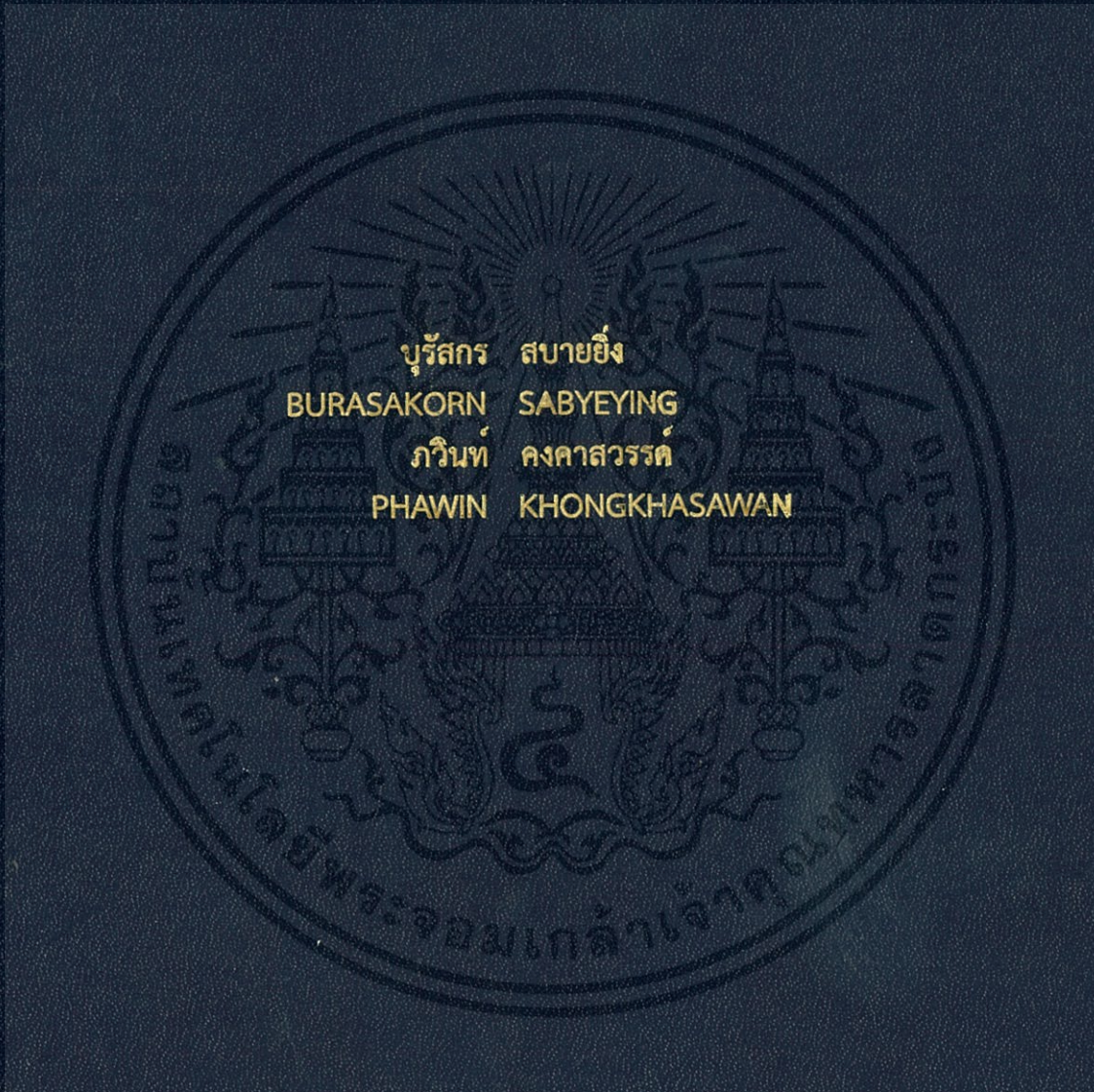


ระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ  
TRAIN SERVICE PLANNING



บุรุษกร สบายยิ่ง  
BURASAKORN SABYEYING  
ภวินท์ คงคาสวรรค์  
PHAWIN KHONGKHASAWAN

ปริญญานิพนธ์ นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

ระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ  
TRAIN SERVICE PLANNING



บุรסקอร์ สบายยิ่ง  
BURASAKORN SABYEYING  
ภวินท์ คงคาสวรรค์  
PHAWIN KHONGKHASAWAN

ปฏิญญาฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TRAIN SERVICE PLANNING

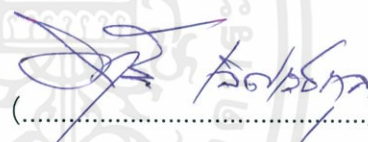


THIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING  
DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	ระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ
Thesis Title	TRAIN SERVICE PLANNING
ชื่อนักศึกษา	นางสาวบุรุษกร สบายยิ่ง นายภวินท์ คงคาสุวรรณค์
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา	2559



ผศ.มยุรี เลิศเวชกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ		
Thesis Title	TRAIN SERVICE PLANNING		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวบุรุษกร สบายยิ่ง	รหัสนักศึกษา	56010698
	นายภวินท์ คงคาสวรรค์	รหัสนักศึกษา	56010908
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2559		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.มยุรี เลิศเวชกุล			

## บทคัดย่อ

การจัดทำระบบการวางแผนให้บริการเดินรถ (Service Planning System) เป็นระบบที่สามารถใช้ในการวางแผนการให้บริการเดินรถโดยคำนึงถึงความต้องการของผู้โดยสารและการจัดสรรทรัพยากรของระบบรถไฟ ได้ทั้งโครงสร้างเส้นทางและขบวนรถไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพและความคุ้มค่า

โปรแกรมสามารถทำงานได้ 2 ลักษณะ คือรับแผนการให้บริการเดินรถจากผู้ใช้อย่างตรง (Manual) และระบบสามารถสร้างแผนการให้บริการเดินรถโดยใช้ข้อมูลจากโครงสร้างพื้นฐานของรถไฟและปริมาณความต้องการโดยสารโดยอัตโนมัติและระบบสามารถประเมินว่าแผนการเดินรถที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา น่าจะเพียงพอต่อการให้บริการตามแนวนโยบายหรือไม่

Thesis Title	TRAIN SERVICE PLANNING		
Student	Miss Burasakorn Sabyeying	Student ID.	56010698
	Mr. Phawin Khongkhasawan	Student ID.	56010908
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Department	Computer Engineering		
Academic Year	2016		
Thesis Advisor	Asst.Prof. Mayuree Lertwatechakul		

## ABSTRACT

Train Service Planning system is developed to provide facilities for creating efficient train service plan that meets the passenger demand under the limitation of the train system resources such as train sets and the railway infrastructure.

The system can be used in 2 modes: In the first mode, user inputs train service plans into the database manually. The system could evaluate a train service plan how it could satisfy the expected demand. In the second mode, the system could operate an appropriate plan automatically corresponding to the passenger demand trend.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ ผศ.มยุรี เลิศเวชกุล ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประการที่ดีแก่ผู้จัดทำ ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงการ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อนนักศึกษา ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ท้ายที่สุด คณะผู้จัดทำโครงการหวังว่าโครงการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้สนใจไม่มากนักน้อย



บุรัสกร สบายยิ่ง  
ภวินท์ คงคาสวรรค์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	VIII
สารบัญรูป .....	IX
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 แนวคิดและที่มาของโครงการ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	2
1.3 แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบ .....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ .....	2
1.5 ขั้นตอนการทำโครงการ .....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1 Population Growth .....	3
2.2 Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines .....	4
2.2.1 คุณสมบัติของระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถ .....	5
2.2.2 ความสัมพันธ์แบบพลวัตระหว่างการไหลเวียนของผู้โดยสารและระบบวางแผนการ ให้บริการเดินรถ .....	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

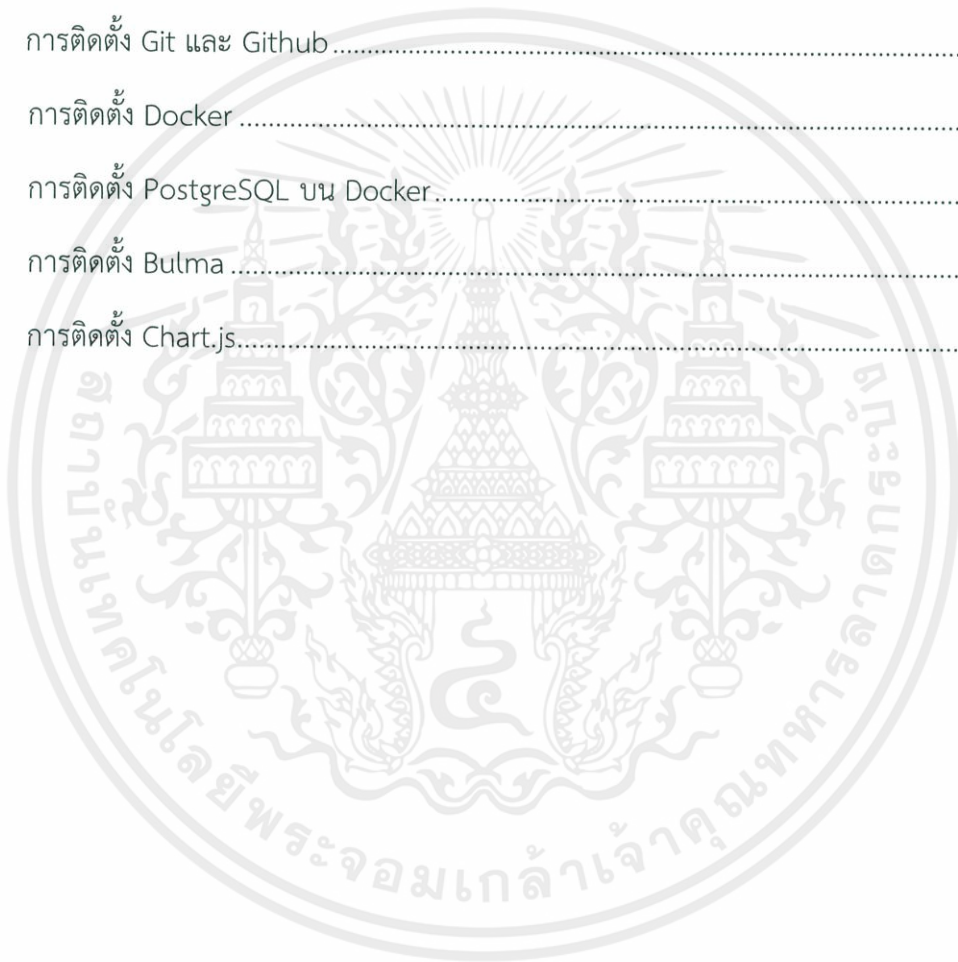
	หน้า
2.2.3 สมการที่เกี่ยวข้อง .....	7
2.2.4 การประยุกต์ในการออกแบบ Train Service Plan .....	9
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาแบบระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ .....	18
3.1 การออกแบบโครงสร้างของแผนการบริการรถไฟ .....	18
3.2 ระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงนโยบาย .....	18
3.2.1 คุณสมบัติของระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถ .....	19
3.2.2 ระบบจัดเก็บข้อมูลรถไฟ .....	19
3.3 ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต .....	19
3.4 ระบบการสร้างแผนการเดินรถอัตโนมัติ .....	19
3.4.1 แผนการเดินรถแบบธรรมดา (Normal Plan) .....	19
3.4.2 แผนการเดินรถแบบพิเศษ (Special Plan) .....	20
3.5 Use Case Diagram .....	20
3.5.1 ระบบเพิ่มผู้โดยสาร .....	20
3.5.2 ระบบเพิ่มรถไฟ .....	21
3.5.3 ระบบเพิ่มผู้โดยสารลงในขบวนรถไฟ .....	22
3.5.3 ระบบเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟ .....	23
3.5.4 ระบบเพิ่มสายการเดินรถ .....	24
3.5.5 ระบบเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ .....	25
3.5.6 ระบบเพิ่มลำดับของสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ .....	26
3.5.7 ระบบเพิ่มเวลาการเดินรถลงในสายการเดินรถ .....	27
3.5.8 ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต .....	28
3.6 Sequence Diagram .....	29

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน .....	31
4.1 การเข้าสู่หน้าหลัก.....	31
4.2 การเข้าสู่เมนู Infrastructure .....	32
4.2.1 การเข้าสู่เมนู Train Component .....	32
4.2.2 เข้าสู่เมนู Station Component.....	36
4.3 การเข้าสู่เมนู Statistics .....	40
4.4 การเข้าสู่เมนู Planning .....	41
4.4.1 การเข้าสู่เมนู General Plan .....	42
4.4.2 การเข้าสู่เมนู Special Plan .....	45
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการ.....	49
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	49
5.2 ปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินโครงการ.....	49
5.2.1 ข้อมูลที่ใช้มาจากข้อมูลที่สมมติขึ้น .....	49
5.2.2 แหล่งที่มาอ้างอิงข้อมูลยังไม่เพียงพอ.....	49
5.2.3 ระบบที่สร้างขึ้นมามีหลาย Service Type.....	49
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ .....	50
5.3.1 ข้อมูลที่ใช้มาจากข้อมูลที่สมมติขึ้น .....	50
5.3.2 แหล่งที่มาอ้างอิงข้อมูลยังไม่เพียงพอ.....	50
5.3.3 กำหนดช่วงวันหยุดโดยอัตโนมัติ.....	50
เอกสารอ้างอิง.....	51

## สารบัญ (ต่อ)

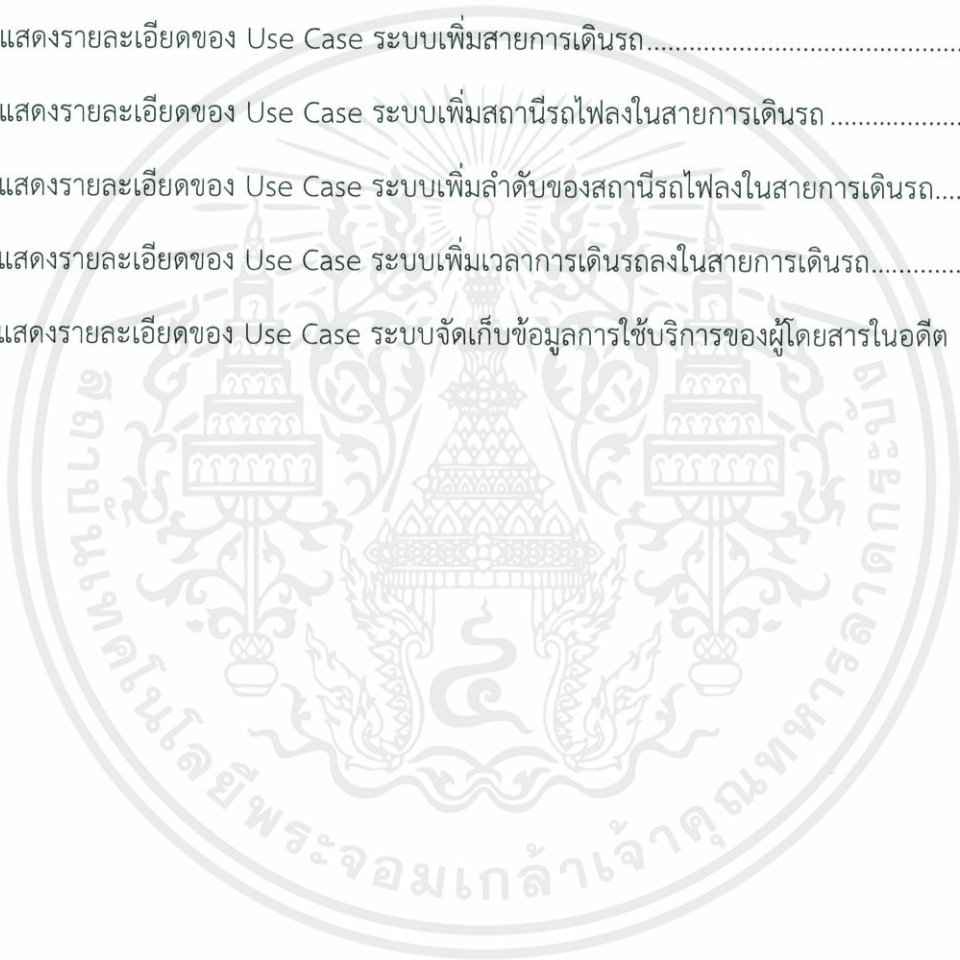
	หน้า
ภาคผนวก.....	52
ภาคผนวก ก Poster.....	53
ภาคผนวก ข การติดตั้ง Python.....	55
ภาคผนวก ค การติดตั้ง Django.....	58
ภาคผนวก ง การติดตั้ง Git และ Github.....	60
ภาคผนวก จ การติดตั้ง Docker.....	62
ภาคผนวก ฉ การติดตั้ง PostgreSQL บน Docker.....	66
ภาคผนวก ช การติดตั้ง Bulma.....	70
ภาคผนวก ซ การติดตั้ง Chart.js.....	73



# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียด Use Case ของระบบเพิ่มตู้โดยสาร .....	20
ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มรถไฟ .....	21
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มตู้โดยสารลงในขบวนรถไฟ .....	22
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟ .....	23
ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มสายการเดินรถ .....	24
ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ .....	25
ตารางที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มลำดับของสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ .....	26
ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มเวลาการเดินรถลงในสายการเดินรถ .....	27
ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต .....	28



# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนพารามีเซียมภายใน 6 วัน .....	4
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการไหลเวียนของผู้โดยสารและคุณสมบัติบริการขนส่ง .....	5
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์แบบพลวัตระหว่างการไหลเวียนของผู้โดยสารและระบบวางแผน การให้บริการเดินรถ .....	6
รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ อัตราส่วนของผู้โดยสารบนรถไฟต่อจำนวนที่นั่งของรถไฟใน 1 หน่วย เวลา (Load Factor) กับ Passenger Flow .....	8
รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Passenger Flow หลายค่าที่จะเข้าสู่ Passenger Flow ค่าคงที่ค่าหนึ่ง .....	9
รูปที่ 2.6 ตารางแสดงค่าเริ่มต้นของตัวแปร 7 ตัวในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนและไม่เร่งด่วน .....	11
รูปที่ 2.7 ตารางผลลัพธ์เมื่อผ่านการคำนวณจากสมการและโมเดล .....	13
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบที่ได้ออกแบบทั้งหมด .....	18
รูปที่ 3.2 ระบบเพิ่มผู้โดยสาร .....	20
รูปที่ 3.3 ระบบเพิ่มรถไฟ .....	21
รูปที่ 3.4 ระบบเพิ่มผู้โดยสารลงในรถไฟ .....	22
รูปที่ 3.5 ระบบเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟ .....	23
รูปที่ 3.6 ระบบเพิ่มสายการเดินรถ .....	24
รูปที่ 3.7 ระบบเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ .....	25
รูปที่ 3.8 ระบบเพิ่มลำดับของสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ .....	26
รูปที่ 3.9 ระบบเพิ่มเวลาการเดินรถลงในสายการเดินรถ .....	27
รูปที่ 3.10 ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต .....	28
รูปที่ 3.12 Sequence Diagram ของระบบ .....	29
รูปที่ 4.1 หน้าหลักของแอปพลิเคชัน .....	31

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.2 หน้าเมนูย่อยเมื่อเข้ามาสู่เมนู Infrastructure .....	32
รูปที่ 4.3 หน้าผลลัพธ์เมื่อเข้าสู่เมนู Train Component .....	33
รูปที่ 4.4 หน้าผลลัพธ์เมื่อเข้าสู่เมนู Train Component .....	33
รูปที่ 4.5 หน้าผลลัพธ์เมื่อคลิกเลือก Seat Type.....	34
รูปที่ 4.6 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเพิ่มข้อมูลขบวนรถโดยสาร .....	34
รูปที่ 4.7 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเพิ่มข้อมูลขบวนรถโดยสาร .....	34
รูปที่ 4.8 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเข้าไปดู ID ของ Train .....	35
รูปที่ 4.9 หน้าแสดงผลเมื่อกด Add to Train Set.....	36
รูปที่ 4.10 หน้าแสดงผลเมื่อกด Add to Train Set.....	36
รูปที่ 4.11 หน้าผลลัพธ์เมื่อเพิ่มรถให้บริการในขบวนรถโดยสารแล้ว .....	36
รูปที่ 4.12 เมื่อเข้าสู่เมนู Station Component.....	37
รูปที่ 4.13 หน้ากรอกข้อมูลสถานี .....	37
รูปที่ 4.14 เมื่อกรอกเลือกประเภทของสถานี .....	38
รูปที่ 4.15 หน้ากรอกข้อมูลเส้นทางการเดินรถ.....	38
รูปที่ 4.16 เพิ่มสถานีไปยังเส้นทางการเดินรถได้ที่ละ 1 คู่ .....	39
รูปที่ 4.17 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเลือกเส้นทางเดินรถ .....	39
รูปที่ 4.18 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเลือกสถานี .....	39
รูปที่ 4.19 หน้า Statistics รวบรวมข้อมูลตัวโดยสาร.....	40
รูปที่ 4.20 หน้ากรอกข้อมูลตัวโดยสาร.....	40
รูปที่ 4.21 หน้า Planning .....	41
รูปที่ 4.22 หน้าผลลัพธ์เมื่อคลิกเลือก Plan Type .....	41

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.23 หน้าผลลัพธ์เมื่อเลือกแผน General Type หน้าแรกจะแสดงกราฟ Weekday .....	42
รูปที่ 4.24 กราฟยอดผู้ใช้งานในช่วง Holiday.....	43
รูปที่ 4.25 กราฟยอดผู้ใช้งานแบ่งตาม Service Type.....	43
รูปที่ 4.26 กราฟยอดผู้ใช้งานแบ่งตาม Seat Type.....	44
รูปที่ 4.27 Performance Table ที่คำนวณได้ .....	44
รูปที่ 4.28 หน้าแสดงเมื่อสร้างแผน Special Plan.....	45
รูปที่ 4.29 วันเริ่มต้นที่ต้องการจะวางแผน .....	45
รูปที่ 4.30 วันสุดท้ายที่ต้องการจะวางแผน .....	46
รูปที่ 4.31 หน้าแสดงเมื่อสร้างแผน Special Plan.....	46
รูปที่ 4.32 หน้าแสดงเมื่อสร้างแผน Special Plan.....	47
รูปที่ 4.33 หน้าแสดงเมื่อสร้างแผน Special Plan.....	47
รูปที่ 4.34 Performance Table ของขบวนรถท้องถิ่นในวันที่ 13 พ.ค. พ.ศ.2560 .....	48
รูปที่ ก.1 Poster Train Service Planning.....	54
รูปที่ ข.1 เมื่อรันคำสั่ง curl .....	56
รูปที่ ข.2 เมื่อรันคำสั่งติดตั้ง python3.....	56
รูปที่ ข.3 เมื่อเปิด python bash ผ่านคำสั่ง python และ python3 .....	57
รูปที่ ค.1 เว็บไซต์ Djangoproject.....	59
รูปที่ ค.2 เมื่อรันคำสั่ง pip install Django .....	59
รูปที่ ง.1 เว็บไซต์ git-scm.com.....	61
รูปที่ ง.2 เมื่อพิมพ์คำสั่งด้านบนเพื่อระบุชื่อผู้ใช้งานและอีเมล .....	61
รูปที่ จ.1 เว็บไซต์ docs.docker.com .....	63
รูปที่ จ.2 บน MacOS จะตั้งหน้าต่างเพื่อให้ลากไอคอนจากซ้ายไปขวา.....	63

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ จ.3 ไอคอนโปรแกรมบนเครื่อง.....	64
รูปที่ จ.4 ไอคอนโปรแกรมบน status bar.....	64
รูปที่ จ.5 ผลลัพธ์บอกว่า Docker ดาวน์โหลดเสร็จแล้ว .....	64
รูปที่ จ.6 ผลลัพธ์บอกว่า Docker กำลังรัน .....	65
รูปที่ ฉ.1 ไฟล์ Dockerfile ในการสร้าง Docker ของ PostgreSQL .....	67
รูปที่ ฉ.2 เช็คที่กำลังรัน Container ะไรอยู่บ้างและทดสอบการเชื่อมต่อไปยัง port เครื่อง host.....	68
รูปที่ ฉ.3 คำสั่งเพื่อใช้ PostgreSQL.....	69
รูปที่ ช.1 เว็บไซต์ของเฟรมเวิร์ค Bulma.....	71
รูปที่ ช.2 ไฟล์ที่ได้จากการโหลด.....	72
รูปที่ ช.1 รูปจากเว็บไซต์ Chartjs .....	74

