สระบุรี	นครราชสีมา	11.05 น.	11.51 น.	154	0.46
9	อยุธยา	ปากช่อง	11.26 น.	12.10 น.	149	0.44
10	นครราชสีมา	อยุธยา	11.51 น.	12.57 น.	221	1.06
11	ปากช่อง	อยุธยา	12.04 น.	12.49 น.	149	0.44
12	ปากช่อง	กรุงเทพฯ	12.39 น.	14.14 น.	316	1.34
13	กรุงเทพฯ	นครราชสีมา	12.51 น.	14.47 น.	388	1.56
14	นครราชสีมา	สระบุรี	13.12 น.	13.59 น.	154	0.46
15	อยุธยา	นครราชสีมา	13.32 น.	14.39 น.	221	1.06
16	นครราชสีมา	กรุงเทพฯ	13.36 น.	15.32 น.	388	1.56
17	สระบุรี	กรุงเทพฯ	14.00 น.	15.10 น.	234	1.10
18	นครราชสีมา	อยุธยา	14.11 น.	15.17 น.	221	1.06
19	กรุงเทพฯ	นครราชสีมา	14.35 น.	16.31 น.	388	1.56
20	อยุธยา	นครราชสีมา	14.50 น.	15.56 น.	221	1.06
21	นครราชสีมา	สระบุรี	15.21 น.	16.07 น.	154	0.46
22	กรุงเทพฯ	ปากช่อง	15.44 น.	17.19 น.	316	1.34
23	กรุงเทพฯ	สระบุรี	15.45 น.	16.55 น.	234	1.10
24	ปากช่อง	อยุธยา	15.52 น.	16.37 น.	149	0.44
25	อยุธยา	ปากช่อง	16.00 น.	16.44 น.	149	0.44
26	นครราชสีมา	อยุธยา	16.06 น.	17.12 น.	221	1.06
27	กรุงเทพฯ	สระบุรี	16.19 น.	17.29 น.	234	1.10
28	กรุงเทพฯ	ปากช่อง	16.20 น.	17.54 น.	316	1.34
29	ปากช่อง	กรุงเทพฯ	17.37 น.	19.12 น.	316	1.34
30	สระบุรี	นครราชสีมา	18.37 น.	19.23 น.	154	0.46
31	กรุงเทพฯ	นครราชสีมา	18.37 น.	20.33 น.	388	1.56
32	นครราชสีมา	สระบุรี	18.51 น.	19.37 น.	154	0.46
33	นครราชสีมา	กรุงเทพฯ	19.01 น.	20.57 น.	388	1.56
34	สระบุรี	กรุงเทพฯ	19.12 น.	20.22 น.	234	1.10
35	ปากช่อง	กรุงเทพฯ	19.57 น.	21.32 น.	316	1.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Go!! Trip : 1
Trip Name : Trip_0_4
Ref time : 25200 sec.
Origin : 0 Destination : 4
Depart time : 25200 sec.
Arrival time : 32184 sec.
Next Reference time : 27300 sec.
Inbound Platform : 0
Outbound Platform : 2
//////////////////////////////////////////
Back!! Trip : 2
ref_time_back before = 29412 sec.
ref_time_back after = 29412 sec.
Trip Name : Trip_2_0
Origin : 2 Destination : 0
Depart time : 34284 sec.
Arrival time : 38496 sec.
Inbound Platform : 1
Outbound Platform : 2
//////////////////////////////////////////
```

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างเที่ยวไปและเที่ยวกลับที่สัมพันธ์กัน

ในเที่ยวกลับหากระยะห่างระหว่างขบวนรถไฟ 2 ขบวนมีระยะห่างเวลาน้อยกว่าที่กำหนด ทำให้มีการเลื่อนเวลาให้ระยะห่างระหว่างขบวนรถไฟ 2 ขบวนมีระยะเวลาเท่ากับที่กำหนดไว้

```
Back!! Trip : 6
ref_time_back before = 29634 sec.
ref_time_back after = 35088 sec.
Trip Name : Trip_1_3
Origin : 1 Destination : 3
Depart time : 41166 sec.
Arrival time : 43848 sec.
Inbound Platform : 1
Outbound Platform : 2
//////////////////////////////////////////
```

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการเลื่อนเวลาของเที่ยวขาไป

จากการจำลองตารางเวลาการเดินรถใน 1 วัน มีเที่ยวกลับที่ต้องเลื่อนเวลาเนื่องจากระยะห่างของเวลาระหว่างขบวนรถไฟ 2 ขบวนน้อยกว่าที่กำหนดไว้จำนวน 13 เที่ยว และมีจำนวนเที่ยวการเดินรถทั้งหมดใน 1 วันรวม 35 เที่ยว

