การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนของการใช้ทางรถไฟระหว่างเมืองของประเทศไทย

นายกีรติ เครือจันทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Analysis of structure cost of intercity railway of Thailand

Mr. Geerati Kruajun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนของการใช้ทางรถไฟระหว่างเมืองของประเทศไทย
โดย	นายกีรติ เครือจันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย แสงเพชรงาม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย แสงเพชรงาม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กีรติ เครือจันทร์ : การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนของการใช้ทางรถไฟระหว่างเมืองของประเทศไทย (Analysis of structure cost of intercity railway of Thailand) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.บุญชัย แสงเพชรงาม, 162 หน้า.

รถไฟเป็นระบบการขนส่งที่ต้องการการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานอย่างมาก ทั้งในด้านการก่อสร้างและการซ่อมบำรุงรักษา การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานให้เกิดประโยชน์เต็มประสิทธิภาพในอนาคต จำเป็นที่จะต้องทราบ ต้นทุนและปัจจัยที่ส่งกระทบต่อต้นทุนเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการใช้ประโยชน์ เช่น การอุดหนุนจากภาครัฐ การคิดค่าใช้ทางจากผู้ประกอบการเดินรถ ในกรณีที่มีการแยกส่วนการบริหารจัดการระหว่างโครงสร้างพื้นฐานกับล้อเลื่อน สำหรับการศึกษาของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาต้นทุนของค่าก่อสร้าง และค่าซ่อมบำรุงรักษา จากเส้นทางเดินรถของการรถไฟ 5 เส้นทาง ได้แก่ เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ และ เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

จากการศึกษาพบว่า ค่าซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.3 ถึง 1.7 ล้านบาทต่อปีต่อสถานี และค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟมีค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟเฉลี่ยต่อปี อยู่ในช่วง 280,000 ถึง 310,000 บาทต่อหนึ่งทางต่อกิโลเมตร โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงทาง คือ ความหนาแน่นการเดินรถ และ ค่าคุณภาพทาง และเมื่อเปรียบเทียบการซ่อมบำรุงรักษาที่น้ำหนักบรรทุกเท่ากัน พบว่าค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟเป็นครึ่งหนึ่งของค่าซ่อมบำรุงถนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5770124721 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEYWORDS: CHARGE COST / ROLLING STOCK / SIGNALING / TELECOMMUNICATIONS / QUALITY OF TRACK

GEERATI KRUAJUN: Analysis of structure cost of intercity railway of Thailand. ADVISOR: ASST. PROF.BOONCHAI SANGPETNGAM, Ph.D., 162 pp.

Rail transport system is one of transportation modes that demands investment budget on its infrastructure. To efficiently manage the rail infrastructure in future, it is necessary to clearly know the factors that affect construction cost and maintenance cost. The results of this research will give some factors that should be used to estimate the charge costs from the train operators, in case of separation between rail infrastructure and rolling stock. This study aims to study the cost of construction and maintenance for 5 sections of route: Nong Pladuk – Rat Cha Bu Ri, Bao Yai – Khon Kaen, Ton Bu Ri – Ta Ling Chun, Nakon Raj Si Ma – Bao Yai and Lard Kra Bang – Laem Cha Bung.

This study found that the maintenance cost of the signaling system and telecommunications ranges from 1.3 to 1.7 million baht per year per station. The average annual maintenance cost of the railway track and bridges is 280,000 to 310,000 baht per track per kilometer. The density of traffic and the quality of track are the main factors that influence the maintenance cost. Moreover this research found that the maintenance cost of the railway is approximately half of road maintenance cost.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department:	Civil Engineering	Student's Signature	.....
Field of Study:	Civil Engineering	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2016		

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตรจารย์.ดร. บุญชัย แสงเพชรงาม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง และผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์ ซึ่งเป็นประธานคณะกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาโนช โลหเตปานนท์ และ ดร. อรรถพล เก่าประเสริฐ ซึ่งเป็นกรรมการ ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะประเด็นที่สำคัญที่ควรพิจารณาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้เขียนจนสามารถทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณการรถไฟแห่งประเทศไทย ที่อำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณ รุ่นพี่ เพื่อน และน้องๆที่เป็นกำลังใจและช่วยสนับสนุนข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจ ถ้าหากไม่ได้รับการสนับสนุนจากสองท่านนี้แล้ว ผู้เขียนคงไม่สามารถมาถึงจุดนี้ได้และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับทุนการศึกษาวิศวกรรมโยธา จุฬาฯ 100 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย 2
1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย 4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ระบบเครือข่ายรถไฟไทย 5
2.2 ระบบการขนส่งของรถไฟไทย 7
2.3 โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ 9
2.4 สถานีรถไฟ 11
2.5 รูปแบบของต้นทุนในการคิดค่าใช้ทาง 13
2.6 รูปแบบและมาตรฐานของการคิดค่าใช้ทางในต่างประเทศ 13
2.7 ต้นทุนการบริหารการจัดการเดินรถ 17
2.8 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงทางรถไฟ 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.9 ต้นทุนในงานซ่อมบำรุงรักษางานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม 23
2.10 ต้นทุนในการก่อสร้าง 24
2.11 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25
บทที่ 3 วิธีการศึกษา 27
3.1 รูปแบบการวิจัย 27
3.2 การออกแบบงานวิจัย 27
3.2.1 เส้นทางการเดินรถไฟระหว่างเมืองของการรถไฟแห่งประเทศไทย 27
3.2.2 หลักการในการเลือกเส้นทางที่ใช้เป็นตัวแทนเส้นทาง 29
3.2.3 การพิจารณาต้นทุนค่าก่อสร้างทางรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณ และโทรคมนาคม 29
3.2.4 การพิจารณาต้นทุนค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม 30
3.2.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนค่าใช้จ่าย 31
3.3 การวิเคราะห์เชิงสถิติ 32
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผล 33
4.1 การวิเคราะห์เส้นทาง 33
4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ต้นทุน 41
4.4 ต้นทุนค่าก่อสร้าง 42
4.4.1 เส้นทางตัวแทนที่ใช้ในการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้าง 44
4.4.1.1 เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี 47
4.4.1.2 เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น 50
4.4.1.3 เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน 53
4.4.1.4 เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ 56
4.4.1.5 เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.5 ต้นทุนค่าซ่อมบำรุง ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม 63

