

การจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและ  
การปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ  
TRAIN SCHEDULING AND RESCHEDULING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2561

จัดตารางเวลาการเดินทางไฟและ  
การปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ

TRAIN SCHEDULING AND RESCHEDULING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TRAIN SCHEDULING AND RESCHEDULING



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หัวข้อโครงการ	การจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ		
Project Title	Train Scheduling and Rescheduling		
ชื่อนักศึกษา	นายสุวิภู จินตนาบุตรัน	รหัสนักศึกษา	58011371
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2561		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล ผศ. ดร. วันวิสา ชัชวงษ์		

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอระบบการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ ซึ่งสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้มาจากระบบวางแผนการให้บริการเดินทางในรูปแบบของจำนวนรถไฟที่ให้บริการที่ระบุช่วงเวลา การจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟจะต้องสอดคล้องกับระยะห่างระหว่างขบวนรถขั้นต่ำ (minimum headway) ที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการให้บริการรถไฟ และมีระยะเวลาในการจัดตามนโยบายที่กำหนดไว้ในแผนการให้บริการ

Project Title Train Scheduling and Rescheduling  
Student Mr. Suwipoo Jintananurat Student ID. 58011371  
Program Information Engineering  
Department Computer Engineering  
Academic Year 2018  
Project Advisor Asst. Prof. Mayuree Lertwatechakul  
Asst. Prof. Vanvisa Chutchavong



## ABSTRACT

This thesis presents Train Scheduling and Rescheduling system which generates train timetable by considering input from service planning system in form of number of train services specified within day-time periods. Train scheduling will be done conformed to the minimum headway defined to preserve train operation safety and dwell-time defined by service strategy.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ช่วยแก้ปัญหา ตลอดจนติดต่อประสานงานกับหน่วยงานอื่นที่ให้องค์ความรู้ที่นำมาใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ และขอขอบคุณ นายสมสิน ทองไกรรัตน์ ที่ให้ความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของระบบรถไฟ รวมไปถึงให้ข้อชี้แนะต่าง ๆ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนด้านต่าง ๆ และ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ที่ได้ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้มาโดยตลอด



# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 จุดประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตโครงการ.....	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้.....	2
1.5.1 ฮาร์ดแวร์.....	2
1.5.2 ซอฟต์แวร์.....	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ.....	2
1.7 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานและเครื่องมือที่ใช้.....	5
2.1 ภาพรวมระบบการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ.....	5
2.2 ระบบการวางแผนการให้บริการเดินทาง.....	6
2.3 ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ.....	6
2.4 ระบบจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ.....	6
2.4.1 ตัวแปร.....	6
2.4.2 สมการเวลาที่ใช้ในการเดินทาง.....	6
2.4.3 สมการเวลาที่รถไฟมาถึงสถานีและเวลาที่รถไฟออกจากสถานี.....	6

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.4 สมการหาช่วงห่างของขบวนรถไฟ.....	7
2.4.5 สมการเวลาที่ใช้ในการเดินทาง.....	8
2.4.6 สมการเวลาที่ใช้ในการเร่งและหน่วง .....	8
2.4.7 สมการระยะทางที่ใช้ในการเร่งและหน่วง .....	8
2.5 ภาษาซีชาร์ป .....	9
2.5.1 จุดเด่นของภาษาซีชาร์ป.....	10
2.5.2 เครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรม.....	10
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม .....	12
3.1 ความต้องการของระบบ .....	12
3.2 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม.....	12
3.3 Class Diagram .....	16
3.4 ลำดับการทำงานของระบบการสร้างตารางเวลา .....	19
3.5 Sequence Diagram.....	21
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง .....	22
4.1 ทดสอบหาค่าหาช่วงห่างของขบวนรถไฟ.....	22
4.2 การนำเข้าแผนการเดินทางรถไฟ.....	23
4.3 การสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟ.....	24
4.4 การแสดงตารางเวลาการเดินทางรถไฟ.....	26
4.5 การแก้ไขข้อมูลเบื้องต้น.....	28
4.6 การส่งออกตารางเวลาการเดินทางรถไฟ.....	29
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง .....	30
5.1 สรุปผลการทดลอง .....	30
5.2 ปัญหาที่พบ .....	30
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและพัฒนาโครงการ .....	31

## สารบัญ (ต่อ)

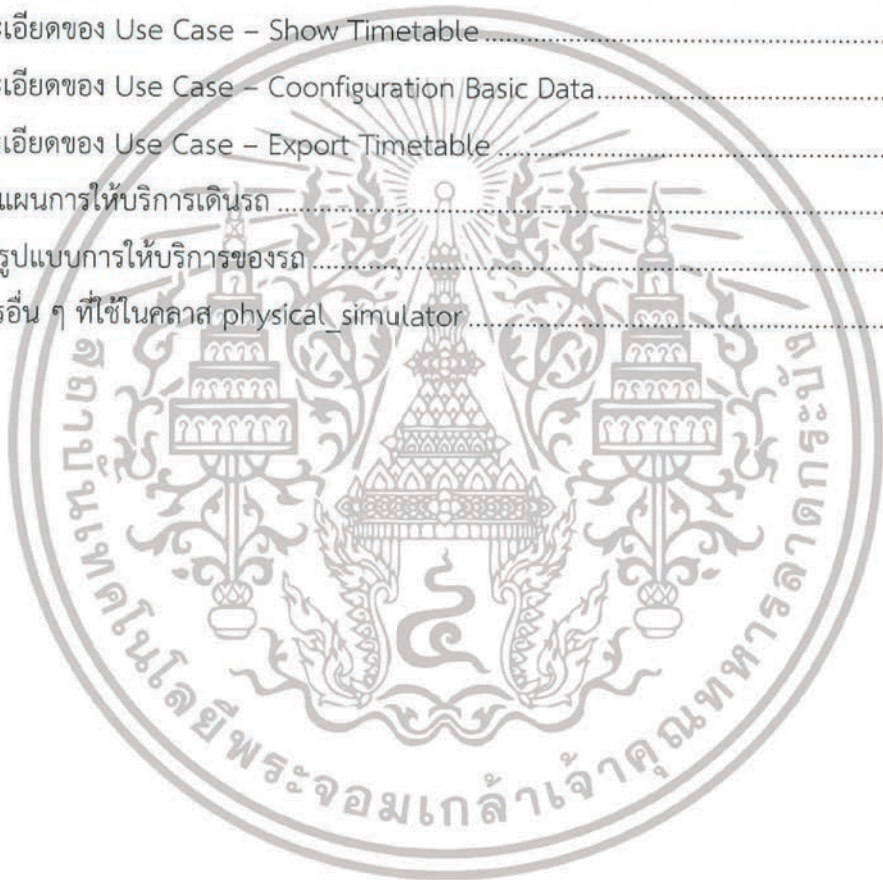
หน้า

บรรณานุกรม.....	32
ภาคผนวก.....	33
ภาคผนวก ก Poster .....	34
ภาคผนวก ข การติดตั้ง Microsoft Visual Studio.....	40



# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 1 .....	3
1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 2 .....	4
2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการจัดตารางรถไฟ .....	7
3.1 รายละเอียดของ Use Case – Import Service Plan .....	13
3.2 รายละเอียดของ Use Case – Create Timetable .....	14
3.3 รายละเอียดของ Use Case – Show Timetable .....	14
3.4 รายละเอียดของ Use Case – Coonfiguration Basic Data.....	15
3.5 รายละเอียดของ Use Case – Export Timetable .....	15
3.6 ตารางแผนการให้บริการเดินรถ .....	17
3.7 ตารางรูปแบบการให้บริการของรถ .....	18
3.8 ตัวแปรอื่น ๆ ที่ใช้ในคลาส physical_simulator.....	18



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพรวมระบบการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ.....	5
2.2 โปรแกรม Microsoft Visual Studio .....	11
2.3 การใช้งานโปรแกรม Microsoft Visual Studio .....	11
3.1 Use Case Diagram ของระบบ .....	13
3.2 Class Diagram ของระบบ .....	16
3.3 Flowchart Diagram แสดงการทำงานของโปรแกรม .....	19
3.4 Flowchart Diagram แสดงการทำงานของโปรแกรม (ต่อ) .....	20
3.5 Sequence Diagram ของระบบ .....	21
4.1 โปรแกรมการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ.....	22
4.2 การนำเข้าแผนการเดินทางไฟ.....	23
4.3 การสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟ.....	24
4.4 การสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟ (ต่อ).....	24
4.5 ตารางเวลาการเดินทางไฟ.....	25
4.6 การแสดงตารางเวลาการเดินทางไฟ(ขาออก).....	26
4.7 การแสดงตารางเวลาการเดินทางไฟ(ขาเข้า).....	27
4.8 การแสดงตารางเวลาการเดินทางไฟ(ขาออกและขาเข้า).....	27
4.9 การแก้ไขข้อมูลเบื้องต้น.....	28
4.10 การส่งออกตารางเวลาการเดินทางไฟ.....	29
4.11 ตารางเวลาการเดินทางไฟรูปแบบไฟล์ xlsx.....	29
ก.1 Poster .....	35
ก.2 บรรยากาศในวัน Project Day .....	36
ก.3 บรรยากาศในวัน Project Day .....	36
ก.4 บรรยากาศในวัน Project Day .....	37
ก.5 บรรยากาศในวัน Project Day .....	37
ก.6 บรรยากาศในวัน Project Day .....	38
ก.7 บรรยากาศในวัน Project Day .....	38
ก.8 บรรยากาศในวัน Project Day .....	39

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.9 ระบบการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ .....	39
ข.1 เว็บไซต์สำหรับโหลดตัวติดตั้ง Visual Studio IDE.....	41
ข.2 ตัวช่วยติดตั้ง Visual Studio IDE .....	41
ข.3 เลือกแพคเกจ .NET desktop development .....	42
ข.4 เลือกส่วนประกอบและเวอร์ชันของ .NET framework .....	42
ข.5 ตัวช่วยติดตั้ง Visual Studio IDE.....	43



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากจะมีการสร้างรถไฟฟ้าสายใหม่ขึ้นในประเทศไทย ทำให้ต้องมีระบบการจัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟฟ้าให้รอบการเดินรถไฟฟ้าในแต่ละเที่ยวใช้เวลาน้อยและเหมาะสมที่สุด และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการให้บริการ ดังนั้นการป้องกันไม่ให้เกิดการชนกันของรถไฟนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด เพราะถ้าหากเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะเกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก และเมื่อมีปัญหาในการเดินรถไฟฟ้า ระบบจำเป็นจะต้องสามารถปรับและจัดตารางเวลาใหม่ได้อย่างเหมาะสมและรวดเร็ว

การคำนวณตารางเวลาเดินรถไฟฟ้ามีตัวแปรที่ต้องคำนึงถึงอยู่มาก ทำให้การคำนวณตารางเวลาด้วยมนุษย์เป็นไปได้ยากเนื่องจากต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมากและใช้ระยะเวลานานในการจัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟฟ้าในแต่ละครั้ง จึงได้มีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นเพื่อให้มีการคำนวณที่มีความถูกต้องและความรวดเร็ว ซึ่งจะต้องสามารถให้ผลลัพธ์ตารางเวลาแก่บุคคลทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย

### 1.2 จุดประสงค์

เพื่อออกแบบตารางเวลาการจัดแผนการเดินทางรถไฟฟ้าให้เป็นไปตามแผนการเดินทางรถไฟฟ้าที่รับมาจากระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถซึ่งจะทำให้ได้ตารางเวลาการเดินทางรถไฟฟ้าที่ดีและเหมาะสมกับแผนการเดินทางรถไฟฟ้าที่กำหนดขึ้นพร้อมทั้งป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ เช่น รถไฟชนกันเนื่องจากการจัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟฟ้าที่ผิดพลาด

### 1.3 ขอบเขตโครงการ

- 1) สามารถเรียกดูตารางเวลาการเดินทางรถไฟฟ้าแต่ละรอบได้
- 2) สามารถสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟฟ้าจากแผนการเดินทางรถไฟฟ้าได้ โดยตารางเวลาการเดินทางรถไฟฟ้านั้นจะต้องไม่เกิดความขัดแย้งของเวลาการเดินทางรถไฟฟ้าระหว่างขบวนรถไฟฟ้า โดยการรักษาระยะห่างระหว่างรถไฟที่วิ่งตามกัน (Headway) ในการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) สามารถนำตารางเวลาการเดินทางที่สร้างขึ้น ส่งออกไปได้ในรูปแบบไฟล์ xlsx. (Microsoft Office Excel) โดยประกอบไปด้วยข้อมูลเวลาที่รถไฟมาถึงแต่ละสถานีและเวลาที่รถไฟออกจากแต่ละสถานีของแต่ละรอบการเดินทาง