```
count_trip_back_complicate : 13
start search 35 trips!
```

รูปที่ 4.3 จำนวนเที่ยวกลับที่มีการเลื่อนเวลาและเที่ยวสะสมใน 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

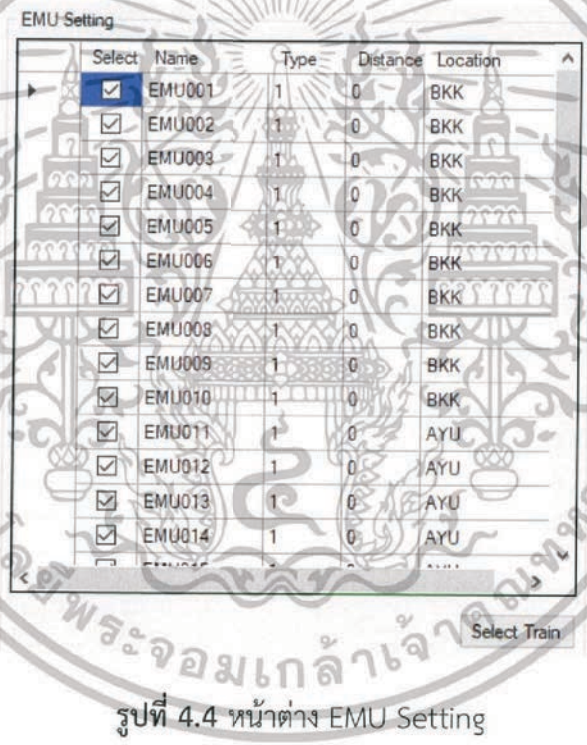
4.2 ขั้นตอนการใช้งานระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

ขั้นตอนที่ 1: เลือกขบวนรถไฟเพื่อนำไปให้บริการ

จากหน้าต่าง EMU Setting ผู้ใช้งานสามารถเลือกขบวนรถไฟที่ต้องการจะนำไปให้บริการได้ ซึ่งรายละเอียดของขบวนรถไฟมีดังนี้

1) ชื่อขบวนรถไฟ
2) ประเภทขบวนรถไฟ
3) ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟ
4) สถานีขบวนรถไฟที่ขบวนรถไฟจอดพักอยู่

ผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกขบวนรถไฟได้เพียงทำเครื่องหมายถูกในช่องสี่เหลี่ยมหน้าชื่อขบวนรถไฟที่ผู้ใช้งานต้องการจะนำไปให้บริการ แล้วจึงกดปุ่ม Select Train เพื่อยืนยันข้อมูล

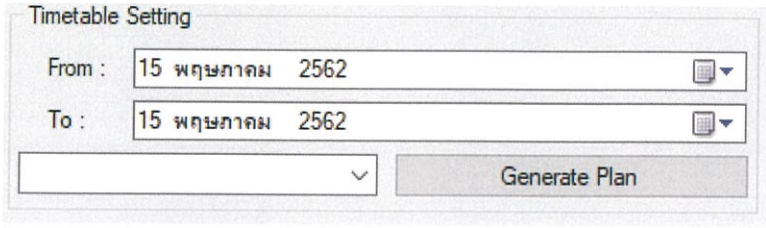


รูปที่ 4.4 หน้าต่าง EMU Setting

ขั้นตอนที่ 2: เลือกวันที่ให้บริการ

จากหน้าต่าง Timetable Setting ผู้ใช้งานสามารถเลือกวันแรกและวันสุดท้ายของการให้บริการได้ตามที่ต้องการ หากแต่ระยะเวลาในการให้บริการต้องมีระยะเวลามากกว่า 1 วันเป็นต้นไป และเลือกอัลกอริทึมที่ต้องการใช้งาน แล้วจึงกดปุ่ม Generate Plan เพื่อยืนยันข้อมูล

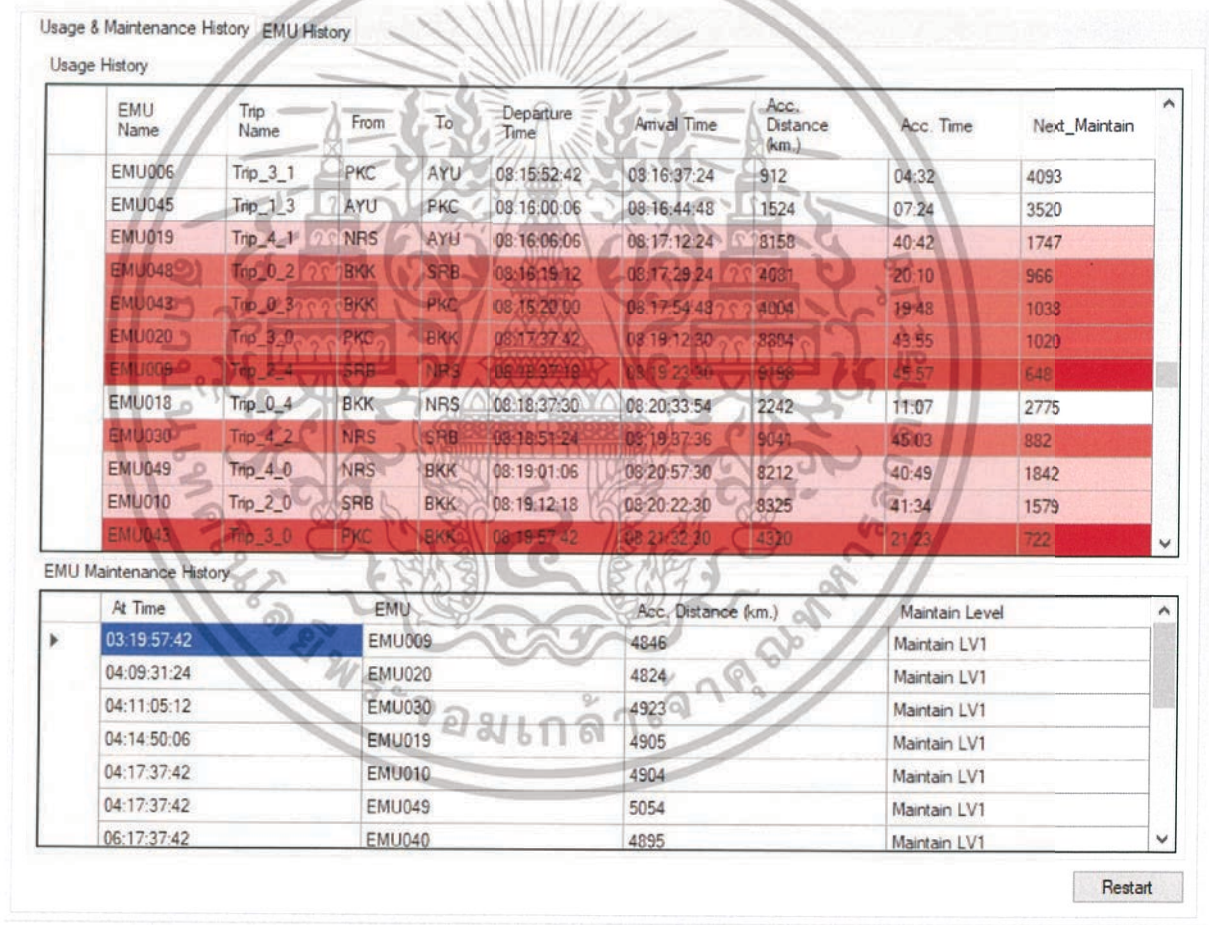
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 หน้าต่าง Timetable Setting

ขั้นตอนที่ 3: แสดงผลลัพธ์จากการประมวลผล

จากหน้าต่าง Usage & Maintenance History ผู้ใช้งานสามารถอ่านประวัติการนำขบวนรถไฟไปให้บริการ (Usage History) และประวัติการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุง (EMU Maintenance History) ในระยะเวลาที่ผู้ใช้บริการเป็นผู้กำหนด



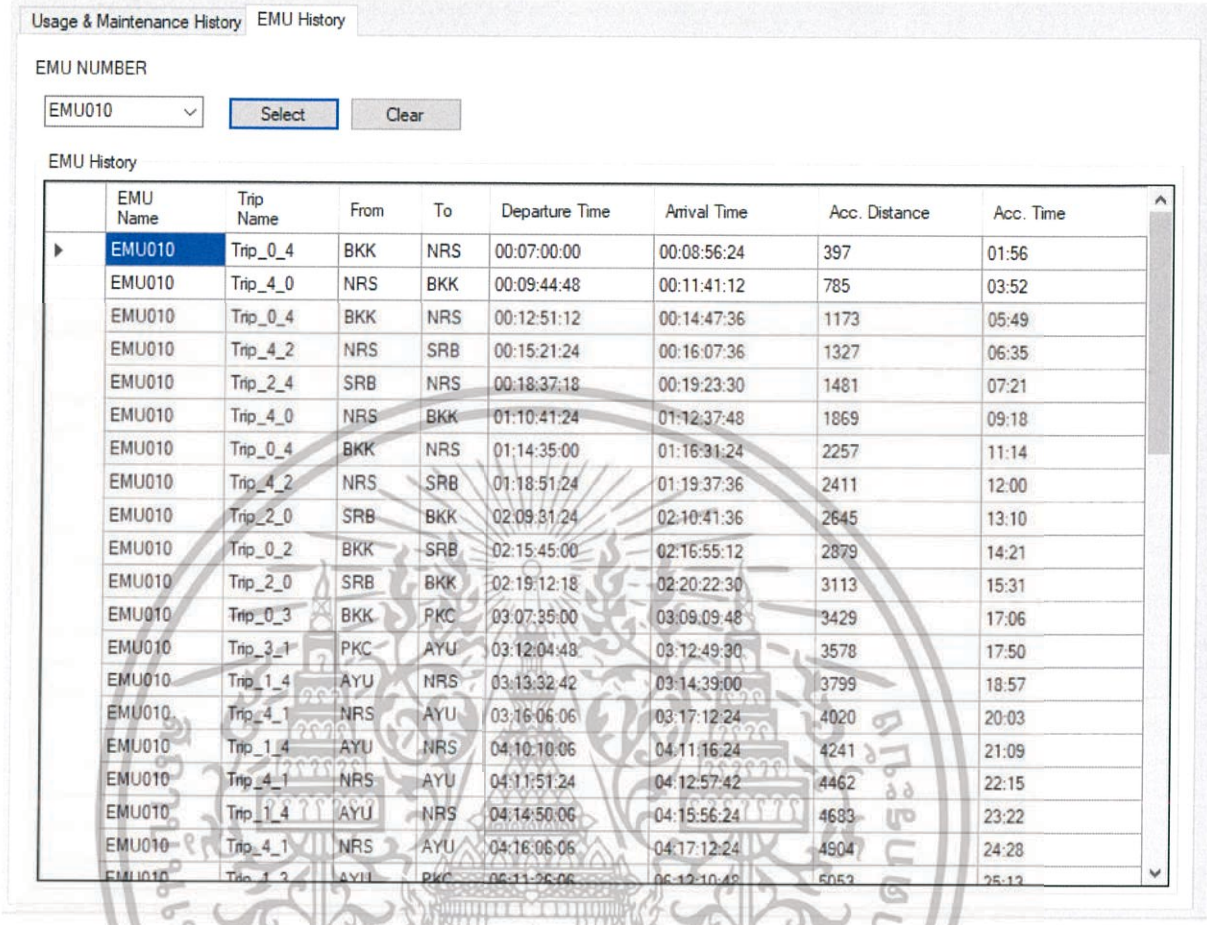
EMU Name	Trip Name	From	To	Departure Time	Arrival Time	Acc. Distance (km.)	Acc. Time	Next_Maintain
EMU006	Trip_3_1	PKC	AYU	08:15:52:42	08:16:37:24	912	04:32	4093
EMU045	Trip_1_3	AYU	PKC	08:16:00:06	08:16:44:48	1524	07:24	3520
EMU019	Trip_4_1	NRS	AYU	08:16:06:06	08:17:12:24	8158	40:42	1747
EMU048	Trip_0_2	BKK	SRB	08:16:19:12	08:17:29:24	4031	20:10	966
EMU043	Trip_0_3	BKK	PKC	08:15:20:00	08:17:54:48	4004	19:48	1033
EMU020	Trip_3_0	PKC	BKK	08:17:37:42	08:19:12:30	8884	43:55	1020
EMU009	Trip_2_4	SRB	NRS	08:18:37:18	08:19:23:30	9158	45:57	648
EMU018	Trip_0_4	BKK	NRS	08:18:37:30	08:20:33:54	2242	11:07	2775
EMU030	Trip_4_2	NRS	SRB	08:18:51:24	08:19:37:36	9041	45:03	882
EMU049	Trip_4_0	NRS	BKK	08:19:01:06	08:20:57:30	8212	40:49	1842
EMU010	Trip_2_0	SRB	BKK	08:19:12:18	08:20:22:30	8325	41:34	1579
EMU043	Trip_3_0	PKC	BKK	08:19:57:42	08:21:32:30	4320	21:23	722

At Time	EMU	Acc. Distance (km.)	Maintain Level
03:19:57:42	EMU009	4846	Maintain LV1
04:09:31:24	EMU020	4824	Maintain LV1
04:11:05:12	EMU030	4923	Maintain LV1
04:14:50:06	EMU019	4905	Maintain LV1
04:17:37:42	EMU010	4904	Maintain LV1
04:17:37:42	EMU049	5054	Maintain LV1
06:17:37:42	EMU040	4895	Maintain LV1