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 แนวคิดและที่มาของโครงการ

ระบบขนส่งทางรางเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมที่สำคัญสำหรับการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ช่วยให้เกิดการกระจายความเจริญ และความมั่นคงไปในพื้นที่ห่างไกล แต่หลังจากเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก “กรรมรถไฟหลวง” มาเป็น “การรถไฟแห่งประเทศไทย” ได้ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาการรถไฟของประเทศเป็นอย่างยิ่ง โดยบทบาทในการขนส่งผู้โดยสารและสินค้าด้วยรถไฟได้ลดเหลือเพียง 5% และ 2% ของปริมาณการขนส่งในประเทศโดยประมาณ ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากศักยภาพของการบริการรถไฟถูกจำกัดด้วยเส้นทางและขบวนรถที่มีอยู่ ซึ่งขาดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาอย่างยาวนาน อีกทั้งทางรถไฟเป็นทางเดียวทำให้ไม่สามารถเดินรถได้อย่างรวดเร็วและตรงเวลา ด้วยปัจจัยปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้เมื่อมาประกอบกันเข้าก็ทำให้กิจการการรถไฟเริ่มมีผลประกอบการขาดทุนตั้งแต่ปี พ.ศ.2517 และขาดทุนต่อเนื่องสะสมมาจนถึงปัจจุบัน

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าของระบบขนส่งทางรางของประเทศไทย จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านระบบขนส่งทางรางที่ล่าช้าและล่าหลังเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านในทวีปเอเชียด้วยกัน

พิจารณาความก้าวหน้าของระบบขนส่งทางรางของประเทศไทย จะเห็นได้ว่าประเทศไทยนั้นมีการพัฒนาทางด้านระบบขนส่งทางรางที่ล่าช้าและล่าหลังเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านในทวีปเอเชียด้วยกัน อย่างเช่น ประเทศเกาหลีใต้ ที่ปัจจุบันมีระบบการขนส่งทางรางที่ทันสมัยและมีความครอบคลุมพื้นที่ให้บริการไปทั่วประเทศ โดยได้รับการพัฒนาและการถ่ายทอดองค์ความรู้มาจากประเทศฝรั่งเศส ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นนั้นเป็นประเทศที่มีการพัฒนาองค์ความรู้ของระบบการขนส่งทางรางที่ทันสมัยอย่างยิ่งและมีเทคโนโลยีเป็นของตนเองมาอย่างช้านาน จนเป็นประเทศผู้นำทางด้านเทคโนโลยีระบบขนส่งทางรางทั้งในระดับเอเชียและระดับโลก รวมถึงประเทศจีนที่ถึงแม้จะมีการเปิดประเทศมาไม่นานนัก แต่กลับมีการเรียนรู้และพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากนานาประเทศ จนสามารถพัฒนาเทคโนโลยีจนมีขีดความสามารถในการผลิตเพื่อใช้เองและเพื่อการส่งออก ส่งผลให้ประเทศจีนกลายเป็นหนึ่งในมหาอำนาจทางด้านระบบขนส่งทางรางแห่งหนึ่งของโลกในปัจจุบัน

ดังนั้นการจัดทำระบบการวางแผนให้บริการเดินรถ (Service Planning System) เพื่อให้ผู้วางแผนระบบการเดินรถสามารถวางแผนการให้บริการเดินรถจากความต้องการของผู้โดยสารและจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ได้ทั้งโครงสร้างเส้นทางและขบวนรถไฟ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาและค้นคว้าการทำงานของระบบวางแผนการเดินทางไฟ
2. ค้นคว้าและแก้ไขปัญหาของการวางแผนการเดินทางไฟ
3. สามารถสร้างระบบวางแผนการเดินทางไฟแบบอัตโนมัติ เพื่อนำมาใช้สอนได้
4. สามารถนำแผนการเดินทางไฟมาใช้ เพื่อให้การเดินทางไฟมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

## 1.3 แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบ

1. ระบบจะถูกออกแบบเป็นเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้สามารถคำนวณแผนและแนะนำแผนการเดินทางแก่ผู้ใช้งานได้
2. ระบบจะต้องมีความรวดเร็วในการจัดแผนการเดินทาง

## 1.4 ขอบเขตของโครงการ

ระบบที่ถูกออกแบบ คิดค้น และพัฒนาจะต้องสามารถจัดแผนการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อที่จะนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง โดยผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

## 1.5 ขั้นตอนการทำโครงการ

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบระบบวางแผนการเดินทาง
2. ทำการออกแบบระบบวางแผนการเดินทาง
3. คิดค้นและพัฒนา ระบบวางแผนการเดินทาง
4. ทดสอบการทำงานของระบบวางแผนการเดินทาง
5. ปรับปรุง แก้ไข การทำงานในส่วนต่าง ๆ

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถวางแผนการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างเป็นขั้นตอน
2. สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบการวางแผนให้บริการเดินทางได้
3. ได้รับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เลือกใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
4. ผู้ใช้งานระบบสามารถวางแผนการให้บริการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดสร้างโครงการ Train Service Planning จำเป็นจะต้องศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

### 2.1 Populations Growth

พื้นฐานของระบบนิเวศประชากรได้ถูกยกขึ้นมาจากการศึกษาชั้นพื้นฐานทางด้านชีววิทยายกตัวอย่างเช่นการแบ่งตัวของไมโทซิส (Mitosis) จะแบ่งออกเป็น 2 เซลล์จาก 1 เซลล์ในทุก ๆ วัน ดังนั้นถ้ามีไมโทซิส 1 เซลล์ ในวันแรกวันที่ 2 จะมีไมโทซิส 2 เซลล์ วันที่ 3 จะมีไมโทซิส 4 เซลล์ วันที่ 4 จะมีไมโทซิส 8 เซลล์และวันต่อไปเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังรูปที่ 1.1

โดยสามารถใช้สมการเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential) พื้นฐานในการอธิบายการเติบโตนี้ได้

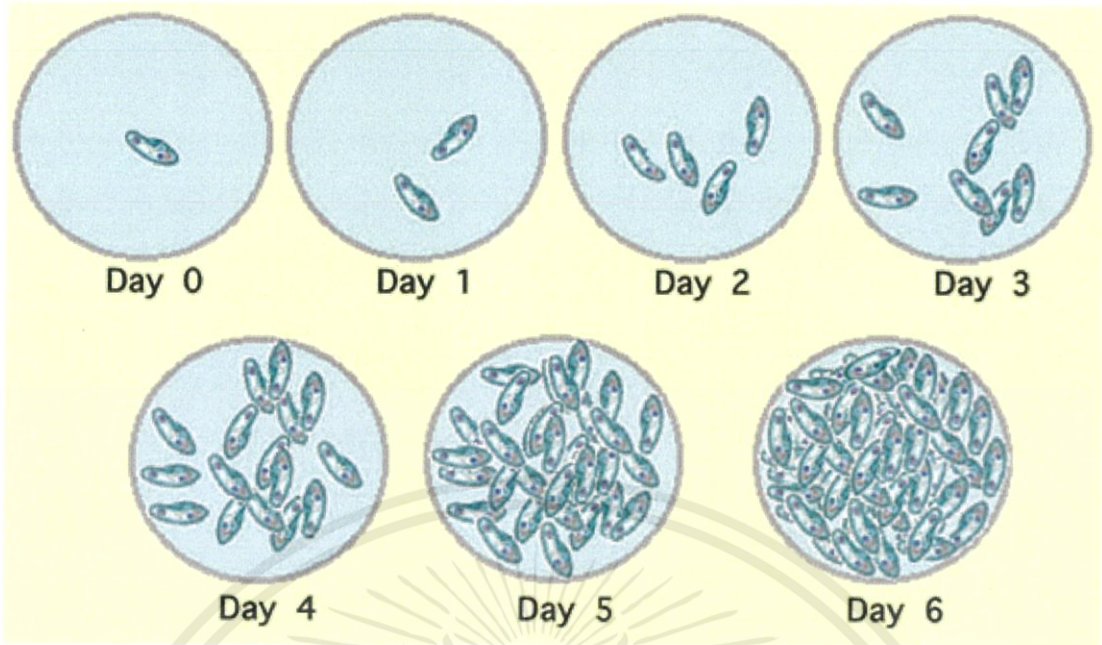
$$N(t) = 2^t N(0) \quad (2.1)$$

โดย  $t$  คือวันที่ต้องการ  
 $N(t)$  คือจำนวนของไมโทซิสในวันที่  $t$

ในด้านของประชากรมนุษย์ต้องคิดจากเปอร์เซ็นต์ของการเติบโตของจำนวนประชากรมนุษย์ในการคาดเดาจำนวนประชากรในอนาคต โดยสามารถคิดได้ดังนี้

$$N(t) = N(0)R^t \quad (2.2)$$

โดย  $t$  คือจำนวนปีต่อไป  
 $N(0)$  จำนวนประชากรตั้งต้น  
 $R$  อัตราการเจริญเติบโตของประชากร



รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนพารามีเซียมภายใน 6 วัน  
(อ้างอิงโดย <http://www.nature.com>)

## 2.2 Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines

โครงการพัฒนาระบบรถไฟที่ยิ่งใหญ่โครงการหนึ่งได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน มีโครงการรถไฟของจีนจำนวนมากที่เห็นอยู่ในปัจจุบันแสดงถึงศักยภาพของจีนในด้านการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานและการพัฒนาเศรษฐกิจภายในประเทศ เพราะนอกจากการสร้างเครือข่ายรถไฟจะช่วยให้อัตราการจ้างงานเพิ่มขึ้นระหว่างโครงการรถไฟกำลังดำเนินการก่อสร้างแล้ว ยังยังช่วยให้การเคลื่อนย้ายสินค้าและแรงงานภายในประเทศมีประสิทธิภาพขึ้นด้วยเมื่อโครงการแล้วเสร็จ เมื่อต้นทุนในการเดินทางและขนส่งราคาถูกลง การค้าภายในประเทศจึงขยายตัวและส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ

จีนได้เร่งปรับปรุงและพัฒนาระบบคมนาคมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นเพื่อก้าวให้ทันยุคโลกาภิวัตน์ที่ความรวดเร็วในการเคลื่อนย้ายแรงงาน ทุน และข้อมูล เป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ หลังจากความพยายามในการออกแผนนโยบายและมาตรการต่าง ๆ ปัจจุบัน รัฐบาลและวิสาหกิจจีนมีโครงการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะจำนวนมากทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ โดยเฉพาะโครงการรถไฟและรถไฟความเร็วสูง ซึ่งส่วนหนึ่งกำลังอยู่ระหว่างก่อสร้าง และอีกส่วนหนึ่งได้เปิดให้บริการแล้วและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของสาธารณะได้เป็นอย่างดี

ระบบรถไฟในประเทศจีนนั้นเป็นระบบของรถไฟระหว่างเมือง (Inter Railway Line) ถูกออกแบบเพื่อบริการผู้โดยสารระหว่างเมืองใหญ่ในหลายปีมานี้ โดยการจัดการด้วยระบบหมุนเวียนรถนั้นมีลักษณะคล้ายกับการเดินทางรถสาธารณะ เช่น รถเมล์ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ที่มีจำนวนมาก

ในจีนมีการศึกษาจากการหาการไหลเวียนของผู้โดยสาร (Passenger Flow) แต่ถูกใช้แค่ในเฉพาะระบบรถไฟปิด (Exiting Railway Lines) จึงมีการใช้หลักมุมมองแค่การคาดเดาถึงจำนวนผู้โดยสาร (Forecasted Passenger) ซึ่งมุ่งเน้นหาระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ (Train

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Service Plan) และปริมาณของการไหลเวียนของผู้โดยสาร ที่จะเป็นตัวเลขคงที่เพื่อใช้ประกอบในการตัดสินใจ

ในความเป็นจริงแล้วความหมายของแผนบริการรถไฟ จะบ่งบอกถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของการบริการและการไหลเวียนของผู้โดยสาร หรือในอีกนัยหนึ่งคือ ยิ่งคุณภาพของการบริการรถไฟดีเท่าไรก็จะยังสามารถดึงดูดผู้โดยสารมาใช้บริการมากเท่านั้น

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การศึกษาวิจัยแบบเก่านั้นไม่ได้สามารถออกแบบระบบแผนบริการรถไฟให้มีทั้งความสามารถในการรองรับคุณภาพและปริมาณผู้โดยสารได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับแผนบริการรถไฟระหว่างเมือง

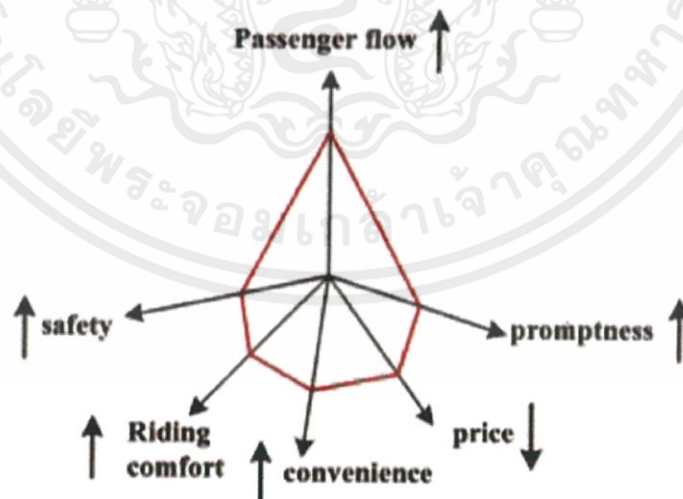
งานวิจัยจากทางจีนจึงพูดถึง Dynamic relationship between passenger flow และ Train Service Plan เพราะเพื่อปรับใช้ให้แผนการบริการรถไฟนั้นรองรับผู้โดยสารได้ดีขึ้น

### 2.2.1 คุณสมบัติของระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถ

ในมุมมองของผู้จัดตารางเดินรถไฟนั้น จะมีภาพรวมของ 2 อย่าง คือ แผนบริการรถไฟและตารางเวลารถไฟ โดยสิ่งที่กล่าวต่อไปนี้จะกล่าวแต่เพียงแผนบริการรถไฟอย่างเดียวเท่านั้น

กล่าวคือ คุณภาพของการบริการขนส่งนั้น จะมีถูกบ่งชี้ต่อไปนี้ คือ ความปลอดภัย (Safety) ความสะดวกสบายในการเดินทาง (Riding Comfort) ความเหมาะสมและสะดวกสบาย (Convenience) ราคาโดยสาร (Price) และความรวดเร็วในการให้บริการ (Promptness)

อนึ่ง ความสะดวกสบายในการเดินทาง (Riding Comfort) ถูกวัดได้จากความอดทนของผู้โดยสารต่อระดับปริมาณของฝูงชนเมื่อกำลังเดินทางบนรถไฟ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับอัตราส่วนของผู้ใช้บริการบนรถไฟต่อจำนวนที่นั่งบนรถไฟ ( Train Load Factor) ถัดมาคือ ความเหมาะสมและความสะดวกสบาย ขึ้นอยู่กับเวลาที่ผู้โดยสารรอ และความถี่จำนวนรถไฟที่ให้บริการ ถัดมาคือ ความสะดวกรวดเร็วของการเดินทาง โดยจะขึ้นอยู่กับความเร็วที่รถไฟให้บริการ

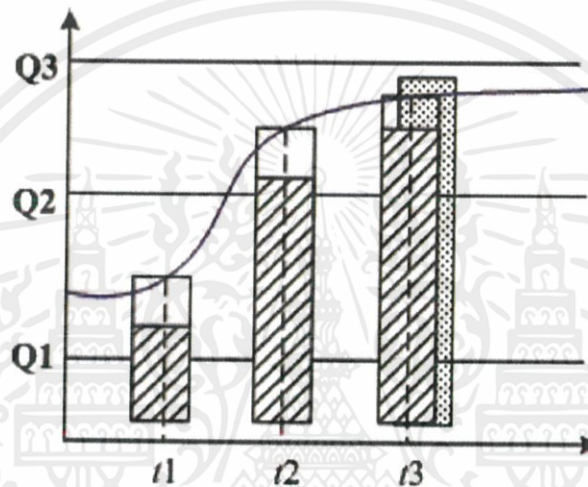


รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการไหลเวียนของผู้โดยสารและคุณสมบัติบริการขนส่ง

[Study on the Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines]

หากมีอัตราส่วนคุณสมบัติที่ได้กล่าวมานั้นแตกต่างกัน ผลลัพธ์คือจะได้รับการขนส่งที่แตกต่างกัน และจะมีอัตราการดึงดูดและสูญเสียผู้โดยสารที่แตกต่างกันด้วย หรืออีกนัยหนึ่งคือ ถ้ามีความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการนั่ง ความรวดเร็วในการให้บริการมากขึ้น และค่าใช้บริการลดลงก็จะมีผู้ใช้งานบริการรถไฟมากขึ้น โดยยังสามารถแบ่งออกมาให้อยู่ในรูปแบบสมการคณิตศาสตร์ได้

## 2.2.2 ความสัมพันธ์แบบพลวัตระหว่างการไหลเวียนของผู้โดยสารและระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ (The Dynamic relationship between Passenger Flow and Train Service Plan)



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์แบบพลวัตระหว่างการไหลเวียนของผู้โดยสารและระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ

[Study on the Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines]

เส้นกราฟโค้งดังรูปที่ 1.3 แสดงถึงการเติบโตของการไหลเวียนของผู้โดยสารในระยะเวลาที่ผ่านมา โดย  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  แสดงถึงจุดของช่วงเวลาที่แตกต่างกัน และ  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  นั้นแสดงถึงแผนการบริการรถไฟที่มีความจุที่รถไฟรองรับได้ต่างกัน (Train Capacity)

$Q_1$  นั้นระบุถึงปริมาณความจุผู้โดยสารที่รถไฟรองรับได้ น้อยกว่า จำนวนการไหลเวียนของผู้โดยสารที่คาดเดาไว้

$Q_2$  นั้นระบุถึงปริมาณความจุผู้โดยสารที่รถไฟรองรับได้ เท่ากับ จำนวนการไหลเวียนของผู้โดยสารที่คาดเดาไว้

$Q_3$  นั้นระบุถึงปริมาณความจุผู้โดยสารที่รถไฟรองรับได้ มากกว่า จำนวนการไหลเวียนของผู้โดยสารที่คาดเดาไว้ มี

ซึ่งปริมาณความจุผู้โดยสารนั้นคิดจาก จำนวนที่นั่งและประเภทของรถไฟ ซึ่งในกราฟแสดงถึงปริมาณความจุนี้ที่ต่างกันจึงทำให้เกิดคุณภาพของการเดินทางที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟ ส่วนที่แรเงานั้นคือจำนวนผู้โดยสารจริง และส่วนที่ไม่ได้แรเงาในกล่องคือจำนวนผู้โดยสารที่เสียไปจากการคาดเดาที่สูงกว่า โดย

กล่องแรก จะมีการจําจำนวนผู้โดยสารที่มากเกินไป

กล่องที่ 2 มีการจําจำนวนผู้โดยสารที่เท่ากับที่รับได้ หรืออาจเกินที่รับได้เพียงนิดหน่อย

กล่องที่ 3 มีการจําจำนวนผู้โดยสารที่ไม่ถึงขอบเขตเกณฑ์ที่รับได้

และใน  $t_1, t_2, t_3$  ก็จะแสดงถึงคุณภาพของรถไฟและคุณสมบัติที่ต่างกัน ทำให้เกิดรูปภาพดังกล่าวซึ่งมีทิศทางขึ้น ซึ่งหมายความอีกอย่างหนึ่งว่าสามารถดึงดูดผู้โดยสารได้มากขึ้นอีก

### 2.2.3 สมการที่เกี่ยวข้อง

จากทั้ง 5 ปัจจัยในข้อ 2.2.1 สามารถระบปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ คือ ความปลอดภัย ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ เนื่องจากสามารถมั่นใจได้ว่ารถไฟมีความปลอดภัยและมาตรการรับประกันแก่ผู้โดยสาร

การสร้างแผนบริการรถไฟจะเป็นไปค่อนข้างยาก จึงได้เลือกวิธีเกี่ยวกับทฤษฎีใน 2.2.2 เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการขนส่งรถไฟระหว่างเมือง

โดยในที่นี้จะคิดทุกอย่างจากการกำหนด คู่ของสถานีต้นทาง-ปลายทางขึ้นมาก่อน เนื่องจากสถานีต้นทาง-ปลายทางจะมีค่าต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน

เมื่อกำหนด  $k$  แทนด้วยคู่ต้นทาง - ปลายทางที่  $k$  ในคู่ต้นทาง - ปลายทางทั้งหมด ( $K$ ) และ  $i$  แทนด้วยชั้นของรถไฟที่  $i$  ในจำนวนชั้นรถไฟทั้งหมด ( $I$ ) จะได้สมการดังนี้

#### 2.2.3.1 สมการคำนวณความจุที่นั่งในเส้นทาง

$$Q_i^k = n_i f_i^k \quad (2.3)$$

$Q$  คือจำนวนความจุที่นั่งในเส้นทางของรถไฟชั้น  $i$  ในหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยจำนวนที่นั่ง / ชม.