#### 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ระบบสามารถคำนวณและจัดสร้างตารางเวลาการเดินทาง ตรวจสอบ และป้องกันการชนกันของรถไฟได้
- 2) ระบบจัดการตารางเวลาการเดินทางโดยกำหนดให้ใช้เวลาในการวิ่งจากต้นทางไปปลายทางน้อยที่สุด

#### 1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

##### 1.5.1 ฮาร์ดแวร์

เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนา ทดสอบ และใช้งานโปรแกรม 1 เครื่อง

##### 1.5.2 ซอฟต์แวร์

Visual Studio 2017 – IDE สำหรับภาษาซีชาร์ป

#### 1.6 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

- 1) ค้นหาและศึกษาวิธีการจัดแผนการเดินทาง
- 2) ศึกษาโปรแกรม C#
- 3) ออกแบบอัลกอริทึมในการจัดการแผนการเดินทาง
- 4) พัฒนาซอฟต์แวร์
- 5) จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงการ (ภาคเรียนที่ 1)
- 6) พัฒนาซอฟต์แวร์ให้ทำงานได้ดีขึ้น
- 7) ตรวจสอบความถูกต้องของซอฟต์แวร์
- 8) จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงการ (ภาคเรียนที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.7 ระยะเวลาดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 1

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	สิงหาคม 2561				กันยายน 2561				ตุลาคม 2561					พฤศจิกายน 2561				ธันวาคม 2561			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ค้นหาและศึกษาวิธีการจัดการเดินรถไฟ																					
2	ศึกษาโปรแกรม c#																					
3	ออกแบบ algorithm ในการจัดการแผนการเดินรถไฟ																					
4	พัฒนาซอฟต์แวร์																					
5	จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงงาน (ภาคเรียนที่ 1)																					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 2

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	มกราคม 2562			กุมภาพันธ์ 2562				มีนาคม 2562				เมษายน 2562					พฤษภาคม 2562			
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	
1	พัฒนาซอฟต์แวร์ให้ ทำงานได้ดีขึ้น																				
2	ตรวจสอบความถูกต้อง ของซอฟต์แวร์																				
3	จัดทำเอกสารการสอบ วิชาโครงงาน (ภาคเรียนที่ 2)																				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

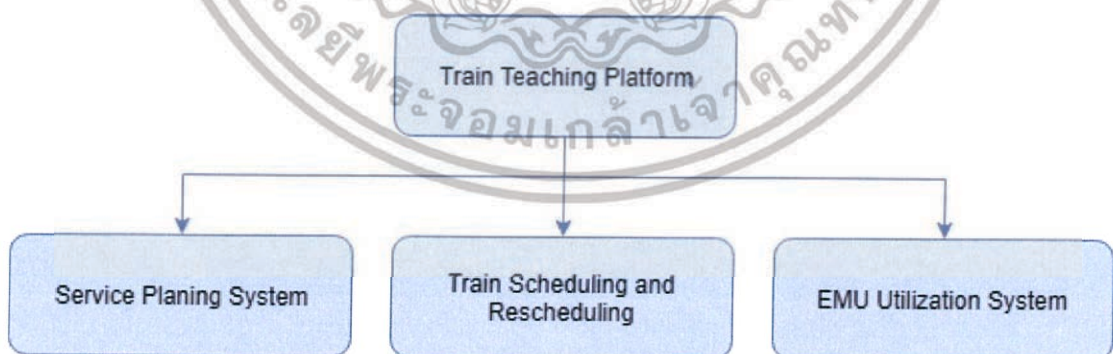
## บทที่ 2

### ทฤษฎีพื้นฐานและเครื่องมือที่ใช้

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบการจัตตารางเวลาการเดินทางรถไฟ โดยเป็นความรู้ส่วนที่จำเป็นต่อการพัฒนาและทำความเข้าใจ แนวคิด และข้อจำกัดต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ระบบได้อย่างสมบูรณ์และถูกต้อง ซึ่งทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้มีดังนี้

#### 2.1 ภาพรวมระบบการจัตตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

ระบบการจัตตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางรถไฟเป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่คือระบบการเรียนการสอนในการใช้ระบบรถไฟ ระบบการเรียนการสอนในการใช้ระบบรถไฟมี 3 ระบบย่อยหลัก ๆ คือ ระบบการวางแผนการให้บริการรถไฟ ระบบการจัตตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางรถไฟ และระบบจัดการหมนเวียนขบวนรถไฟ แต่ละระบบจะทำงานเชื่อมโยงกันโดยระบบการวางแผนการให้บริการรถไฟจะสร้างแผนการให้บริการให้บริการรถไฟและส่งข้อมูลนี้ต่อไปให้ระบบการจัตตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางรถไฟเพื่อที่จะสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟจากนั้นส่งข้อมูลตารางเวลาการเดินทางรถไฟไปให้ระบบจัดการหมนเวียนขบวนรถไฟเพื่อจัดการต่อไป



รูปที่ 2.1 ภาพรวมระบบการจัตตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถ

ระบบที่วางแผนให้เกิดการเดินรถไฟฟ้าที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของประชาชน และสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้โดยสาร เช่น ระยะเวลารอคอย ระยะเวลาการเดินทาง

## 2.3 ระบบจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ

ระบบการจัดการหมุนเวียนขบวนรถไฟ สำหรับการคัดเลือกรถไฟเพื่อให้บริการตามตารางเวลา รถไฟ (Timetable) และการจัดการนำขบวนรถไฟเข้าซ่อมบำรุงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

## 2.4 ระบบจัดตารางเวลาการเดินรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินรถไฟ

### 2.4.1 ตัวแปร

ในการจัดตารางเวลาการเดินรถไฟนั้นจำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อกำหนดและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดตารางเวลาการเดินรถไฟ และจะต้องสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยตัวแปรที่ใช้มีดังตารางที่ 2.1

### 2.4.2 สมการเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

$$time_{d1,d2} = \left( \frac{station_{d2} - station_{d1} - s_{speed} - s_{break}}{speed} \right) + time_{speed} + time_{break} \quad (2.1)$$

เวลาที่รถไฟใช้ในการเดินทางจากสถานี  $d1$  ไปถึงสถานี  $d2$  มีหน่วยเป็นวินาที

### 2.4.3 สมการเวลาที่รถไฟมาถึงสถานีและเวลาที่รถไฟออกจากสถานี

$$time\_Astation_{d,u} = 0, first = 0 \quad (2.2)$$

$$time\_Dstation_{d,u} = ref\_station_u + time_{p,d}, first = 0 \quad (2.3)$$

$$time\_Astation_{d,u} = time\_Dstation_p + time_{p,d}, first \neq 0 \quad (2.4)$$

$$time\_Dstation_{d,u} = time\_Astation_d + dwell, first \neq 0 \quad (2.5)$$

เวลาที่รถไฟมาถึงสถานี  $d$  และเดินทางออกจากสถานี  $d$  ของการเดินทางหมายเลข  $u$  มีหน่วยเป็นวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการจัดตารางรถไฟ

สัญลักษณ์	ความหมาย
$a$	หมายเลขของช่วงเวลา
$b$	หมายเลขของการให้บริการ
$c$	ความถี่ของการให้บริการ
$d$	หมายเลขสถานี
$u$	หมายเลขของการเดินทาง
$p$	หมายเลขสถานีที่ผ่านมาแล้วสุด
<i>minimum</i>	ระยะเวลาสั้นที่สุดที่รถไฟต้องอยู่ห่างกัน ( <i>minimum headway</i> )
<i>dwell</i>	ระยะเวลาที่รถไฟใช้ในการจอด
$a_{speed}$	ความเร่งที่รถไฟใช้เพื่อให้ถึงความเร็วที่กำหนดไว้ในการเดินทาง
$a_{break}$	ความหน่วงที่รถไฟใช้ในการเบรกให้หยุด
$v$	ความเร็วของที่กำหนดไว้ในการเดินทาง
$station_d$	ระยะทางจากสถานีแรกสุดจนถึงสถานี $d$
$service_{d,u}$	= 0 หากไม่ให้บริการ ณ สถานีที่ $d$ ของการเดินทางหมายเลข $u$ = 1 หากให้บริการ ณ สถานีที่ $d$ ของการเดินทางหมายเลข $u$
$num\_stop_u$	จำนวนสถานีที่หยุดจอดรับส่งผู้โดยสารของการเดินทางหมายเลข $u$
$set\_time_a$	เวลาดังต้นของช่วงเวลา
$service\_plan_{b,a}$	ความถี่ของการให้บริการรูปแบบ $b$ ณ ช่วงเวลา $a$
$num\_service$	จำนวนการให้บริการที่ใช้ทั้งหมด
$num\_period$	จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ทั้งหมด
<i>first</i>	= 0 ถ้าหากเป็นสถานีแรกที่รถไฟมาถึง

#### 2.4.4 สมการหาช่วงห่างของขบวนรถไฟ

$$headway_{u_1,u_2} = minimum + (1.2 \times (num\_stop_{u_1} - num\_stop_{u_2}) \times (dwell + time_{speed} + time_{break})) \quad (2.6)$$

เวลาที่รถไฟใช้ในการเดินทางจากสถานี  $d1$  ไปถึงสถานี  $d2$  มีหน่วยเป็นวินาที เป็นสมการหลักที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการเกิดความขัดแย้งกันของเวลาที่ใช้ในตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่าคงที่ 1.2 เป็นค่าอัตราส่วน (ratio) ที่เกิดจากการทดลองหาค่าที่ทำให้เกิด headway ที่ดีสุด ที่ช่วยลดปัญหาความขัดแย้งกันของเวลาที่ใช้ในการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟในสายการเดินทางไฟต้นแบบ

#### 2.4.5 สมการเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

$$ref\_station_u = set\_time \quad (2.7)$$

$$ref\_station_u = \left( \frac{station_{d2} - station_{d1} - s_{speed} - s_{break}}{speed} \right) + time_{speed} + time_{break} \quad (2.8)$$

เวลาที่อ้างอิงของรถไฟของการเดินทางหมายเลข  $u$  มีหน่วยเป็นวินาที

#### 2.4.6 สมการเวลาที่ใช้ในการเร่งและหน่วง

$$time_{speed} = \left( \frac{v}{a_{speed}} \right); \quad (2.9)$$

$$time_{break} = \left( \frac{v}{a_{break}} \right); \quad (2.10)$$

เวลาที่รถไฟใช้ในการเร่งจากหยุดนิ่งไปจนถึงความเร็วที่ใช้ในการเดินทางและเวลาที่รถไฟใช้ในการหน่วงจากความเร็วที่ใช้ในการเดินทางไปจนถึงรถไฟหยุดนิ่ง มีหน่วยเป็นวินาที

#### 2.4.7 สมการระยะทางที่ใช้ในการเร่งและหน่วง

$$s_{speed} = \left( \frac{v^2}{2 \times a_{speed}} \right); \quad (2.11)$$

$$s_{break} = \left( \frac{v^2}{2 \times a_{break}} \right); \quad (2.12)$$

ระยะทางที่ใช้ในการเร่งจากหยุดนิ่งไปจนถึงความเร็วที่ใช้ในการเดินทางและระยะทางที่ใช้ในการหน่วงจากความเร็วที่ใช้ในการเดินทางไปจนถึงรถไฟหยุดนิ่ง มีหน่วยเป็นเมตร

## 2.5 ภาษาซีชาร์ป

ภาษา C# เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุทำงานบน .Net framework พัฒนาโดยบริษัท ไมโครซอฟต์และ มี Anders Hejlsberg เป็นหัวหน้าโครงการ โดยมีรากฐานมาจากภาษา C++ และภาษาอื่น ๆ (โดยเฉพาะภาษาเดลไฟและจาวา) โดยปัจจุบันภาษา C# เป็นภาษามาตรฐานรองรับโดย ECMA และ ISO

ซึ่งในปัจจุบันได้พัฒนาและปรับรูปแบบของ ภาษา C# อยู่ตลอดเวลาโดยทาง Microsoft ได้นำ ภาษา C# ไปอยู่ในชุดพัฒนาซอฟต์แวร์อย่าง visual studio ซึ่งทำให้เป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้น ไมโครซอฟต์ ส่งมาตรฐานภาษา C# ให้กับ ECMA และได้รับการยอมรับเป็นมาตรฐาน ECMA ในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2001 ในชื่อว่า ECMA-334 C# Language Specification ใน ค.ศ.2003 ภาษา C# ได้รับการยอมรับเป็น มาตรฐาน ISO (ISO/IEC 23270) มาตรฐาน ISO/IEC 23270:2003 ระบุรูปแบบ และกำหนดการแปล (ตีความ) โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา C# โดยมาตรฐานได้ระบุ