จากหน้าต่าง EMU History ผู้ใช้งานสามารถเลือกขบวนรถไฟที่สนใจ แล้วจึงกดปุ่ม Select เพื่ออ่านประวัติการนำขบวนรถไฟไปให้บริการ เฉพาะขบวนรถไฟที่ผู้ใช้งานสนใจ และหากต้องการอ่านประวัติการใช้งานขบวนรถไฟขบวนอื่น ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม Clear เพื่อลบประวัติการใช้งานของขบวนรถไฟคันเดิม แล้วทำการเลือกขบวนรถไฟขบวนใหม่ แล้วจึงกดปุ่ม Select เพื่อให้ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงประวัติการใช้งานของขบวนรถไฟคันใหม่ (หากผู้ใช้งานไม่กดปุ่ม Clear ประวัติการใช้งานของขบวนขบวนรถไฟคันเดิมจะยังคงอยู่บนหน้าต่างแสดงผล)

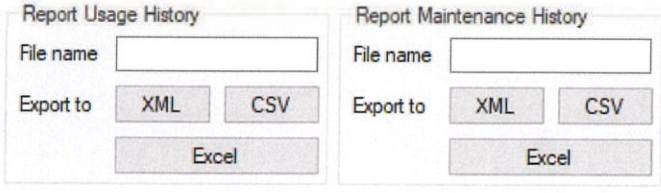


EMU Name	Trip Name	From	To	Departure Time	Arrival Time	Acc. Distance	Acc. Time
EMU010	Trip_0_4	BKK	NRS	00:07:00:00	00:08:56:24	397	01:56
EMU010	Trip_4_0	NRS	BKK	00:09:44:48	00:11:41:12	785	03:52
EMU010	Trip_0_4	BKK	NRS	00:12:51:12	00:14:47:36	1173	05:49
EMU010	Trip_4_2	NRS	SRB	00:15:21:24	00:16:07:36	1327	06:35
EMU010	Trip_2_4	SRB	NRS	00:18:37:18	00:19:23:30	1481	07:21
EMU010	Trip_4_0	NRS	BKK	01:10:41:24	01:12:37:48	1869	09:18
EMU010	Trip_0_4	BKK	NRS	01:14:35:00	01:16:31:24	2257	11:14
EMU010	Trip_4_2	NRS	SRB	01:18:51:24	01:19:37:36	2411	12:00
EMU010	Trip_2_0	SRB	BKK	02:09:31:24	02:10:41:36	2645	13:10
EMU010	Trip_0_2	BKK	SRB	02:15:45:00	02:16:55:12	2879	14:21
EMU010	Trip_2_0	SRB	BKK	02:19:12:18	02:20:22:30	3113	15:31
EMU010	Trip_0_3	BKK	PKC	03:07:35:00	03:09:09:48	3429	17:06
EMU010	Trip_3_1	PKC	AYU	03:12:04:48	03:12:49:30	3578	17:50
EMU010	Trip_1_4	AYU	NRS	03:13:32:42	03:14:39:00	3799	18:57
EMU010	Trip_4_1	NRS	AYU	03:16:06:06	03:17:12:24	4020	20:03
EMU010	Trip_1_4	AYU	NRS	04:10:10:06	04:11:16:24	4241	21:09
EMU010	Trip_4_1	NRS	AYU	04:11:51:24	04:12:57:42	4462	22:15
EMU010	Trip_1_4	AYU	NRS	04:14:50:06	04:15:56:24	4683	23:22
EMU010	Trip_4_1	NRS	AYU	04:16:06:06	04:17:12:24	4904	24:28
EMU010	Trip_1_2	AYU	PKC	05:11:26:06	05:12:10:48	5052	25:13

รูปที่ 4.7 หน้าต่าง EMU History

ขั้นตอนที่ 4: ออกรายงาน

ผู้ใช้สามารถกำหนดชื่อไฟล์ของรายงานการนำขบวนรถไฟไปให้บริการ (Report Usage History) หรือรายงานการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุง (Report Maintenance History) ได้ด้วยตนเอง แล้วจึงกดปุ่ม XML/CSV/Excel เพื่อออกรายงานตามสกุลไฟล์ที่ต้องการ



รูปที่ 4.8 หน้าต่าง Report Usage History และ Report Maintenance History

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการนำขบวนรถไฟไปใช้บริการมีด้วยกัน 2 รูปแบบดังนี้

1) รายงานการนำขบวนรถไฟไปให้บริการในระยะเวลาที่ผู้ใช้กำหนด
2) รายงานการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุงระหว่างการให้บริการในระยะเวลาที่ผู้ใช้กำหนด

ซึ่งระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟสามารถออกรายงานได้ทั้งหมด 3 สกุลไฟล์ดังนี้

1) XML (Extensible Markup Language)

ตัวอย่างข้อมูลภายในเอกสารนามสกุลไฟล์ .xml สำหรับเอกสารรายงานการนำขบวนรถไฟฟไปให้บริการจำนวน 1 ระเบียน