$n$  คือจำนวนที่นั่งของรถไฟในชั้น  $i$

$f$  คือความถี่ของขบวนรถไฟในเส้นทางนั้น ๆ หน่วย ขบวน/ชั่วโมง

#### 2.2.3.2 สมการคำนวณตัวบ่งชี้ความสะดวกสบายของการเดินทาง

กำหนดให้ Riding Comfort หรือ  $Rc$  เป็นตัวบ่งชี้ความสะดวกสบายของการเดินทาง

$$Rc = TI(t)[\omega(x/Q)^{\theta}] \quad (2.4)$$

$TI(t)$  คือจำนวนเวลาที่ผู้ใช้บริการอยู่บนรถไฟ โดยรวมถึงระยะเวลาที่อยู่ในสถานีระหว่างทางด้วย โดยจะขึ้นอยู่กับความเร็ของรถไฟในแต่ละชั้น

$x$  คือจำนวนผู้โดยสารบนรถไฟใน 1 หน่วยเวลา

$Q$  คือความจุของที่นั่งคงที่

$x/Q$  คืออัตราส่วนของผู้โดยสารบนรถไฟต่อจำนวนที่นั่งของรถไฟใน 1 หน่วยเวลา (Train Load Factor)

โดยสมการนี้จะแสดงว่า ยิ่งผู้ใช้บริการใช้ระยะเวลาอยู่บนรถไฟมากก็จะทำให้ผู้ใช้บริการมีความสะดวกสบายน้อยลง และยิ่งอัตราส่วนของผู้โดยสารต่อจำนวนที่นั่งเยอะจะทำให้ผู้โดยสารต้องเบียดกันหรือยืน ทำให้ความสะดวกสบายลดลง

จึงสามารถคำนวณ Passenger Flow ได้ดังนี้

$$x_i^k = [1 - TI(t)_i^k / TI(t)_{max}^k \cdot \omega (x_i^k / Q_i^k)^\theta] \cdot h_i^k \quad (2.5)$$

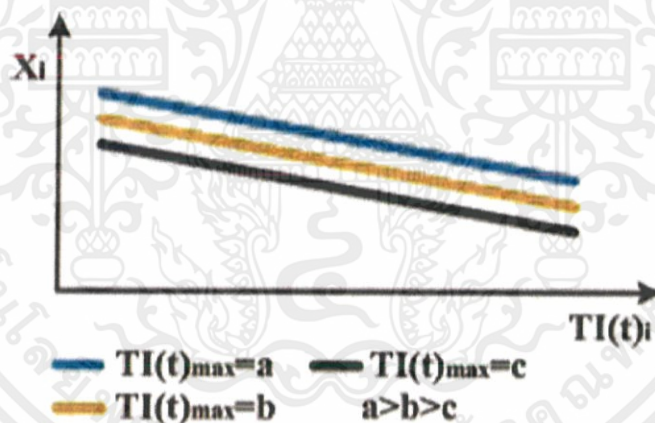
$TI(t)_i^k$  คือเวลาที่รถไฟใช้ในการให้บริการในรถไฟชั้น  $i$  นั้น ๆ

$TI(t)_{max}^k$  คือระยะเวลาการให้บริการที่นานที่สุดของทุกชั้นของรถไฟ

$h$  คือจำนวน Passenger Flow

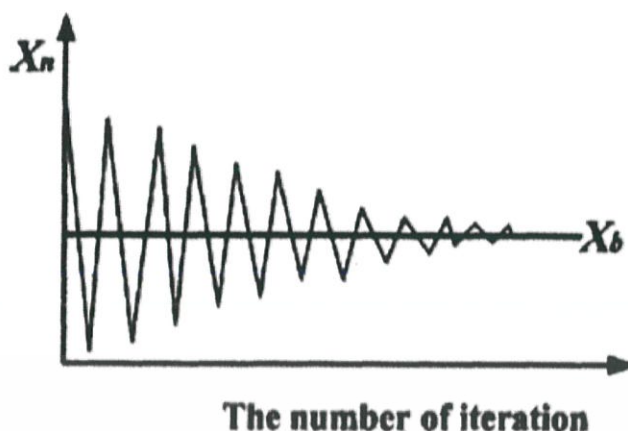
$\omega$  และ  $\theta$  เป็นค่าคงที่ทางสถิติ

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางกับ Passenger Flow



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ อัตราส่วนของผู้โดยสารบนรถไฟต่อจำนวนที่นั่งของรถไฟใน 1 หน่วยเวลา (Load Factor) กับ Passenger Flow

[Study on the Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines]



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ Passenger Flow หลายค่าที่จะเข้าสู่ Passenger Flow ค่าคงที่ค่าหนึ่ง

[Study on the Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines]

จากกราฟจะเห็นว่าอัตราส่วนของผู้โดยสารบนรถไฟต่อจำนวนที่นั่งของรถไฟใน 1 หน่วยเวลา กับจำนวนผู้โดยสารไม่คงที่ เนื่องจากมีปัจจัยด้านอื่น ๆ ทำให้ความต้องการใช้บริการของผู้โดยสารเพิ่มขึ้น/ลดลง โดยจะคิดได้จากสมการนี้

$$\Delta h_i^k = [(A/A')^\lambda - 1] \cdot h_i^k \quad (2.6)$$

โดย  $\Delta h$  เป็นอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้โดยสาร  $A$  เป็นระดับที่เพิ่มขึ้นของคุณภาพการให้บริการ  $A'$  คือ ระดับคุณภาพการให้บริการตั้งต้น  $\lambda$  คือ Gravity Parameter

## 2.2.4 การประยุกต์ในการออกแบบ Train Service Plan

กล่าวคือ การนำสมการข้างต้นถูกนำไปใช้และสามารถใช้ในทางปฏิบัติจริงได้อย่างไร

### 2.2.4.1 ขั้นตอนในการออกแบบ Service Plan สำหรับเส้นทางรถไฟข้ามเมือง

โดยปกติแล้วเส้นทางที่ถูกสร้างขึ้นจะมีจุดต้นทางและจุดปลายทาง การจะมีเส้นทางรถไฟข้ามเมืองได้นั้นบ่งบอกถึง จำนวนผู้ใช้บริการที่เยอะและเส้นทางสั้น ๆ ที่เชื่อมกันระหว่าง 2 เมือง ดังนั้น การหมุนเวียนรถไฟเพื่อมาใช้บริการอีกครั้งจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยจะบรรทุกชั่วโมง ๆ 1 หรือ 2 ชม. โดยขึ้นอยู่กับจำนวน Passenger Flow ที่คาดการณ์ไว้

จึงมี Operator เป็นตัวบ่งบอกถึงความถี่ของการใช้เส้นทาง ตำแหน่งของรถไฟ ระดับชั้นของรถไฟ ฯลฯ ที่แปลความหมายได้ว่าจะมีผลกับระดับของคุณภาพการบริการของรถไฟ

จากที่กล่าวมาในสมการที่ 2.3 เห็นชัดได้ว่า Train Service Plan ที่ยิ่งมากยิ่งมีผลกับจำนวนผู้โดยสารทำให้ Operator เหล่านี้ได้รับรายได้มากขึ้น และยังมีผู้โดยสารใช้บริการรถไฟชั้นสูง ๆ แล้ว ก็ยิ่งได้รับรายได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงเป็นที่มาของสมการว่าด้วยวิธีหากำไรสู่หน่วยงานของรถไฟให้ได้มากที่สุดเมื่อจำนวนผู้โดยสารต่อหน่วยเวลาเป็น  $x$  และความถี่ในการให้บริการเป็น  $f$  ( $MaxC_o(x, f)$ ) และค่าใช้จ่ายของผู้โดยสารน้อยที่สุดเมื่อจำนวนผู้โดยสารต่อหน่วยเวลาเป็น  $x$  และความถี่ในการให้บริการเป็น  $f$  ( $Min \sum_x c_p(x, f)$ ) ดังสมการที่ 2.7 และ 2.8 ตามลำดับ

$$MaxC_o(x, f) = \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} P_i^k x_i^k - \left( \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} C_{1i}^k f_i^k + \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} C_{2i}^k D_i^k f_i^k + \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} C_{3i}^k R_i^k f_i^k \right) \quad (2.7)$$

$$Min \sum_x c_p(x, f) = P_i^k + a_1 TI(t)_i^k + a_2 TO(t)_i^k + a_3 Rc(x, f)_i^k \quad (2.8)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} f_i^k \leq L_{max}^k \quad (2.9)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} \sum_j f_i^k v_j^k \leq N_{max}^k \quad (2.10)$$

โดย

$P$  คือ ค่าตัวโดยสารเฉลี่ย

$C_{1i}$  คือ ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อรถไฟ

$C_{2i}$  คือ ระยะทางที่ขึ้นกับตัวแปรค่าใช้จ่าย

$C_{3i}$  คือ เวลาที่ขึ้นกับตัวแปรค่าใช้จ่าย

$D$  คือ ระยะทางที่รถไฟเดินทาง

$R$  คือ เวลาที่รถไฟเดินทาง

$L_{max}$  คือ จำนวนรถไฟที่วิ่งมากที่สุดในช่วงเส้นทางที่ถูกจำกัดไว้ในช่วงเวลาใดๆ

$v_{max}$  คือ จำนวนชั่วโมงในทุก ๆ ช่วงเวลาของ 1 วันที่ให้บริการ เช่น 3 ชม. เร่งด่วนในทุกเช้า

$N_{max}$  คือ จำนวนรถไฟที่จำกัด

$a_1, a_2, a_3$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลา

ในสมการที่ 2.8 นั้นคือสมการค่าใช้จ่ายของผู้โดยสาร ที่ประกอบไปด้วย 4 ปัจจัย

1) ค่าตัวโดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) เวลาที่ใช้เดินทางบนรถไฟ ซึ่งจะเท่ากับเวลาที่รถไฟใช้เดินทางกับและช่วงเวลาที่อยู่ในสถานี (Dwell Time)
- 3) เวลาเดินทางที่ใช้บนนอกรถไฟ  $TO(t)$  เช่น เวลาการเดินทางเข้าสู่ชานชาลา เวลาที่ใช้ในการรอรถไฟ การผลัดเปลี่ยนขบวน การเดินทางออกขบวน
- 4) Riding Comfort ดังสมการที่ 2.4 และสมการที่ 2.9 และ 2.10 ระบุถึงขอบเขตความจุที่รับได้

## 2.3 การคำนวณของแผนบริการรถไฟ

### 2.3.1 การกำหนดตั้งตัวแปร

โดยปกติแล้วในแต่ละวันมักจะมีชั่วโมงเร่งด่วน (Peak) และชั่วโมงไม่เร่งด่วน (Off-peak) โดยจะคำนวณทั้ง 2 เคสนี้ โดยในให้ค่าเริ่มต้นมาตามนี้

TABLE I. DIFFERENT TRAIN SERVICE PLANS

	Off-peak hour		
	<i>Plan 1</i>	<i>Plan 2</i>	<i>Plan 3</i>
Hourly service frequencies	3	4	5
Hourly seating capacity	2700	3600	4500
Hourly forecasted passenger flow	2859	2859	2859
Designed train load factor	106%	79%	64%
Peak hour			
<i>Plan 1</i>	<i>Plan 2</i>	<i>Plan 3</i>	<i>Plan 4</i>
7	8	9	10
6300	7200	8100	9000
7991	7991	7991	7991
127%	111%	99%	89%

Source: Report of preliminary design of transport for Beijing-Tianjin intercity railway line, passenger flow is forecasted for year 2020.

รูปที่ 2.6 ตารางแสดงค่าเริ่มต้นของตัวแปร 7 ตัวในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนและไม่เร่งด่วน  
[Study on the Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines]

โดยจะมีจำนวนที่นั่งจำนวน 900 ที่นั่ง จะเห็นได้ว่า Riding Comfort จะมีผลกับผู้โดยสาร ซึ่งถ้าอยู่ระดับนี้จะอยู่ในระดับที่ไม่แออัด จึงเป็นผลทำให้ตัวแปรตามค่าสถิติอย่าง  $\omega$  และ  $\theta$  ในช่วง ชั่วโมงไม่เร่งด่วนและชั่วโมงเร่งด่วนจึงมีค่าต่างกัน โดยช่วงชั่วโมงเร่งด่วน ตัวแปร  $\omega$  จะเท่ากับ 0.075 และตัวแปร  $\theta$  เท่ากับ 4 และช่วงเร่งด่วน ตัวแปร  $\omega$  จะเท่ากับ 0.025 และ  $\theta$  เท่ากับ 8

ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาอย่าง  $a_1, a_2$  และ  $a_3$  จะมี  $a_1 = a_3 = 8.31$  หยวนต่อชั่วโมง และ  $a_2 = 24.94$  หยวนต่อชั่วโมง

ตัวแปร  $\lambda = 0.20$

ตัวแปรเกี่ยวกับราคา เช่น

ค่าตัวเฉลี่ย  $P = 64$  หยวน

ราคาคงที่ต่อรถไฟ  $C_1 = 5369.04$  หยวน

ราคาคงที่ต่อระยะทาง  $C_2 = 106.473$  หยวนต่อกิโลเมตร

ราคาคงที่ต่อเวลา  $C_3 = 973.884$  หยวนต่อชั่วโมง

และระยะทางระหว่าง Beijing กับ Tianjin คือ 118.15 กิโลเมตร



### 2.3.2. การนำมาคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์

เมื่อนำมาคำนวณผ่านสมการและโมเดลผ่านคอมพิวเตอร์

TABLE II. COMPUTATIONAL RESULTS

	Off-peak hour		
	<i>Plan 1</i>	<i>Plan 2</i>	<i>Plan 3</i>
Hourly service frequencies/ seating capacity	3/2700	4/3600	5/4500
Hourly attracted passenger flow	2657	2782+132 (2914)	2825+114 (2939)
Train load factor	98%	81%	65%
Profits of operator (Yuan)	114740.69	112752.92	95917.16
Cost of every passenger (Yuan)	76.97	74.61	73.24
Integrated profits when $\omega=0.8$	73838.83	69270.21	52866.69
Peak hour			
<i>Plan 1</i>	<i>Plan 2</i>	<i>Plan 3</i>	<i>Plan 4</i>
7/6300	8/7200	9/8100	10/9000
7323	7662+200 (7862)	7836+168 (8004)	7919+152 (8071)
116%	109%	99%	90%
339621.62	355681.85	346334.08	332186.31
72.34	71.61	71.06	70.72
233672.46	243082.29	232581.23	218030.09

รูปที่ 2.7 ตารางผลลัพธ์เมื่อผ่านการคำนวณจากสมการและโมเดล

[Study on the Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines]

โดยจะพิจารณาผลลัพธ์โดยเลือกจากแผนที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ทำให้เกิดค่ามากที่สุด ระบบจะทำการเลือกแผนการเดินทางจากผลลัพธ์ของแถวสุดท้าย และถ้าหากผลลัพธ์แถวสุดท้ายมีค่าเท่ากัน ระบบก็จะเลือกพารามิเตอร์อื่นๆ มาใช้ในการตัดสินใจ

ทำให้สรุปผลได้ว่า แผนการบริการรถไฟแผนที่หนึ่ง (Plan 1) ช่วงชั่วโมงไม่เร่งด่วนและแผนการบริการรถไฟแผนที่สอง (Plan 2) ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน จะดีกว่าในช่วงเวลาอื่นๆ จึงเป็นผลลัพธ์ที่จะแสดงผลเป็นคำแนะนำให้แก่ผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน

## 2.4 เว็บแอปพลิเคชัน

### 2.4.1 REST (Representational State Transfer)

เป็นแนวทางการสร้าง Web Service แบบเรียบง่ายโดยมีการเรียกใช้ผ่านทาง HTTP Method GET/POST/PUT/DELETE และส่งข้อมูลกลับออกมาในรูปแบบ XML ทำให้มีปริมาณการรับส่งข้อมูลที่น้อยกว่า SOAP อยู่มาก

### 2.4.2 HTTP (Hypertext Transfer Protocol)

เป็นกลไกหรือโพรโตคอลหลักที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์ของเว็ลด์ไวด์เว็บ โดยถูกออกแบบมาให้มีความกะทัดรัด สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีกระบวนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และมีคำสั่งที่ใช้งานไม่มากนัก แต่สามารถรองรับข้อมูลได้ทุกแบบ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทั่วไปที่เข้ารหัสแบบ MIME หรือข้อมูลที่เป็นกราฟิก

หลักการงานทั่ว ๆ ไปของ HTTP คือ จะแบบการทำงานออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านเว็บเซิร์ฟเวอร์ และด้านไคลเอนต์ โดยไคลเอนต์จะติดต่อเข้ามายังเซิร์ฟเวอร์โดยใช้โปรแกรมบราวเซอร์และอ้างถึงแอดเดรสของเซิร์ฟเวอร์โดยใช้รูปแบบของ URL ส่วนด้านเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลกลับมาในรูปแบบที่เป็น HTML โดยที่โพรโตคอล HTTP ใช้วิธีการเข้ารหัสในแบบ MIME เป็นมาตรฐานของการทำงาน

โครงสร้างข้อมูลของ HTTP จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนเฮดเดอร์ หรือเรียกว่า metadata จะเป็นส่วนเก็บข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ภายในโพรโตคอล ส่วนที่สองเป็นส่วนข้อมูลจริงที่ต้องการรับส่ง ทั้งนี้ HTTP ถูกออกแบบมาให้สามารถรับส่งข้อมูลผ่าน Proxy หรือ Firewall ต่าง ๆ ได้ โดยการทำงาน HTTP จะอาศัยโพรโตคอลพื้นฐาน TCP/IP ซึ่งทั่วไปจะใช้หมายเลขพอร์ตที่ 80

โพรโตคอล HTTP ในปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมาเป็นเวอร์ชัน 1.1 (จากเดิมคือ เวอร์ชัน 1.0) ซึ่งโปรแกรมบราวเซอร์ที่แพร่หลายทั่วไปนั้นจะสามารถรองรับโพรโตคอลในเวอร์ชันใหม่นี้ได้ และได้กำหนดไว้เป็นมาตรฐานใน RFC2068 แล้ว โดยใน HTTP เวอร์ชัน 1.1 นี้ได้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น และปรับปรุงในด้านต่าง ๆ ที่ทำให้ความสามารถมากขึ้น

### 2.4.3 HTML

ภาษาหลักที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ โดยใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผล HTML ย่อมาจากคำว่า Hypertext Markup Language โดย Hypertext หมายถึง ข้อความที่เชื่อมต่อกันผ่านลิงก์ (Hyperlink) Markup language หมายถึงภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลสิ่งต่าง ๆ ที่แสดงอยู่บนเว็บเพจ ดังนั้น HTML จึงหมายถึง ภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลเว็บเพจที่ต่างก็เชื่อมถึงกันใน Hyperspace ผ่าน Hyperlink นั่นเอง

ความเป็นมาของ HTML เริ่มขึ้นเมื่อปี 1980 เมื่อ Tim Berners Lee เสนอต้นแบบสำหรับนักวิจัยใน CERN เพื่อแลกเปลี่ยนเอกสาร ข้อมูลด้านการวิจัย โดยใช้ชื่อว่า Enquire ในปี 1990 เค้าได้เขียนโปรแกรมเบราเซอร์ และทดลองรันบนเซิร์ฟเวอร์ที่เค้าพัฒนาขึ้น HTML ได้รับการรู้จักจาก HTML Tag ซึ่งมีอยู่ 18 Tag ในปี 1991

HTML ถูกพัฒนาจาก SGML และ Tim ก็คิดเสมือนว่า HTML เป็นโปรแกรมย่อยของ SGML อยู่ในตอนนั้น ต่อมาในปี 1996 เพื่อกำหนดมาตรฐานให้ตรงกัน W3C World Wide Web Consortium จึงเป็นผู้กำหนดสเปคทั้งหมดของ HTML และปี 1999 HTML 4.01 ก็ถือกำเนิดขึ้น โดยมี HTML 5 ซึ่งเป็น Web Hypertext Application ถูกพัฒนาต่อมาในปี 2004 นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาไปเป็น XHTML ซึ่ง คือ Extended HTML ซึ่งมีความสามารถและมาตรฐานที่รัดกุมกว่าอีกด้วย โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของ W3C (World Wide Web Consortium)

#### 2.4.4 JavaScript

เป็นภาษาสคริปต์ ที่มีลักษณะการเขียนแบบโปรโตไทป์ (Prototyped-based Programming) ส่วนมากใช้ในหน้าเว็บเพื่อประมวลผลข้อมูลที่ฝั่งของผู้ใช้งาน แต่ก็ยังมีใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการเขียนสคริปต์โดยฝั่งอยู่ในโปรแกรมอื่น ๆ

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator 2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript สามารถทำให้ การสร้างเว็บเพจ มีลูกเล่นต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันสมัย เช่น การใช้เมาส์คลิก หรือ การกรอกข้อความในฟอร์ม เป็นต้น

เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาเปิด ที่ใครก็สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ECMA การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน ซึ่งปัจจุบันบราวเซอร์เกือบทั้งหมดก็สนับสนุน JavaScript แล้ว อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ต้องระวังคือ JavaScript มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชันใหม่ ๆ ออกมาด้วย ดังนั้นถ้าหน้าโค้ดของเวอร์ชันใหม่ ไปรันบนบราวเซอร์รุ่นเก่าที่ยังไม่สนับสนุน ก็อาจจะทำให้เกิด error ได้

#### 2.4.5 PostgreSQL

PostgreSQL คือ ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์ (Object-Relational Database Management System หรือ ORDBMS) ซึ่งมีต้นแบบระบบฐานข้อมูล POSTGRES 4.2 ของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย วิทยาลัยเขตเบอร์keley (UC Berkeley) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1977 ภายใต้การควบคุมการวิจัยโดย Professor Michael Stonebraker ซึ่งต้นแบบของ Ingres ได้นำไปปรับปรุงเป็นเชิงพาณิชย์โดย Relational Technologies/Ingres Corporation (ปัจจุบันเป็นผลิตภัณฑ์ของ Computer Associates ภายใต้ชื่อ CA-Ingres II)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 Professor Michael Stonebraker เล็งเห็นว่าระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ในขณะนั้น ไม่เพียงพอในการรองรับระบบงานด้านฐานข้อมูลที่ซับซ้อนในอนาคตได้ ซึ่งต้องการความสามารถพิเศษเพิ่มเติมแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ ๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) ต้องการองค์ความรู้ และสถาปัตยกรรมโครงสร้างใหม่ในการจัดการฐานข้อมูลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2) ระบบจัดการฐานความรู้ (Knowledge-Based Management System) เป็น โครงสร้างใหม่เพื่อสร้างฐานความรู้ ซึ่งเห็นได้ทั่วไปในการจัดการกฎเกณฑ์และข้อกำหนดทางธุรกิจ (Business Rules and Policy) องค์ความรู้ใหม่ที่นำมาเพิ่มเติมลงในระบบฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการ สนับสนุนความสามารถดังกล่าว ได้แก่ Database Constraints, Triggers, Rules และ Transaction Integrity เป็นต้น

3) ระบบจัดการวัตถุ (Object Management System) เป็นโมเดลใหม่ที่จำเป็นต้อง ขยายต่อเพื่อช่วยเสริมให้ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์สามารถรองรับระบบงานที่ต้องการประเภท ข้อมูล (Data Type) และ โมเดลเชิงวัตถุ (Object-Oriented Model) ระบบงานที่ต้องการใช้โมเดล เชิงวัตถุและระบบจัดการฐานข้อมูล ได้แก่ งานประเภท CAD-CAM หรือ Multimedia เป็นต้น องค์ ความรู้ที่นำมาเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการสนับสนุนความสามารถดังกล่าว ได้แก่ Inheritance, User- Defined Data Types และ Functions เป็นต้น

แนวความคิดต่าง ๆ เหล่านี้ถูกนำมาวิจัยและตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการต่างๆ เป็นจำนวน มากในปี ค.ศ. 1986 ซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันก็ได้รับแนวความคิดเหล่านี้ นำมาใช้เช่นกัน

#### 2.4.6 Docker

เป็น Engine ตัวหนึ่งที่มีแนวคิดในการจำลองสภาพแวดล้อมขึ้นมาในเครื่องสำหรับรัน Service คล้าย ๆ กับ Virtual Machine อย่าง VirtualBox หรือ VMWare แต่หลักการทำงานและจุดประสงค์ ต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยสิ่งที่ Docker จำลองขึ้นมาจะเรียกกันว่า Container แล้วใส่ระบบเข้าไปใน Container เพื่อให้ไม่ว่าระบบจะไปทำงานที่ไหนก็จะมีสภาพแวดล้อมเหมือนเดิมเสมอ

#### 2.4.7 Python

Python คือชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่งที่มีความสามารถสูงไม่แพ้ภาษาอื่น ๆ ที่มีอยู่ในตอนนี้ Python นั้นเป็นภาษาที่ Open Source ทำให้ทุกคนสามารถที่จะนำ Python มา พัฒนาโปรแกรมได้ฟรีๆ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และความเป็น Open Source ทำให้มีคนเข้ามา ช่วยกันพัฒนาให้ Python มีความสามารถสูงขึ้น และใช้งานได้ครบครันกับทุกลักษณะงาน

Python ถูกสร้างขึ้นมาจาก Guido Van Rossum โค้ดของ Python ถูกสร้างขึ้นมาจาก ภาษาซี การประมวลผลจะทำในแบบอินเทอร์พรีเตอร์ คือจะประมวลผลไปทีละบรรทัดและปฏิบัติ ตามคำสั่งที่ได้รับ Python เวอร์ชันแรกคือ เวอร์ชัน 0.9.0 ออกมาเมื่อปี พ.ศ. 2533 และเวอร์ชัน ปัจจุบันคือ 2.5.2 ออกเมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 และได้มีการพัฒนา Python ในรุ่นที่ 3 คือ Python 3000 หรือ Py3k โดยจะมีการปรับปรุงใหม่เกือบหมด และตอนนี้อยู่ในระหว่างการทดลอง อยู่

ภาษา Python สนับสนุนแนวแบบคิดออบเจกต์โอเรียนเทด หรือ OOP (Object Oriented Programming) และเป็นภาษาแบบอินเตอร์พรีเตอร์ (Interpreter) ที่เรียนรู้ได้ง่ายและเขียนได้อย่าง รวดเร็ว มีไลบรารีรองรับจำนวนมากมาย โดยสามารถใช้พัฒนาเว็บและโปรแกรมได้และมีความ

ปลอดภัยสูง หลาย ๆ บริษัทและองค์กรวิจัยวิทยาศาสตร์ทั่วโลกได้ใช้ภาษานี้ในการเขียนโปรแกรม วิเคราะห์ข้อมูล เช่น Google, NASA, Yahoo!, Red Hat เป็นต้น

Python มี Built-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ ใน Python ประกอบด้วย ลิสต์, ดิกชันนารี, สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

## 2.4.8 Django

Django Framework เป็นชุดเครื่องมือ Framework สำหรับ การพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา Python ซึ่งความเป็นจริงแล้วทุกวันนี้มี Framework สำหรับการเขียนเว็บไซต์ด้วยภาษา Python ค่อนข้างเยอะ ซึ่ง Django Framework ก็เป็นหนึ่งใน Framework สำหรับการพัฒนาเว็บไซต์ และทำเว็บไซต์ด้วยภาษา Python ด้วยเช่นกัน โดยปัจจุบันภาษา Python นั้นค่อนข้างได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในต่างประเทศ และในเมืองไทย

Django คือ open source web framework ตัวหนึ่งที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายและเขียนด้วย Python

### 2.4.8.1 Framework

Framework คือตัวช่วยในการสร้าง websites ที่ทำให้การทำงานของ การสร้างเว็บแอปพลิเคชันง่ายขึ้นและสะดวกขึ้น ตัวอย่างเช่น ระบบ authentication ในการ signup และ sign-in รวมถึงการจัดการ form บน website หรือแม้กระทั่งการโหลดไฟล์ก็ตาม