4.6 ต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาทาง 77

4.6.1 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก - ราชบุรี.....77

4.6.2 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น.....82

4.6.3 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน.....87

4.3.4 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่.....92

4.6.5 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง 97

4.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงทาง 103

4.7.1 น้ำหนักบรรทุก 103

4.7.2 จำนวนความหนาแน่นของขบวนรถ 104

4.7.3 คุณภาพของทาง (Quality Index) 105

4.7.4 การวิเคราะห์เบื้องต้น 108

4.7.4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุงปีงบประมาณ (Cost) กับ ค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้า (QI1) และ ปีงบประมาณปัจจุบัน (QI2)..... 108

4.7.5 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง..... 109

4.7.5.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ 111

4.7.5.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุงรวม (cost) กับ ค่าคุณภาพทาง (QI) 114

4.7.5.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ ค่าคุณภาพทาง (QI) 115

4.7.5.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุง ค่าคุณภาพทาง ความหนาแน่น น้ำหนักบรรทุก 118

4.8 ต้นทุนงานซ่อมบำรุงถนน 125

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.8.1 งานซ่อมบำรุงรักษาปกติถนน 125
4.8.2 ค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 126
4.9 น้ำหนักบรรทุก 131
4.9.1 น้ำหนักบรรทุกบนทางรถไฟ 132
4.9.2 น้ำหนักบรรทุกบนถนน 132
บทที่ 5 สรุปผล 135
5.1 งานก่อสร้าง 135
5.1.1 เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี 135
5.1.2 เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น 135
5.1.3 เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน 135
5.1.4 เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ 135
5.1.5 เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง 135
5.2 งานซ่อมบำรุงรักษาระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม 136
5.3 งานซ่อมบำรุงทาง 137
5.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟ 138
5.5 งานซ่อมบำรุงทางรถไฟ กับ ถนน 138
รายการอ้างอิง 139
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 162

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงานวิจัย....4
ตารางที่ 2 องค์ประกอบของการคิดค่าใช้ทางของประเทศฝรั่งเศส [23]....14
ตารางที่ 3 องค์ประกอบของการคิดค่าใช้ทางของประเทศสเปน [23]....15
ตารางที่ 4 องค์ประกอบของการคิดค่าใช้ทางของประเทศสโลวีเนีย [23] 16
ตารางที่ 5 ความหนาแน่นการเดินรถ เส้นทารถไฟสายเหนือ การรถไฟแห่งประเทศไทย 33
ตารางที่ 6 ความหนาแน่นการเดินรถ เส้นทางรถไฟสายตะวันออก การรถไฟแห่งประเทศไทย..34
ตารางที่ 7 ความหนาแน่นการเดินรถ เส้นทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ การรถไฟแห่งประเทศไทย 35
ตารางที่ 8 ความหนาแน่นการเดินรถ เส้นทางรถไฟสายใต้ การรถไฟแห่งประเทศไทย 36
ตารางที่ 9 เส้นทางตัวแทนของเส้นทางการเดินรถไฟระหว่างเมือง การรถไฟแห่งประเทศไทย ..40
ตารางที่ 10 ระยะทางของแต่ละเส้นทางตัวแทนที่ใช้ในการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้าง....44
ตารางที่ 11 ต้นทุนต่อหน่วยของโครงสร้างพื้นฐาน 45
ตารางที่ 12 ต้นทุนต่อหน่วยของประแจ 46
ตารางที่ 13 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก - ราชบุรี....47
ตารางที่ 14 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี....47
ตารางที่ 15 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี....48
ตารางที่ 16 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น..50
ตารางที่ 17 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น....50
ตารางที่ 18 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น....51
ตารางที่ 19 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน....53
ตารางที่ 20 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน....53
ตารางที่ 21 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน....54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 22 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ 56
ตารางที่ 23 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่.....56
ตารางที่ 24 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่.....57
ตารางที่ 25 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง.....59
ตารางที่ 26 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง.....60
ตารางที่ 27 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง.....61
ตารางที่ 28 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2556.....65
ตารางที่ 29 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2556.....67
ตารางที่ 30 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2557.....69
ตารางที่ 31 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2557.....71
ตารางที่ 32 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2558.....73
ตารางที่ 33 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2558.....75
ตารางที่ 34 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี.....77
ตารางที่ 35 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น 82
ตารางที่ 36 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน.....87
ตารางที่ 37 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่.....92
ตารางที่ 38 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง.....97
ตารางที่ 39 การแบ่งระดับของคุณภาพทาง (Track Quality Index) การรถไฟแห่งประเทศไทย 106

ตารางที่ 40 ค่าคุณภาพเส้นทาง (QI) ของ 5 เส้นทางของการรรถไฟแห่งประเทศไทย 107

ตารางที่ 41 ข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติ 113

ตารางที่ 42 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุงรวม(Cost) กับ ค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้า (QI1) และค่าคุณภาพทางปีปัจจุบัน (QI2)..... 115

ตารางที่ 43 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง (ไม่รวม staff cost) (realcost) กับ ค่าคุณภาพทาง (QI1) ปีก่อนหน้า และค่าคุณภาพทาง (QI2) ปีปัจจุบัน..... 117

ตารางที่ 44 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง กับ คุณภาพทางปีก่อนหน้าและปีปัจจุบันกับ ความหนาแน่นการเดินรถ น้ำหนักรรทุก และ ค่าซ่อมบำรุงปีต่อไป 120

ตารางที่ 45 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ คุณภาพทางปีก่อนหน้าและปีปัจจุบัน ความหนาแน่นการเดินรถ น้ำหนักรรทุก และ ค่าซ่อมบำรุงปีต่อไป..... 121

ตารางที่ 46 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง กับ คุณภาพทางปีปัจจุบัน ความหนาแน่นการเดินรถ น้ำหนักรรทุก และค่าซ่อมบำรุงปีต่อไป..... 122

ตารางที่ 47 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง (ไม่รวม staff) กับ คุณภาพทางปีปัจจุบัน ความหนาแน่นการเดินรถ น้ำหนักรรทุก และ ค่าซ่อมบำรุง (ไม่รวม staff) ปีต่อไป 124