```
<Report_EMU_Utilization>
  <!--Select Train!!-->
  <EMU_Name> EMU021 </EMU_Name>
  <Trip_Name> Trip_2_0 </Trip_Name>
  <Origin_Station> SRB </Origin_Station>
  <Destination_Station> BKK </Destination_Station>
  <Depart_Time> 6480 </Depart_Time>
  <Arrival_Time> 14904 </Arrival_Time>
  <Used_Distance> 254 </Used_Distance>
  <Used_Time> 8424 </Used_Time>
  <Next_Maintain> 4766 </Next_Maintain>
</Report_EMU_Utilization>
```

ตัวอย่างข้อมูลภายในเอกสารนามสกุลไฟล์ .xml สำหรับรายงานการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุงจำนวน 1 ระเบียน

```
<Report_EMU_Utilization>
  <!--Go To Depot!!-->
  <EMU_Name> EMU004 </EMU_Name>
  <Depart_Time> 586800 </Depart_Time>
  <Used_Distance> 4992 </Used_Distance>
  <Maintain_Level> Maintain LV1 </Maintain_Level>
</Report_EMU_Utilization>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) CSV (Comma Separated Value)

ตัวอย่างข้อมูลภายในเอกสารนามสกุลไฟล์ .csv สำหรับเอกสารรายงานการนำขบวนรถไฟไปให้บริการจำนวน 1 ระเบียน

EMU_Name, Trip_Name, Origin_Station, Destination_Station, Depart_Time, Arrival_Time, Used_Distance, Used_Time, Next_Maintain
EMU021, Trip_2_0, SRB, BKK, 6480, 14904, 254, 8424, 4766

ตัวอย่างข้อมูลภายในเอกสารนามสกุลไฟล์ .csv สำหรับรายงานการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุงจำนวน 1 ระเบียน

EMU_Name, Depart_Time, Used_Distance, Maintain_Level
EMU004, 586800, 4992, Maintain LV1

โดยผู้ใช้งานระบบสามารถนำไฟล์เอกสารนามสกุล .csv ไปเปิดด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้วิเคราะห์ข้อมูลได้ง่ายยิ่งขึ้น

3) Microsoft Excel

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างเอกสารสกุลไฟล์ .xlsx สำหรับรายงานการนำขบวนรถไฟไปให้บริการ

Name_EMU	Name_Trip	Origin_Station	Destination_Station	Departime_Time	Arrival_Time	Use_Distance	Use_Time	Next_Maintain
EMU011	Trip_1_4	AYU	NRS	00:05:40:12	00:07:52:48	231	2:12	4779
EMU001	Trip_0_1	BKK	AYU	00:08:00:00	00:09:40:12	167	1:40	4833
EMU012	Trip_2_3	SRB	PKC	00:08:20:24	00:09:09:36	93	0:49	4918
EMU012	Trip_2_0	SRB	BKK	00:09:52:48	00:12:13:12	327	3:09	4684
EMU011	Trip_4_2	NRS	SRB	00:11:09:36	00:12:42:00	385	3:45	4625
EMU002	Trip_0_2	BKK	SRB	00:12:00:00	00:14:20:24	235	2:20	4766
EMU011	Trip_3_4	PKC	NRS	00:13:09:36	00:13:52:48	457	4:28	4553

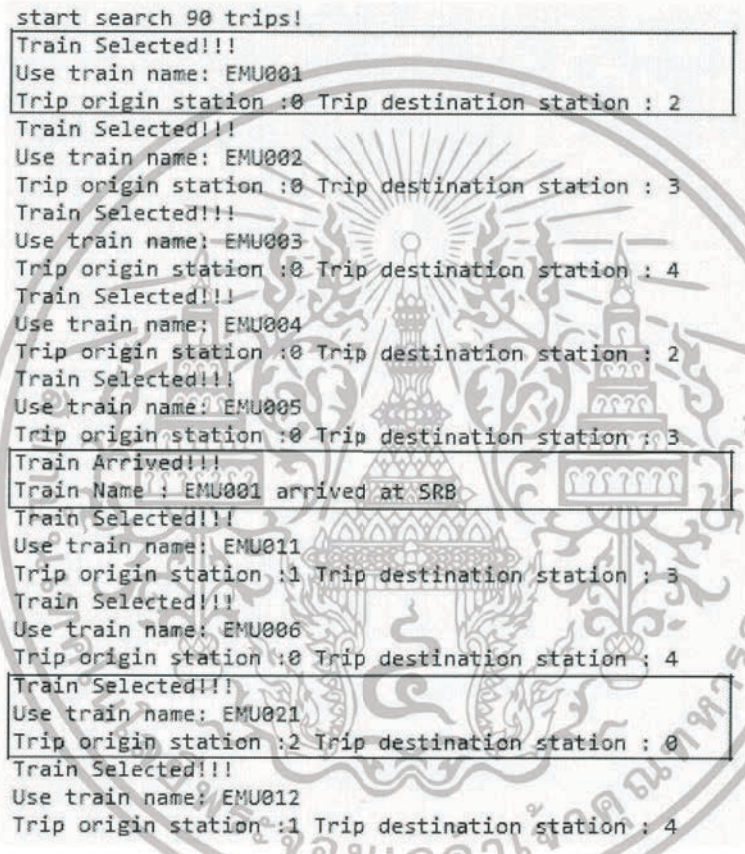
ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างเอกสารสกุลไฟล์ .xlsx สำหรับรายงานการนำขบวนรถไฟไปซ่อมบำรุง

Name_EMU	Departime_Time	Use_Distance	Maintain_Level
EMU001	05:20:00:00	4875	Maintain LV1
EMU002	06:03:52:48	5091	Maintain LV1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลลัพธ์การใช้อัลกอริทึม FIFO ในการคัดเลือกขบวนรถไฟ

อัลกอริทึม FIFO ถูกนำมาใช้ในการคัดเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการ โดยขบวนรถไฟที่เป็นขบวนแรกจะถูกนำออกไปใช้ทุกครั้งที่มีการคัดเลือกขบวนรถไฟเพื่อนำไปให้บริการ และการวางตำแหน่งขบวนรถไฟที่มาถึงยังสถานีปลายทาง โดยขบวนรถไฟที่มาถึงยังสถานีปลายทางจะถูกนำไปเก็บไว้ในคิวเป็นอันดับสุดท้าย ซึ่งในเที่ยวกลับขบวนรถไฟที่ถูกนำมาให้บริการจะเป็นขบวนแรกสุดที่อยู่ในคิวของแต่ละสถานี โดยเลือกขบวนรถไฟจากสถานีที่เป็นสถานที่ต้นทางของเที่ยวรถไฟนั้น ๆ หากในสถานีต้นทางไม่มีขบวนรถไฟอยู่ในคิวจะพิจารณาเลือกขบวนรถไฟที่อยู่ในสถานีข้างเคียงแทน



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการในเที่ยวไปและเที่ยวกลับ ด้วยอัลกอริทึม FIFO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลลัพธ์การใช้อัลกอริทึม LIFO ในการคัดเลือกขบวนรถไฟ

อัลกอริทึม LIFO ถูกนำมาใช้ในการคัดเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการ โดยขบวนรถไฟที่เป็นขบวนสุดท้ายจะถูกพิจารณานำออกไปใช้ก่อนขบวนอื่น ๆ ทุกครั้งที่มีการคัดเลือกขบวนรถไฟเพื่อนำไปให้บริการ และการวางตำแหน่งขบวนรถไฟที่มาถึงยังสถานีปลายทาง โดยขบวนรถไฟที่มาถึงยังสถานีปลายทางจะถูกนำไปเก็บไว้ในคิวเป็นอันดับสุดท้าย ซึ่งในเที่ยวกลับขบวนรถไฟที่ถูกนำมาให้บริการจะเป็นขบวนเดียวกับขบวนรถไฟขบวนที่พึ่งมาถึงสถานี โดยเลือกขบวนรถไฟจากสถานีที่เป็นสถานที่ต้นทางของเที่ยวรถไฟนั้น ๆ หากในสถานีต้นทางไม่มีขบวนรถไฟอยู่ในคิวจะพิจารณาเลือกขบวนรถไฟที่อยู่ในสถานีข้างเคียงแทน

```
start search 90 trips!
Train Selected!!!
Use train name: EMU001
Trip origin station :0 Trip destination station : 2
Train Selected!!!
Use train name: EMU002
Trip origin station :0 Trip destination station : 3
Train Selected!!!
Use train name: EMU003
Trip origin station :0 Trip destination station : 4
Train Selected!!!
Use train name: EMU004
Trip origin station :0 Trip destination station : 2
Train Selected!!!
Use train name: EMU005
Trip origin station :0 Trip destination station : 3
Train Arrived!!!
Train Name : EMU001 arrived at SRB
Train Selected!!!
Use train name: EMU011
Trip origin station :1 Trip destination station : 3
Train Selected!!!
Use train name: EMU006
Trip origin station :0 Trip destination station : 4
Train Selected!!!
Use train name: EMU001
Trip origin station :2 Trip destination station : 0
Train Selected!!!
Use train name: EMU012
Trip origin station :1 Trip destination station : 4
```