ทำให้ปัญหาเดิม ๆ ที่ต้องเผชิญเวลาสร้าง websites ใหม่ ๆ มีน้อยลงด้วยการใช้ของสำเร็จที่ Django เขาสร้างมาเรียบร้อยแล้ว

### 2.4.8.2 คุณสมบัติของ Django Framework

1. Object-relational mapper คือ การกำหนด Data Model ในภาษา Python เพื่อการทำงานด้านข้อมูล และสนับสนุน dynamic database-access API
2. Automatic admin interface คือ ส่วนของการสร้าง Interface อัตโนมัติสำหรับการ add, edit, delete และ search ด้วย Django Framework
3. Elegant URL design คือ การทำให้ URL มีความสวยงาม สั้น กระชับ และสื่อความหมายของหน้านั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน เหมาะสมกับการทำ SEO ในปัจจุบัน
4. Template system คือ Django นั้นมีการออกแบบ Template Language เพื่อการเขียนแยกส่วนระหว่าง Design และ Business Logic
5. Cache system คือ ส่วนของการบันทึก หรือจัดการข้อมูลที่มีการดาวน์โหลดไปแล้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเว็บไซต์ด้านความเร็ว และด้านอื่น ๆ
6. Internationalization คือ Django สนับสนุนแอปพลิเคชัน ที่มีความหลากหลายด้านภาษาในการแสดงผล

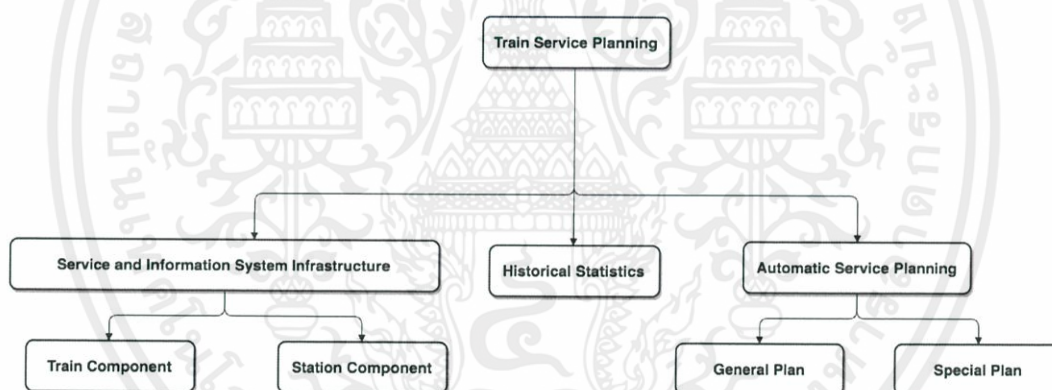
## การออกแบบและพัฒนาแบบระบบวางแผนการให้บริการเดินรถ

### 3.1 การออกแบบโครงสร้างของแผนการบริการรถไฟ

ผู้พัฒนาได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและหลักการคำนวณหาอัตราปริมาณผู้โดยสารที่สามารถรองรับได้ และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดจากรถไฟ เพื่อนำไปสู่การหาแผนบริการรถไฟที่ดีที่สุดแก่การจัดการรถไฟในประเทศไทยในอนาคต

โดยระบบที่ได้ออกแบบนั้น เป็นระบบซอฟต์แวร์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบย่อย ได้แก่

1. ระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงนโยบาย  
(Service and Information System Infrastructure)
2. ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต (Historical Statistic)
3. ระบบการสร้างแผนการเดินรถอัตโนมัติ (Automatic Service Planning)



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบที่ได้ออกแบบทั้งหมด

### 3.2 ระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงนโยบาย (Service and Information System Infrastructure)

ระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงนโยบายจะเป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการรถไฟและสถานีลงในฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ต่อในระบบสร้างแผนการเดินรถ โดยข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วย

### 3.2.1 ระบบจัดเก็บข้อมูลรถไฟ (Train Component)

ระบบจะสามารถจัดเก็บข้อมูลรถไฟ (Train) โดยสามารถระบุชนิดของขบวนรถไฟ (Service Type) และเลขทะเบียนของรถไฟ (Serial) นอกจากนี้ระบบสามารถจัดเก็บตู้โดยสาร (Car) บวกประเภทที่นั่ง (Seat Type) ของตู้โดยสารและจำนวนที่นั่งของตู้โดยสารได้

นอกจากนี้ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลตู้โดยสารที่เชื่อมต่ออยู่กับรถไฟนั้น ๆ ได้ (Train Set) เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลไปคำนวณเพื่อหาแผนการเดินทางที่มีประสิทธิภาพได้

### 3.2.2 ระบบจัดเก็บข้อมูลสถานีรถไฟ (Station Component)

ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลเส้นทางการเดินทาง โดยจะแบ่งเป็น 2 ข้อมูลดังนี้ สถานีรถไฟ (Station) และเส้นทางการเดินทาง (Line)

ข้อมูลสถานีรถไฟประกอบไปด้วยชื่อสถานีรถไฟ และประเภทของสถานีรถไฟ ข้อมูลเส้นทางการเดินทางประกอบไปด้วย ชื่อสายเส้นทางการเดินทาง สถานีรถไฟ ลำดับที่อยู่ของสถานีรถไฟ ระยะห่างของสถานีรถไฟนั้น ๆ กับสถานีต้นทาง ระยะเวลาเดินทางที่ใช้ในแต่ละชนิดของขบวนรถไฟ ระหว่างสถานีรถไฟนั้น ๆ กับสถานีต้นทาง

### 3.3 ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต (Historical Statistic)

ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต เป็นระบบที่จัดการเกี่ยวกับข้อมูลของการใช้บริการของผู้โดยสารที่เก็บรักษาข้อมูลมาเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยจะจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบจำนวนผู้โดยสารต่อชั่วโมงต่อคู่ของสถานีต้นทาง - ปลายทาง ชนิดของขบวนรถไฟ ประเภทที่นั่งและราคาที่ใช้บริการ เพื่อใช้เข้าไปคำนวณเพื่อหาแผนการให้บริการเดินทางที่ดีที่สุด ระบบคาดการณ์จำนวนผู้โดยสารในอนาคตยังมีข้อมูลในอดีตมากเท่าไรก็จะสามารถทำให้ระบบทำงานได้ดีมากขึ้นเท่านั้น

### 3.4 ระบบการสร้างแผนการเดินทางอัตโนมัติ (Automatic Service Planning)

ระบบการสร้างแผนการเดินทางอัตโนมัติ คือระบบที่สร้างขึ้นเพื่อแนะนำผลลัพธ์ของแผนการดำเนินรถที่ดีที่สุดที่ผ่านการคำนวณทางคณิตศาสตร์และอัลกอริทึมที่เคยได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้ว โดยตัวแปรที่จะใช้มาคำนวณในสมการนั้นจะเป็นตัวแปรที่ได้รับจากการป้อนมาในฐานะข้อมูล คือจากระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงนโยบาย และระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต เพื่อมาคำนวณและหาแผนการเดินทางที่จะต้องใช้งานแผนในปัจจุบัน นำมาแสดงผลกับผู้ใช้

ระบบสามารถสร้างแผนการเดินทางอัตโนมัติได้สองแบบคือ

#### 3.4.1 แผนการเดินทางแบบธรรมดา (Normal Plan)

ระบบจะใช้ข้อมูลจากระบบจัดเก็บข้อมูลเชิงนโยบาย และระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีตเพื่อจัดทำแผนการเดินทางของวันจันทร์-วันศุกร์ (Weekdays) และวันเสาร์-วันอาทิตย์ (Holidays) ในแต่ละชนิดการให้บริการเดินทางเพื่อให้ผู้จัดตารางการเดินทางสามารถวางแผนการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพคืออยู่บนความพึงพอใจของผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ

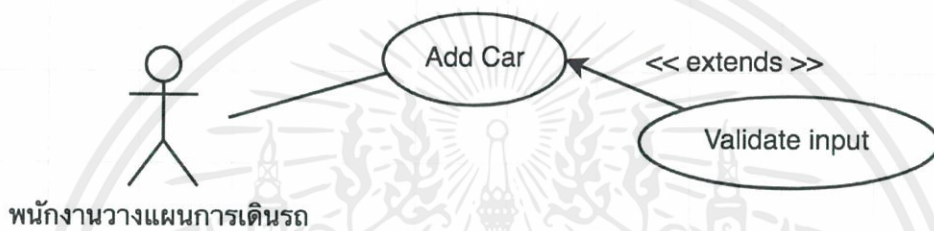
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 แผนการเดินทางแบบพิเศษ (Special Plan)

เนื่องจากประเทศไทยมีวันหยุดที่ไม่แน่นอน จึงไม่สามารถคาดการณ์จำนวนผู้โดยสารที่จะมาใช้บริการในช่วงวันหยุดได้แน่นอน ระบบจึงจัดทำขึ้นให้ผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูลราคาตั๋วเฉลี่ยจำนวนผู้ให้บริการแต่ละชนิดของขบวนรถไฟและประเภทของที่นั่ง เพื่อที่นำไปคำนวณหาแผนการเดินทางที่มีประสิทธิภาพได้

## 3.5 Use Case Diagram

### 3.5.1 ระบบเพิ่มตู้โดยสาร



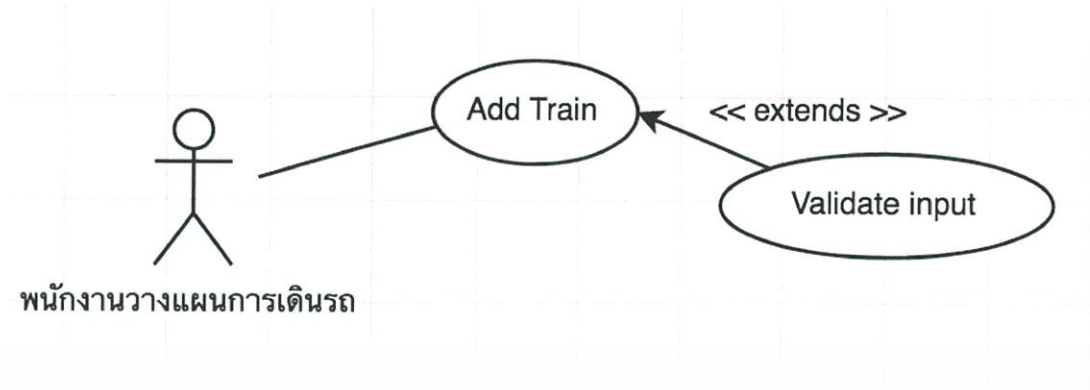
รูปที่ 3.2 ระบบเพิ่มตู้โดยสาร

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียด Use Case ของระบบเพิ่มตู้โดยสาร

Use Case ID:	1
Use Case Name:	ระบบเพิ่มตู้โดยสาร
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินทาง
Description:	ผู้ใช้สามารถนำเข้าข้อมูลเชิงนโยบายคือตู้โดยสารและบันทึกลงไป ฐานข้อมูลได้
Trigger:	ผู้ใช้กดเลือก เมนูเพิ่มตู้โดยสาร
Pre-conditions:	-
Post-conditions:	ข้อมูลตู้โดยสารถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้กดเลือกเมนูเพิ่มตู้โดยสาร</li> <li>2. ผู้ใช้กรอกข้อมูลตู้โดยสาร</li> <li>4. ผู้ใช้กดตกลง</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.5.2 ระบบเพิ่มรถไฟ

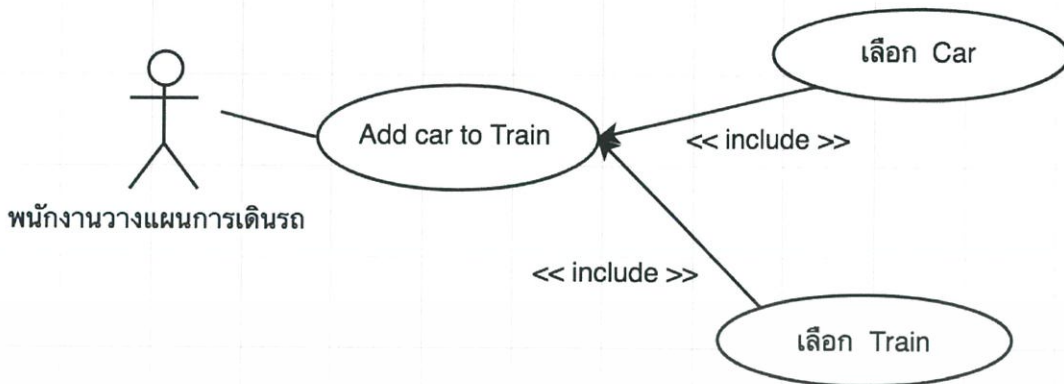


รูปที่ 3.3 ระบบเพิ่มรถไฟ

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มรถไฟ

Use Case ID:	2
Use Case Name:	ระบบเพิ่มรถไฟ
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินทาง
Description:	ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลเชิงนโยบายคือรถไฟและบันทึกลงในฐานข้อมูลได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดเลือก เมนูเพิ่มรถไฟ
Pre-conditions:	-
Post-conditions:	ข้อมูลรถไฟถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูล
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้กดเลือกเมนูเพิ่มรถไฟ</li> <li>2. ผู้ใช้กรอกข้อมูลรถไฟ</li> <li>3. ผู้ใช้กดตกลง</li> </ol>

3.5.3 ระบบเพิ่มตู้โดยสารลงในขบวนรถไฟ

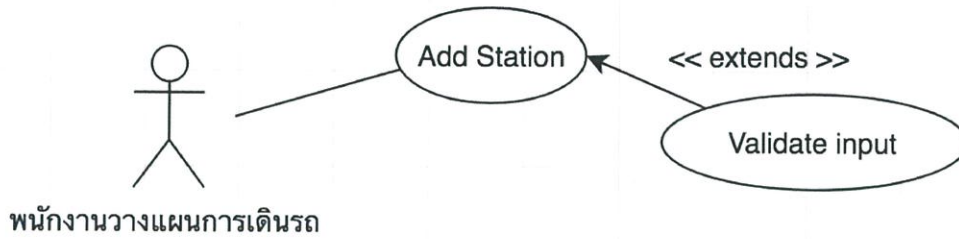


รูปที่ 3.4 ระบบเพิ่มตู้โดยสารลงในรถไฟ

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มตู้โดยสารลงในขบวนรถไฟ

Use Case ID:	3
Use Case Name:	ระบบเพิ่มตู้โดยสารลงในรถไฟ
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินทาง
Description:	ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มตู้โดยสารลงในขบวนรถไฟได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนู เพิ่มตู้โดยสารลงในขบวนรถไฟ
Pre-conditions:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องมีข้อมูลตู้โดยสาร</li> <li>2. ต้องมีข้อมูลขบวนรถไฟ</li> </ol>
Post-conditions:	ตู้โดยสารถูกเพิ่มเข้าไปในขบวนรถไฟและบันทึกลงในฐานข้อมูล
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มตู้โดยสารลงในขบวนรถไฟ</li> <li>2. ผู้ใช้งานเลือกตู้โดยสาร</li> <li>3. ผู้ใช้งานเลือกขบวนรถไฟ</li> <li>4. ผู้ใช้งานกดตกลง</li> </ol>
Exceptions:	ไม่มีข้อมูลตู้โดยสารหรือขบวนรถไฟอยู่ในระบบ

### 3.5.4 ระบบเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟ

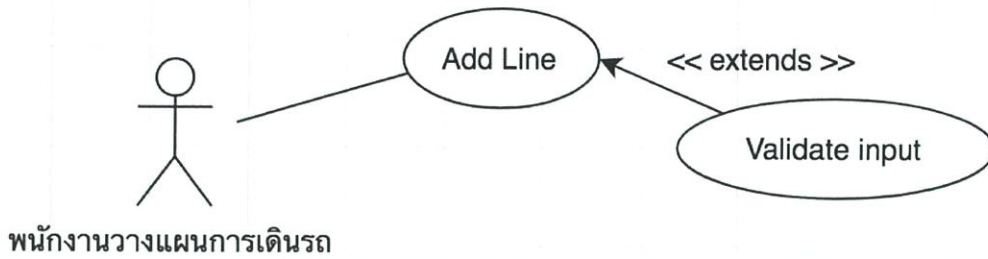


รูปที่ 3.5 ระบบเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟ

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟ

Use Case ID:	4
Use Case Name:	ระบบเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟ
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินทาง
Description:	ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟลงในระบบได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มสถานีรถไฟ
Pre-conditions:	-
Post-conditions:	ข้อมูลสถานีรถไฟถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มสถานีรถไฟ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสถานีรถไฟ</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดตกลง</li> </ol>
Exceptions:	-

## 3.5.5 ระบบเพิ่มสายการเดินรถ

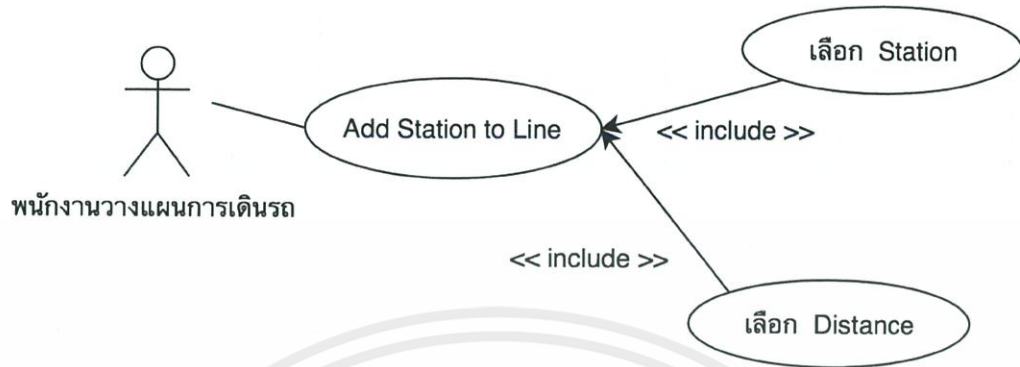


รูปที่ 3.6 ระบบเพิ่มสายการเดินรถ

## ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มสายการเดินรถ

Use Case ID:	5
Use Case Name:	ระบบเพิ่มสายการเดินรถ
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินรถ
Description:	ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มสายการเดินรถได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มสายการเดิน
Pre-conditions:	-
Post-conditions:	สายการเดินรถถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม เพิ่มสายการเดินรถ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสายการเดินรถ</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดตกลง</li> </ol>
Exceptions:	-

### 3.5.6 ระบบเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ

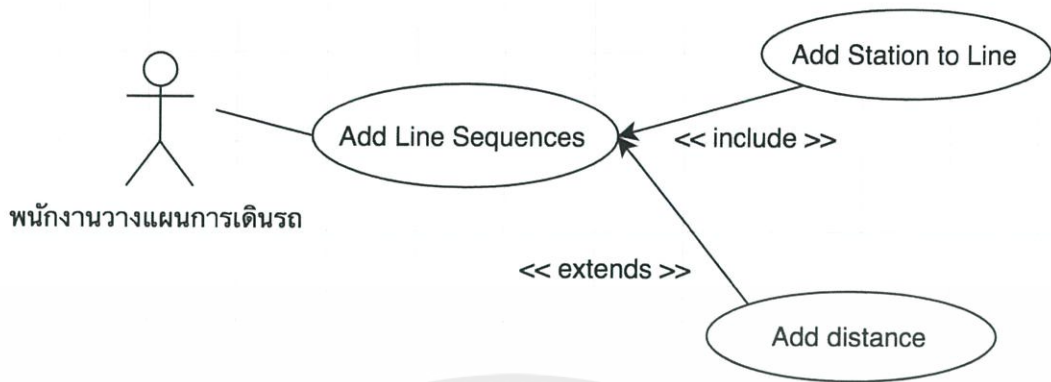


รูปที่ 3.7 ระบบเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ

ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ

Use Case ID:	6
Use Case Name:	ระบบเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินรถ
Description:	ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ
Pre-conditions:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องมีข้อมูลสถานีรถไฟ</li> <li>2. ต้องมีข้อมูลสายการเดินรถ</li> </ol>
Post-conditions:	สถานีรถไฟถูกเพิ่มลงในสายการเดินรถและถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกดเลือกสถานีรถไฟ</li> <li>3. ผู้ใช้งานเลือกสายการเดินรถ</li> <li>4. ผู้ใช้งานกดตกลง</li> </ol>
Exceptions:	-

### 3.5.7 ระบบเพิ่มลำดับของสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ

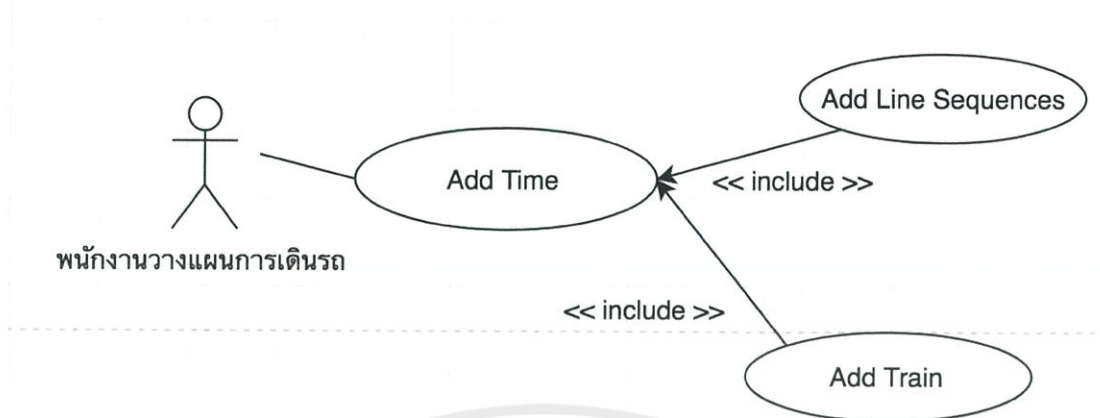


รูปที่ 3.8 ระบบเพิ่มลำดับของสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ

ตารางที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มลำดับของสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ

Use Case ID:	8
Use Case Name:	ระบบเพิ่มลำดับของสถานีรถไฟลงในสายการเดินรถ
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินรถ
Description:	ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มลำดับของสถานีรถไฟในสายการเดินรถได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มลำดับการเดินรถ
Pre-conditions:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องมีข้อมูลสถานีรถไฟ</li> <li>2. ต้องมีข้อมูลสายการเดินรถ</li> <li>3. สถานีรถไฟต้องถูกเพิ่มลงในสายการเดินรถ</li> </ol>
Post-conditions:	ลำดับของสถานีรถไฟถูกเพิ่มลงในฐานข้อมูล
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มลำดับการเดินรถ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกอันดับของสถานีรถไฟตามที่เป็นจริง</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดตกลง</li> </ol>
Exceptions:	-

3.5.8 ระบบเพิ่มเวลาการเดินทางในสายการเดินรถ

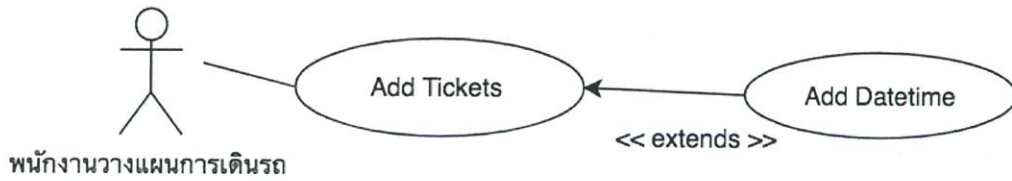


รูปที่ 3.9 ระบบเพิ่มเวลาการเดินทางในสายการเดินรถ

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบเพิ่มเวลาการเดินทางในสายการเดินรถ

Use Case ID:	9
Use Case Name:	ระบบเพิ่มเวลาการเดินทางในสายการเดินรถ
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินรถ
Description:	ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มเวลาการเดินทางในสายการเดินรถได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มเวลาการเดินทาง
Pre-conditions:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องมีข้อมูลสถานีรถไฟอยู่ในระบบ</li> <li>2. ต้องมีข้อมูลสายการเดินรถอยู่ในระบบ</li> <li>3. ต้องมีข้อมูลขบวนรถไฟอยู่ในระบบ</li> </ol>
Post-conditions:	ข้อมูลเวลาการเดินทางถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูล
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มเวลาการเดินทาง</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกเวลาการเดินทางตามจริง</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดตกลง</li> </ol>
Exceptions:	-