- รูปแบบการนำเสนอ
- ไวยากรณ์
- กฎการตีความสำหรับแปลโปรแกรมภาษา C#
- ข้อห้าม และข้อจำกัด ของเครื่องมือที่สร้างตามข้อกำหนดของ C#
- ISO/IEC 23270:2003 ไม่ได้ระบุ
- กลไกในการแปลงโปรแกรมภาษา C# เพื่อใช้ในระบบประมวลผลข้อมูล
- กลไกในการเรียกให้โปรแกรมภาษา C# ทำงานเพื่อใช้ในระบบประมวลผลข้อมูล
- กลไกในการแปลงข้อมูลเข้า เพื่อใช้กับโปรแกรมภาษา C#
- กลไกในการแปลงข้อมูลออก หลังจากถูกประมวลผลโดยโปรแกรมภาษา C#

นอกจากนี้มาตรฐานไม่ได้กล่าวถึงโครงสร้างข้อมูล (Data Structure) และไลบรารีกลางของ .NET Framework ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C#

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1 จุดเด่นของภาษาซีชาร์ป

เป็นรูปแบบของภาษาที่ทำงานเป็นลำดับ (Sequential) และต้องผ่านการแปลไฟล์ (compile) ให้อยู่ในรูปแบบพร้อมใช้งานหรือไฟล์สกุล EXE เช่นเดียวกับภาษา C โดย C# เป็นภาษาที่ถูกพัฒนาโดย ไมโครซอฟต์โดยมีจุดเด่นดังนี้

- 1) เขียนง่าย จุดเด่นของตัวแปร และอ็อบเจกต์บน C# เเด่นชัดในเรื่องของการจัดการคุณสมบัติ (Properties) และการตั้งค่าเริ่มต้นที่ช่วยให้สามารถพัฒนาระบบได้สะดวกรวดเร็วขึ้น
- 2) อ่านง่าย การจัดระเบียบโดย Visual Studio
- 3) เป็นอ็อบเจกต์ เนื่องจากภาษา C# นั้นมีแม่แบบมาจากภาษา Java ซึ่งจุดเด่นคือการทำทุกสิ่งให้เป็นอ็อบเจกต์ทำให้สามารถเขียนและพัฒนาได้ง่าย
- 4) ประสิทธิภาพสูง C# เป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นมาภายใต้ .NET Framework ซึ่งสามารถดึงเอาความสามารถของเทคโนโลยีบน .NET ออกมาใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
- 5) สามารถทำงานระดับลึกลับ ภาษา C# สามารถทำงานกับหน่วยความจำรวมถึงระบบคอมพิวเตอร์ในระดับลึกโดยผ่านพอยเตอร์ (Pointer) หรือทำงานกับโปรโตคอล TCP/IP ที่ต่ำกว่าระดับ 4 ได้
- 6) เน้นที่ XML C# ออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับ XML ได้อย่างราบรื่นที่สุดด้วยความช่วยเหลือของ .NET Framework
- 7) คุณสมบัติ Generic type ช่วยยืดหยุ่นในการประกาศตัวแปร
- 8) เทคโนโลยี LINQ ช่วยในการทำงานกับฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.5.2 เครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรม

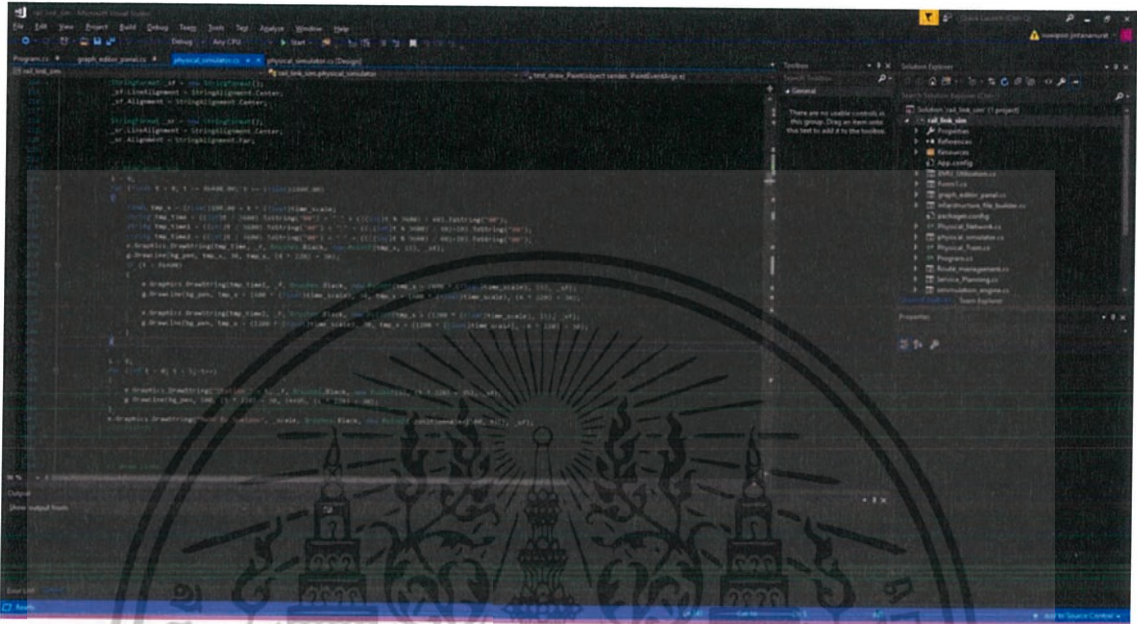
Integrated Development Environment (IDE) คือเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรม มีลักษณะเป็นโปรแกรมที่มีสภาพแวดล้อมและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ช่วยเหลือการพัฒนาโปรแกรมให้ง่าย และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

IDE แต่ละชนิดมีความสามารถแตกต่างกัน บางชนิดสามารถแสดงข้อมูลได้หลายรูปแบบเหมาะที่จะใช้ในงานเชิงสถิติ หรือบางชนิดมีไลบรารีที่เหมาะสมกับงานเชิงวิทยาศาสตร์และการคำนวณ ฉะนั้นการเลือกใช้ IDE ที่เหมาะกับงานนั้นจึงสำคัญ ในโครงการนี้ได้เลือกใช้ IDE ที่มีชื่อว่า Visual Studio

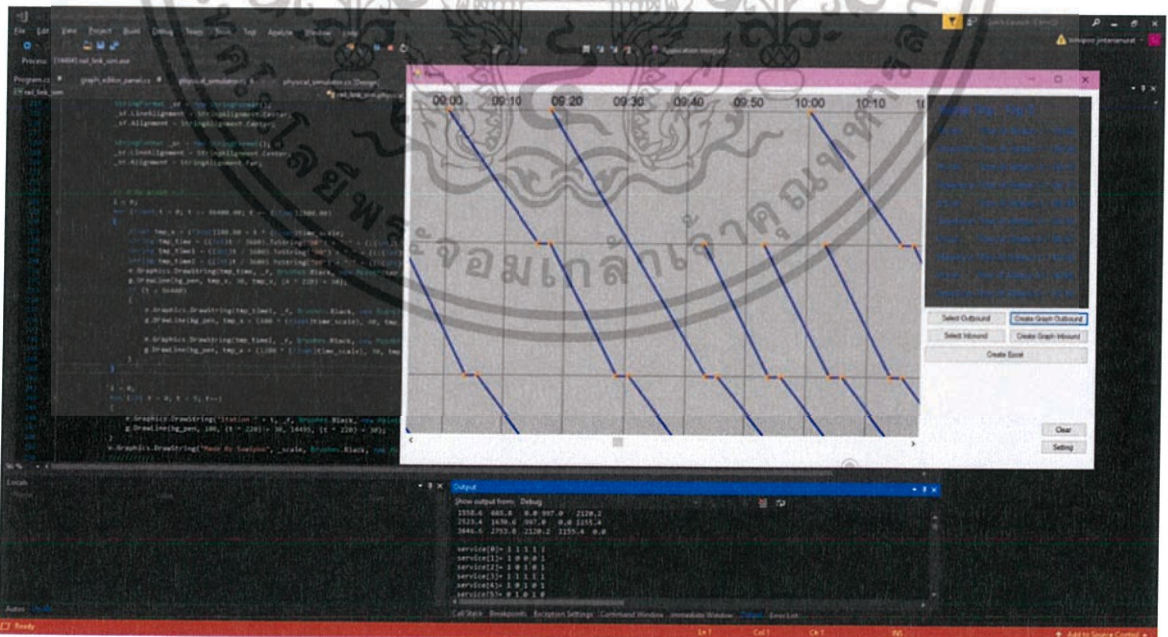
Visual Studio เป็น IDE ที่พัฒนาขึ้นโดยไมโครซอฟต์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยนักพัฒนาซอฟต์แวร์พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชัน และ web service

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

Visual Studio นั้นสามารถใช้ภาษาโปรแกรมที่เป็นภาษา .NET ในโปรแกรมเดียวกัน เช่น VB.NET, C++, C# และ J# เป็นต้น



รูปที่ 2.2 โปรแกรม Microsoft Visual Studio



รูปที่ 2.3 การใช้งานโปรแกรม Microsoft Visual Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

### 3.1 ความต้องการของระบบ

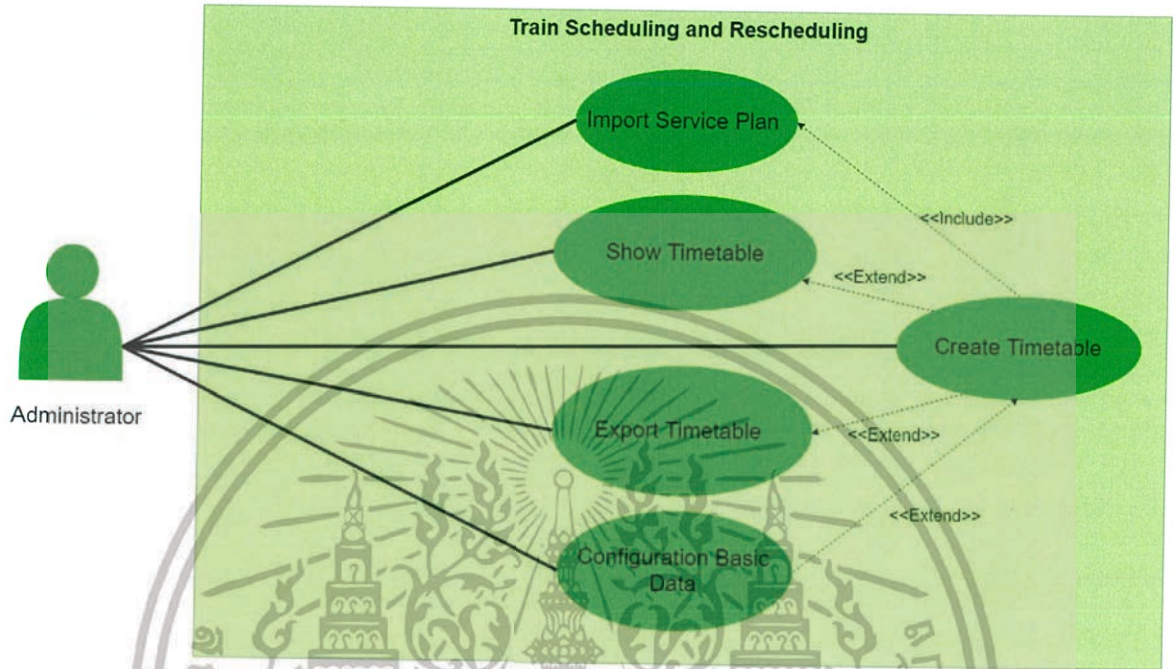
การจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยในการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟอย่างมีประสิทธิภาพ โดยโปรแกรมนี้ ผู้จัดตารางเวลาการเดินทางไฟจะนำข้อมูลที่ได้จากระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถไฟไปทำการประมวลผลและวาดกราฟ ตารางเวลาการเดินทางระหว่างสถานี เพื่อให้ทำให้ทราบถึงภาพรวมของการเดินรถทั้งหมดในเส้นทางที่กำหนด สามารถจะตรวจสอบความเป็นไปได้ของตารางเวลาการเดินทางไฟจากทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ เช่น จำนวนขบวนรถ จำนวนเส้นทาง จำนวนสถานีที่จอด เป็นต้น เพื่อให้สอดคล้องกับค่าเขตเวลาที่กำหนด และป้องกันการเดินรถที่ขัดแย้งกัน ก่อนนำตารางเวลาการเดินทางไฟที่ได้นี้ไปบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ขบวนรถ (EMU Utilization) ต่อไป

### 3.2 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม

ผู้พัฒนาได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและหลักการพัฒนาโปรแกรม โดยเลือกที่จะศึกษาภาษาซีชาร์ปในการพัฒนาโปรแกรมเป็นหลัก รวมไปถึงการออกแบบและการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งได้ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมเข้ามาช่วยในการพัฒนาโปรแกรม หลังจากได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ แล้วจึงได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และเมื่อได้ผนวกเข้ากับองค์ความรู้ต่าง ๆ ในด้านการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟ ผู้พัฒนาจึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาโปรแกรมวางแผนจัดตารางเวลาการเดินทางไฟนี้ขึ้น