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการในเที่ยวไปและเที่ยวกลับ ด้วยอัลกอริทึม LIFO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลลัพธ์การใช้อัลกอริทึมการคัดเลือกขบวนรถไฟที่มีการจัดเรียงลำดับโดยใช้ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟเป็นเกณฑ์ (Sorted-by-Accumulated-Mileage: SBAM)

อัลกอริทึม FIFO และ LIFO ถูกนำมาใช้ในการคัดเลือกขบวนรถไฟไปให้บริการ หากแต่เมื่อนำเอาอัลกอริทึมทั้งสองไปคัดเลือกขบวนรถไฟหลังจากมีการจัดลำดับขบวนรถไฟโดยใช้ระยะทางสะสมเป็นเกณฑ์ ทำให้ขบวนรถไฟที่เข้ามารอการคัดเลือกจากทั้งสองอัลกอริทึมเป็นขบวนรถไฟชุดเดียวกัน และจากทั้งสองอัลกอริทึมขบวนรถไฟที่เป็นขบวนแรกจะถูกนำออกไปใช้ทุกครั้งที่มีการคัดเลือกขบวนรถไฟเพื่อนำไปให้บริการ เนื่องจากขบวนรถไฟจะถูกเรียงลำดับใหม่ตามระยะทางสะสม ทำให้ผลลัพธ์ของการใช้อัลกอริทึมทั้งสองมีผลลัพธ์ที่เหมือนกัน

```
-> EMU at Station BKK before sort by accumulated mileage <-
 EMU018 [EMU012] EMU011 EMU008 EMU007 EMU006 EMU005 EMU004 EMU003 EMU002 EMU001
-> After sort by Accumulated mileage <-
[EMU012] EMU011 EMU018 EMU008 EMU007 EMU006 EMU005 EMU004 EMU003 EMU002 EMU001
```

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการจัดลำดับขบวนรถไฟก่อนคัดเลือกเพื่อนำไปให้บริการ ด้วยอัลกอริทึม SBAM

จากรูปที่ 4.11 จะพบว่าหลังจากการเรียงลำดับขบวนรถไฟตามระยะทางสะสมของขบวนรถไฟด้วยอัลกอริทึม SBAM ทำให้เกิดการสับเปลี่ยนลำดับคิวขบวนรถไฟในสถานีเกิดขึ้นทำให้ระบบสามารถนำขบวนรถไฟ EMU012 ที่มีระยะทางสะสมน้อยที่สุดไปให้บริการได้ ซึ่งหากระบบไม่ได้ใช้อัลกอริทึม SBAM ในการคัดเลือกขบวนรถไฟระบบจะทำการเลือกขบวนรถไฟ EMU018 ไปให้บริการ

4.6 ผลลัพธ์จากการทดสอบระบบ

4.6.1 ผลลัพธ์จากการหาจำนวนขบวนรถไฟน้อยที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้

แผนการหมุนเวียนขบวนรถไฟระบบนี้ ช่วงแรกในแต่ละสถานีจะไม่มีขบวนรถไฟจอดอยู่ที่สถานี ซึ่งจะมีการเพิ่มขบวนรถไฟก็ต่อเมื่อที่สถานีนั้น ๆ และสถานีข้างเคียงไม่มีรถที่พร้อมให้บริการ โดยจำนวนขบวนรถไฟรวมทุกสถานีหลังจากเสร็จสิ้นการทำงานของโปรแกรม คือจำนวนขบวนรถไฟน้อยที่สุดที่ต้องการเพื่อที่จะให้บริการได้ ตามตารางการเดินขบวนรถไฟที่กำหนด ทั้งนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึม FIFO, LIFO และ SBAM โดยอ้างอิงจากจำนวนขบวนรถไฟน้อยที่สุดที่ต้องการเพื่อที่จะให้บริการได้

ในการหาจำนวนขบวนรถไฟน้อยที่สุด ด้วยการเลือกใช้งานขบวนรถไฟด้วยอัลกอริทึม FIFO, LIFO และ SBAM ให้ผลลัพธ์ออกมาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางเปรียบเทียบผลการหาจำนวนขบวนรถไฟน้อยที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้

Algorithm / Date (days)	FIFO		LIFO		SBAM	
	Minimum number of EMUs	Accumulate Distance for moving EMUs (km./day)	Minimum number of EMUs	Accumulate Distance for moving EMUs (km./day)	minimum number of EMUs	Accumulate Distance for moving EMUs (km./day)
5	10	723.40	10	698.00	11	741.40
10	15	707.10	15	671.10	11	813.50
15	15	622.47	15	570.67	13	542.00

4.6.2 ผลลัพธ์จากการหาจำนวนวันมากที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้

แผนการหมุนเวียนขบวนรถไฟระบบนี้ จะมีการกำหนดจำนวนขบวนรถไฟที่จอดอยู่ที่สถานี โดยโปรแกรมจะจัดแผนการเดินรถตามจำนวนวันที่ให้บริการซึ่งจะมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งขบวนรถไฟที่กำหนดไว้ไม่สามารถให้บริการได้เพียงพอ จึงจะเสร็จสิ้นการทำงานของโปรแกรม ทั้งนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึม FIFO, LIFO และ SBAM โดยอ้างอิงจากจำนวนวันมากที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้

ในการหาจำนวนรถน้อยที่สุดโดยกำหนดขบวนรถไฟให้คงที่และจัดการให้บริการจนกว่าจะมีขบวนรถไฟไม่เพียงพอต่อการให้บริการ ด้วยการเลือกใช้งานขบวนรถไฟด้วยอัลกอริทึม FIFO, LIFO และ SBAM ให้ผลลัพธ์ออกมาดังนี้

ตารางที่ 4.7 ตารางเปรียบเทียบผลการหาจำนวนวันมากที่สุดที่จะสามารถให้บริการได้

Algorithm / A number of EMUs	FIFO		LIFO		SBAM	
	Maximum number of date (days)	Accumulate Distance for moving EMUs (km./day)	Maximum number of date (days)	Accumulate Distance for moving EMUs (km./day)	Maximum number of date (days)	Accumulate Distance for moving EMUs (km./day)
10	5	361.70	5	349.00	4	317.50
11	5	282.91	5	306.64	11	887.91
12	6	299.92	5	267.58	11	540.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินโครงงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากการศึกษาระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟด้วยอัลกอริทึม FIFO, LIFO, SBAM สามารถวัดประสิทธิภาพได้จากจำนวนขบวนรถไฟที่น้อยที่สุดที่สามารถนำไปให้บริการได้ และจำนวนวันที่มากที่สุดที่สามารถให้บริการได้ โดยมีการจำกัดจำนวนขบวนรถไฟ ซึ่งจากการทดสอบจะพบว่าอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเมื่อนำมาใช้คู่กับระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ คืออัลกอริทึม SBAM เนื่องจากผลการทดสอบการหาจำนวนขบวนรถไฟที่น้อยที่สุดอัลกอริทึม SBAM สามารถใช้ขบวนรถไฟจำนวน 9 ขบวนเพื่อให้บริการตามตารางเวลาเป็นระยะเวลา 35 วัน ซึ่ง SBAM ใช้ขบวนรถไฟน้อยกว่าอัลกอริทึมประเภทอื่น ๆ ที่ให้บริการตามตารางเวลาเป็นระยะเวลา 35 วันและจากผลการทดสอบการหาจำนวนวันที่มากที่สุดที่สามารถให้บริการได้ โดยจำกัดจำนวนขบวนรถไฟ SBAM สามารถให้บริการได้นานสูงสุด 37 วัน โดยให้บริการด้วยขบวนรถไฟจำนวน 9 ขบวน ซึ่งอัลกอริทึม SBAM สามารถให้บริการได้นานที่สุดเมื่อให้บริการด้วยขบวนรถไฟจำนวน 9 ขบวน