### 3.5.9 ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต

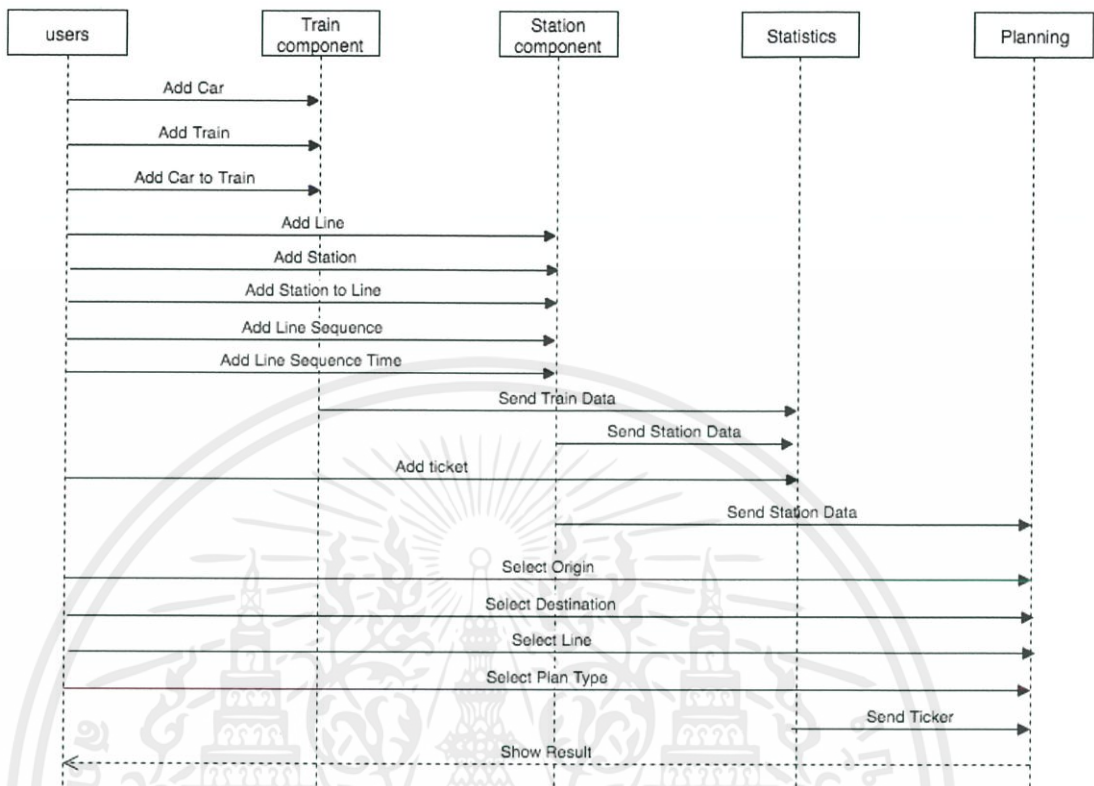


รูปที่ 3.10 ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต

ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดของ Use Case ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต

Use Case ID:	10
Use Case Name:	ระบบจัดเก็บข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีต
Actors:	พนักงานวางแผนการเดินทาง
Description:	ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูลการใช้บริการของผู้โดยสารในอดีตได้
Trigger:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มข้อมูลตัว
Pre-conditions:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องมีข้อมูลสถานีรถไฟอยู่ในระบบ</li> <li>2. ต้องมีข้อมูลสายการเดินทางอยู่ในระบบ</li> <li>3. ต้องมีข้อมูลลำดับการเดินทางอยู่ในระบบ</li> </ol>
Post-conditions:	ข้อมูลของผู้ใช้บริการในอดีตถูกจัดเก็บลงในระบบ
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกดปุ่ม เมนูเพิ่มข้อมูลตัว</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลตัวในอดีต</li> <li>3. ผู้ใช้งานกดตกลง</li> </ol>
Exceptions:	-

### 3.6 Sequence Diagram



รูปที่ 3.12 Sequence Diagram ของระบบ

หลักการการทำงานของ Sequence Diagram คือ

- 1) ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลผู้โดยสาร
- 2) ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลขบวนรถไฟ
- 3) ผู้ใช้งานเพิ่มข้อมูลผู้โดยสารลงในขบวนรถไฟ
- 4) ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสายการเดินทางรถไฟ
- 5) ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสถานีรถไฟ
- 6) ผู้ใช้งานเพิ่มข้อมูลสถานีรถไฟลงในสายการเดินทางรถไฟ
- 7) ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลลำดับของสถานีรถไฟในแต่ละสายการเดินทางรถไฟ
- 8) ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลเวลาที่ใช้เดินทางระหว่างสถานีรถไฟนั้น ๆ กับสถานีรถไฟต้นทางในแต่ละสายการเดินทาง
- 9) ระบบจัดเก็บข้อมูลรถไฟส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรถไฟให้ระบบจัดเก็บข้อมูลผู้โดยสารในอดีต
- 10) ระบบจัดเก็บข้อมูลสถานีรถไฟส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานีรถไฟให้ระบบจัดเก็บข้อมูลผู้โดยสารในอดีต
- 11) ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลผู้โดยสารในอดีต
- 12) ระบบจัดเก็บข้อมูลสถานีรถไฟส่งข้อมูลเกี่ยวกับสถานีรถไฟไปให้ระบบสร้างแผนการเดินทางอัตโนมัติ
- 13) ผู้ใช้งานเลือกสถานีต้นทางที่ต้องการวางแผนการให้บริการเดินทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 14) ผู้ใช้งานเลือกสถานีปลายทางที่ต้องการวางแผนการให้บริการเดินรถ
- 15) ผู้ใช้งานเลือกเส้นทางการเดินรถที่ต้องการวางแผนการให้บริการเดินรถ
- 16) ผู้ใช้งานเลือกชนิดของแผนการให้บริการเดินรถ
- 17) ระบบจัดเก็บข้อมูลผู้โดยสารในอดีตส่งข้อมูลให้ระบบประมวลผลแผนการเดินรถอัตโนมัติ
- 18) ระบบประมวลผลแผนการเดินรถอัตโนมัติแสดงผลที่คำนวณได้ทางหน้าจอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

จากการวิเคราะห์และออกแบบแอปพลิเคชันในบทที่ 3 ในบทนี้ จะแสดงถึงขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน ตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ดังกล่าว

## การทำงานของระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถ

### 4.1 การเข้าสู่หน้าหลัก

เมื่อเปิดแอปพลิเคชันขึ้นมาจะได้หน้าหลักดังรูปที่ 4.1 โดยจะมีเมนูหลักรวมกัน 3 เมนูคือ

1. Service and Information System Infrastructure
2. Historical Statistics
3. Automatic Service Planning

โดยระบบ Service and Information System Infrastructure จะรวบรวมการเก็บข้อมูลโดยพื้นฐานทั้งหมดผ่านผู้ใช้ของระบบ Historical Statistics จะรวบรวมเก็บข้อมูลสถิติการใช้รถไฟและตั๋วโดยสาร และ Automatic Service Planning จะรวบรวมแผนการใช้รถไฟฟ้าและระบบนำเสนอแผนการใช้รถไฟฟ้าแก่ผู้ใช้ตามช่วงเวลาโอกาสต่าง ๆ

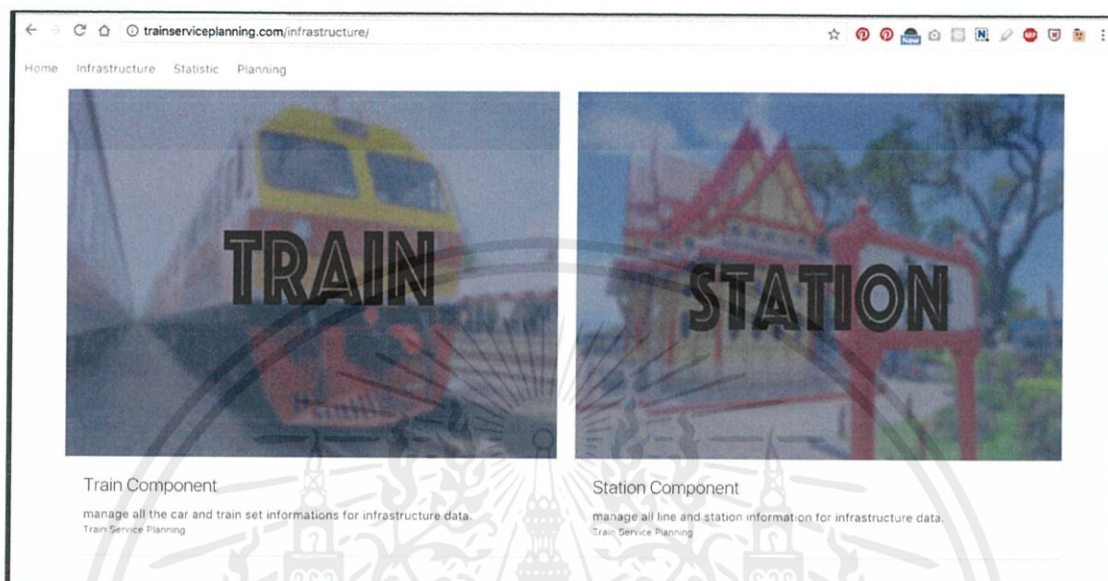


รูปที่ 4.1 หน้าหลักของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การเข้าสู่เมนู Infrastructure

เมื่อเข้าสู่เมนู Infrastructure จะเห็นเมนูย่อยคือ Train Component และ Station component ดังรูป 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าเมนูย่อยเมื่อเข้ามาสู่เมนู Infrastructure

### 4.2.1 การเข้าสู่เมนู Train Component

หน้า Train Component จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขบวนรถไฟ โดยแบ่งออกเป็นข้อมูลรถให้บริการและข้อมูลขบวนโดยสาร โดยมีรายละเอียดดังรูป 4.3 โดยผู้ใช้งานจะสามารถเพิ่มรถให้บริการ เพิ่มขบวนโดยสาร หรือเพิ่มรถให้บริการไปในขบวนโดยสารเพื่อเก็บเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบได้

รถให้บริการจะมีรายละเอียดต่าง ๆ เช่น เลขทะเบียนของรถไฟของรถให้บริการ ประเภทของที่นั่ง จำนวนที่นั่งในรถไฟที่ให้บริการ นอกจากนี้ยังสามารถแก้ไขและลบรถให้บริการได้อีกด้วย

ขบวนรถไฟโดยสารจะมีรายละเอียดต่าง ๆ เช่น เลขทะเบียนของรถไฟของขบวนโดยสาร ประเภทของขบวนรถไฟโดยรวมถึงความสามารถในการแก้ไขและลบขบวนโดยสารได้อีกด้วย

Home Infrastructure Statistic Planning

### Cars

[Add Car](#)

ID	Serial	Seat Type	Seat Capacity	Train ID	Edit/Delete
1	Car-1	1st Class — Bed & Air Condition	50	Train-1	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
2	Car-2	2st Class — Bed & Air Condition	50	Train-1	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
3	Car-3	3nd Class	30	Train-1	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

[Add to Train Set](#)

### Train Set

[Add Train Set](#)

ID	Serial	Service Type	Action
1	Train-1	Bangkok Commuter	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
2	Train-2	Ordinary	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

รูปที่ 4.3 หน้าผลลัพธ์เมื่อเข้าสู่เมนู Train Component

#### 4.2.1.1 การเพิ่มข้อมูลรถโดยสาร

เมื่อกดปุ่ม Add Car จะเป็นการเพิ่มรถโดยสารโดยจะต้องกรอกรายละเอียดต่างๆไม่ว่าเป็น Serial ของรถโดยสาร, ประเภทของรถโดยสาร หรือ จำนวนที่นั่งทั้งหมดของรถโดยสารนั้นๆ เมื่อเพิ่มข้อมูลเรียบร้อยแล้วจึงกด submit แล้วข้อมูลที่กรอกจะนำไปเก็บที่ฐานข้อมูล Postgres ดังรูป 4.4 - 4.5

Home Infrastructure Statistic Planning

### Add Car

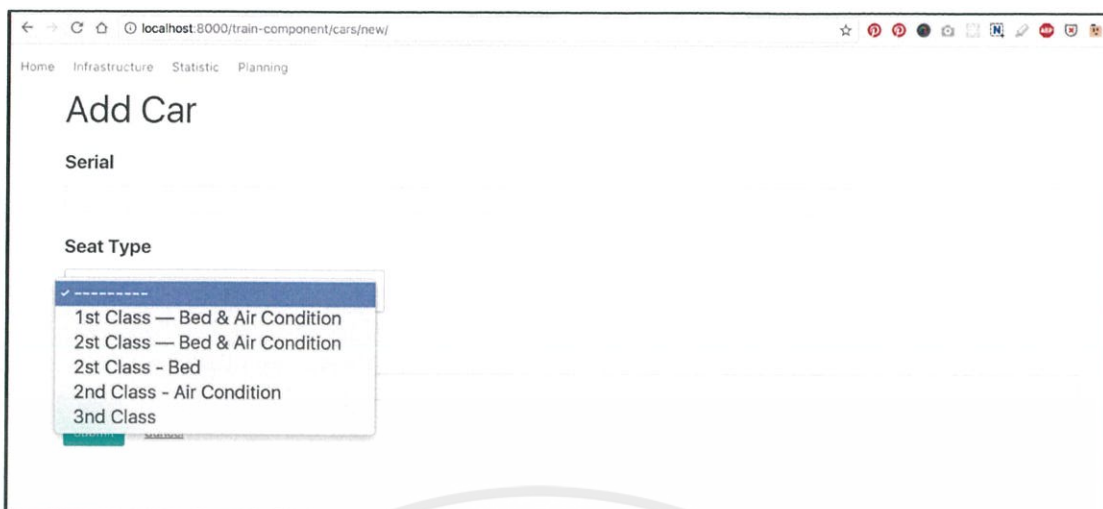
Serial

Seat Type

Seat Quantity

[Submit](#) [Cancel](#)

รูปที่ 4.4 หน้าผลลัพธ์เมื่อเข้าสู่เมนู Train Component



รูปที่ 4.5 หน้าผลลัพธ์เมื่อคลิกเลือก Seat Type

#### 4.2.1.2 การเพิ่มข้อมูลขบวนโดยสาร

เมื่อกดปุ่ม Add Train Set ในเมนูของหน้า Train Component แล้ว จะเข้าสู่หน้าเพิ่มขบวนโดยสาร โดยจะต้องกรอกข้อมูล Serial และ ประเภทของขบวนโดยสาร เมื่อเสร็จแล้วจึงกดปุ่ม Submit หลังจากนั้นข้อมูลที่กรอกก็จะถูกนำไปเก็บในฐานข้อมูล ดังรูป 4.6-4.7



รูปที่ 4.6 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเพิ่มข้อมูลขบวนรถโดยสาร



รูปที่ 4.7 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเพิ่มข้อมูลขบวนรถโดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1.3 การเข้าไปดูรายละเอียดของขบวนโดยสาร

ในตารางของ Train Set ในหน้า Train Component จะมีลิงค์ให้คลิกที่เลข ID ของขบวนรถโดยสารนั้นๆ เมื่อเข้าไปแล้วจะเจอรายละเอียดของขบวนนั้นๆ ไม่ว่าจะรถโดยสารที่มีอยู่ทั้งหมดโดยแบ่งแต่ละประเภทของรถโดยสาร ดังรูปที่ 4.8

Home Infrastructure Statistic Planning

### Train Serial: 9

**TRAINSET**

Seat Type	Seat Capacity
2nd Class - Air Condition	96
2st Class - Bed & Air Condition	360
1st Class - Bed & Air Condition	144

### Cars

ID	Serial	Seat Type	Seat Capacity	Train ID	Edit/Delete
46	Car-42	2nd Class - Air Condition	48	9	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a> <a href="#">Remove From Train</a>
47	Car-43	2nd Class - Air Condition	48	9	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a> <a href="#">Remove From Train</a>
15	Car-11	2st Class - Bed & Air Condition	40	9	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a> <a href="#">Remove From Train</a>
16	Car-12	2st Class - Bed & Air Condition	40	9	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a> <a href="#">Remove From Train</a>
17	Car-13	2st Class - Bed & Air Condition	40	9	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a> <a href="#">Remove From Train</a>
18	Car-14	2st Class - Bed & Air Condition	40	9	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a> <a href="#">Remove From Train</a>

รูปที่ 4.8 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเข้าไปดู ID ของ Train

#### 4.2.1.4 การเพิ่มรถโดยสารไปยังขบวนโดยสาร

เมื่อกดปุ่ม Add to Train Set จะไปยังหน้าที่แสดงช่องกรอกข้อมูลว่าจะเพิ่มรถโดยสารไปยังขบวนรถไฟใด โดยจะเลือกขบวนรถไฟได้อย่างเดียวเท่านั้น ในขณะที่เดียวกันสามารถเลือกมากกว่า 1 รถโดยสารได้ ตามรูปที่ 4.9 - 4.10 ด้านล่าง และเมื่อเพิ่มเสร็จเรียบร้อย หน้าหลักของ Train Component จะแสดงผลลัพธ์ที่เพิ่งเพิ่มไปได้ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.9 หน้าแสดงผลเมื่อกด Add to Train Set

รูปที่ 4.10 หน้าแสดงผลเมื่อกด Add to Train Set

Cars						
ID	Serial	Seat Type	Seat Capacity	Train ID	Edit/Delete	
1	Car-1	1st Class — Bed & Air Condition	50	Train-1	Edit	Delete
2	Car-2	2st Class — Bed & Air Condition	50	Train-1	Edit	Delete
3	Car-3	3nd Class	30	Train-1	Edit	Delete
5	Car-4	1st Class — Bed & Air Condition	50	Train-1	Edit	Delete

Buttons: Add Car (top left), Add to Train Set (bottom left)

รูปที่ 4.11 หน้าผลลัพธ์เมื่อเพิ่มรถให้บริการในขบวนรถโดยสารแล้ว

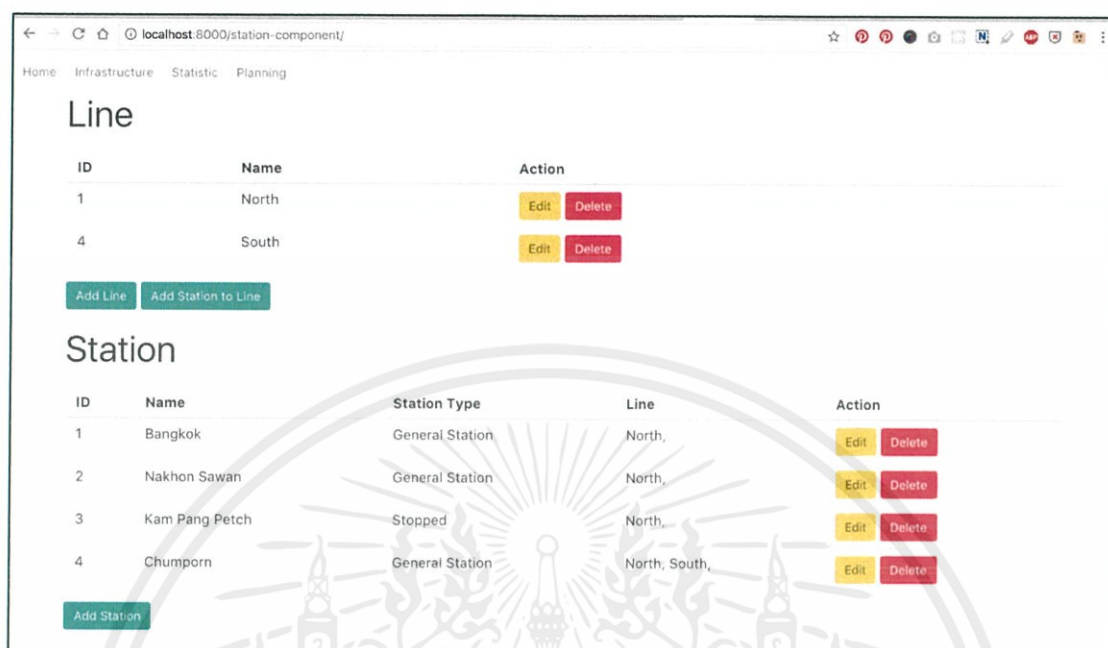
#### 4.2.2 การเข้าสู่เมนู Station Component

หน้า Station Component จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางการเดินรถทั้งหมด ไม่ว่าจะ สถานีหรือเส้นทางการให้บริการ โดยผู้ใช้สามารถเพิ่มสถานี เพิ่มเส้นทางการเดินรถ หรือเพิ่มสถานีไป ไปสู่เส้นทางการเดินรถเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบได้ ดังรูปที่ 4.12

ข้อมูลต่างๆ ของสถานีจะมีรายละเอียด เช่น ID ของสถานี, ชื่อของสถานี, ประเภทของสถานี, เส้นทางการเดินรถที่สถานีนั้นอยู่ โดยจะสามารถปรับแก้ไขและลบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลต่างๆ ของเส้นทางการเดินรถ เช่น ID ของเส้นทางการเดินรถ, ชื่อเส้นทางการเดินรถ และสามารถปรับแก้ไขได้



รูปที่ 4.12 เมื่อเข้าสู่เมนู Station Component

#### 4.2.2.1 การเพิ่มสถานี

เมื่อกดปุ่ม Add Station ในหน้า Station Component จะเป็นการเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับสถานี โดยจะเก็บข้อมูล เช่น ชื่อสถานี และประเภทของสถานี ดังรูปที่ 4.13 – 4.14

รูปที่ 4.13 หน้ากรอกข้อมูลสถานี

รูปที่ 4.14 เมื่อกรอกเลือกประเภทของสถานี

4.2.2.2 การเพิ่มเส้นทางการเดินรถ  
เมื่อกดปุ่ม Add Line ในหน้า Station Component จะนำไปสู่หน้ากรอกข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางการเดินรถ โดยจะต้องกรอกชื่อเส้นทางการเดินรถตามรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 หน้ากรอกข้อมูลเส้นทางการเดินรถ

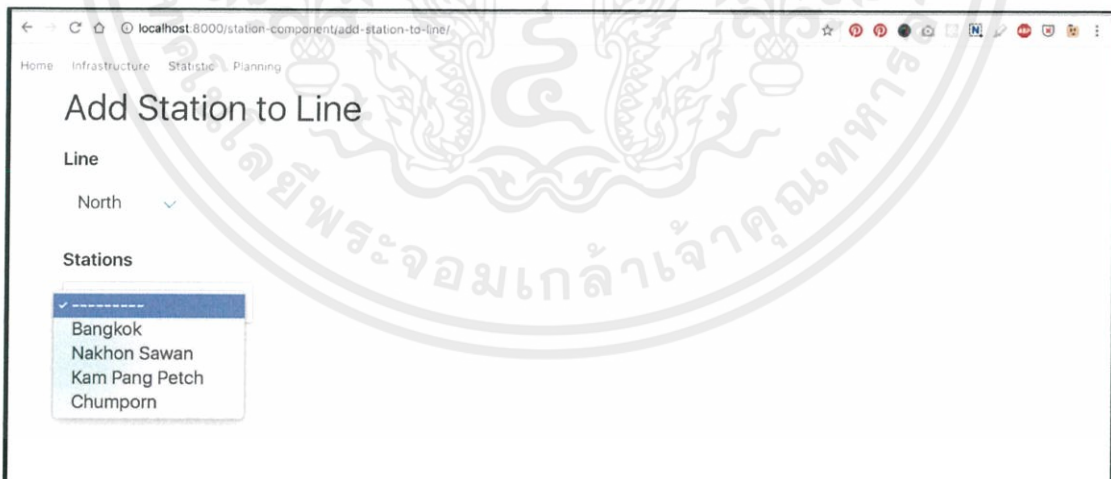
4.2.2.3 การเพิ่มสถานีไปยังเส้นทางการเดินรถ  
เมื่อกดปุ่ม Add Station to Line จะเป็นการเก็บข้อมูลว่าสถานีใดเป็นของเส้นทางการเดินรถใด โดยเส้นทางการเดินรถจะมีหลายสถานี และสถานีอาจอยู่ได้มากกว่า 1 เส้นทางการเดินรถได้ โดยการเพิ่มสถานีไปยังเส้นทางการเดินรถนั้น จะเลือกได้ที่ละ 1 คู่ ตามรูปที่ 4.16 – 4.18



รูปที่ 4.16 เพิ่มสถานีไปยังเส้นทางการเดินรถได้ทีละ 1 คู่



รูปที่ 4.17 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเลือกเส้นทางเดินรถ