ตารางที่ 48 ค่าซ่อมบำรุงปกติ ถนน 2 ช่องจราจร [34]..... 125

ตารางที่ 49อค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกันแบบที่ 1..... 129

ตารางที่ 50 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงถนน (แบบที่ 1) 129

ตารางที่ 51 ค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกันแบบที่ 2..... 130

ตารางที่ 52 ค่าใช้จ่ายรวมงานซ่อมบำรุงถนน (แบบที่ 2)..... 130

ตารางที่ 53 น้ำหนักบรรทุกบนเส้นทางรถไฟ 5 เส้นทาง..... 132

ตารางที่ 54 น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย [35]..... 133

ตารางที่ 55 น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยต่อวันของถนน 133

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

รูปที่ 1 แผนการดำเนินงาน 3

รูปที่ 2 แผนงานการพัฒนารถไฟระหว่างเมือง ปี 2558-2565 [8] 6

รูปที่ 3 การเปรียบเทียบระบบรถไฟ [10] 8

รูปที่ 4 รายละเอียดหน้าตัดขวางทางรถไฟ [15] 10

รูปที่ 5 รายละเอียด ต้นทุนการดำเนินงานประจำปี [29] 19

รูปที่ 6 รูปแบบกราฟฟิกของค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงโครงข่ายรถไฟ [37] 25

รูปที่ 7แผนที่แสดงเส้นทางรถไฟ การรถไฟแห่งประเทศไทย [39] 28

รูปที่ 8 แผนการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของงานซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ 30

รูปที่ 9 กราฟความหนาแน่นขบวนรถไฟแบ่งตามภูมิภาค การรรถไฟแห่งประเทศไทย 37

รูปที่ 10 กราฟแสดงความหนาแน่นการเดินรถ ที่มีความหนาแน่นการเดินรถมากกว่า 26 ขบวนต่อวันต่อทาง 38

รูปที่ 11 กราฟแสดงความหนาแน่นการเดินรถ ที่มีความหนาแน่นการเดินรถเท่ากับและน้อยกว่า 26 ขบวนต่อวันต่อทาง แต่มากกว่า 9 ขบวนต่อวันต่อทาง 38

รูปที่ 12 กราฟต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี 49

รูปที่ 13 กราฟต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น 52

รูปที่ 14 กราฟต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน 55

รูปที่ 15 กราฟต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ 58

รูปที่ 16 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง 62

รูปที่ 17 กราฟค่าใช้จ่ายรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2556 68

รูปที่ 18 กราฟค่าใช้จ่ายรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2557 72

รูปที่ 19 กราฟค่าใช้จ่ายรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2558 76

รูปที่ 20 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2553 78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 21 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2554 78

รูปที่ 22 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2555 79

รูปที่ 23 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2556 79

รูปที่ 24 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2553 – 2558 81

รูปที่ 25 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2553 83

รูปที่ 26 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2554 83

รูปที่ 27 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2555 84

รูปที่ 28 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2556 84

รูปที่ 29 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2558 85

รูปที่ 30 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2553 – 2558 86

รูปที่ 31 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2553 ..88

รูปที่ 32 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2554 ..88

รูปที่ 33 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2555 ..89

รูปที่ 34 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2556 ..90

รูปที่ 35 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2557 ..90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 36 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2553 – 2558 91

รูปที่ 37 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2553 93

รูปที่ 38 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2554 93

รูปที่ 39 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2555 94

รูปที่ 40 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2556 94

รูปที่ 41 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2557 95

รูปที่ 42 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2558 95

รูปที่ 43 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2553 – 2558 96

รูปที่ 44 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2553 98

รูปที่ 45 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2554 98

รูปที่ 46 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2555 99

รูปที่ 47 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2556 99

รูปที่ 48 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2557 100

รูปที่ 49 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2553 – 2558 101

รูปที่ 50 กราฟค่าซ่อมบำรุงทางของ 5 เส้นทาง ของปีงบประมาณ 2553 - 2558 102

รูปที่ 51 กราฟแท่งน้ำหนักบรรทุกบนทางรถไฟ 5 เส้นทาง 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 52 กราฟแท่งความหนาแน่นการเดินรถของการรถไฟแห่งประเทศไทย 5 เส้นทาง..... 105
รูปที่ 53 กราฟค่าคุณภาพเส้นทางของ 5 เส้นทาง ของการรถไฟแห่งประเทศไทย ปีงบประมาณ 2552-2558..... 107
รูปที่ 54 กราฟค่า QI และ ค่าซ่อมบำรุงทาง Cost1 108
รูปที่ 55 กราฟค่า QI และ ค่าซ่อมบำรุงทาง Cost2 109
รูปที่ 56 กราฟค่าซ่อมบำรุง กับ ค่า QI1 (ปีงบประมาณก่อนหน้า)..... 114
รูปที่ 57 กราฟค่าซ่อมบำรุง กับ ค่า QI2 (ปีปัจจุบัน)..... 114
รูปที่ 58 กราฟค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ ค่า QI ปีก่อนหน้า..... 116
รูปที่ 59 กราฟค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ ค่า QI ปีปัจจุบัน..... 116
รูปที่ 60 กราฟค่าซ่อมบำรุงทาง กับ น้ำหนักบรรทุกบนทาง 118
รูปที่ 61 กราฟค่าซ่อมบำรุงทาง กับ ความหนาแน่นการเดินรถ 119
รูปที่ 62 กราฟค่าซ่อมบำรุงปกติ ถนน 2 ช่องจราจร [34] 126
รูปที่ 63 งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ถนน แบบที่ 1 [34] 127
รูปที่ 64 งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ถนน แบบที่ 2 [40] 128
รูปที่ 65 กราฟค่าใช้จ่ายรวมงานซ่อมบำรุงถนน (แบบที่ 2)..... 129
รูปที่ 66 กราฟค่าใช้จ่ายรวมงานซ่อมบำรุงถนน (แบบที่ 1)..... 131
รูปที่ 67 กราฟแท่งน้ำหนักบรรทุกบนทางรถไฟ 5 เส้นทาง 132
รูปที่ 68 น้ำหนักบรรทุก กับ จำนวนช่องจราจร ปีงบประมาณ 2558..... 134