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงงาน

ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลที่สมมติขึ้น

- ข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดระยะทางการเดินขบวนรถไฟ ความเร็วในการเดินขบวนรถไฟ เกณฑ์ในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง และ ความจุของศูนย์ซ่อมบำรุงเป็นข้อมูลที่สมมติขึ้น เป็นต้น โดยอ้างอิงจากความเป็นจริง
  ตัวอย่างเช่น
  1) ข้อมูลระยะทางการเดินขบวนรถไฟที่สมมติขึ้น
     ระยะทางจากกรุงเทพ ไปยัง อยุธยา มีระยะทางเป็น 167 กิโลเมตร
     ระยะทางจากกรุงเทพ ไปยัง สระบุรี มีระยะทางเป็น 234 กิโลเมตร
     ระยะทางจากกรุงเทพ ไปยัง ปากช่อง มีระยะทางเป็น 316 กิโลเมตร
     ระยะทางจากกรุงเทพ ไปยัง นครราชสีมา มีระยะทางเป็น 388 กิโลเมตร
     ระยะทางจากอยุธยา ไปยัง สระบุรี มีระยะทางเป็น 67 กิโลเมตร
     ระยะทางจากอยุธยา ไปยัง ปากช่อง มีระยะทางเป็น 149 กิโลเมตร
     ระยะทางจากอยุธยา ไปยัง นครราชสีมา มีระยะทางเป็น 221 กิโลเมตร
     ระยะทางจากสระบุรี ไปยัง ปากช่อง มีระยะทางเป็น 82 กิโลเมตร
     ระยะทางจากสระบุรี ไปยัง นครราชสีมา มีระยะทางเป็น 154 กิโลเมตร
     ระยะทางจากปากช่อง ไปยัง นครราชสีมา มีระยะทางเป็น 72 กิโลเมตร

  2) ข้อมูลความเร็วในการเดินขบวนรถไฟที่สมมติขึ้น
     โดยความเร็วในการเดินขบวนรถไฟมีความเร็วคงที่ที่ 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ข้อมูลเกณฑ์ในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงที่สมมติขึ้น
เกณฑ์การนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงครั้งที่ 1 คือ ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 กิโลเมตร
เกณฑ์การนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงครั้งที่ 2 คือ ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 กิโลเมตร
เกณฑ์การนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงครั้งที่ 3 คือ ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 กิโลเมตร
เกณฑ์การนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงครั้งที่ 4 คือ ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20,000 กิโลเมตร
เกณฑ์การนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงครั้งที่ 5 คือ ระยะทางสะสมของขบวนรถไฟน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25,000 กิโลเมตร

4) ข้อมูลความจุของศูนย์ซ่อมบำรุงที่สมมติขึ้น
โดยศูนย์ซ่อมบำรุงสามารถรับขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงพร้อมกันได้ทั้งหมด 7 ขบวน

- เนื่องจากข้อมูลเป็นข้อมูลที่สมมติขึ้นมาทำให้ผลลัพธ์เป็นไปตามที่คาดเดา แต่อาจคาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) ควรใช้ข้อมูลที่ได้จากระบบจริงมาใช้ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรม
2) ควรจำแนกประเภทขบวนรถไฟได้ตามคุณลักษณะทางกายภาพของขบวนรถไฟ ประเภทของขบวนรถไฟ และเกณฑ์ในการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุง
3) ควรเปลี่ยนแปลงจุดจอดของขบวนรถไฟให้อยู่ที่ศูนย์ซ่อมบำรุง
4) การจัดการซ่อมบำรุงควรตรวจสอบสถานะของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนอะไหล่หรือวัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ ประกอบด้วย
5) ควรเพิ่มเติมลานจอดพักขบวนรถไฟในศูนย์ซ่อมบำรุง เพื่อใช้จอดขบวนรถไฟที่ซ่อมบำรุงเรียบร้อยแล้ว แทนการย้ายขบวนรถไฟไปยังสถานีที่กำหนดที่เป็นสถานีตั้งต้นของขบวนรถไฟทันทีหลังการซ่อมบำรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Wenjun Li,Lei Nie. 2017. **Coordinated optimisation problem integrating EMU circulation and timetabling for high-speed railway**. [Online].
Available : https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8090505

[2] 2017. **บทที่ 5 คิว Queue**. [Online].
Available : http://jutamasdear.blogspot.com/2017/04/queue.html

[3] 2009. **เรื่อง Stack**. [Online].
Available : http://piyapan-aod.blogspot.com/2009/03/stack.html

[4] 2017. **C# คืออะไร**. [Online].
Available : https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2184-c-ซาร์ป-คืออะไร.html

[5] 2018. **รถรางไฟฟ้า**. [Online].
Available : https://th.wikipedia.org/wiki/รถรางไฟฟ้า

[6] **Microsoft Visual Studio คืออะไร**. [Online].
Available : https://sites.google.com/site/kachapot1150/1-1-microsoft-visual-studio-khux-xari

[7] 2018. **ไมโครซอฟท์ วิชวลสตูดิโอ**. [Online].
Available : https://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครซอฟท์_วิชวลสตูดิโอ

[8] 2012. **การเรียงลำดับข้อมูล (Sorting)**. [Online].
Available : http://www.thaiall.com/datastructure/sort.htm

[9] 2018. **ขบวนรถไฟ**. [Online].
Available : https://th.wikipedia.org/wiki/ขบวนรถไฟ

[10] 2017. **ทางขบวนรถไฟ**. [Online].
Available : https://th.wikipedia.org/wiki/ทางขบวนรถไฟ

[11] 2017. การขบวนรถไฟแห่งประเทศไทย. **กลุ่มธุรกิจการซ่อมบำรุงรถจักรและล้อเลื่อน**. [Online].
Available : http://www.railway.co.th/main/activity/images/2560/2560-06GovernorLoc-RSBC.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] 2018. XML คืออะไร. [Online].
Available : https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2129-xml-คืออะไร.html

[13] it24hrs. 2018. **ไฟล์ CSV คืออะไร ใช้ทำอะไรได้บ้าง และเปิดอย่างไร**. [Online].
Available : https://www.it24hrs.com/2018/what-is-csv-file-import-contact-csv/

[14] kroopanumas. **Excel คืออะไร**. [Online].
Available : https://sites.google.com/site/kroopanumas/bth-reiyn-microsoft-excel/excel-khux-xari

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
Poster (และรูปผลงานถ้ามี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL ENGINEERING PROJECT DAY 2019

Department of Computer Engineering
(Information Engineering)

CE 6145

Algorithm for EMU Utilization System

**Pattraporn Kornkaew[1], Sedtawut Eakratratthana[2]
and Asst. Prof. Mayuree Lertwatechakul[3]**

Abstract

This thesis is about developing the proper algorithm for EMU utilization system to generate the efficient EMU circulation plan. By using accumulated mileage, next maintenance mileage and depot's capacity as the constraint parameters, the program selects the nearest EMUs for a service through three queuing methods e.g. First-in First-out, Last-in First-out and SBAM (Sorted-by-Accumulated Mileage). The efficiency of algorithms will be gauged by a minimum number of EMUs for serving timetable. The results of algorithms show that circulation plan generated by applying SBAM is the most effective compared to the others.

Introduction

Electric multiple unit (EMU) utilization system is an essential part in railway management system. Since EMUs are very expensive and so limited, operator requires to organize the EMU usage as efficiency as possible. If they do not have a well-plan for EMU circulation, it might cause some consequent issues. The problem could be the shortage of EMUs for serving timetable or the maintenance tasks exceed the limit of depot's capacity. That's why circulation plan should be generated circumspectly. So, we have developed C# application to generate plan which takes constraints into consideration. We tried to find the best algorithm for EMUs circulation by applying 3 queuing methods: First-in First-out, Last-in First-out and SBAM (Sorted-by-Accumulated Mileage) and investigating the results on the minimum number of EMUs used for serving the same timetable in the long run.