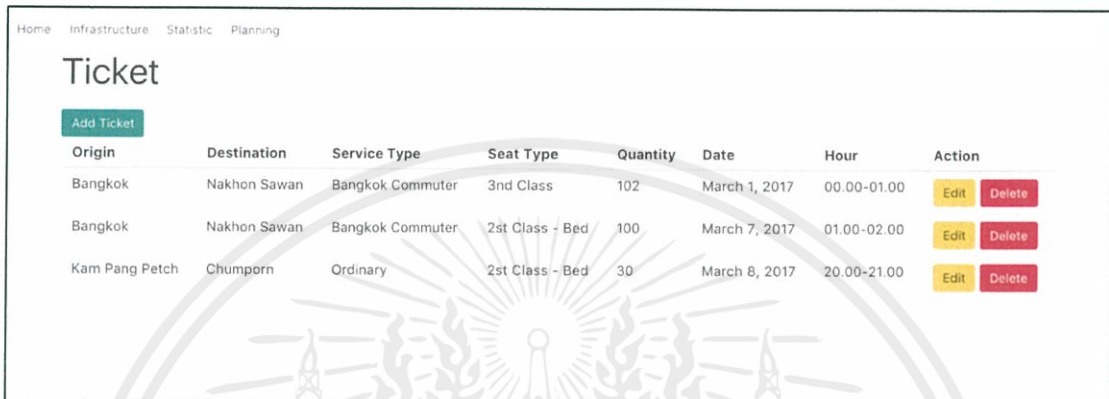


รูปที่ 4.18 หน้าผลลัพธ์เมื่อกดเลือกสถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การเข้าสู่เมนู Statistics

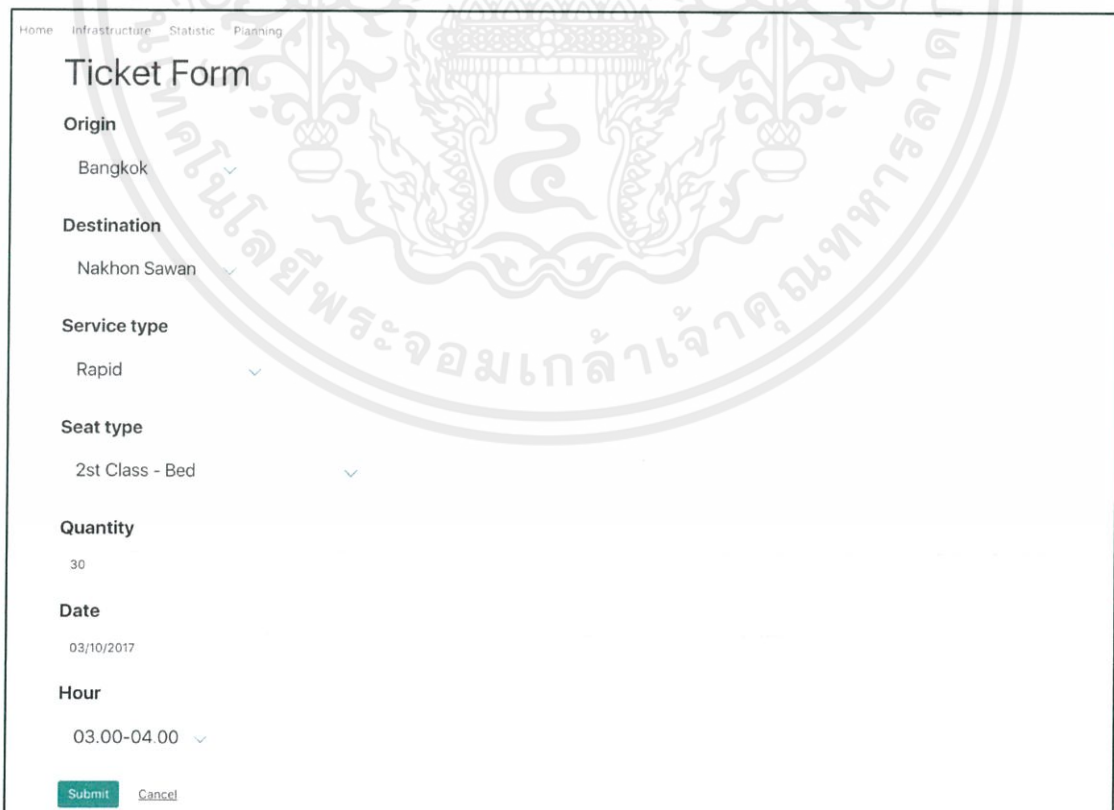
ข้อมูลในหน้า Statistics จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวโดยสารเป็นสถิติที่จะถูกนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยจะเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อจะนำไปวิเคราะห์ต่อไปในอนาคต เช่น สถานีต้นทาง-สถานีปลายทาง ประเภทของขบวนรถไฟ ประเภทของที่นั่ง จำนวนของที่นั่ง และวัน-เวลาที่ออกตัวโดยสาร โดยข้อมูลทั้งหมดจะสามารถแก้ไขและลบออกจากฐานข้อมูลได้เมื่อผู้ใช้ต้องการ



Origin	Destination	Service Type	Seat Type	Quantity	Date	Hour	Action
Bangkok	Nakhon Sawan	Bangkok Commuter	3rd Class	102	March 1, 2017	00.00-01.00	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
Bangkok	Nakhon Sawan	Bangkok Commuter	2st Class - Bed	100	March 7, 2017	01.00-02.00	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
Kam Pang Petch	Chumporn	Ordinary	2st Class - Bed	30	March 8, 2017	20.00-21.00	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

รูปที่ 4.19 หน้า Statistics รวบรวมข้อมูลตัวโดยสาร

#### 4.3.1 การเพิ่มข้อมูลตัวโดยสาร



**Ticket Form**

**Origin**  
Bangkok

**Destination**  
Nakhon Sawan

**Service type**  
Rapid

**Seat type**  
2st Class - Bed

**Quantity**  
30

**Date**  
03/10/2017

**Hour**  
03.00-04.00

[Submit](#) [Cancel](#)

รูปที่ 4.20 หน้ากรอกข้อมูลตัวโดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.4 การเข้าสู่เมนู Planning

ข้อมูลในหน้า Planning ดังรูป 4.21 จะเป็นหน้าที่แสดงแผนการเดินทางที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลใน Statistics เพื่อแสดงยอดคนที่ใช้งานและยังมีเพื่อนำแผนที่ดีที่สุดเพื่อประกอบการตัดสินใจในการจัดตารางเดินรถ

โดยที่หน้า Planning จะต้องเลือกจุดต้นทาง จุดปลายทาง และเลือกประเภทแผนที่ต้องการ ประเภทแผนที่ที่ต้องการแบ่งเป็น 2 แผน คือ General Plan และ Special Plan

The screenshot shows a web browser window with the URL [trainserviceplanning.com/plans/select/](http://trainserviceplanning.com/plans/select/). The page has a navigation menu with 'Home', 'Infrastructure', 'Statistic', and 'Planning'. The main heading is 'Planning'. Below it, there are three sections: 'Origin' with a dropdown menu showing 'กรุงเทพ', 'Destination' with a dropdown menu showing 'กรุงเทพ', and 'Plan Type' with a dropdown menu showing 'General'. At the bottom of the form, there are two buttons: 'Submit' (green) and 'Cancel' (grey).

รูปที่ 4.21 หน้า Planning

This screenshot is similar to the previous one, but the 'Plan Type' dropdown menu is open, showing two options: 'General' (which is selected with a checkmark) and 'Special'. The 'Submit' and 'Cancel' buttons are still visible at the bottom.

รูปที่ 4.22 หน้าผลลัพธ์เมื่อคลิกเลือก Plan Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ ใ้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.1 เมื่อเข้าสู่ General Plan

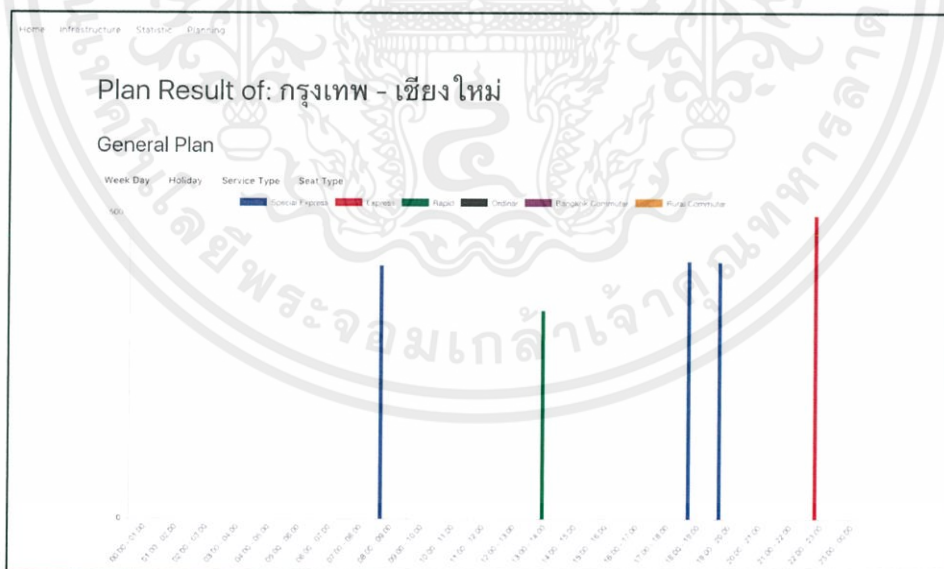
General Type นั้นจะแผนเพื่อที่จะรองรับผู้ใช้งานในช่วงวันจันทร์ – ศุกร์ (Week Day) และ เสาร์ – อาทิตย์ (Holidays) ซึ่งหมายถึงช่วงเวลาปกติหรือไม่มีเหตุการณ์พิเศษเช่น วันหยุดพิเศษ วันหยุดประจำปี เป็นต้น

โดยเมื่อเรากดคลิกเลือก General Type จากในรูป 4.22 เมื่อเข้ามาเราจะเห็นกราฟแสดงยอดของผู้มาใช้บริการตามเวลาในแต่ละชั่วโมง แกน x แสดงถึงยอดคนใช้หน่วยเป็นจำนวนคน แกน y เป็นชั่วโมง แบ่งตาม Week Day และ Holidays รวมถึงยังเลือกดู Service Type และ Seat Type ได้อีกด้วย ผลลัพธ์ตามรูป 4.23 4.24 4.25 และ 4.26

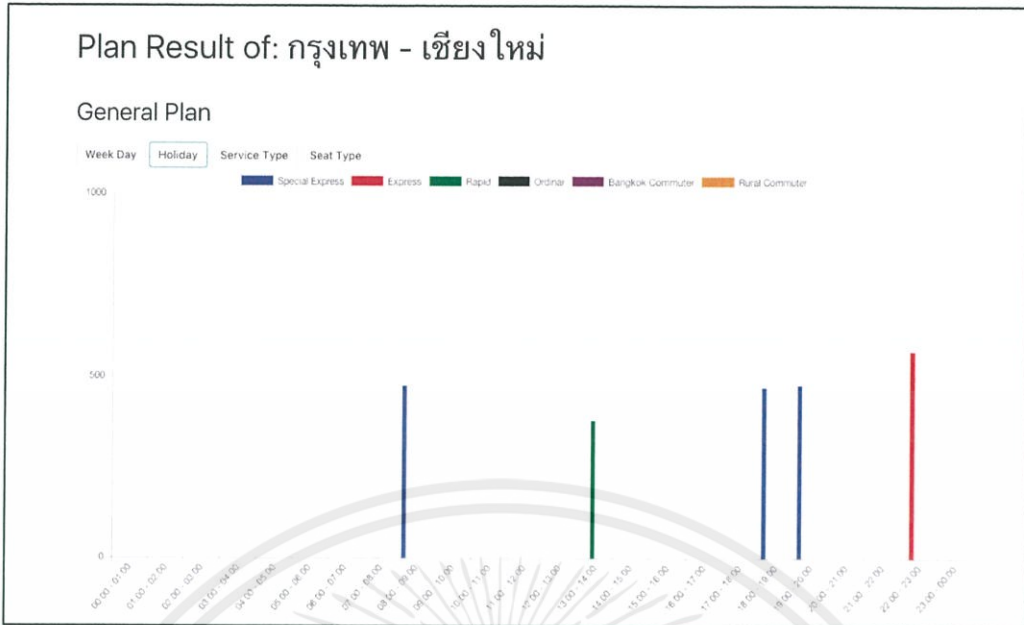
ถัดมาด้านล่างจะเป็น Performance Table ดังรูป 4.27 แสดงการคำนวณที่เกิดจากยอดการใช้งานที่ได้จาก Statistics โดยจะแบ่งออกเป็น

1. Hourly Passenger คือจำนวนผู้โดยสารที่เข้าใช้งานในชั่วโมงนั้น
2. Hourly Seating Frequencies คือจำนวนที่นั่งตามจำนวนรถที่ถูกแนะนำขึ้นมา
3. Train Load Factor คือความหนาแน่นระหว่างผู้โดยสารและจำนวนที่รถไฟรองรับได้ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
4. Profit of Operator คือ รายได้ที่ทางการรถไฟจะได้รับ
5. Cost per passenger คือค่าใช้จ่ายต่อคนที่ผู้โดยสาร
6. Result คือผลลัพธ์ของการคำนวณออกมาเป็นค่าตัวเลข หากมีค่ามากที่สุดจะแสดงว่าทางการรถไฟจะได้รับผลตอบแทนด้านกำไรสูงสุด

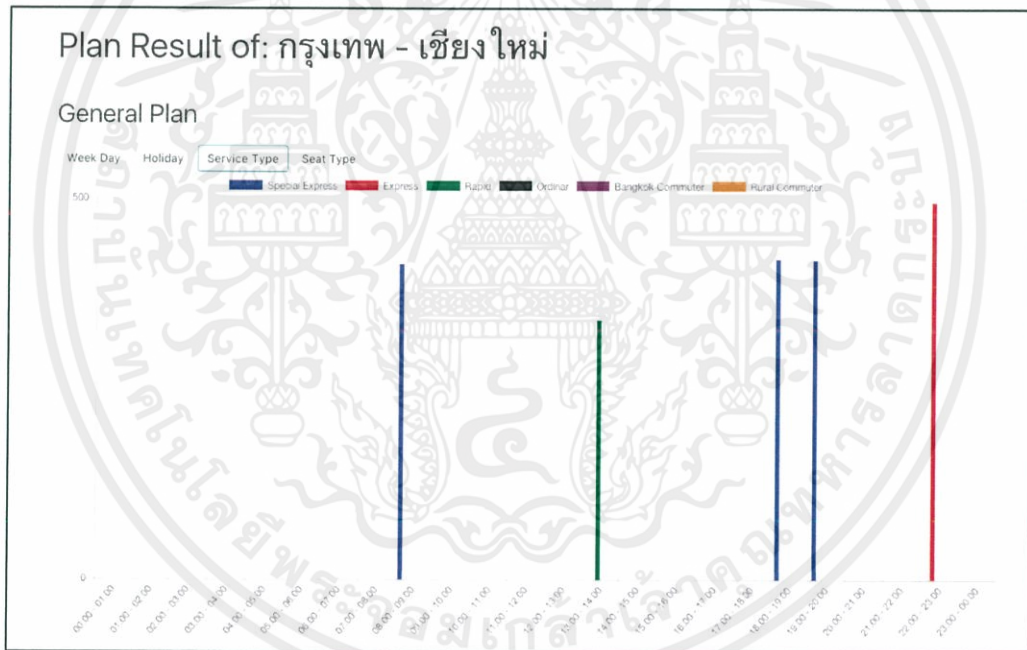
แต่ถึงกระนั้นจะขึ้นอยู่กับความสนใจในการจัดตารางการเดินทางของผู้จัด หาก Load Factor มีค่ามากเกินไปกว่า 100% จะทำให้ผู้โดยสารรู้สึกแออัด มีความสะดวกสบาย (Rc) ในการเดินทางน้อยลง



รูปที่ 4.23 หน้าผลลัพธ์เมื่อเลือกแผน General Type หน้าแรกจะแสดงกราฟ Weekday

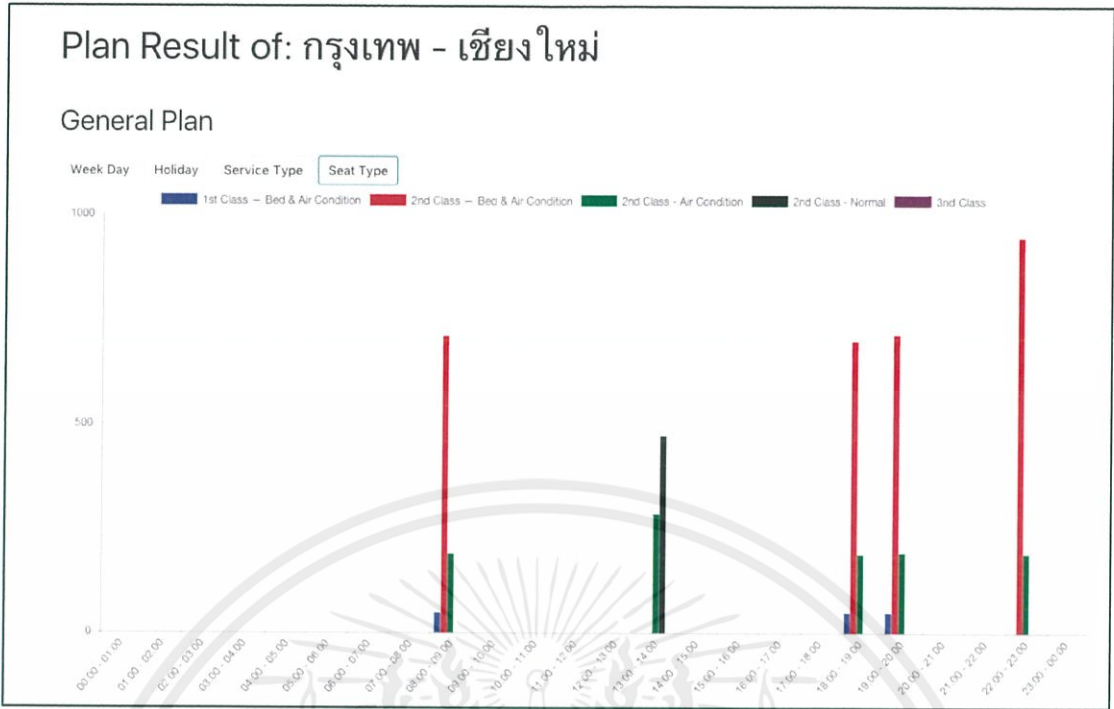


รูปที่ 4.24 กราฟยอดผู้ใช้งานในช่วง Holiday



รูปที่ 4.25 กราฟยอดผู้ใช้งานแบ่งตาม Service Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 กราฟยอดผู้ใช้งานแบ่งตาม Seat Type

Performance Week Day Special Express Time: 08.00 - 09.00			
Frequencies	1	2	3
Hourly Passenger	414	414	414
Hourly Seating Frequencies	480	960	1560
Train Load Factor (%)	87	44	27
Profit of Operator	23353.007791203476	-186226.5122087965	-395806.0322087965
Cost per passenger	3801.9099560173995	3694.7109560173994	3652.3299560173996
Result	17922.0242417593	-149720.1519582407	-317375.2917582407

Performance Week Day Special Express Time: 18.00 - 19.00			
Frequencies	1	2	3
Hourly Passenger	421	421	421
Hourly Seating Frequencies	480	960	1560
Train Load Factor (%)	88	44	27
Profit of Operator	27505.73915359011	-182073.78084640988	-391653.30084640987
Cost per passenger	3804.911883975273	3695.219883975273	3652.8388839752733
Result	21243.608946077034	-146398.06865392296	-314053.208453923

Performance Week Day Special Express Time: 19.00 - 20.00			
Frequencies	1	2	3
Hourly Passenger	420	420	420
Hourly Seating Frequencies	480	960	1560
Train Load Factor (%)	88	44	27
Profit of Operator	27040.48000000001	-182539.03999999998	-392118.55999999994
Cost per passenger	3805.1449523809524	3695.4529523809524	3653.0719523809526
Result	20871.355009523817	-146770.3225904762	-314425.46239047614

รูปที่ 4.27 Performance Table ที่คำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.2 เมื่อเข้าสู่ Special Plan

หากเลือกสร้างแผน Special Plan จากหน้า Planning หลักแล้ว จะได้ผลลัพธ์ตามรูป 4.28

Home Infrastructure Statistic Planning

### Planning

**Origin**  
กรุงเทพ

**Destination**  
เชียงใหม่

**Date Start**

**Date End**

**Avg Ticket Price**

Special Express  0

Ordinary  0

Express  0

Bangkok Commuter  0

Rapid  0

Rural Commuter  0

รูปที่ 4.28 หน้าที่แสดงเมื่อสร้างแผน Special Plan

ในหน้า Special Plan จะเป็นแผนที่สร้างเพื่อคำนวณในการรองรับผู้โดยสารสำหรับช่วงเวลาวันหยุดพิเศษ วันหยุดราชการ วันหยุดธนาคาร วันหยุดธนาคาร วันหยุดตามศาสนา เช่น วันมาฆบูชา วันจักรี วันสงกรานต์ หรือวันหยุดใดๆที่นอกเหนือจากวันเสาร์ – อาทิตย์

Special Plan จึงถูกวางแผนโดยเลือกช่วงเวลาที่ต้องการจะวางแผนได้ โดยจะสามารถเลือกวันเริ่มต้น (Date Start) และวันสุดท้าย (Date End) ตามรูป 4.29 และ 4.30

**Date Start**

|

May 2017

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Special Express  Express

รูปที่ 4.29 วันเริ่มต้นที่ต้องการจะวางแผน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Date End**

May 2017						
Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Express

0

Bangkok Commuter

รูปที่ 4.30 วันสุดท้ายที่ต้องการจะวางแผน

ในตัวอย่างนี้จะเลือกจากวันที่ 13 พ.ค. จนถึง 14 พ.ค. ระบบจะปรากฏช่องให้กรอกยอดผู้ที่ใช้บริการ 2 วัน โดยจะแบ่งตามประเภทขบวนที่เข้าใช้บริการ

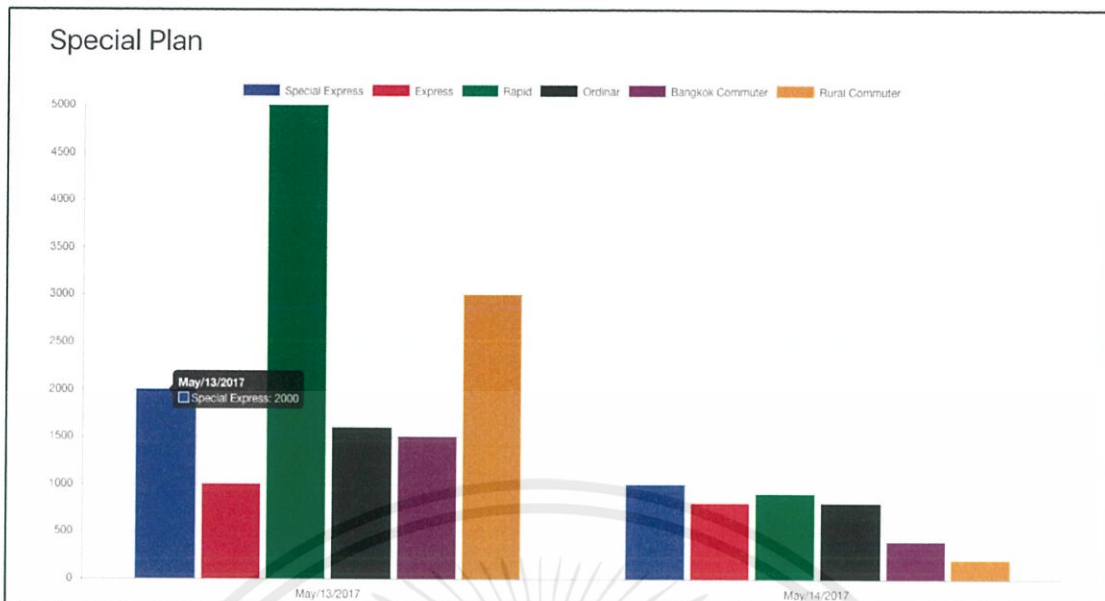
นอกจากนี้ยังสามารถกรอกข้อมูลราคาตัวโดยที่สามารถเลือกกรอกได้ด้วยตัวเอง แบ่งตามประเภทขบวนเช่นกัน ดังรูป 4.31