โปรแกรมวางแผนจัดตารางเวลาการเดินทางไฟ ประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วนหลัก คือการสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟโดยจะนำค่าข้อมูลที่ได้จากระบบระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถมาคิดคำนวณให้เกิดตารางนี้ขึ้น จากนั้นจึงนำตารางเวลาการเดินทางไฟขึ้นไปแสดงในรูปแบบของกราฟ พร้อมทั้งสร้างไฟล์ตารางเวลาการเดินทางไฟในรูปแบบไฟล์ xlsx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 Use Case Diagram ของระบบ

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของ Use Case – Import Service Plan

Use Case ID:	1
Use Case Name:	Import Service Plan
Actors:	Administrator
Description:	ผู้ใช้เลือกไฟล์แผนการให้บริการเดินรถเข้ามาใช้
Preconditions:	ผู้ใช้ทำการเลือกข้อมูลที่ได้จากระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถลงในโปรแกรม
Postconditions:	ระบบเก็บข้อมูลที่เลือกเอาไว้ในตัวแปรต่าง ๆ
Normal Flow:	1.ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่ได้มาจากระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถ 2.ระบบเก็บข้อมูลที่เลือกเอาไว้ในตัวแปรต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของ Use Case – Create Timetable

Use Case ID:	2
Use Case Name:	Create Timetable
Actors:	Administrator
Description:	ผู้ใช้ทำการสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟ
Preconditions:	ต้องมีการนำเข้าแผนการให้บริการเดินรถเก็บเอาไว้
Postconditions:	ระบบทำการสร้างตารางเวลาขึ้นมาจากแผนการให้บริการเดินรถที่นำเข้ามา
Normal Flow:	1.ระบบทำการสร้างตารางเวลา 2.เก็บข้อมูลตารางที่ได้เก็บไว้
Exceptions:	ไม่สามารถสร้างหรือทำลายข้อมูลตารางเวลาการเดินทางไฟที่สร้างไว้ได้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของ Use Case – Show Timetable

Use Case ID:	3
Use Case Name:	Show Timetable
Actors:	Administrator
Description:	ทำการแสดงตารางเวลาการเดินทางไฟ
Preconditions:	ต้องมีข้อมูลตารางเวลาการเดินทางไฟ
Postconditions:	ระบบสร้างกราฟจากข้อมูลที่เก็บเอาไว้
Normal Flow:	1. แสดงตารางเวลาการเดินทางไฟในรูปแบบของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของ Use Case – Configuration Basic Data

Use Case ID:	4
Use Case Name:	Configuration Basic Data
Actors:	Administrator
Description:	แก้ไขค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ของโปรแกรม
Preconditions:	-
Postconditions:	ระบบแก้ไขข้อมูล
Normal Flow:	1.ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลที่ต้องการเปลี่ยนแปลง 2.ระบบบันทึกข้อมูลใหม่ลงไปโปรแกรม

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของ Use Case – Export Timetable

Use Case ID:	5
Use Case Name:	Export Timetable
Actors:	Administrator
Description:	ผู้ใช้งานส่งออกข้อมูลตารางเวลาการเดินทางรถไฟออกไปใช้
Preconditions:	ต้องมีข้อมูลตาราง
Postconditions:	ระบบทำการสร้างข้อมูลในรูปแบบของไฟล์ xlsx ออกมา
Normal Flow:	1.ผู้ใช้เลือกส่งออกข้อมูลตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในคลาส `physical_simulator`

`trip : trip_record` = โครงสร้างของการเดินทาง ประกอบด้วย

`time_Dstation` = เวลาที่รถไฟเดินทางมาถึงสถานี ณ สถานีต่าง ๆ ของการเดินทางนี้

`time_Astation` = เวลาที่รถไฟเดินทางออกจากสถานี ณ สถานีต่าง ๆ ของการเดินทางนี้

`service` = รูปแบบของการให้บริการของรถไฟของการเดินทางนี้

`num_station_available` = จำนวนสถานีที่เปิดให้บริการของการเดินทางนี้

`ref_station` = เวลาที่อ้างอิงของรถไฟของการเดินทางนี้

`CreateNewServicePlan()` = ฟังก์ชันในการสร้างแผนการให้บริการเดินรถอันใหม่หากระบบสร้างตารางเวลาการเดินรถไฟตามข้อมูลที่น่าเข้าจากระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถแล้วพบว่าไม่สามารถสร้างตารางเดินรถตามความต้องการจากระบบวางแผนการให้บริการเดินรถได้ เนื่องจากความถี่ในการให้บริการเดินรถที่มากเกินไปทำให้เกิดความขัดแย้งกันของเวลาที่ใช้ในการจัดตารางเวลาการเดินรถไฟเพื่อแก้ปัญหาพร้อมทั้งสร้างตารางเวลาการเดินรถไฟขึ้นมาใหม่

`service_plan` = แผนการให้บริการเดินรถ

`service_plan1` = แผนการให้บริการเดินรถ (ใช้เก็บสำรองข้อมูล)

ตารางที่ 3.6 ตารางแผนการให้บริการเดินรถ

Service No.	Timeframe No.						
	1	2	3	4	5	...	10
1	1	1	2	1	0	...	2
2	1	2	1	0	2	...	1
3	1	1	3	1	1	...	1
4	2	0	2	1	1	...	0
5	4	1	1	1	1	...	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 ตารางรูปแบบการให้บริการของรถ

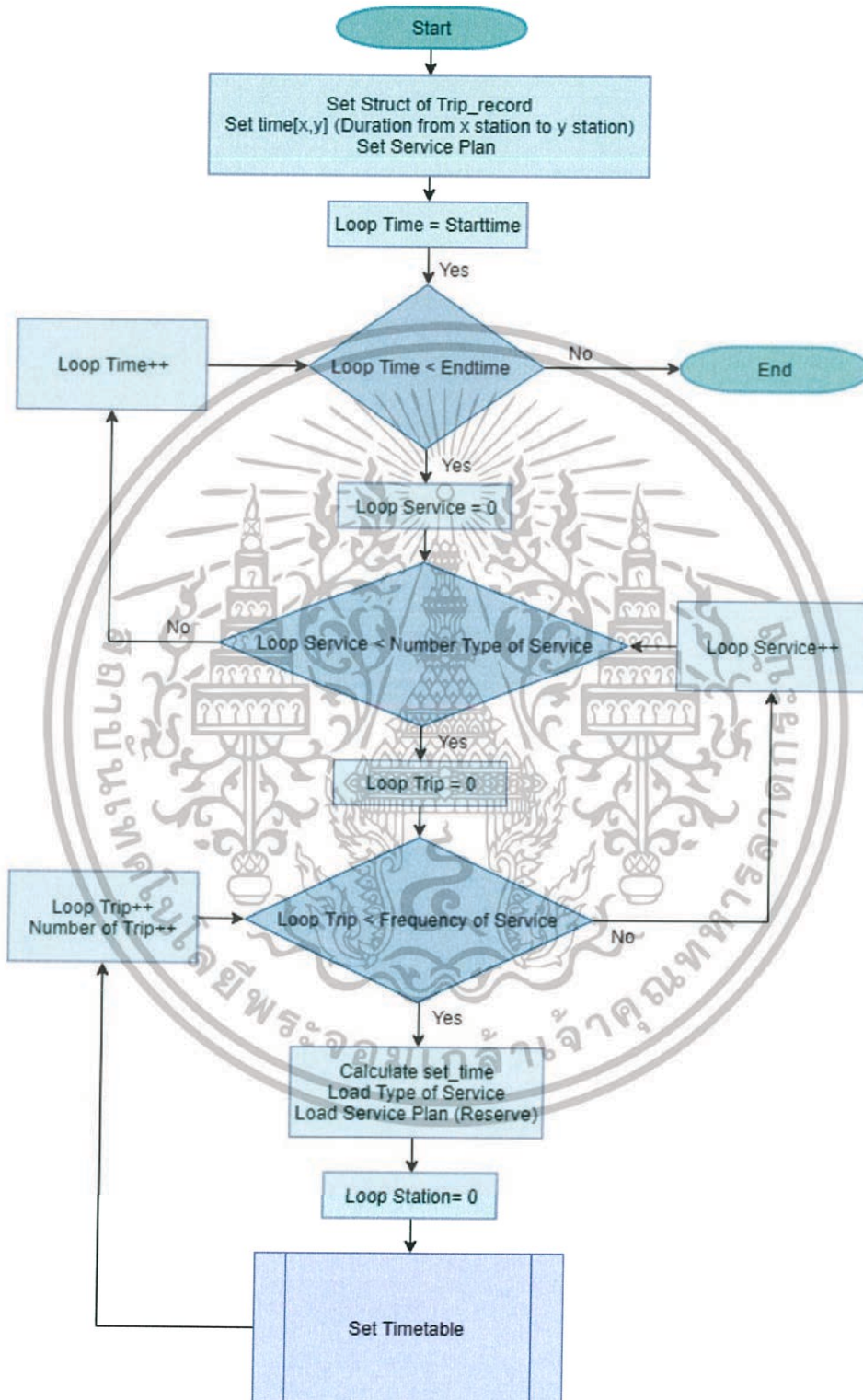
Service No.	Stop station				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	0	1
3	1	1	0	1	1
4	0	0	1	1	1
5	1	0	0	0	1

ตารางที่ 3.8 ตัวแปรอื่น ๆ ที่ใช้ในคลาส physical\_simulator

สัญลักษณ์	ความหมาย
$Starttime$	ช่วงเวลาที่เริ่มการให้บริการ
$Endtime$	ช่วงเวลาที่สิ้นสุดการให้บริการ
$minimum\_headway$	ระยะเวลาน้อยที่สุดที่รถไฟต้องอยู่ห่างกัน
$num\_period$	จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ทั้งหมด
$num\_service$	จำนวนการให้บริการที่ใช้ทั้งหมด
$num\_station$	จำนวนสถานีรถไฟทั้งหมดที่ให้บริการ
$a_{speed}$	ความเร่งที่รถไฟใช้เพื่อไปถึงความเร็วที่กำหนดไว้ในการเดินทาง
$a_{break}$	ความหน่วงที่รถไฟใช้ในการเบรกให้หยุด
$S_{speed}$	ระยะทางที่รถไฟใช้ในการเร่งความเร็วจากจอดไปถึงความเร็วที่กำหนด
$S_{break}$	ระยะทางที่รถไฟใช้ในการเร่งความเร็วจากความเร็วที่กำหนดไปถึงจอด
$time_{speed}$	ระยะเวลาที่รถไฟใช้ในการเร่งความเร็วจากจอดไปถึงความเร็วที่กำหนด
$time_{break}$	ระยะเวลาที่รถไฟใช้ในการเร่งความเร็วจากความเร็วที่กำหนดไปถึงจอด
$dwel\_time$	ระยะเวลาที่รถไฟใช้ในการจอด
$speed$	ความเร็วสูงสุดที่รถไฟสามารถทำได้

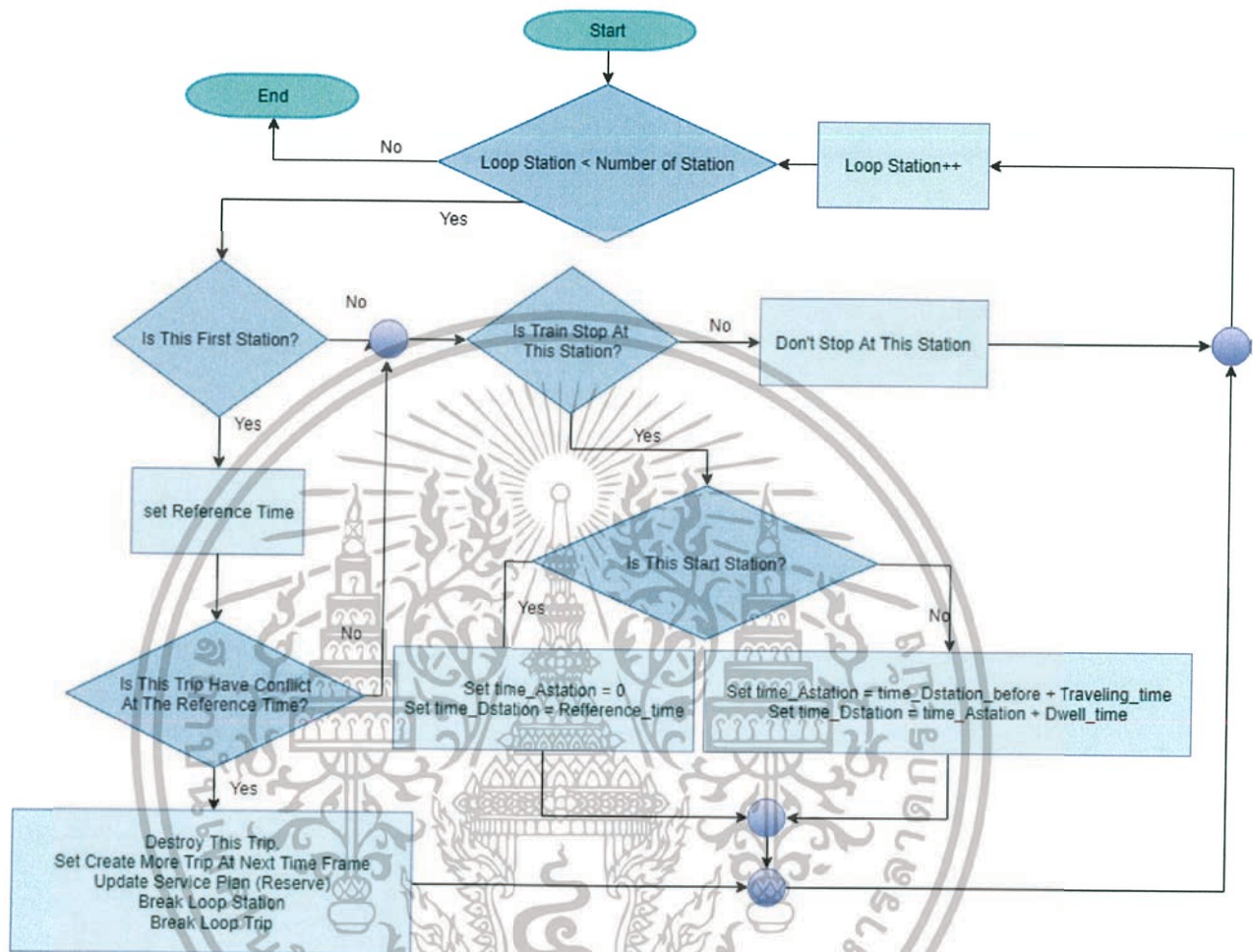
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ลำดับการทำงานของระบบการสร้างตารางเวลา