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การขนส่งทางรถไฟมีข้อได้เปรียบกว่าการขนส่งรูปแบบอื่นหลายประการ เช่น ต้นทุนต่อหน่วยในการขนส่งถูกว่าการขนส่งทางถนน มีความรวดเร็วกว่าระบบการขนส่งทางเรือ และมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าระบบการขนส่งทางอากาศ เป็นต้น [1] ทำให้ปัจจุบันหน่วยงานจากภาครัฐ มีแผนงานและเงินทุนเข้ามาสนับสนุนที่จะขยายโครงข่ายระบบการขนส่งทางราง [2] อีกทั้งเพื่อพัฒนาศักยภาพในด้านอื่นๆที่ยังเป็นข้อเสียเปรียบเมื่อเทียบกับการขนส่งรูปแบบอื่น นอกจากนี้ยังมีการลงทุนจากภาคเอกชน และการลงทุนจากต่างชาติด้วย [3]

ในปัจจุบัน การศึกษาและการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบการขนส่งทางรางยังมีค่อยข้างน้อย เมื่อเทียบกับเงินทุนที่กำลังเข้ามาพัฒนาระบบการขนส่งทางราง [4] ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาของระบบการขนส่งทางราง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่องบประมาณที่ภาครัฐลงทุน ซึ่งในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล 2 ส่วน คือ ต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม และต้นทุนในการก่อสร้างทางรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม อีกทั้งได้วิเคราะห์ถึงปัจจัยด้านต่างๆที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในแต่ละส่วนมีความต่างกัน โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ต้นทุนงานซ่อมบำรุงและงานก่อสร้างรวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนเหล่านี้สามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาองค์ประกอบในการคิดค่าใช้ทาง หากมีการเปิดให้ภาคเอกชนเข้ามาบริหารจัดการในส่วนของการเดินรถ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลต้นทุนงานก่อสร้างและงานซ่อมบำรุงโครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ ได้แก่ ทางรถไฟ สะพาน และระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม
2. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในงานซ่อมบำรุงทางรถไฟระหว่างเมือง
3. เปรียบเทียบต้นทุนงานซ่อมบำรุงทางรถไฟกับต้นทุนงานซ่อมบำรุงทางถนน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาข้อมูลต้นทุนงานก่อสร้าง (construction cost) ต้นทุนค่าซ่อมบำรุง (maintenance cost) ทั้งในส่วนของงานทางรถไฟ และงานระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม โดยการศึกษาเส้นทางที่เป็นตัวแทน 5 ตอนทาง ของการรถไฟแห่งประเทศไทย โดยแบ่งเป็น ตอนทางการเดินรถเชิงพาณิชย์ที่มีการจราจรหนาแน่น ตอนทางการเดินรถเชิงพาณิชย์ที่มีการจราจรปานกลาง และตอนทางที่เป็นการเดินรถสินค้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นของงานซ่อมบำรุง และงานก่อสร้างของแต่ละกิจกรรม
2. ทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของงานในแต่ละกิจกรม
3. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ประกอบในการจัดการกับตอนทางรถไฟตอนอื่นๆที่มีรูปแบบการเดินรถ และลักษณะการใช้งานเส้นทางที่มีความใกล้เคียงกัน
4. สามารถนำข้อมูลเป็นพื้นฐานในการพัฒนาองค์ความรู้ในการคิดค่าใช้ทาง

1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย

1. บททวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และวางแผนการออกแบบงานวิจัย
2. วางแผนและตัวแปรที่สนใจสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. คัดเลือกข้อมูล และเส้นทางตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลเส้นทางรถไฟ
4. เก็บรวบรวมข้อมูล และรายละเอียดต่างๆ ของงานที่เกี่ยวข้อง ของเส้นทางตัวแทน
5. วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยด้านต่างๆที่ออกแบบไว้ เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อข้อมูลและผลการวิเคราะห์
6. สรุปผลและนำเสนองานวิจัย

รูปที่ 1 แผนการดำเนินงาน

1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดแผนการดำเนินการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	ปี พ.ศ.2558												ปี พ.ศ.2559									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	■	■	■	■	■	■																
ออกแบบการวิจัย							■	■														
เก็บรวบรวมข้อมูล									■	■	■	■	■	■	■	■						
วิเคราะห์ข้อมูล													■	■	■	■	■	■	■	■		
สรุปผลการศึกษา																					■	■
ข้อเสนอแนะ																						■

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แนวคิด ทฤษฎี ความหมาย วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นุทนโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อศึกษาต้นทุนที่เกิดขึ้นของโครงสร้างพื้นฐานของทางรถไฟในระบบโครงข่ายรถไฟไทย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ระบบเครือข่ายรถไฟไทย

2.2 ระบบการขนส่งของรถไฟไทย

2.3 โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ

2.4 สถานีรถไฟ

2.5 รูปแบบของต้นทุนในการคิดค่าใช้ทาง

2.6 รูปแบบและมาตรฐานของการคิดค่าใช้ทางในต่างประเทศ

2.7 ต้นทุนการบริหารการจัดการเดินรถ

2.8 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงทางรถไฟ

2.9 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษางานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