เมื่อกำหนดราคาตัวและจำนวนผู้เข้าใช้บริการแล้ว แผนที่ถูกสร้างขึ้นจะแสดงกราฟขึ้นมาในหน้าแรกเพื่อแสดงถึงภาพรวมของจำนวนผู้ใช้บริการทั้ง 2 วัน ดังรูป 4.32 โดยเมื่อเลื่อนเมาส์ไปวางบนแท่งกราฟจะแสดงถึงยอดผู้ใช้งานของรถไฟขบวนนั้น ๆ

<b>Date Start</b>		05/13/2017	
<b>Date End</b>		05/14/2017	
<b>Avg Ticket Price</b>			
Special Express	5000	Express	4000
Ordinary	2000	Bangkok Commuter	1000
		Rapid	3000
		Rural Commuter	500
<b>Sat May 13 2017</b>			
Special Express	<input type="text"/>	Express	
Rapid		Ordinary	
Bangkok Commuter		Rural Commuter	
<b>Sun May 14 2017</b>			
Special Express		Express	
Rapid		Ordinary	
Bangkok Commuter		Rural Commuter	

รูปที่ 4.31 หน้าทีแสดงเมื่อสร้างแผน Special Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 หน้าทีแสดงเมื่อสร้างแผน Special Plan

Performance Special Express Day: May/13/2017				
Frequencies	3	4	5	6
Hourly Seating Frequencies	1560	2040	2520	3120
Train Load Factor (%)	129	99	80	65
Profit of Operator	9371261.44	9161681.92	8952102.4	8742522.88
Cost per passenger	8343.977	8269.187	8221.82	8184.425
Result	7495340.3566	7327691.698600001	7160037.556000001	6992381.419000002

Performance Express Day: May/13/2017				
Frequencies	1	2	3	4
Hourly Seating Frequencies	596	1192	1788	2384
Train Load Factor (%)	168	84	56	42
Profit of Operator	3790420.48	3580840.96	3371261.44	3161681.92
Cost per passenger	7441.204	7231.7919999999995	7161.987999999999	7127.085999999999
Result	3030848.1432000003	2863226.4096000004	2695576.7544000004	2527920.1188000003

Performance Rapid Day: May/13/2017				
Frequencies	12	13	14	15
Hourly Seating Frequencies	4608	4992	5376	5760
Train Load Factor (%)	109	101	94	87
Profit of Operator	12485045.76	12275466.24	12065886.72	11856307.2
Cost per passenger	6294.116999999999	6274.172999999999	6256.721999999999	6239.270999999999
Result	9986777.7846	9819118.1574	9651458.0316	9483797.9058

รูปที่ 4.33 หน้าทีแสดงเมื่อสร้างแผน Special Plan

นอกจากนี้ ด้านล่างจะแสดง Performance กราฟเช่นเดียวกับแผนที่ได้ใน General Plan โดยระบบจะแนะนำจำนวนขบวนที่ควรปล่อยในตารางชั้นบนสุด ในขณะที่เดียวกันก็จะเห็นถึงยก Train Load Factor ว่าเกิน 100% หรือไม่ ตามรูป 4.33 หากเกินจะแสดงตัวเลขเป็นสีแดง หากไม่เกินจะแสดงเป็นสีเขียว เพื่อประกอบกับการตัดสินใจแก่ผู้วางตารางเดินรถไฟว่าควรเลือกแผนไหน

ตัวอย่างจากรูป 4.34 จะแสดงให้เห็นว่าหากเลือกปล่อยรถไฟจำนวน 5 ขบวน จะทำให้กระจายผู้โดยสารได้มากขึ้น และทำให้ Train Load Factor ไม่เกิน 100% มากไป โดยผลตอบแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะอยู่ที่ประมาณ 80,000 บาท แต่หากเลือกปล่อยรถไฟจำนวน 4 ขบวน จะทำให้การกระจายผู้โดยสารน้อยลงและทำให้ Train Load Factor มากถึง 127% แต่ผลตอบแทนนั้นเป็นจำนวน 3 เท่าตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจและแก้ปัญหาของผู้จัดการขบวนรถไฟ หากเกินกรณีนี้อาจเป็นไปได้ที่จะปล่อยจำนวนรถจำนวน 4 ขบวน แต่เพิ่มจำนวนตู้รถให้แต่ละขบวนเพื่อกระจายความแออัดในรถไฟ โดยที่รถไฟอาจจะยังได้ผลกำไรคืนเช่นเดิม

Performance Rural Commuter Day: May/13/2017				
Frequencies	4	5	6	7
Hourly Seating Frequencies	1824	2280	2736	3192
Train Load Factor (%)	127	101	85	73
Profit of Operator	311681.92000000004	102102.40000000002	-107477.11999999998	-317056.63999999999
Cost per passenger	3838.991	3774.173	3734.285	3704.3689999999997
Result	248577.73780000006	80927.08540000003	-86728.55299999999	-254386.18579999992

รูปที่ 4.34 Performance Table ของขบวนรถท้องถิ่นในวันที่ 13 พ.ค. พ.ศ.2560



## สรุปผลการดำเนินโครงการ

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการเรื่องการสร้างระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถ (Train Service Planning) ได้เสนอการแนะนำระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถแก่การรถไฟแห่งประเทศไทย เพื่อที่จะพัฒนาและสร้างมาตรฐาน เสถียรภาพในการบริหารงานในระบบรถไฟ ซึ่งเป็นระบบคมนาคมที่สำคัญของประเทศ ไม่ว่าด้านความมั่นคง เพื่อกระจายความเจริญไปยังพื้นที่ห่างไกล เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าของระบบขนส่งทางรางของประเทศไทยโดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านในทวีปเอเชียด้วยกัน

การสร้างระบบการวางแผนการให้บริการเดินรถนั้น จะมีการคำนวณเรื่องการรองรับผู้โดยสารเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ว่าจะในช่วงเวลาที่เร่งด่วนและไม่เร่งด่วน หรือในช่วงเวลาและโอกาสวันหยุดต่าง ๆ เพื่อลดปัญหาการจราจรคับคั่งและสร้างคุณภาพชีวิตที่สูงขึ้นแก่ผู้โดยสาร โดยที่ทางการรถไฟเองจะได้รับผลประโยชน์สูงสุดโดยเสียทรัพยากรที่น้อยที่สุด เป็นการศึกษาและพัฒนาเพื่อให้เป็นทางออกและเป็นช่องทางเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการดำเนินการขอข้อมูลจากการรถไฟแห่งประเทศไทยเอง ยังไม่สามารถให้ข้อมูลกับผู้จัดได้ ทำให้ยังไม่สามารถคิดวิเคราะห์จากข้อมูลที่มีอยู่มาได้จริง ๆ รวมถึงเรื่องการใช้สูตรมาคำนวณซึ่งในการคำนวณยังมีตัวแปรจากปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่ยังเคยถูกตีพิมพ์แล้วในจีน แต่ไม่ถูกแพร่หลายในโลกอินเทอร์เน็ตได้

### 5.2 ปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินโครงการ

#### 5.2.1 ข้อมูลที่เข้ามาจากข้อมูลที่สมมติขึ้น

- ข้อมูลที่เข้ามาจากข้อมูลที่สมมติขึ้นที่เป็นตัวแทนของเหตุการณ์ที่สนใจ และใช้สูตรเพียงคร่าว ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่คาดเดาเพื่อในการจัดการเฉพาะสถานการณ์คร่าว ๆ เท่านั้น
- เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ mock และสมมติขึ้นมา ทำให้การนำข้อมูลไปวิเคราะห์ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง ๆ ณ ขณะนี้

#### 5.2.2 แหล่งที่มาอ้างอิงข้อมูลยังไม่เพียงพอ

- แหล่งข้อมูลหรือบทความทางวิชาการยังไม่ถูกแพร่หลายทุกฉบับในออนไลน์ ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงเพื่อเรียนรู้สูตรในการคำนวณจริง ๆ จากระบบรถไฟในประเทศอื่น ๆ

#### 5.2.3 ระบบที่สร้างขึ้นมามีหลาย Service Type

- ในระบบที่สร้างขึ้นมามีหลาย Service Type ในขณะที่แหล่งที่มาข้อมูลจะพูดถึงการรองรับ Service Type เพียงตัวเดียว จึงต้องใช้เวลาในการสร้าง Backend ที่ต้องรองรับได้มากขึ้น โดยใช้เวลาเสียไปกับส่วนนี้มาก

### 5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.1 ข้อมูลที่ใช้มาจากข้อมูลที่สมมติขึ้น

- จำเป็นต้องประสานงานกับการรถไฟแห่งประเทศไทยเพื่อให้ได้ข้อมูลจริง
- เพียงแต่ข้อมูลที่สมมติขึ้นสามารถเปลี่ยนค่าได้ จึงไม่มีปัญหามากนักหากเมื่อได้รับข้อมูลที่แท้จริงจากหน่วยงาน

### 5.3.2 แหล่งที่มาอ้างอิงข้อมูลยังไม่เพียงพอ

- ประสานงานกับหน่วยงานต่าง ๆ ในต่างประเทศให้มากขึ้น

### 5.3.3 กำหนดช่วงวันหยุดโดยอัตโนมัติ

ในขณะนี้การสร้างแผน Special Plan ยังคงต้องกรอกข้อมูลของช่วงเวลาด้วยมืออยู่ แนวทางในการพัฒนาในอนาคตอาจมีการนำเข้าข้อมูลเรื่องวันหยุดพิเศษต่าง ๆ เข้าไปเพื่อให้ไม่ต้องเสียเวลาเลือกจำนวนผู้ต้องใช้งานในวันที่แตกต่างกัน



## เอกสารอ้างอิง

- [1] Huiling FU, Lei NIE, Hao YANG, Feng ZHAO. **Study on the Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan-for Intercity Railway Lines.** Service Operations and Logistics, and Informatics, 2008. Available : <http://ieeexplore.ieee.org/document/4686628/>
- [2] Kenneth Reitz. **The Hitchhiker's Guide to Python: Best Practices for Development.** August 2016. O'Reilly Media.
- [3] Django Software Foundation. **Django documentation.** 2005-2017. Available: <https://docs.djangoproject.com/en/1.10/> Accessed April 2, 2017
- [4] Django Girls. **Django Girl Tutorial.** 2016. Available: <https://tutorial.djangogirls.org/en/> Accessed May 14, 2017
- [5] Docker Inc. **Docker Documentation.** 2017. Available: <https://docs.docker.com/> Accessed April 2, 2017
- [6] Mesodiar. **[Python] Django Project: 01 Setting up,** Bangkok. December, 2016. Available: <https://mesodiar.wordpress.com/2016/12/26/python-django-project-01-setting-up/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## Poster

Department of Computer Engineering  
(Information Engineering)

KMIT ENGINEERING  
PROJECT  
DAY 2017

### Train Service Planning

Burasakorn Sabyeying and Phawin Khongkhasawan  
Advisor: Asst.Prof. Mayuree Lertwatechakul

#### Abstract

Train Service Planning system is developed to provide facilities for creating efficient train service plan that meets the passenger demand under the limitation of the train system resources such as trainsets and the railway infrastructure.

The system can be used in 2 modes: In the first mode, user inputs train service plans into the database manually. The system could evaluate a train service plan how it could satisfy the expected demand.

In the second mode, the system could operate an appropriate plan automatically corresponding to the passenger demand trend.

#### Introduction

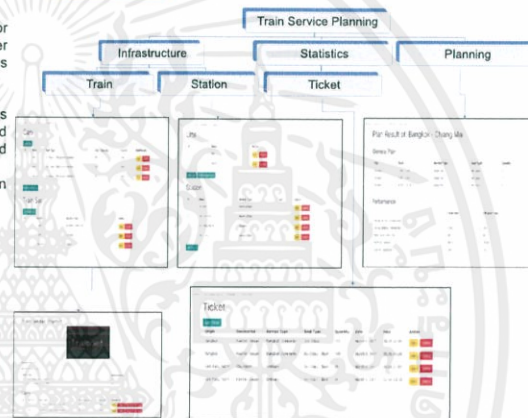
Railway system is the most important transportation system that effects to a country development in order to raise the Economic systems especially for the rural area. The railway system in Thailand is undeveloped for a long time, especially when compared to neighboring countries in Asia.)

Recently, Thai government made a strong decision to invest in railway system development. Thus, we develop the Train Service Planning System as a facility for train operator to making a train service plan more easier and efficiently. We also hope that this system could raise up our country living to our national people.

#### Methodology



#### Results



#### Conclusion

This project could bring the very first step to improve our national railway transportation level in country to be better as the nowadays technology could do. The system is made to predict the future plan for supporting the passenger demand trend under the limitation of resources. Furthermore, we hope this system will be more accurate in prediction if the system could receive large amount of real data input.

#### References

- [1] Huijing FU, Lei NIE, Hao YANG, Feng ZHAO. Study on the Dynamic Relationship between Passenger Flow and Train Service Plan for Intercity Railway Lines. Service Operations and Logistics, and Informatics, 2008  
<http://ieeexplore.ieee.org/document/4686628/>
- [2] Rakpong Wiangchaloren, 2002. Rotfaihai.com, [Online]. Available: <http://portal.rotfaihai.com>

E-mail: klmayure@kmitl.ac.th,  
56010698@kmitl.ac.th, 5601908@kmitl.ac.th



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### ตัวอย่าง การติดตั้งภาษา Python

#### การติดตั้งภาษา Python

1. เปิด Terminal เพื่อติดตั้ง Homebrew เพื่อช่วยในการลงภาษา Python และพิมพ์คำสั่งดังนี้

```
ruby -e "$(curl -fsSL
https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/master/install)"
```

```
senior_project git:(develop) x ruby -e "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/master/install)"
This script will install:
/usr/local/bin/brew
/usr/local/share/doc/homebrew
/usr/local/share/man/man1/brew.1
/usr/local/share/zsh/site-functions/_brew
/usr/local/etc/bash_completion.d/brew
/usr/local/Homebrew
Press RETURN to continue or any other key to abort
```

รูปที่ ข.1 เมื่อรันคำสั่ง curl

2. ติดตั้ง Python เวอร์ชัน 3 ด้วยคำสั่ง brew install python3

```
senior_project git:(develop) x brew install python3
Updating Homebrew...
```

รูปที่ ข.2 เมื่อรันคำสั่งติดตั้ง python3

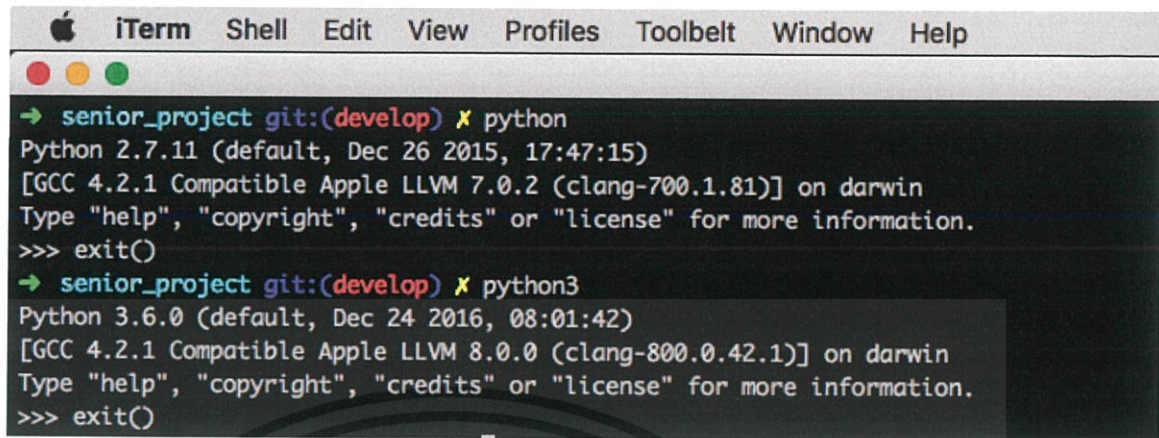
#### วิธีใช้ Python3

หากบนเครื่องมีการลง Python 2 ไว้แล้ว เมื่อรันคำสั่งข้างล่างจะเป็นการใช้งาน Python2 อินเทอร์พรีเตอร์

- 1) python

ในกรณีหากต้องการใช้ Python3 อินเทอร์พรีเตอร์

## 2) python3



```

iTerm  Shell  Edit  View  Profiles  Toolbelt  Window  Help
→ senior_project git:(develop) ✕ python
Python 2.7.11 (default, Dec 26 2015, 17:47:15)
[GCC 4.2.1 Compatible Apple LLVM 7.0.2 (clang-700.1.81)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> exit()
→ senior_project git:(develop) ✕ python3
Python 3.6.0 (default, Dec 24 2016, 08:01:42)
[GCC 4.2.1 Compatible Apple LLVM 8.0.0 (clang-800.0.42.1)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> exit()

```

รูปที่ ข.3 เมื่อเปิด python bash ผ่านคำสั่ง python และ python3

โดยในการดาวน์โหลด Homebrew จะติดตั้ง Pip ไปด้วย เพื่อในการติดตั้ง Django ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



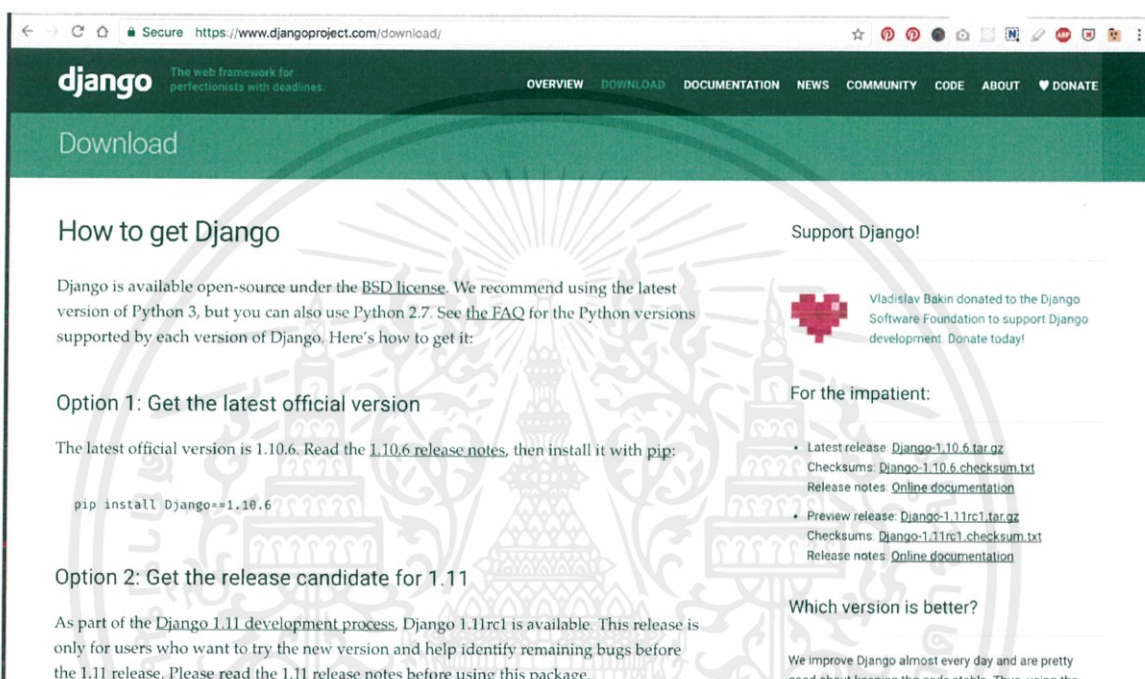
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### ตัวอย่าง การติดตั้งเฟรมเวิร์ค Django

#### การติดตั้งเฟรมเวิร์ค Django

1. เปิดเว็บไซต์ <https://www.djangoproject.com/download/> เพื่อเช็คเวอร์ชันล่าสุดของ



รูปที่ ค.1 เว็บไซต์ Django project

2. เปิด Terminal ขึ้นมาแล้วรันคำสั่ง `pip install Django`

```
→ senior_project git:(develop) * pip install django
Requirement already satisfied: django in /usr/local/lib/python2.7/site-packages
→ senior_project git:(develop) *
```

รูปที่ ค.2 เมื่อรันคำสั่ง `pip install Django`



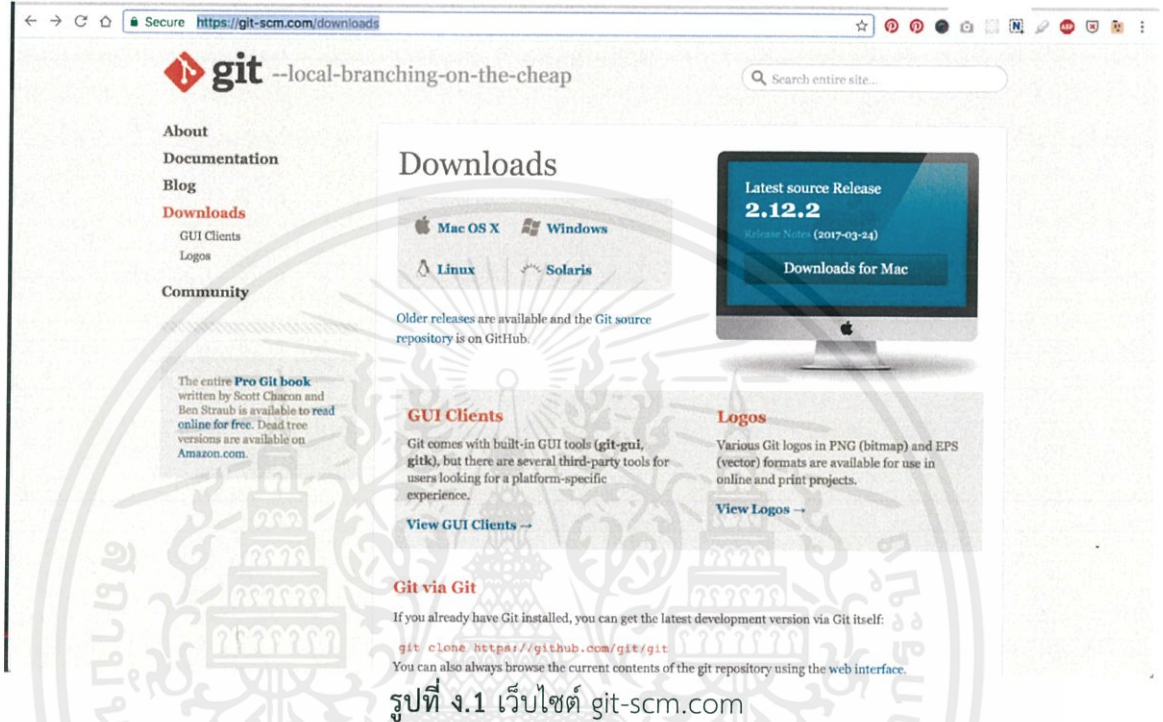
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง

### ตัวอย่าง การติดตั้ง Git และ GitHub

#### การติดตั้ง Git

1. เข้าเว็บไซต์ <https://git-scm.com/downloads> เพื่อคลิกดาวน์โหลด



รูปที่ ง.1 เว็บไซต์ git-scm.com

#### การติดตั้ง GitHub

1. เปิดโปรแกรม Terminal ขึ้น และพิมพ์คำสั่ง `git config --global user.name "ชื่อ user"` เข้าไปเพื่อบอกว่าใช้ชื่อ user ไหนของ GitHub รวมถึง `git config --global user.email "ชื่ออีเมล"`

```

→ senior_project git:(develop) X git config --global user.name "mesodiar"
→ senior_project git:(develop) X git config --global user.email "mils@prontomarketing.com"
→ senior_project git:(develop) X