รูปที่ 3.3 Flowchart Diagram แสดงการทำงานของโปรแกรม

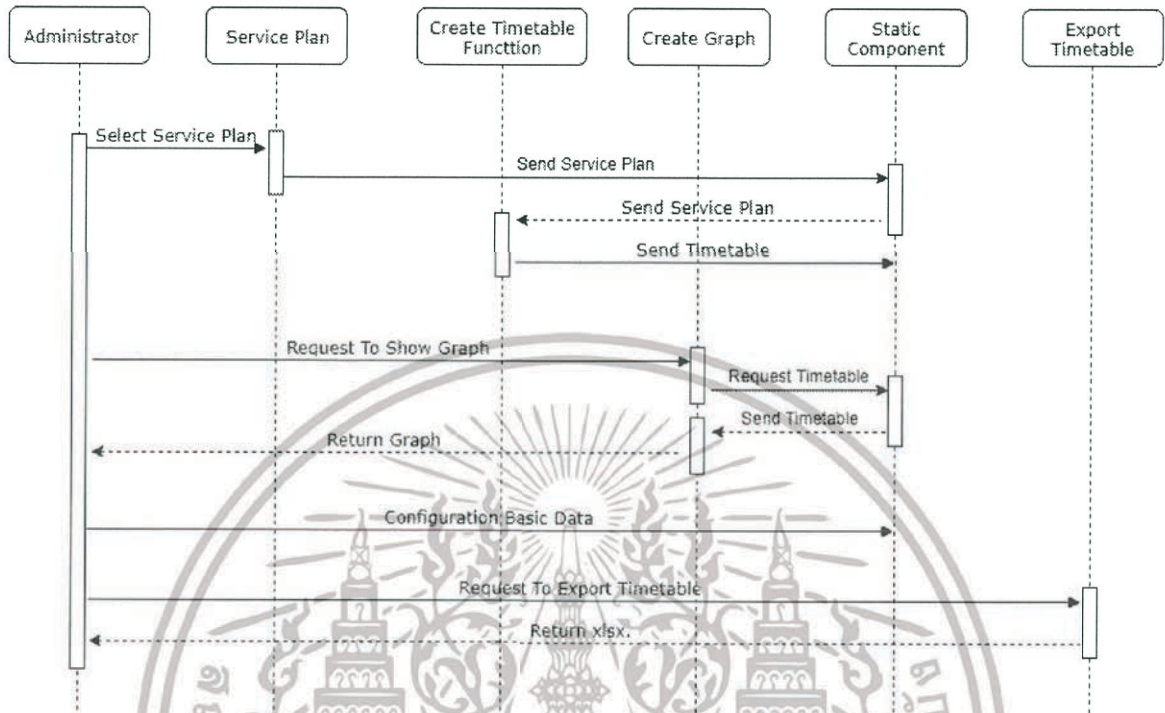
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 Flowchart Diagram แสดงการทำงานของโปรแกรม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 Sequence Diagram



รูปที่ 3.5 Sequence Diagram ของระบบ

หลักการทำงานของ Sequence Diagram คือ

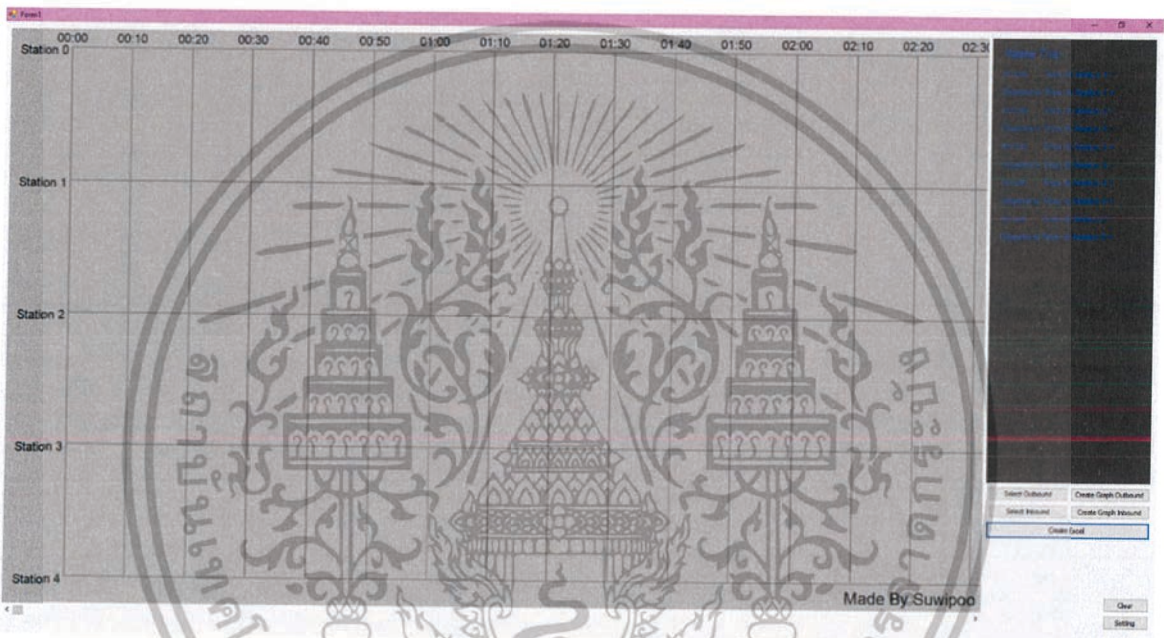
- 1) ผู้ใช้ทำการเลือกระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถ
- 2) ระบบทำการส่งแผนการให้บริการเดินรถเพื่อเก็บตัวแปรไว้
- 3) ระบบส่งตัวแปรเพื่อคำนวณตารางเวลาการเดินรถไฟ
- 4) ระบบทำการส่งตารางเวลาการเดินรถไฟเพื่อเก็บตัวแปรไว้
- 5) ผู้ใช้ขอให้ระบบแสดงกราฟตารางเวลาการเดินรถไฟ
- 6) ระบบขอตารางเวลาการเดินรถไฟเพื่อสร้างกราฟ
- 7) ระบบส่งตารางเวลาการเดินรถไฟเพื่อสร้างกราฟ
- 8) ระบบคืนค่ากราฟแสดงตารางเวลาการเดินรถไฟ
- 9) ผู้ใช้แก้ไขตัวแปรพื้นฐานต่าง ๆ
- 10) ผู้ใช้ขอให้ระบบส่งตารางเวลาการเดินรถไฟ
- 11) ระบบคืนไฟล์ xls. ให้ผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

หลังจากที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดตารางเวลาการเดินรถไฟและการพัฒนาโปรแกรม แล้วนำมาสร้างระบบการวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟจนสำเร็จ จึงได้พร้อมนำเสนอตามที่ได้ออกแบบไปแล้วดังนี้



รูปที่ 4.1 โปรแกรมการจัดตารางเวลาการเดินรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินรถไฟ

#### 4.1 ทดสอบหาค่าช่วงห่างของขบวนรถไฟ

จากการทดลองเราได้สมการหาค่าช่วงห่างของขบวนรถไฟได้ตามสมการนี้คือ

$$headway_{u1,u2} = minimum + (1.2 \times (num\_park_{u1} - num\_park_{u2}) \times (dwell + time_{speed} + time_{break}))$$

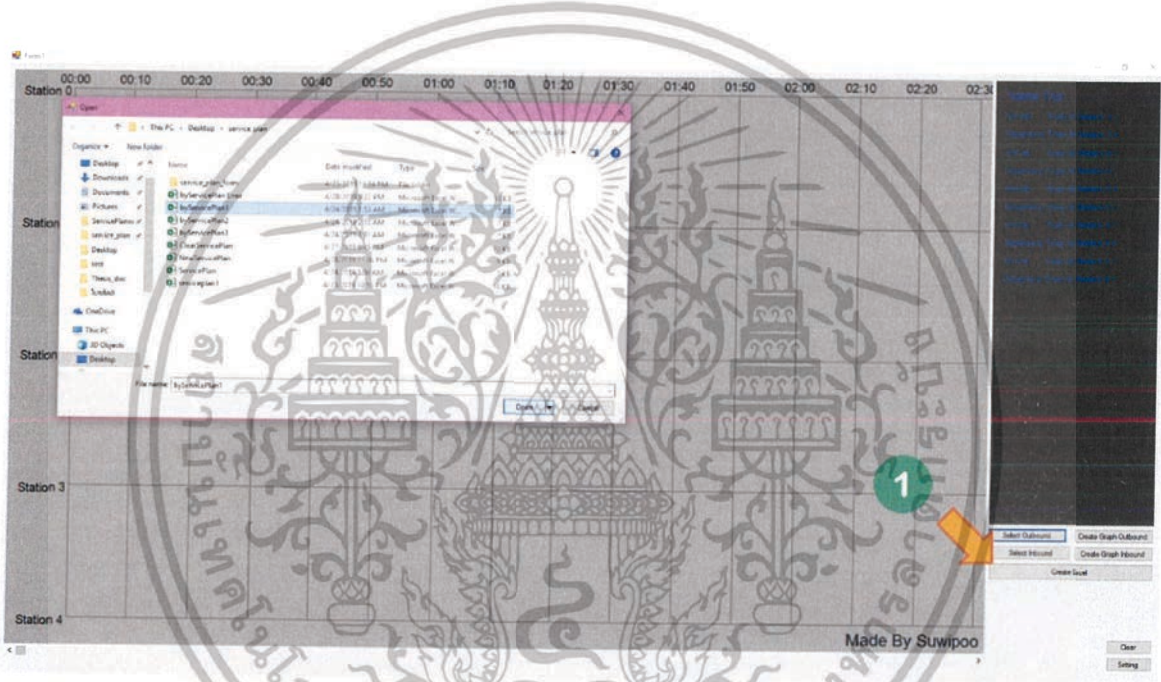
เป็นเวลาที่ใช้รถไฟใช้ในการเดินทางจากสถานี d1 ไปยังสถานี d2 มีหน่วยเป็นวินาที เป็นสมการหลักที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการเกิดความขัดแย้งกันของเวลาที่ใช้ในตารางเวลาการเดินรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

โดยค่าคงที่ 1.2 เป็นค่าอัตราส่วน (ratio) ที่เกิดจากการทดลองหาค่าที่ทำให้เกิดระยะห่างระหว่างขบวนรถไฟ (headway) ที่ดีที่สุด ที่ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดความขัดแย้งกันของเวลาที่ใช้ในการจัดตารางเวลาการเดินรถไฟ

### 4.2 การนำเข้าแผนการเดินรถไฟ

ผู้ซัดเลือกแผนการเดินรถไฟที่ต้องการจะสร้างเพื่อจะได้เก็บข้อมูลนั้นเพื่อเอามาเป็นค่าตั้งต้นในการคำนวณตารางเวลาการเดินรถไฟภายหลัง