2.10 ต้นทุนในการก่อสร้าง

2.11 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

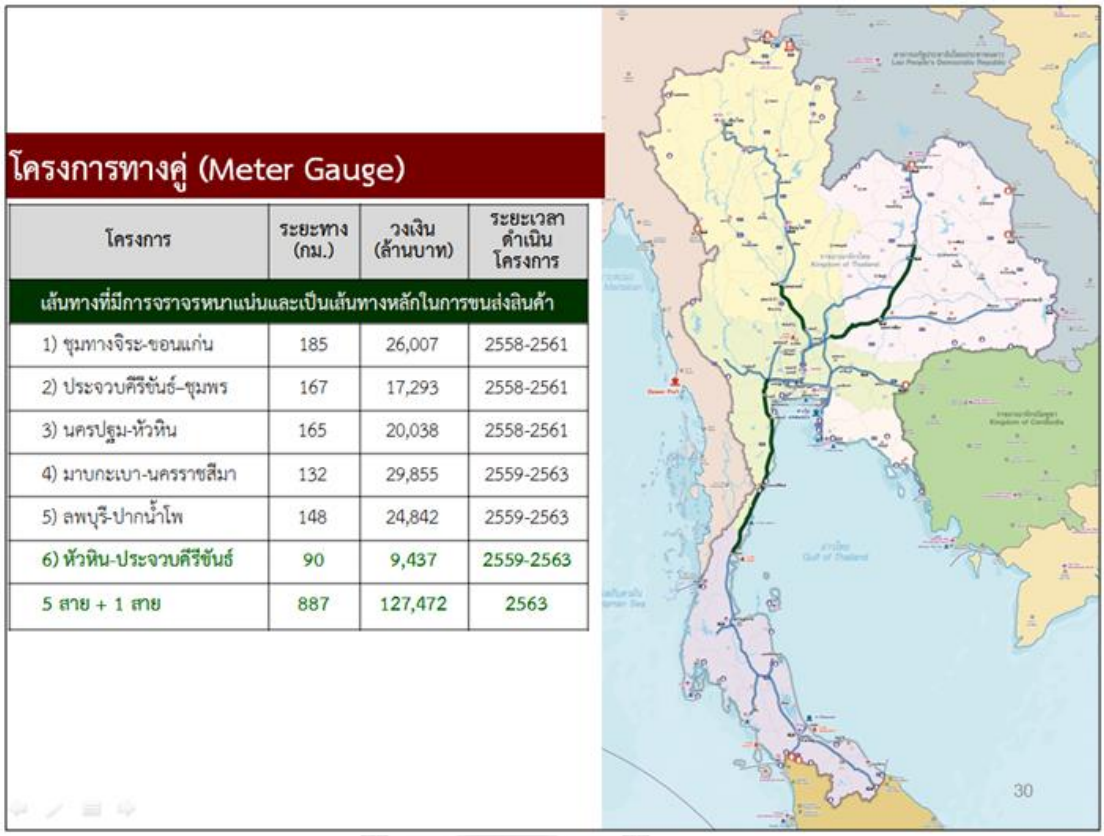
2.1 ระบบเครือข่ายรถไฟไทย

ระบบการขนส่งทางราง หรือ รถไฟ เป็นระบบการขนส่งที่เข้ามาในประเทศไทยในช่วงรัชสมัยของ พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) ซึ่งในการพัฒนาเพียงระยะเวลา 60 ปี ก็มีเส้นทางรถไฟครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยมากกว่า 3,000 กิโลเมตร แต่หลังจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการบริหารจัดการรถไฟจากระบบราชการเป็นรัฐวิสาหกิจก็ทำให้การพัฒนาในระบบการขนส่งรถไฟมีการชะลอตัวอย่างมาก [5]

ในปัจจุบันระบบการขนส่งทางราง หรือ รถไฟ กลับมาเป็นระบบการขนส่งที่กำลังถูกพัฒนาอย่างมากขึ้นอีกครั้ง เนื่องจากประโยชน์ของการขนส่งในระบบนี้มีข้อดีและข้อได้เปรียบหลายอย่างเมื่อเทียบกับระบบการขนส่งรูปแบบอื่น เช่น ต้นทุนต่อหน่วยในการขนส่งค่อนข้างต่ำ สามารถขนส่งได้ทีละมากๆ ขนส่งได้ทุกสภาพดินฟ้าอากาศ และสะดวกเพราะมีตู้หลายชนิดให้เลือกเพื่อความเหมาะสมกับสินค้าและมีความปลอดภัยสูง เป็นต้น [6] รัฐบาลได้เล็งเห็นถึงประโยชน์เหล่านี้จึงได้สนับสนุนเงินทุนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบการขนส่งทางรางเพื่อให้สามารถแข่งขันทางเศรษฐกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กับระบบการขนส่งรูปแบบอื่นได้ อีกทั้งยังได้รับเงินทุนจากต่างประเทศเข้ามาขับเคลื่อนระบบการขนส่งทางรางอีกด้วย ทำให้ระบบเครือข่ายรถไฟไทยเริ่มมีการขยายตัวและถูกยกระดับมาตรฐานในด้านต่างๆเพื่อให้เหมาะสมกับสภาวะกาลในปัจจุบัน [7]



โครงการทางคู่ (Meter Gauge)

โครงการ	ระยะทาง (กม.)	วงเงิน (ล้านบาท)	ระยะเวลาดำเนินโครงการ
เส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นและเป็นเส้นทางหลักในการขนส่งสินค้า			
1) ชุมทางจิระ-ขอนแก่น	185	26,007	2558-2561
2) ประจวบคีรีขันธ์-ชุมพร	167	17,293	2558-2561
3) นครปฐม-หัวหิน	165	20,038	2558-2561
4) มาบกะเบา-นครราชสีมา	132	29,855	2559-2563
5) ลพบุรี-ปากน้ำโพ	148	24,842	2559-2563
6) หัวหิน-ประจวบคีรีขันธ์	**90**	**9,437**	**2559-2563**
5 สาย + 1 สาย	**887**	**127,472**	**2563**

รูปที่ 2 แผนงานการพัฒนารถไฟระหว่างเมือง ปี 2558-2565 [8]

การขนส่งทางรถไฟนั้น ศูนย์กลางอยู่ที่สถานีกรุงเทพ หรือที่เรียกว่าสถานี "หัวลำโพง" ตั้งอยู่บริเวณถนนพระราม 4 และปัจจุบัน การรถไฟแห่งประเทศไทยมีทางรถไฟทั้งหมด 4,041 กิโลเมตร โดยจะเป็นระบบทางคู่ช่วงสถานีกรุงเทพ - สถานีชุมทางบ้านภาชี รวม 90 กิโลเมตร จะเป็นทางสามช่วงสถานีรังสิต-ชุมทางบ้านภาชี และมีทางคู่ที่ก่อสร้างเพิ่มอีก 4 เส้นทาง ได้แก่

- ช่วงสถานีชุมทางตลิ่งชัน-สถานีนครปฐม ในเส้นทางสายใต้ ระยะทาง 56 กิโลเมตร
- ช่วงสถานีหัวหมาก-สถานีชุมทางฉะเชิงเทรา ในเส้นทางสายตะวันออก ระยะทาง 45 กิโลเมตร
- ช่วงสถานีชุมทางบ้านภาชี-สถานีลพบุรี ในเส้นทางสายเหนือ ระยะทาง 43 กิโลเมตร
- ช่วงสถานีชุมทางบ้านภาชี - สถานีมาบกะเบา ในเส้นทางสายตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะทาง 44 กิโลเมตร
- ช่วงชุมทางฉะเชิงเทรา – สถานีชุมทางศรีราชา – สถานีแหลมฉบัง ในเส้นทางสายตะวันออก