Methodology

Results

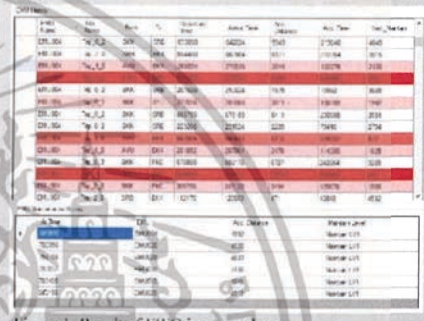


Figure 1: Result of FIFO in seven days

Figure 2: EMU usage history

Conclusion

EMU Utilization system could be used to generate plan for EMU circulation by importing timetable. After we have implemented an algorithm (First-in First-out, Last-in First-out and SBAM). The results show that circulation plan which is generated by SBAM has the highest performance compared to the others. The SBAM need the fewest EMU to serve timetable and maintenance task did not exceed the limit of depot's capacity.

References

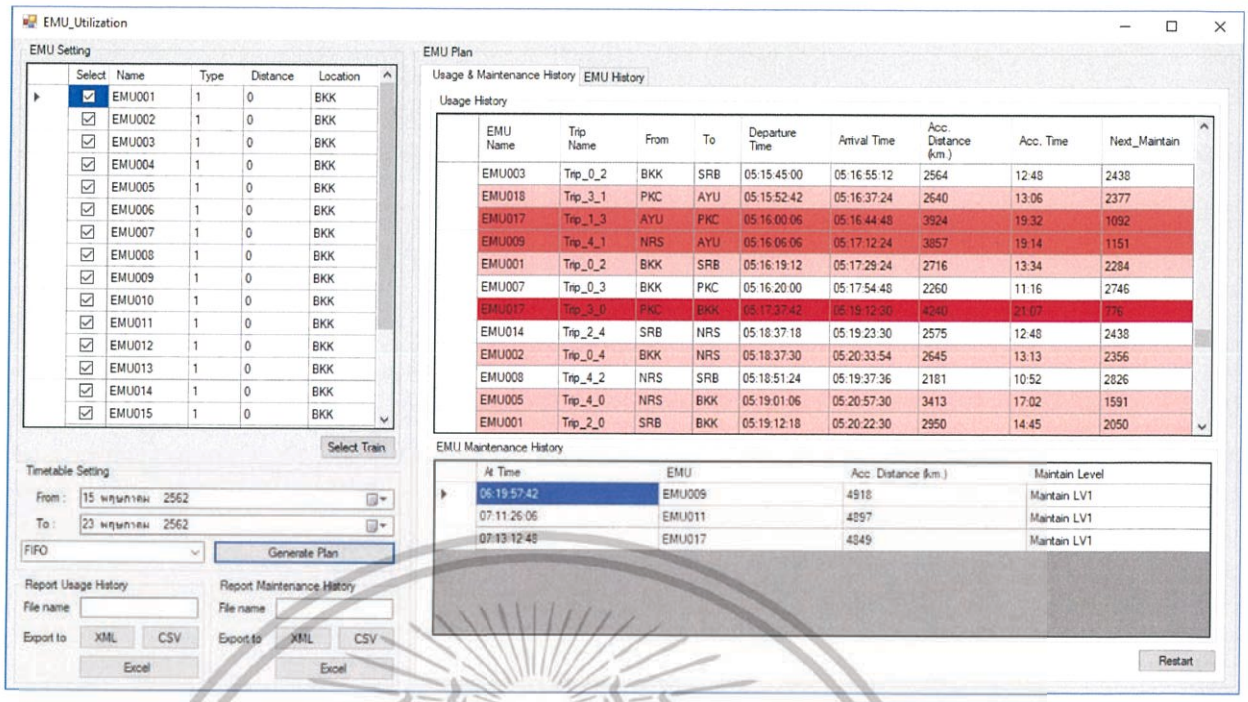
[1] Wenjun Li, Lei Nie (2017) Coordinated optimisation problem integrating EMU circulation and timetabling for high-speed railway.

ENGINEERS LADKRABANG

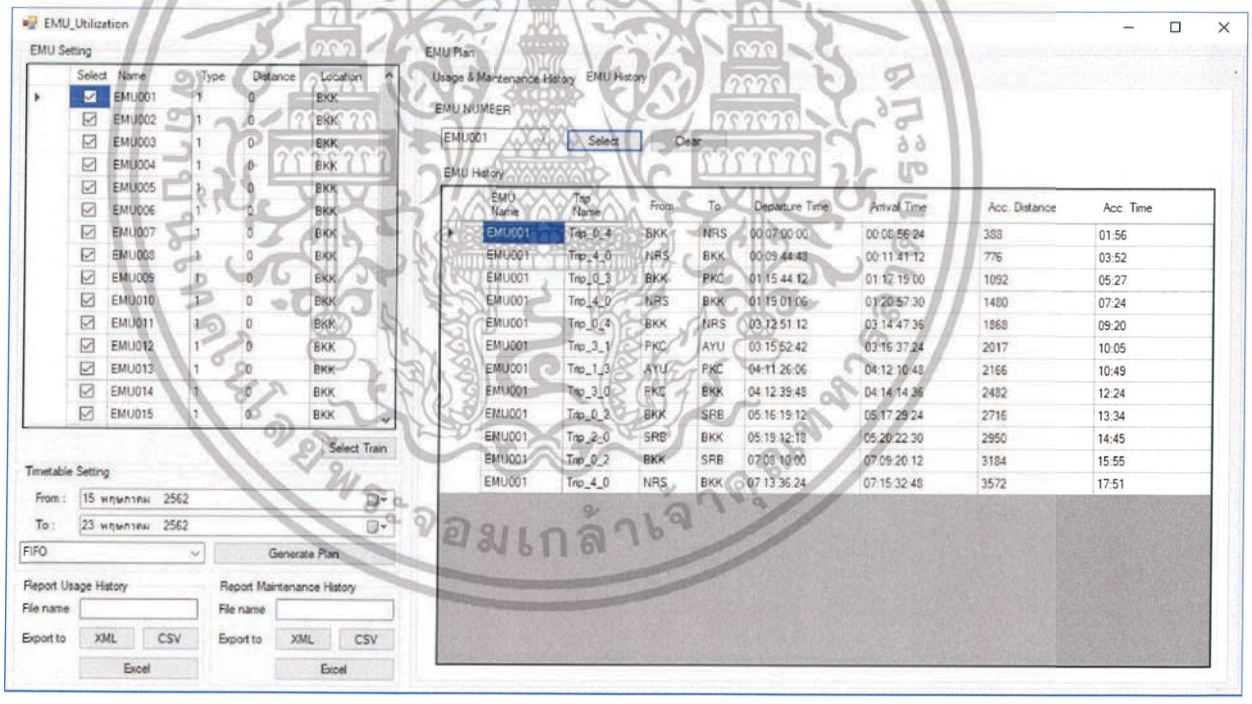
E-mail: 58010952@kmitl.ac.th[1], 58011379@kmitl.ac.th[2], mayuree.le@kmitl.ac.th[3]

รูปที่ ก.1 Poster Algorithm for EMU Utilization System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ หน้าที่ 1