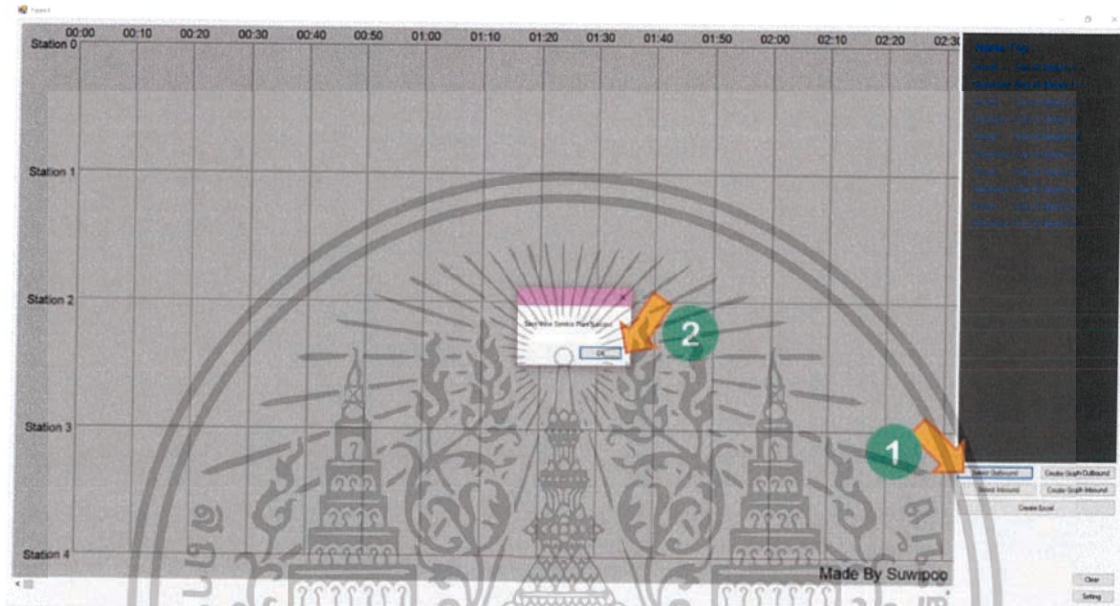
รูปที่ 4.2 การนำเข้าแผนการเดินรถไฟ

### 4.3 การสร้างตารางเวลาการเดินรถไฟ

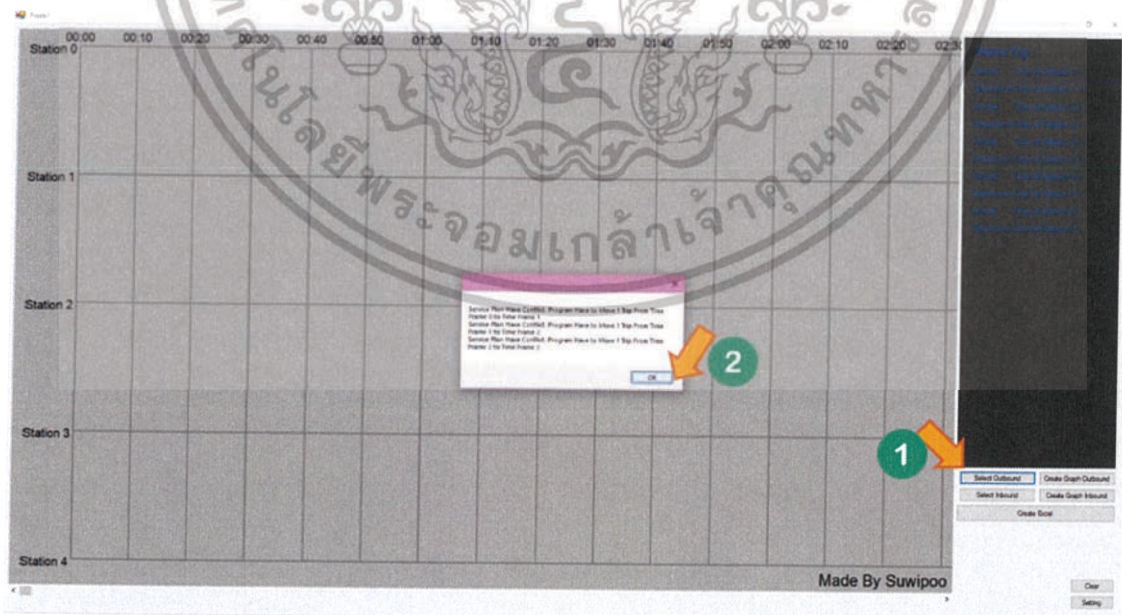
โปรแกรมจะทำการสร้างตารางเวลาการเดินรถไฟโดยที่เป็นไปตามข้อมูลพื้นฐานที่กำหนดไว้ และข้อมูลตามทีนำเข้ามาจากระบบวางแผนการเดินรถไฟโดยใช้สมการที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 จากรูปที่ 4.3 ถ้าหากระบบสร้างตารางเวลาการเดินรถไฟตามข้อมูลทีนำเข้าจากระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถแล้ว พบว่าไม่สามารถสร้างตารางเดินรถตามความต้องการจากระบบวางแผนการให้บริการเดินรถได้เนื่องจากความถี่ในการให้บริการเดินรถที่มากเกินไปทำให้เกิดความขัดแย้งกันของเวลาที่ใช้ในการจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเวลาการเดินทางรถไฟ ระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้ว่าระบบได้ตรวจพบรอบการเดินทางที่เกิดปัญหาที่ไม่สามารถจัดตารางเวลาการเดินทางตามแผนการให้บริการที่นำเข้ามาได้ และหากผู้ใช้กดยอมรับระบบจะทำการสร้างแผนการเดินทางรถไฟใหม่ที่สอดคล้องกับกฎความปลอดภัยที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟที่สมบูรณ์ปราศจากความขัดแย้งของเวลาการเดินทาง



รูปที่ 4.3 การสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟ



รูปที่ 4.4 การสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

```

Output
Show output from: Debug
0.0 925.0 1558.6 2523.4 3646.6
925.0 0.0 665.8 1630.6 2753.8
1558.6 665.8 0.0 997.0 2120.2
2523.4 1630.6 997.0 0.0 1155.4
3646.6 2753.8 2120.2 1155.4 0.0

service[0]= 1 1 1 1 1
service[1]= 1 0 0 0 1
service[2]= 1 0 1 0 1
service[3]= 1 1 1 1 1
service[4]= 1 0 1 0 1
service[5]= 0 1 0 1 0
service[6]= 0 1 1 1 1

2 1 1 1 1 1 1 2 2 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 3 2 2 2 2 2 2 2 1

we have 33 trip.

trip[0] use service = 1 1 1 1 1
available =5
Arrival Time At Station 0 = 0
Departure Time At Station 0 = 28800
Arrival Time At Station 1 = 29724
Departure Time At Station 1 = 29844
Arrival Time At Station 2 = 30509
Departure Time At Station 2 = 30629
Arrival Time At Station 3 = 31625
Departure Time At Station 3 = 31745
Arrival Time At Station 4 = 32900
Departure Time At Station 4 = 33020

trip[1] use service = 1 1 1 1 1
available =5
Arrival Time At Station 0 = 0
Departure Time At Station 0 = 29800
Arrival Time At Station 1 = 30724
Departure Time At Station 1 = 30844
Arrival Time At Station 2 = 31509
Departure Time At Station 2 = 31629
Arrival Time At Station 3 = 32625
Departure Time At Station 3 = 32745
Arrival Time At Station 4 = 33900
Departure Time At Station 4 = 34020

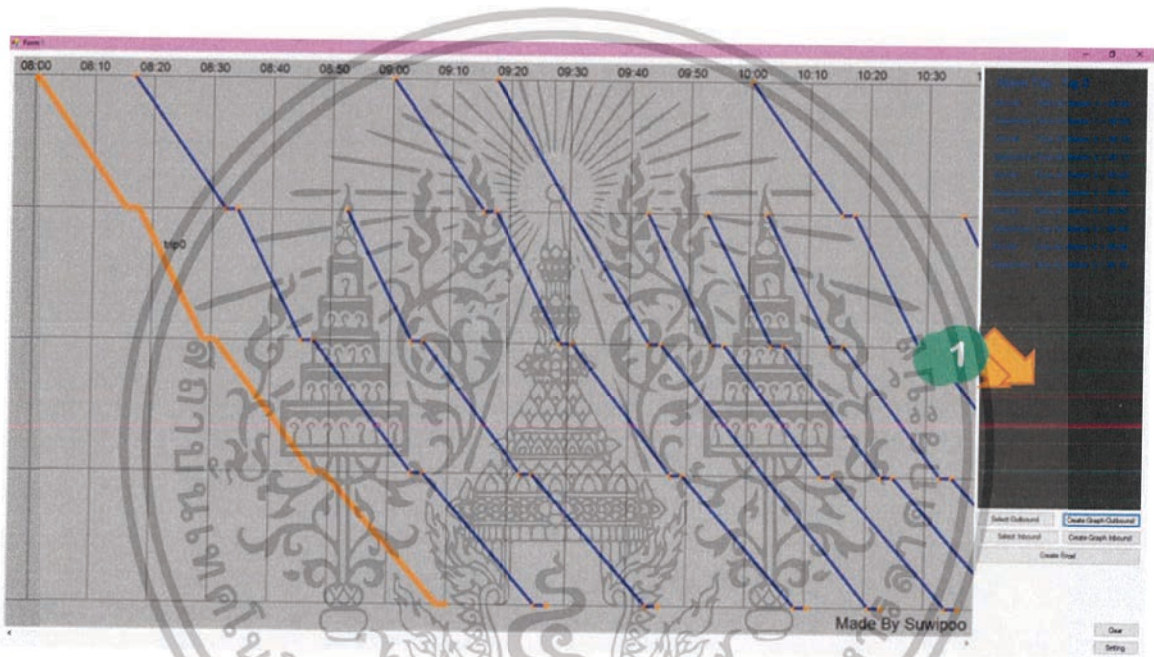
```

รูปที่ 4.5 ตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

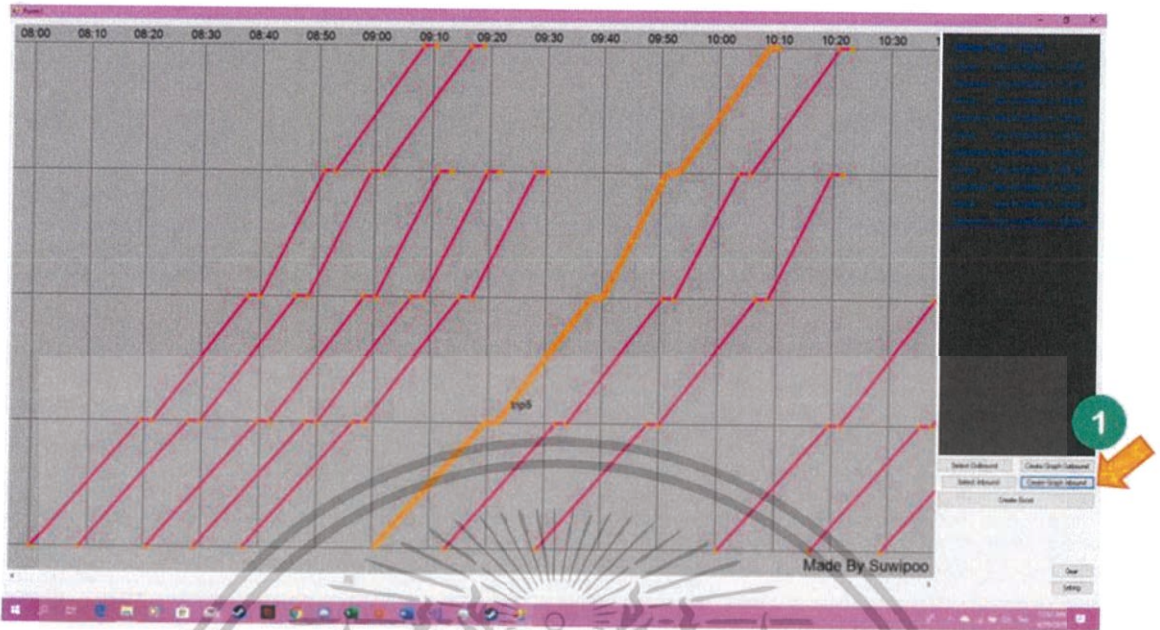
#### 4.4 การแสดงตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

โปรแกรมจะทำการสร้างกราฟตารางการเดินทางรถไฟขึ้นตามระบบการสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟ โดยในโปรแกรมหากนำลูกศรไปชี้ที่เส้นกราฟที่สร้างขึ้นจะมีการเน้นเส้นกราฟนั้นและมีข้อความแสดงชื่อของขบวนรถไฟเส้นนั้น ๆ พร้อมกับมีข้อมูลอื่น ๆ แสดงขึ้นมาทางด้านซ้ายมือของโปรแกรมด้วย เราสามารถสร้างกราฟได้ทั้งรูปแบบตารางเวลาการเดินทางรถไฟขาออก ดังรูปที่ 4.5 รูปแบบตารางเวลาการเดินทางรถไฟขาเข้า ดังรูปที่ 4.6 และตารางเวลาการเดินทางรถไฟขาออกและขาเข้า ดังรูปที่ 4.7 ได้