และนอกนั้นจะเป็นทางเดี่ยวทั้งหมด โดยในปัจจุบันการรถไฟแห่งประเทศไทย มีเส้นทางรถไฟที่ให้บริการอยู่ 5 เส้นทางด้วยกัน คือ สายเหนือ สายตะวันออกเฉียงเหนือ สายตะวันออก สายใต้ และ สายแม่กลอง

2.2 ระบบการขนส่งของรถไฟไทย

การขนส่งทางราง หรือ รถไฟ เป็นรูปแบบการขนส่งทางเลือกหนึ่งที่มีข้อได้เปรียบการขนส่งรูปแบบอื่นหลายอย่าง และการรถไฟแห่งประเทศไทยก็ได้มีการให้บริการการเดินรถที่หลากหลาย ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความสะดวกสบายที่ผู้ใช้บริการต้องการ [9] ดังนี้

- รถด่วนพิเศษ (Special express) เป็นขบวนรถที่จัดเดินระยะทางไกล หยุดสถานีที่สำคัญ ๆ เท่านั้น รถพ่วงส่วนใหญ่ มีทั้งรถนอนธรรมดา และปรับอากาศ
- รถด่วน (Rapid) เป็นขบวนรถที่จัดเดินระยะทางไกลหยุดเกือบทุกสถานี รถพ่วงส่วนใหญ่จะเป็นรถนั่งชั้น 2 และชั้น 3
- รถวิ่งระหว่างเมืองใหญ่ (Inter city) เป็นขบวนรถที่จัดเดินเพื่อรับ/ส่งผู้โดยสารระหว่างเมืองใหญ่ๆ จะหยุดเฉพาะสถานีสำคัญๆ เท่านั้น ขบวนรถที่ให้บริการ จะเป็นรถดีเซลรางชั้น 2 นั่งปรับอากาศทั้งขบวน
- รถท่องเที่ยว (Excursion) เป็นขบวนรถที่จัดเดินเพื่อให้บริการนักท่องเที่ยว ในช่วงวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดราชการ หยุดเฉพาะสถานีที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวเท่านั้น
- รถธรรมดา (Ordinary) เป็นขบวนรถที่จัดเดินเพื่อให้บริการแก่ผู้โดยสาร จากกรุงเทพไปยังจังหวัดสำคัญๆ ในแต่ละภูมิภาค โดยมีระยะทางระหว่าง 151 - 600 กิโลเมตร และหยุดเกือบทุกสถานีและป้ายหยุดรถ
- รถชานเมือง (Bangkok commuter) เป็นขบวนรถที่จัดเดินเพื่อให้บริการแก่ผู้โดยสารในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล รัศมีไม่เกิน 150 กิโลเมตร เพื่อใช้เดินทางไปทำงาน ศึกษาเล่าเรียน และติดต่อค้าขาย หยุดทุกสถานีและป้ายหยุดรถ
- ขบวนรถท้องถิ่น (Rural commuter) เป็นขบวนรถที่จัดเดิน เพื่อให้บริการแก่ผู้โดยสารระหว่างจังหวัด หยุดทุกสถานีและป้ายหยุดรถ รถพ่วงจะเป็นรถโดยสารนั่งชั้น 3 ตลอดทั้งขบวน
- รถรวม (Mixed) เป็นขบวนรถที่จัดเดินเพื่อให้บริการแก่ผู้โดยสาร หยุดทุกสถานีและป้ายหยุดรถ รถพ่วงจะเป็นรถโดยสารนั่งชั้น 3 และมีรถสินค้าพ่วงไปด้วยเพื่อรับส่งสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ลักษณะของรถไฟแต่ละประเภท

1. รถไฟหนัก (Heavy rail) ระบบรถไฟหนัก จะเป็นระบบที่ถูกแยกออกมาจากระบบขนส่งในยานพาหนะอื่นๆ โดยการทำงานนั้นจะพึ่งระบบการอำนวยการของระบบตัวเอง 100 เปอร์เซ็นต์ และโดยส่วนใหญ่จะมีการให้พลังงานแก่ระบบโดย รางที่สาม (Third rail)
2. รถไฟเบา (Light rail) เป็นระบบรถไฟทั่วไป ที่แยกจากโหมดการเดินทางอื่นด้วยเช่นกัน แต่มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ลดลงซึ่งน้อยกว่าระบบ รถไฟหนัก
3. Commuter rail เป็นระบบรถไฟที่ยังมีการใช้ทางร่วมกับระบบการขนส่งสินค้า แต่โดยส่วนใหญ่ตู้ให้บริการของรถไฟจะเป็นผู้โดยสารเป็นส่วนใหญ่ และเป็นการเดินทางระหว่างเมือง ซึ่งระบบการเดินรถ อาจใช้พลังงานไฟฟ้าหรือระบบหัวรถจักรดีเซล

ตัวอย่างระบบรถไฟ

	Heavy Rail	Light Rail	Commuter Rail
Right-of-Way	Exclusive, not shared with any other rail or auto facilities. No grade crossings.	Not shared with other rail modes. Has street crossings and shares traffic lanes.	Shared with freight
Typical Motive Power	Third rail	Catenary	Diesel locomotives
Axle Load (maximum or "crush" load)	30,000 lb	30,000 lb	70,000 lb (locomotive)
Speeds (route dependent): • Maximum • Typical	 80 mph 50 to 75 mph	 60 mph 35 mph (or street speed)	 79 mph* 60 mph
Train Traffic Density (average trains/year, over maximum density route)	~38,000 trains/year	~26,000 trains/year	~6,000 trains/year (commuter trains only)
Ridership (annual trips)	2,747,616,634	349,915,503	413,898,363

*100˚ mph permissible under special FRA dispensation.