รูปที่ ก.3 ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ หน้าที่ 2

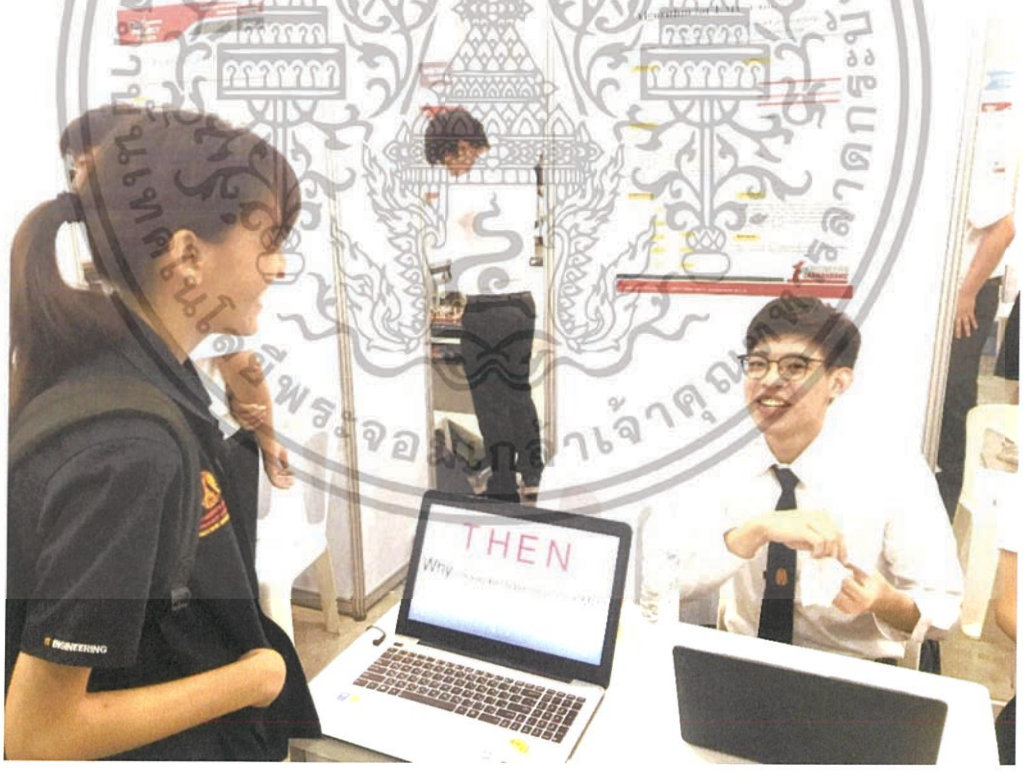
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.4 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 25 เมษายน 2562

รูปที่ ก.5 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 25 เมษายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.6 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 26 เมษายน 2562



รูปที่ ก.7 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 26 เมษายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.8 บรรยากาศวันงาน Project Day วันที่ 26 เมษายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

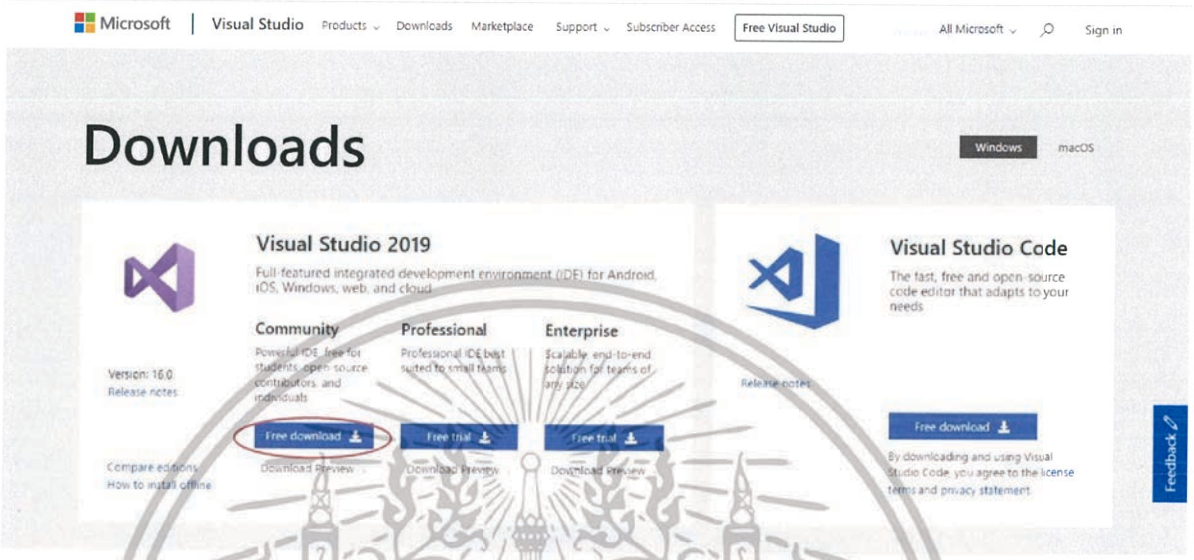
ภาคผนวก ข
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม Visual Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Visual Studio

โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows สามารถอธิบายได้ดังนี้

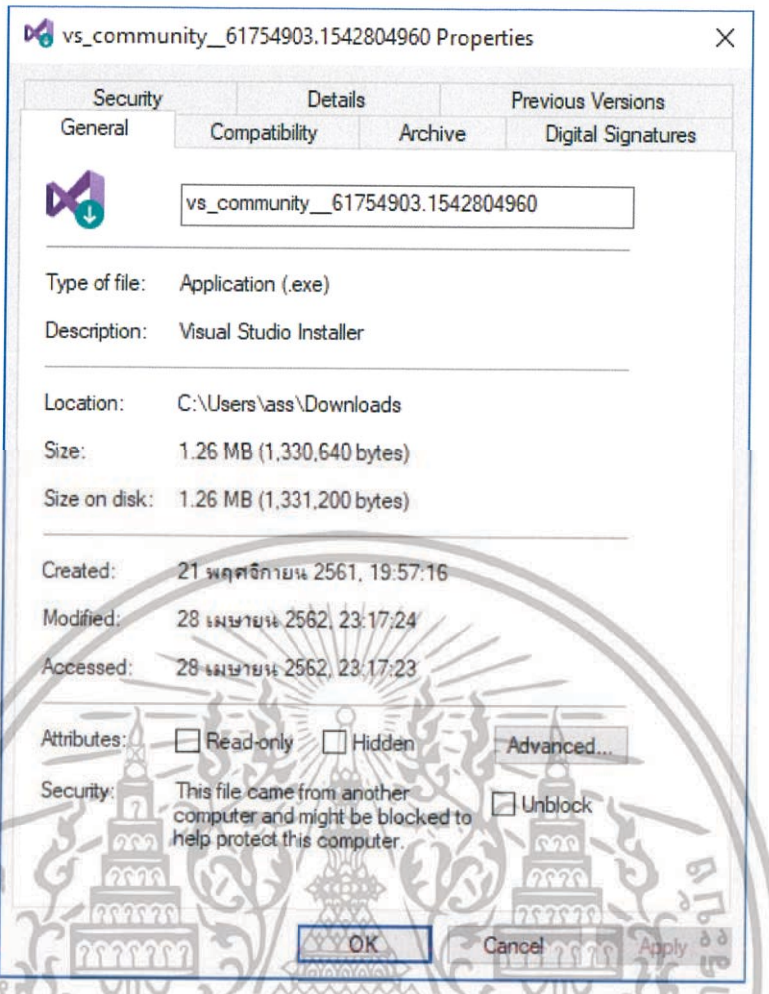
1. สามารถเข้าไปดาวน์โหลดตัวโปรแกรมได้จาก visualstudio.microsoft.com/downloads/ เลื่อนหน้าเว็บลงมาด้านล่าง แล้วเลือกดาวน์โหลดโปรแกรม Visual Studio Community ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 หน้าเว็บไซต์แสดงขั้นตอนการเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรม Visual Studio

2. เมื่อทำการดาวน์โหลด vs_community__xxxxxxxx.xxxxxxxxxx.exe เรียบร้อย ตัวไฟล์จะมีขนาดและฟอร์แมตไฟล์ดังรูปที่ ข.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม Visual Studio

3. Double-click ไฟล์ vs_community__xxxxxxxx.xxxxxxxxxx.exe เพื่อเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้