```

รูปที่ ง.2 เมื่อพิมพ์คำสั่งด้านบนเพื่อระบุชื่อผู้ใช้งานและอีเมลล์



ภาคผนวก จ  
ตัวอย่าง การติดตั้ง Docker

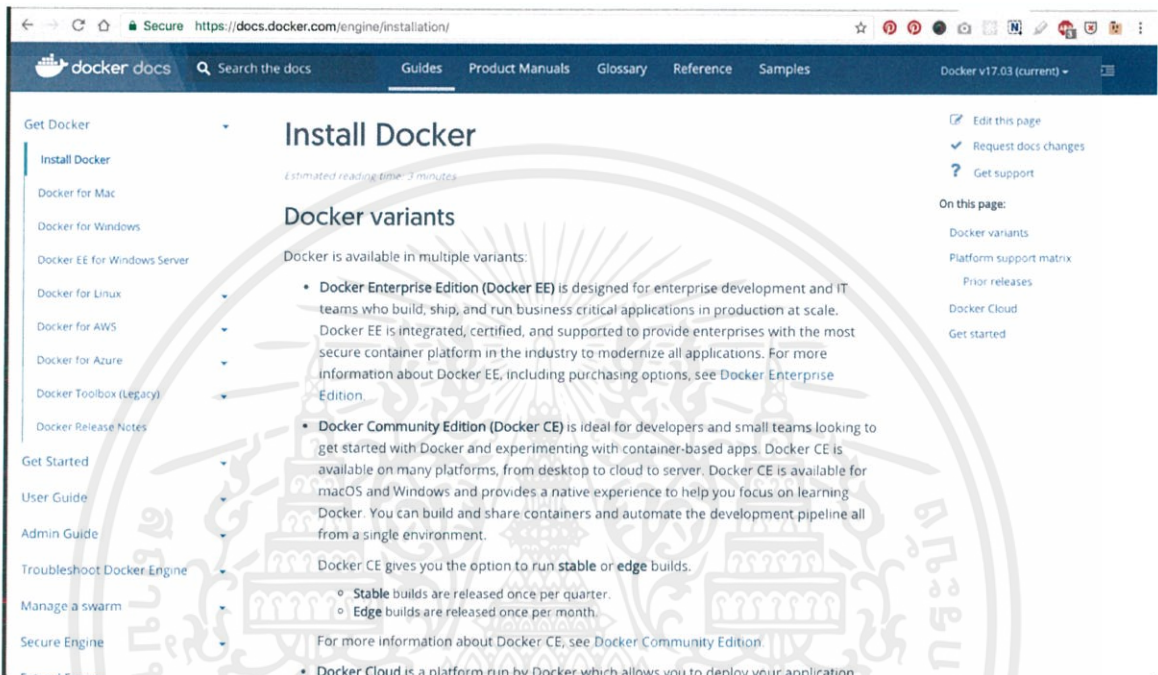
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก จ

### ตัวอย่าง การติดตั้ง Docker

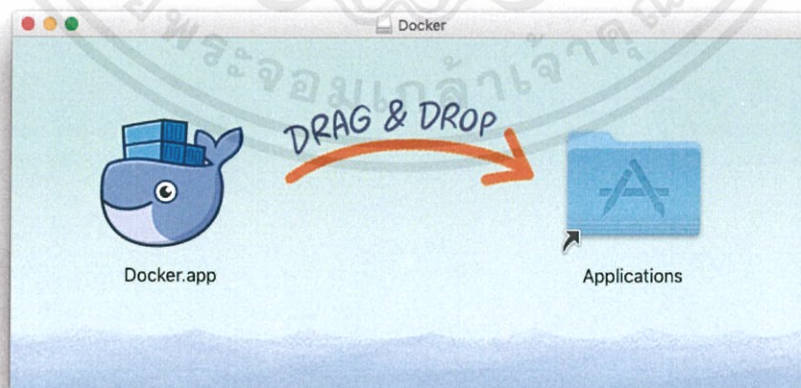
#### การติดตั้ง Docker

1. เข้าเว็บไซต์ <https://docs.docker.com/engine/installation/> และเลือกดาวน์โหลดเวอร์ชันที่เหมาะสมแก่ OS ที่ใช้



รูปที่ จ.1 เว็บไซต์ docs.docker.com

2. ดับเบิลคลิก Docker.dmg เพื่อติดตั้ง คลิกลาก docker.app ไปยัง Applications folder



รูปที่ จ.2 บน MacOS จะตั้งหน้าต่างเพื่อให้ลากไอคอนจากซ้ายไปขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ดับเบิลคลิก docker.app ใน Applications folder เพื่อ start docker



รูปที่ จ.3 ไอคอนโปรแกรมบนเครื่อง

4. จะมีไอคอนปลาวาฬบน status bar ข้างบนเพื่อบอกว่า Docker กำลังรันอยู่หรือไม่



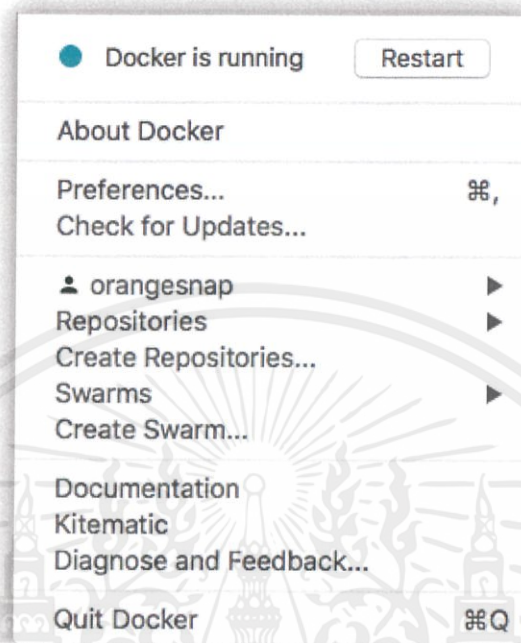
รูปที่ จ.4 ไอคอนโปรแกรมบน status bar

5. ในกรณีที่ติดตั้งครั้งแรกจะได้รับข้อความตามรูปด้านล่างเพื่อบอกว่าดาวน์โหลดสำเร็จแล้ว



รูปที่ จ.5 ผลลัพธ์บอกว่า Docker ดาวน์โหลดเสร็จแล้ว

6. คลิกที่ไอคอนปลาวาฬเพื่อดูรายละเอียดและตัวเลือกอื่นๆ หรือคลิกที่ About Docker เพื่อยืนยันว่าได้ดาวน์โหลดเวอร์ชันล่าสุดมาแล้ว



รูปที่ จ.6 ผลลัพธ์บอกว่า Docker กำลังรัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ฉ

### ตัวอย่าง การติดตั้ง PostgreSQL บน Docker

#### การติดตั้ง PostgreSQL บน Docker

1. ในการติดตั้ง PostgreSQL บน Docker ในกรณีที่ไม่ได้ติดตั้งผ่าน Docker image จาก Docker Hub จะต้องสร้างไฟล์ Dockerfile ด้วยโค้ดต่อไปนี้

```
#
# example Dockerfile for https://docs.docker.com/examples/postgresql_service/
#

FROM ubuntu

# Add the PostgreSQL PGP key to verify their Debian packages.
# It should be the same key as https://www.postgresql.org/media/keys/ACCC4CF8.asc
RUN apt-key adv --keyserver hkp://p80.pool.sks-keyervers.net:80 --recv-keys B97B0AFCAA1A47F044F244A07FCC7D46ACCC4CF8

# Add PostgreSQL's repository. It contains the most recent stable release
# of PostgreSQL, "9.3".
RUN echo "deb http://apt.postgresql.org/pub/repos/apt/ precise-pgdg main" > /etc/apt/sources.list.d/pgdg.list

# Install "python-software-properties", "software-properties-common" and PostgreSQL 9.3
# There are some warnings (in red) that show up during the build. You can hide
# them by prefixing each apt-get statement with DEBIAN_FRONTEND=noninteractive
RUN apt-get update && apt-get install -y python-software-properties software-properties-common postgresql-9.3 postgresql

# Note: The official Debian and Ubuntu images automatically "apt-get clean"
# after each "apt-get"

# Run the rest of the commands as the "postgres" user created by the "postgresql-9.3" package when it was "apt-get i.
USER postgres

# Create a PostgreSQL role named "docker" with "docker" as the password and
# then create a database "docker" owned by the "docker" role.
# Note: here we use "&&" to run commands one after the other - the "|"
# allows the RUN command to span multiple lines.
RUN /etc/init.d/postgresql start &&\
    psql --command "CREATE USER docker WITH SUPERUSER PASSWORD 'docker';" &&\
    createdb -O docker docker

# Adjust PostgreSQL configuration so that remote connections to the
# database are possible.
RUN echo "host all all 0.0.0.0/0 md5" >> /etc/postgresql/9.3/main/pg_hba.conf

# And add "listen_addresses" to "/etc/postgresql/9.3/main/postgresql.conf"
RUN echo "listen_addresses='*'" >> /etc/postgresql/9.3/main/postgresql.conf

# Expose the PostgreSQL port
EXPOSE 5432

# Add VOLUMES to allow backup of config, logs and databases
VOLUME ["/etc/postgresql", "/var/log/postgresql", "/var/lib/postgresql"]

# Set the default command to run when starting the container
CMD ["/usr/lib/postgresql/9.3/bin/postgres", "-D", "/var/lib/postgresql/9.3/main", "-c", "config_file=/etc/postgresql/9.3/main/postgresql.conf"]
```

#### รูปที่ ฉ.1 ไฟล์ Dockerfile ในการสร้าง Docker ของ PostgreSQL

(อ้างอิงโดย [https://docs.docker.com/engine/examples/postgresql\\_service/#installing-postgresql-on-docker](https://docs.docker.com/engine/examples/postgresql_service/#installing-postgresql-on-docker))

2. สร้าง image จาก Dockerfile ที่เพิ่งสร้างขึ้นมา ด้วยคำสั่ง

docker build -t eg\_postgresql .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. รัน PostgreSQL server container

```
docker run --rm -P --name pg_test eg_postgresql
```

### การเชื่อมต่อไปยัง Container

การเชื่อมคอนเทนเนอร์จำเป็นที่จะต้องมีคำสั่งในการเชื่อมต่อไปยัง port ของ container ที่ถูกต้อง ด้วยคำสั่ง

```
docker run --rm -t -i --link pg_test:pg eg_postgresql bash
postgres@7ef98b1b7243:/$ psql -h $PG_PORT_5432_TCP_ADDR -p
$PG_PORT_5432_TCP_PORT -d docker -U docker --password
```

### การเชื่อมไปยังเครื่อง Host

เมื่อติดตั้ง postgresql-client แล้ว ต้องทดสอบการเชื่อมต่อไปยัง port ของเครื่อง host ของ docker ด้วย

```
$ docker ps
CONTAINER ID   IMAGE                COMMAND              CREATED        STATUS        PORTS
5e24362f27f6   eg_postgresql:latest /usr/lib/postgresql/ About an hour ago Up About an hour 0.0.0.0:49153
$ psql -h localhost -p 49153 -d docker -U docker --password
```

รูปที่ ๑.2 เช็คว่ากำลังรัน Container อะไรอยู่บ้างและทดสอบการเชื่อมต่อไปยัง port เครื่อง host (อ้างอิงโดย [https://docs.docker.com/engine/examples/postgresql\\_service/#installing-postgresql-on-docker](https://docs.docker.com/engine/examples/postgresql_service/#installing-postgresql-on-docker))

## การสร้างดาต้าเบส

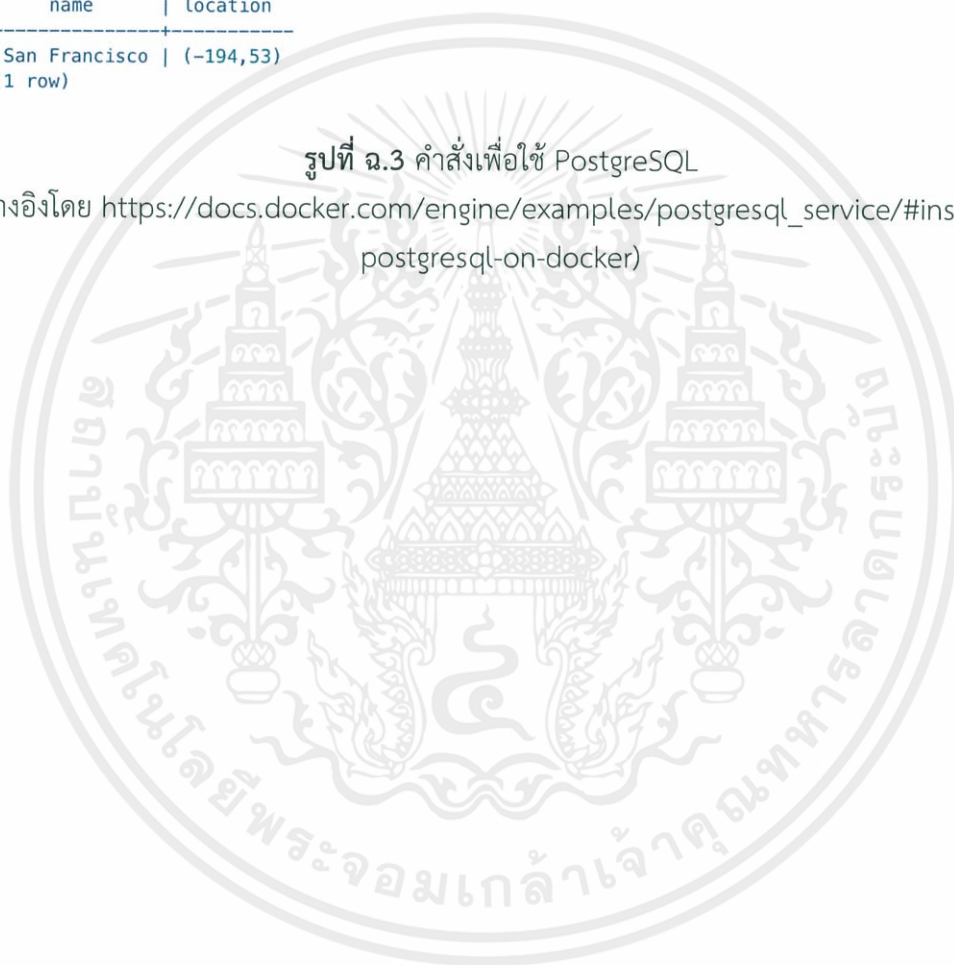
เมื่อ authenticate และมี docker =# แล้ว ก็สามารถสร้างฐานข้อมูลได้ทันที

```
psql (9.3.1)
Type "help" for help.

$ docker=# CREATE TABLE cities (
docker(#   name          varchar(80),
docker(#   location     point
docker(# );
CREATE TABLE
$ docker=# INSERT INTO cities VALUES ('San Francisco', '(-194.0, 53.0)');
INSERT 0 1
$ docker=# select * from cities;
   name   | location
-----+-----
San Francisco | (-194,53)
(1 row)
```

### รูปที่ ๓.3 คำสั่งเพื่อใช้ PostgreSQL

(อ้างอิงโดย [https://docs.docker.com/engine/examples/postgresql\\_service/#installing-postgresql-on-docker](https://docs.docker.com/engine/examples/postgresql_service/#installing-postgresql-on-docker))





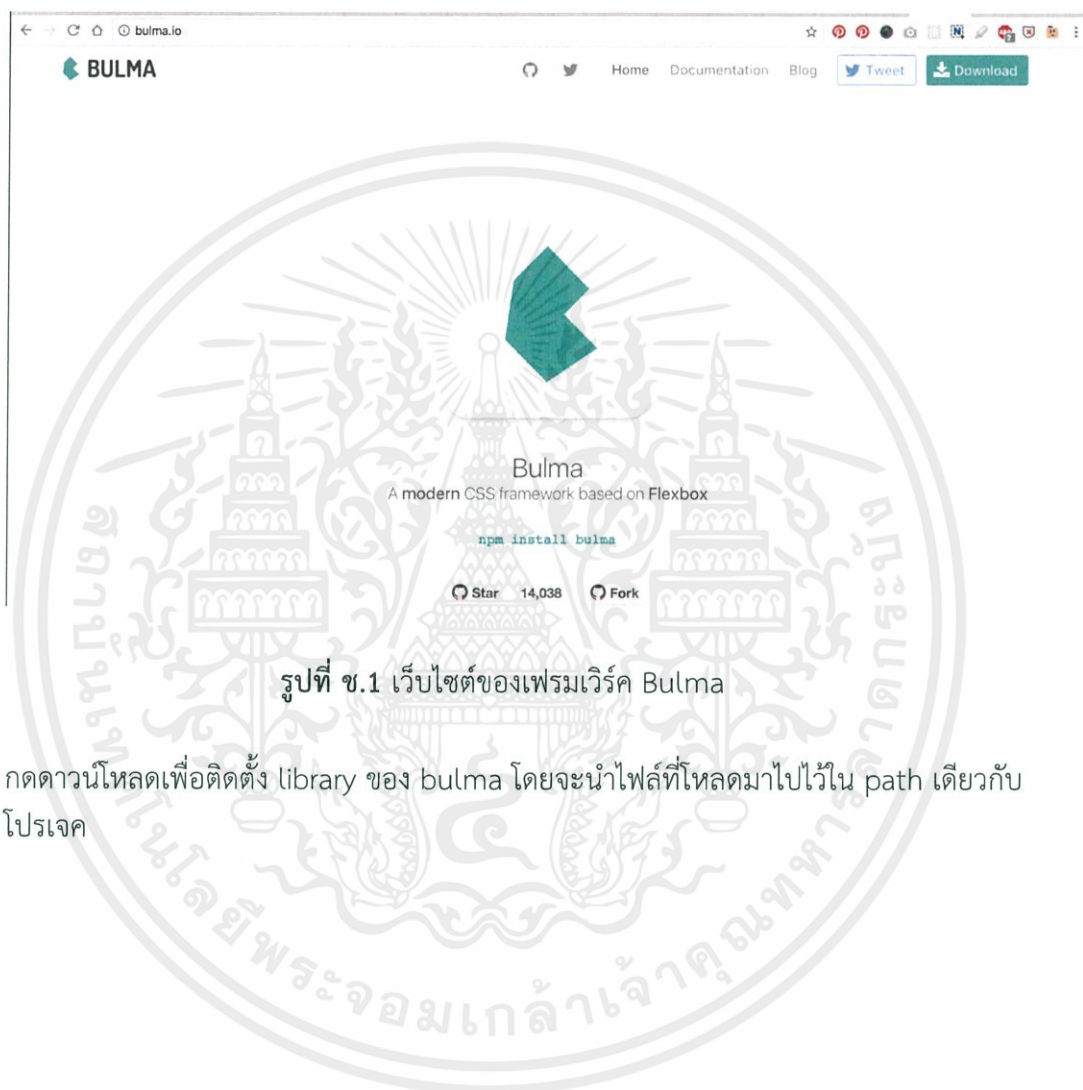
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### ตัวอย่าง การติดตั้งเฟรมเวิร์ค Bulma

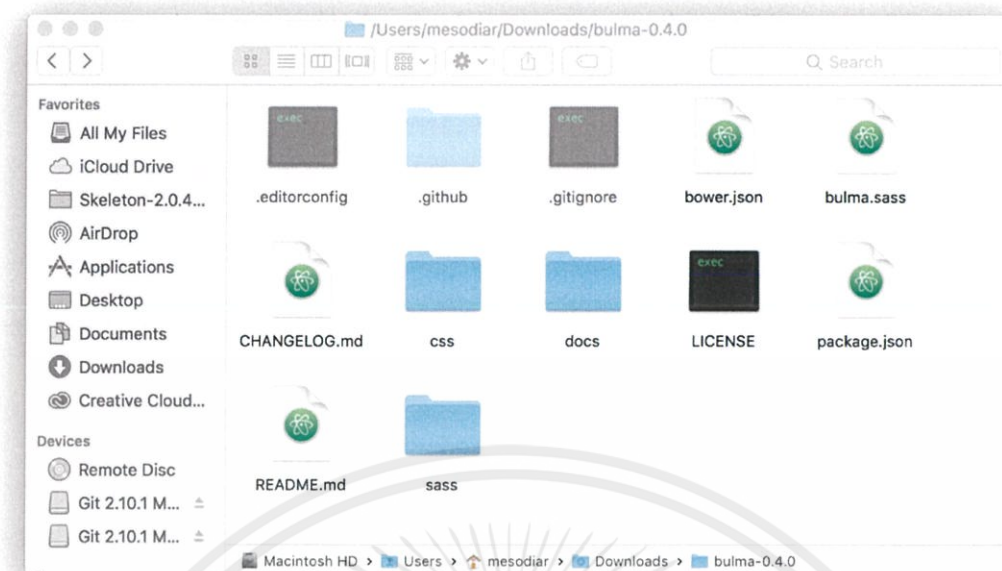
#### การติดตั้งเฟรมเวิร์ค Bulma

1. เข้า <http://bulma.io/> และติดตั้งโดยใช้คำสั่ง `npm install bulma`



รูปที่ ข.1 เว็บไซต์ของเฟรมเวิร์ค Bulma

2. กดดาวน์โหลดเพื่อติดตั้ง library ของ bulma โดยจะนำไฟล์ที่โหลดมาไว้ใน path เดียวกับโปรเจก



รูปที่ ข.2 ไฟล์ที่ได้จากการโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ซ  
ตัวอย่าง การติดตั้ง Chart.js

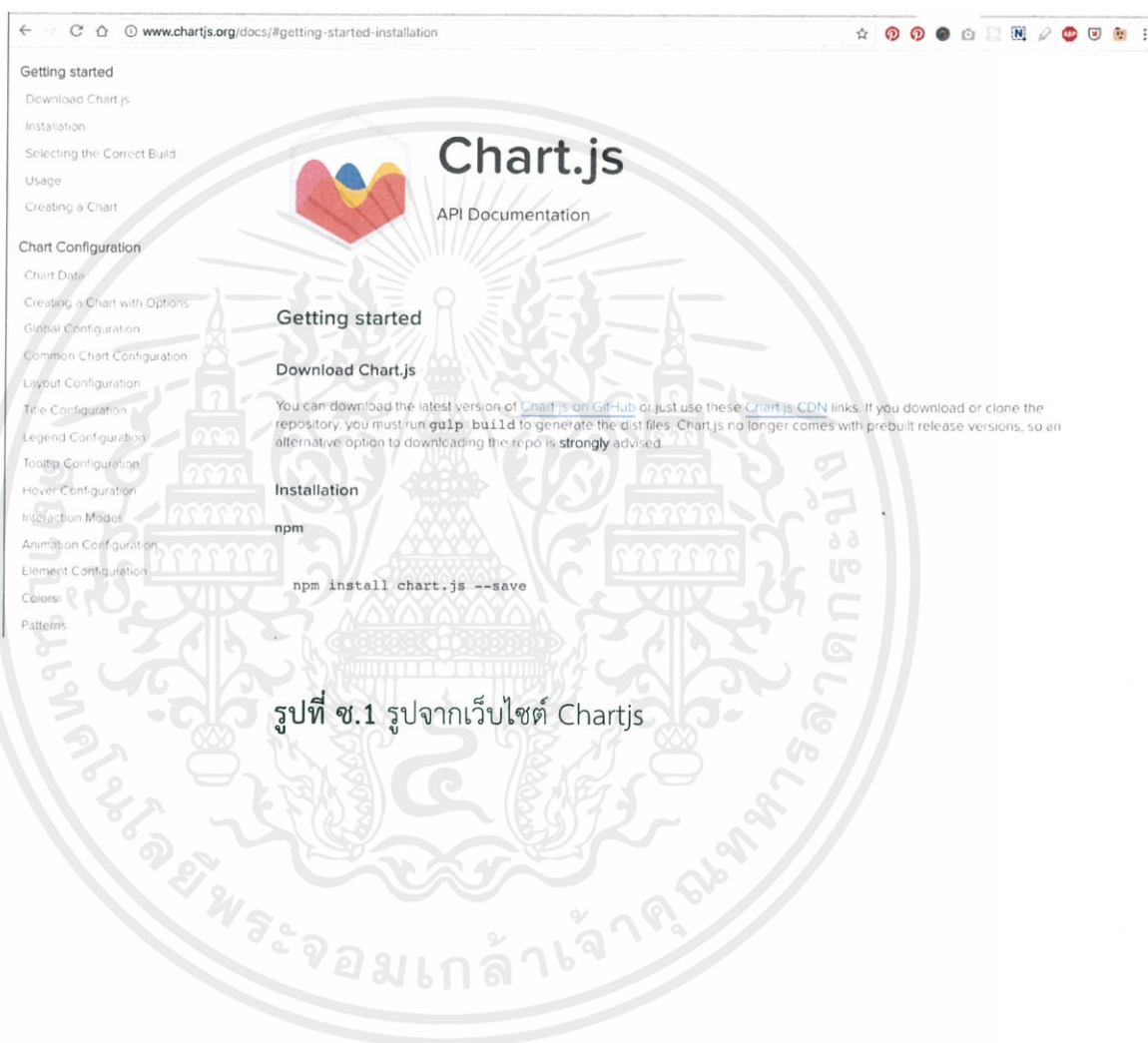
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### ตัวอย่าง การติดตั้ง Chart.js

#### การติดตั้ง Chart.js

เปิดเว็บไซต์ <http://www.chartjs.org/docs/#getting-started-installation> และดาวน์โหลด Chart.js ผ่านคำสั่ง `npm install chart.js --save`



รูปที่ ข.1 รูปจากเว็บไซต์ Chartjs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้