รูปที่ 3 การเปรียบเทียบระบบรถไฟ [10]

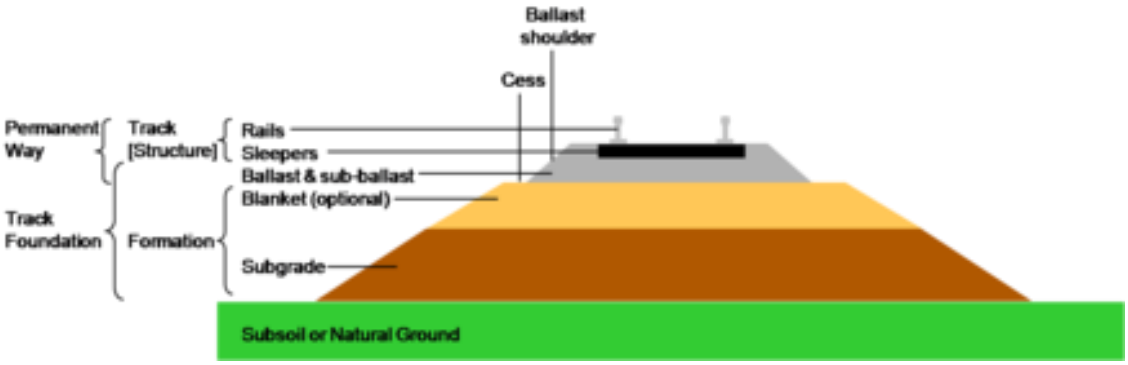
ซึ่งจากการให้บริการที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจจะไม่เพียงพอต่อความต้องการ ที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้จำเป็นต้องเพิ่มขบวนรถหรือเพิ่มเส้นทางที่ให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกรวดเร็ว [9] ดังนั้นการลงทุนจากภาครัฐเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่สามารถจัดการได้อย่างเพียงพอ จึงอาจจำเป็นต้องเปิดให้ผู้ประกอบการเอกชนเข้ามาลงทุน โดยเป็นผู้ให้บริการในส่วนของการเดินรถด้วย ทั่งนี้จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและกฎระเบียบที่มีอยู่ [11]

2.3 โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ

โครงสร้างพื้นฐานในระบบการขนส่งทางราง คือ ทาง (ราง สะพาน อุโมงค์) อาคารสถานี และระบบอาณัติสัญญาณ ซึ่งตัวทางก็คือทางรถไฟ ซึ่งทางรถไฟทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ ทำหน้าที่รับน้ำหนักของขบวนรถ และประคองรถไฟให้วิ่งไปตามทาง อีกทั้งยังหมายรวมถึงโครงสร้างของสถานีด้วยเช่นกัน เพราะทำหน้าที่ในการขนถ่ายสินค้าและผู้โดยสารที่เดินทางมากับขบวนรถไฟ ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของโครงสร้างทางรถไฟที่เรียกว่า สถานี [1]

โครงสร้างทางรถไฟ ประกอบด้วย ราง (Rail) ซึ่งวางอยู่บนหมอนรองราง (Sleepers หรือ Ties) โดยมีเครื่องยึดเหนี่ยวราง (Rail fastening device) ยึดรางกับหมอนไว้ ใต้หมอนลงไป คือ หินโรยทาง (Ballast) ซึ่งทำหน้าที่รับแรงที่ถ่ายมาจากหมอน และชั้นรองลงไป คือ คันทาง (Sub-structure) ซึ่งจะเป็นส่วนที่มองไม่ชัดจากทางรถไฟ นองจากนี้บนตัวรางเองก็จะมีโครงสร้างอื่นๆ เพิ่มเติมซึ่งจะทำหน้าที่ให้การเดินรถเป็นไปด้วยความปลอดภัย [12] เช่น รางกัน (Safety rail) รวมถึงส่วนที่เป็น ดินคันทาง (Sub structure) ซึ่งก็ทำหน้าที่ในการรับแรงส่วนที่เหลือที่ถูกถ่ายลงมา โดยทั่วไประบบโครงสร้างทางรถไฟไทยที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ก็มีลักษณะดังรูปที่ 4 [13] ซึ่งเป็นทางรถไฟแบบมีหินโรยทาง (Ballasted track) โดยเส้นทางของการรถไฟโดยส่วนใหญ่เป็นทางแบบมีหินโรยทาง และมีส่วนน้อยที่เป็นแบบทางรถไฟที่ไม่ได้ใช้หินโรยทาง (Non-ballast track) โดยทางรถไฟแบบไม่ใช่หินโรยทางมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่สูงกว่าทางรถไฟแบบไม่ใช้หินโรยทาง และโดยพื้นฐานทางรถไฟที่เป็นทางเดี่ยวของระบบการรถไฟของประเทศไทยหรือการรถไฟแบบไม่ใช้หินโรยทางนั้นทำให้เมื่อเกิดความเสียหายบนทางการซ่อมบำรุงทางแบบใช้หินโรยทางจะสะดวกและทำได้รวดเร็วกว่าทางแบบไม่ใช้หินโรยทาง [14] ซึ่งทางรถไฟแบบใช้หินโรยทางและแบบไม่ใช้หินโรยทางเป็นโครงสร้างทางทั่วไป แต่เมื่อทางรถไฟตัดผ่านเข้าภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกันก็จะมีโครงสร้างทางที่แตกต่างกัน ได้แก่ ทางรถไฟที่ผ่านแม่น้ำลำคลอง จะมีสะพาน (Bridge) ผ่านที่ราบมีน้ำไหลผ่านต้องมีช่องระบายน้ำ (Culvert) ผ่านหุบเขาตื้นมีทางถม (Embankment) ผ่านหุบเขาลึกมีสะพานหอ (Viaduct) ผ่านเนินเขาขนาดย่อมมีทางตัด (Cutting) ผ่านภูเขาขนาดใหญ่มีถ้ำหรืออุโมงค์ (Tunnel) เพื่อให้โครงสร้างมีความเหมาะสมและสามารถให้บริการได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

องค์ประกอบโครงสร้างทางรถไฟ



รูปที่ 4 รายละเอียดหน้าตัดขวางทางรถไฟ [15]