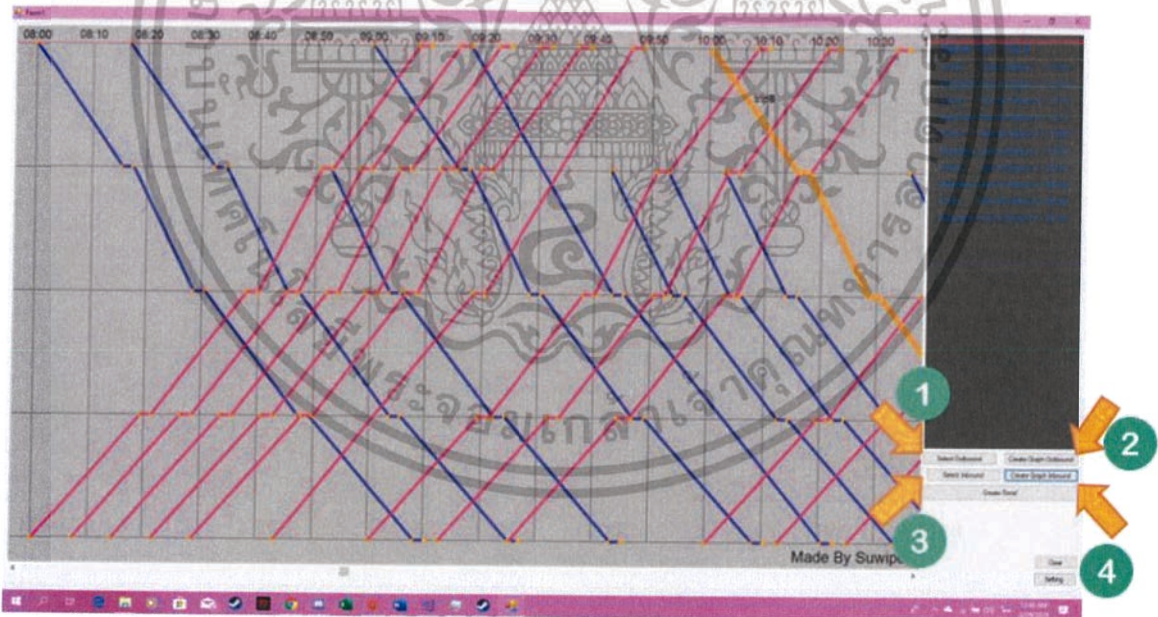


รูปที่ 4.6 การแสดงตารางเวลาการเดินทางรถไฟ (ขาออก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การแสดงตารางเวลาการเดินรถไฟ (ขาเข้า)



รูปที่ 4.8 การแสดงตารางเวลาการเดินรถไฟ (ขาออกและขาเข้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 การแก้ไขข้อมูลเบื้องต้น

โปรแกรมสามารถแก้ไขความเร็วที่รถไฟใช้และระยะเวลาที่ใช้ในการจอดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นได้ที่ปุ่ม setting ด้านขวาล่างของโปรแกรมจากนั้นจะมีฟอร์มขึ้นมาเพื่อให้เราได้แก้ไขค่าข้อมูลที่เราต้องการจากนั้นกด apply เพื่อยอมรับการแก้ไขข้อมูล

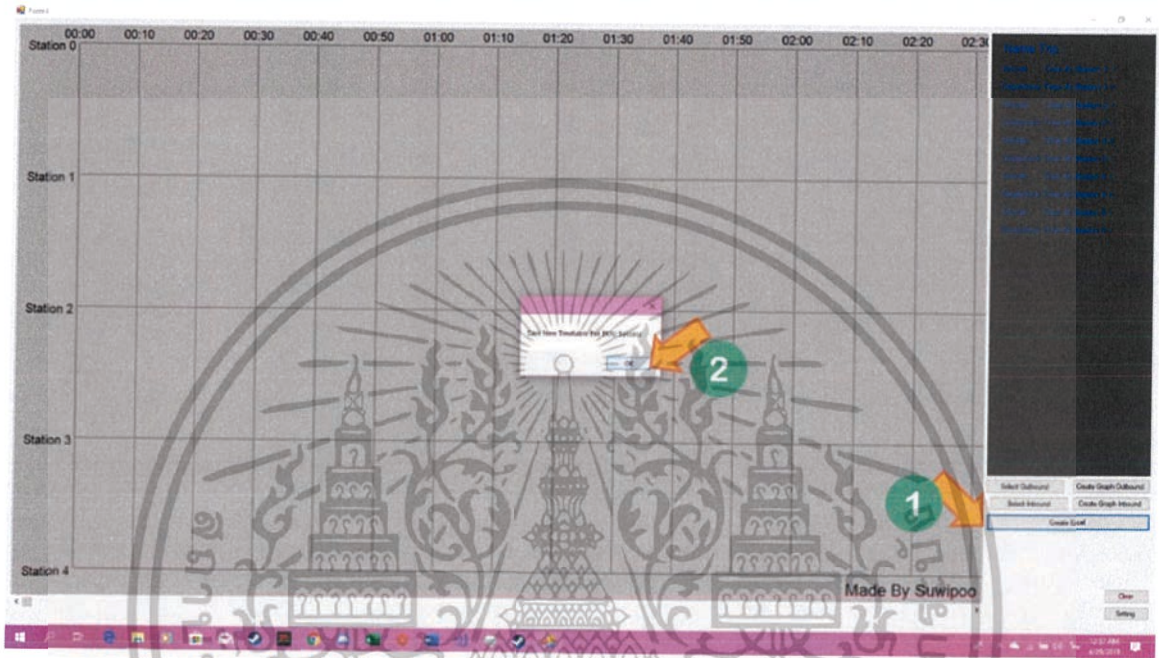


รูปที่ 4.9 การแก้ไขข้อมูลความเร็วและระยะเวลาที่ใช้ในการจอดของผู้โดยสารของรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.6 การส่งออกตารางเวลาการเดินรถไฟ

โปรแกรมจะนำค่าตารางเวลาการเดินรถไฟที่สร้างได้มาสร้างตารางเวลาการเดินรถไฟอีกครั้งแต่จะเป็นในรูปแบบไฟล์ xlsx เพื่อให้ EMU Utilization System นำข้อมูลนี้ไปใช้ต่อ



รูปที่ 4.10 การส่งออกตารางเวลาการเดินรถไฟ

	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
1. time at station 0 (arrival)	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
2. arrival time at station 1	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
3. departure time at station 1	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
4. arrival time at station 2	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
5. departure time at station 2	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
6. arrival time at station 3	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
7. departure time at station 3	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
8. arrival time at station 4	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
9. departure time at station 4	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
10. arrival time at station 5	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
11. departure time at station 5	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30
12. departure time at station 5	00:00	00:10	00:20	00:30	00:40	00:50	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40	01:50	02:00	02:10	02:20	02:30

รูปที่ 4.11 ตารางเวลาการเดินรถไฟในรูปแบบไฟล์ xlsx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการดำเนินโครงการ

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

โปรแกรมการจัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางรถไฟ สามารถที่จัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟให้เป็นไปตามแผนการเดินทางรถไฟที่รับมาจากระบบการวางแผนการให้บริการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่เกิดความขัดแย้งของการเดินทางรถไฟ สามารถแสดงผลได้ในรูปแบบกราฟรถไฟ พร้อมทั้งความสามารถในการส่งออกข้อมูลในรูปแบบของไฟล์ xlsx (Microsoft Office Excel)

### 5.2 ปัญหาที่พบ

#### 1) ปัญหาที่เกี่ยวกับความรู้เรื่องระบบรถไฟ

ในการจัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟนั้นต้องใช้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของระบบรถไฟในหลาย ๆ เรื่อง ทั้งสมการคำนวณความเร็วหรือแรงในการขับเคลื่อนของรถไฟ สมการฟิสิกส์ต่าง ๆ ซึ่งมีความซับซ้อนจนผู้จัดทำอาจจะยังทำความเข้าใจได้ไม่ครบถ้วน จึงอาจจะทำให้โปรแกรมการจัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางรถไฟคำนวณได้ไม่แม่นยำสมบูรณ์แบบนัก

#### 2) ปัญหาเกี่ยวกับโปรแกรม

โปรแกรมการจัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางรถไฟไม่สามารถจัดการสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟได้ตามที่ระบบการวางแผนการให้บริการเดินทางรถไฟได้ทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากตัวแปรหลายตัวถูกกำหนดเป็นค่าคงที่ไว้ จึงทำให้โปรแกรมไม่สามารถทำงานได้ไม่ยืดหยุ่นเท่าที่ควร เช่น การแทรกขบวนรถไฟเข้าไประหว่างขบวนรถไฟยังไม่สามารถดำเนินการได้

### 5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและพัฒนาโครงการ

#### 1) ปัญหาที่เกี่ยวกับความรู้ระบบรถไฟ

แก้ปัญหานี้โดยการสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญด้านระบบรถไฟ โดยติดต่อกับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำให้มีความรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับระบบรถไฟมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถหาความรู้เพิ่มเติมได้จากอินเทอร์เน็ตตามเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่รวบรวมองค์ความรู้ไว้

#### 2) ปัญหาเกี่ยวกับโปรแกรม

โปรแกรมควรจะมีประสิทธิภาพมากกว่านี้ โดยการพัฒนางองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมเพิ่มเข้าไป โดยยังสามารถพัฒนาในส่วนของการเพิ่มรอบการเดินรถไฟ ระยะห่างของขบวน และอื่น ๆ ได้อีก

นอกจากนี้ผู้จัดทำเล็งเห็นว่ายังสามารถพัฒนาโปรแกรมให้รองรับการจัดตารางเวลาของทั้งสัปดาห์ได้ โดยการเลือกแผนการให้บริการเดินรถหลาย ๆ แบบเพื่อรองรับตารางเวลาการเดินทางที่ใช้เวลาการเดินทางมากกว่า 1 วันโดยที่โปรแกรมยังสามารถทำงานต่อเนื่องต่อไปได้โดยไม่ต้องเริ่มการทำงานใหม่ของโปรแกรมใหม่



## บรรณานุกรม

[1] ภาษา C#, “ภาษาซีชาร์ป” [Online].

Available : <http://tonkung.ueuo.com/index.html>

[2] Train Scheduling, “A Genetic Algorithm for Railway Scheduling Problems” [Online].

Available : [https://www.researchgate.net/publication/225181506\\_A\\_Genetic\\_Algorithm\\_for\\_Railway\\_Scheduling\\_Problems](https://www.researchgate.net/publication/225181506_A_Genetic_Algorithm_for_Railway_Scheduling_Problems)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ ก.2 บรรยากาศในวัน Project Day 1

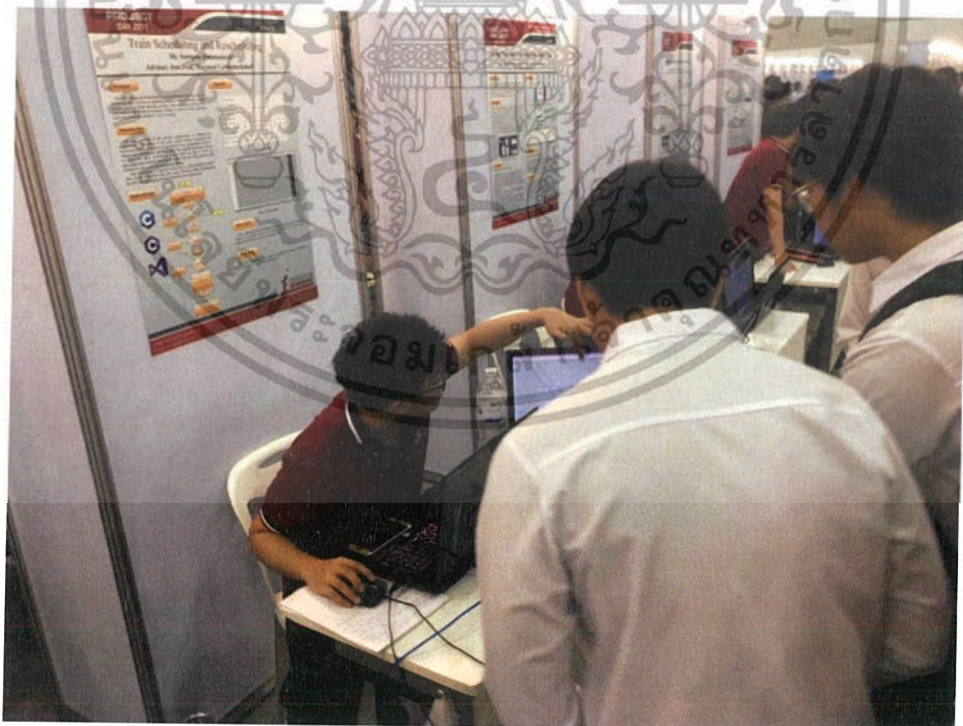


รูปที่ ก.3 บรรยากาศในวัน Project Day 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4 บรรยากาศในวัน Project Day 3



รูปที่ ก.5 บรรยากาศในวัน Project Day 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.6 บรรยากาศในวัน Project Day

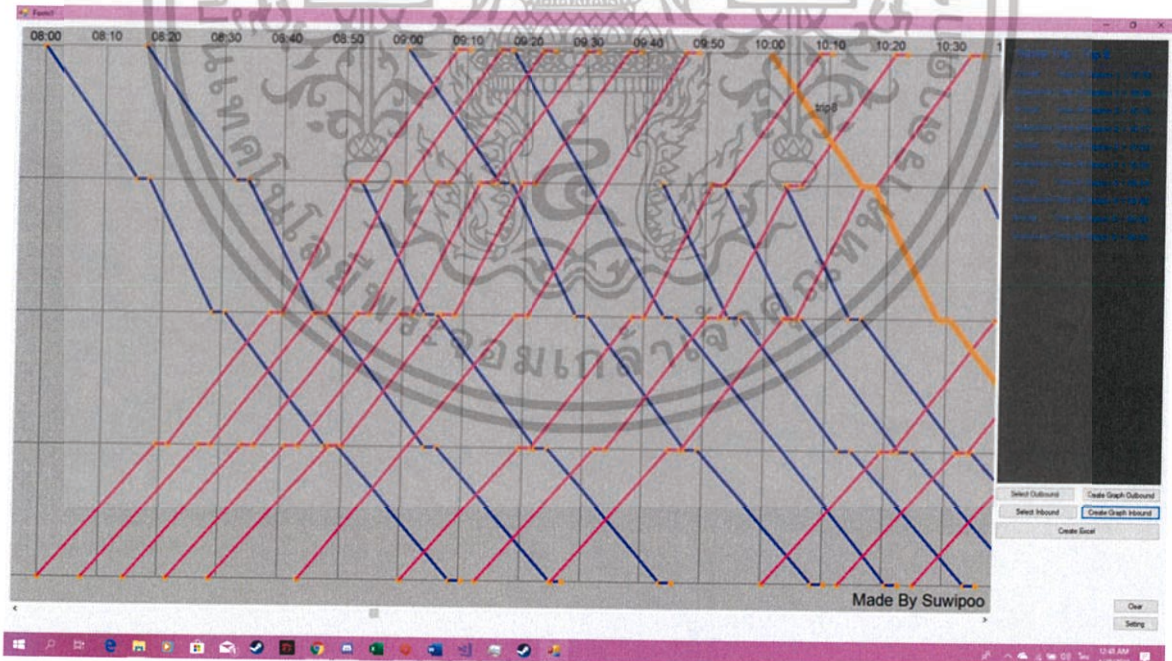


รูปที่ ก.7 บรรยากาศในวัน Project Day

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.8 บรรยากาศในวัน Project Day



รูปที่ ก.9 ระบบการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟและการปรับตารางเวลาการเดินทางไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

## ตัวอย่าง การติดตั้ง Microsoft Visual Studio

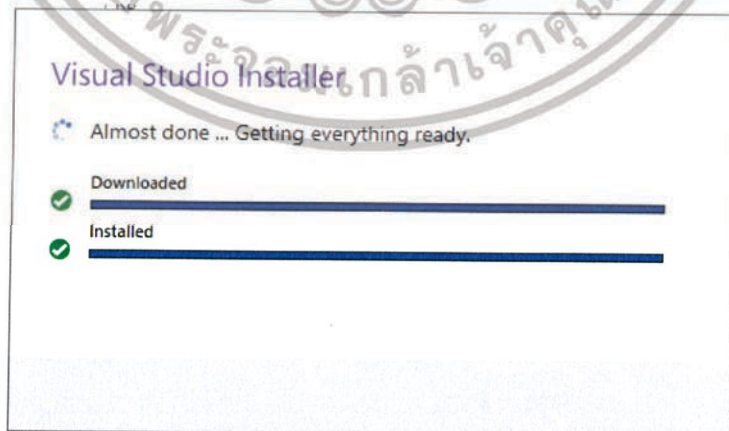
## การติดตั้ง Microsoft Visual Studio

1. เปิด Browser และเข้าไปที่เว็บ <https://visualstudio.microsoft.com/> และทำการดาวน์โหลดตัวติดตั้ง Visual Studio IDE



รูปที่ ข.1 เว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลดตัวติดตั้ง Visual Studio IDE

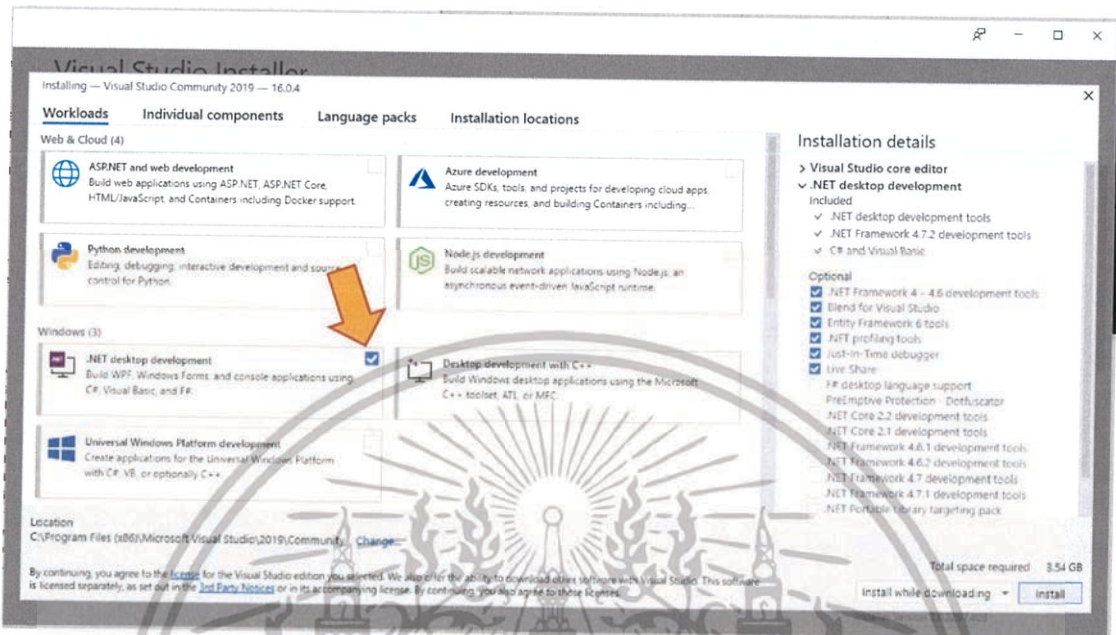
2. ทำการเปิดตัวช่วยติดตั้ง Visual Studio IDE และรอโปรแกรมดาวน์โหลดอีกครั้ง



รูปที่ ข.2 ตัวช่วยติดตั้ง Visual Studio IDE

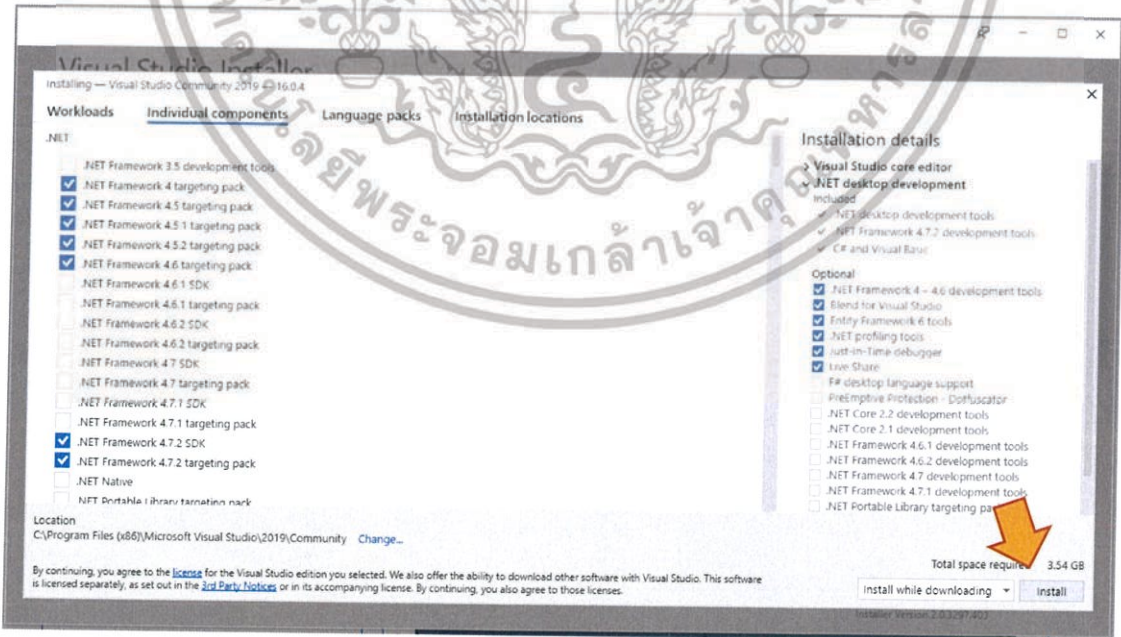
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. เลือกหัวข้อ Workloads และติ๊กถูกในในช่อง .NET desktop development



รูปที่ ข.3 เลือกแพคเกจ .NET desktop development

### 4. เลือกหัวข้อ Individual components เลือกดังรูปที่ ข.4 จากนั้นกดปุ่ม Install

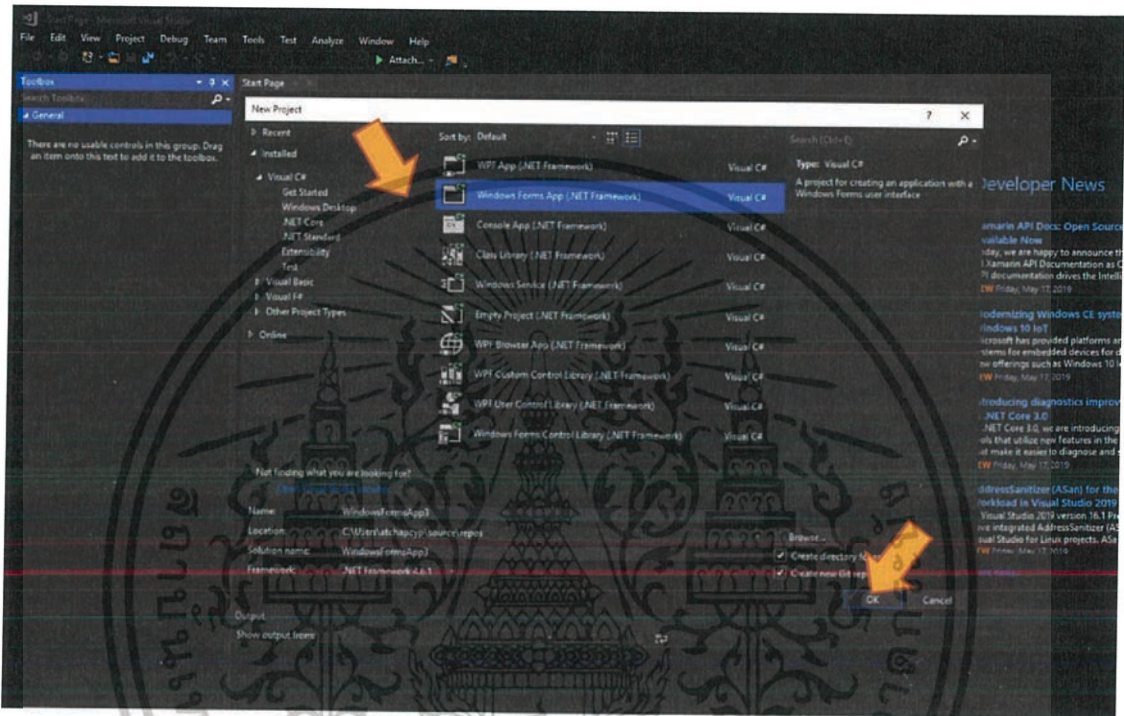


รูปที่ ข.4 เลือกส่วนประกอบและเวอร์ชันของ .NET framework

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีใช้ Microsoft Visual Studio

เมื่อผู้ใช้ต้องการเริ่มสร้างโปรแกรมบนวินโดวส์ เปิดโปรแกรม Microsoft Visual Studio รोजनโปรแกรมพร้อมใช้งาน จากนั้นไปที่หัวข้อ File->New->Project.. จะได้หน้าต่างดังรูปที่ ข.5



รูปที่ ข.5 ตัวช่วยติดตั้ง Visual Studio IDE

เลือกที่ Window Forms App (.NET Framework) ตั้งชื่อโปรเจกต์ เลือก Path ของโปรเจกต์ และกดปุ่ม OK เพื่อสร้างโปรเจกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้