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าหากโครงสร้างทางเป็นทางแบบมีหินโรยทาง ต้นทุนค่าก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานก็จะมีรายละเอียดค่าก่อสร้างเป็นรูปแบบหนึ่ง แต่หากทางรถไฟเปลี่ยนโครงสร้างไป เช่น เป็นอุโมงค์ ทางยกระดับ สะพาน เป็นต้น รายละเอียดของต้นทุนก็จะเป็นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งอาจจะมีบางส่วนที่มีความคล้ายกัน แต่ก็จะมีรายละเอียดบางส่วนในการก่อสร้างก็จะมีรายละเอียดที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าโครงสร้างทางที่แตกต่างกันไปก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ทั้งในส่วนของค่าก่อสร้างตลอดจนถึงค่าบำรุงรักษาที่เป็นครั้งย่อยหรือครั้งใหญ่ก็จะแตกต่างกันด้วย [16] ดังนั้นหากผู้ประกอบการที่จะเข้ามาให้บริการการเดินรถ มีความจำเป็นที่ต้องจ่ายค่าใช้ทางเหล่านี้ให้สอดคล้องกับค่าใช้จ่ายในการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานด้วย ซึ่งหลักการหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ “ใครใช้ผู้นั้นก็ต้องจ่าย” ดังนั้นผู้ประกอบการที่ให้บริการการเดินรถบนเส้นทางนั้นๆก็ต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นด้วย และที่สำคัญหากผู้ประกอบการที่ใช้ทางก่อให้เกิดความเสียหายต่อทาง [9] ก็ย่อมต้องมีส่วนรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเหล่านั้นด้วย

เพื่อให้สอดคล้องกันผู้ประกอบการที่เข้ามาให้บริการการเดินรถ ผู้ดูแลและรับผิดชอบโครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟก็ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่ต้องตอบสนองต่อความต้องการใช้ด้วย ได้แก่ ลักษณะการใช้งานของทางรถไฟ เช่น เส้นทางเป็นเส้นทางที่มีรถขนส่งผู้โดยสาร หรือเส้นทางเป็นเส้นทางรถขนส่งสินค้า หรือเส้นทางเป็นเส้นทางที่มีทั้งรถขนส่งผู้โดยสารและรถขนส่งสินค้า เป็นต้น หรือความหนาแน่นของขบวนรถที่เข้ามาใช้บริการในช่วงวันและช่วงเวลาต่างๆ ปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ ซึ่งก็นำมาซึ่งการคิดค่าใช้ทางที่แตกต่างกันของขบวนรถ ในแต่ละเส้นทาง

2.4 สถานีรถไฟ

สถานีรถไฟแบ่งออกเป็น สถานีทั่วไป และสถานีชุมทาง สถานีทั่วไป เป็นสถานที่แห่งใดแห่งหนึ่ง ซึ่งเปิดรับส่งผู้โดยสารหรือสินค้า และเป็นสถานที่ซึ่งมีนายสถานีประจำอยู่และอนุญาตให้รถไฟเดินไปมาตามระเบียบการเดินรถ

สถานีชุมทาง เป็นสถานีที่ทางรถไฟสายหลัก และสายแยก แยกออกจากกัน ทั้งนี้ สถานีชุมทางก็มีคุณสมบัติเหมือนกันกับสถานีทั่วไปเช่นกัน กล่าวคือ เป็นสถานที่รับส่งผู้โดยสารและสินค้า ซึ่งเป็นสถานที่ซึ่งมีนายสถานีประจำอยู่และอนุญาตให้รถไฟเดินไปมาตามระเบียบการเดินรถ ปัจจุบันการรถไฟแห่งประเทศไทย มีสถานีชุมทางทั้งหมด 16 สถานี คือ

- สถานีรถไฟชุมทางบางซื่อ กรุงเทพมหานคร
- สถานีรถไฟชุมทางบ้านภาชี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
- สถานีรถไฟชุมทางบ้านดารา จังหวัดอุตรดิตถ์
- สถานีรถไฟชุมทางแก่งคอย จังหวัดสระบุรี
- สถานีรถไฟชุมทางถนนจิระ จังหวัดนครราชสีมา
- สถานีรถไฟชุมทางบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา
- สถานีรถไฟชุมทางฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา
- สถานีรถไฟชุมทางคลองสิบเก้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
- สถานีรถไฟชุมทางศรีราชา จังหวัดชลบุรี
- สถานีรถไฟชุมทางเขาชีจรรย์ จังหวัดชลบุรี
- สถานีรถไฟชุมทางตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร
- สถานีรถไฟชุมทางหนองปลาดุก จังหวัดราชบุรี
- สถานีรถไฟชุมทางบ้านทุ่งโพธิ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- สถานีรถไฟชุมทางทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
- สถานีรถไฟชุมทางเขาชุมทอง จังหวัดนครศรีธรรมราช
- สถานีรถไฟชุมทางหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

อนึ่งทั้งสถานีทั่วไปและสถานีชุมทางนั้น จัดให้อยู่ในประเภทเดียวกันคือ ประเภท สถานีรถไฟ โดยแบ่งชั้นสถานีเป็น 5 ระดับ ตามปริมาณรายได้จากการโดยสาร จำนวนประชากรในชุมชน และความสำคัญในการเดินรถไฟ (เช่น เป็นที่ตั้งของแขวงเดินรถ เป็นต้น) ดังนี้ สถานีชั้นพิเศษ สถานีชั้น 1 สถานีชั้น 2 สถานีชั้น 3 สถานีชั้น 4 (ยกเลิกสถานีชั้น 4 ไปแล้ว) [17]

ป้ายหยุดรถไฟ เป็นสถานที่ที่ซึ่งขบวนรถหยุดเพื่อรับส่งผู้โดยสาร แต่ไม่มีการขนส่งสินค้าขึ้นลง รวมไปถึงป้ายหยุดรถไฟจะไม่มีนายสถานีอยู่ประจำ ป้ายบอกชื่อทำด้วยเหล็ก และมีสถานะเป็นป้ายหยุดรถไฟตั้งแต่ก่อสร้างและมีสถานะเป็นป้ายหยุดรถ ตัวอย่างเช่น ป้ายหยุดรถไฟอุรุพงษ์ ป้ายหยุดรถไฟพญาไท ในเส้นทางสายตะวันออก เป็นต้น

ที่หยุดรถไฟ เป็นสถานีซึ่งขบวนรถหยุดเพื่อรับส่งผู้โดยสาร และขนส่งสินค้าขึ้นลง แต่ไม่มีนายสถานีอยู่ประจำ ป้ายทำด้วยปูน อาจเป็นที่หยุดรถตั้งแต่ก่อสร้างหรือสถานีที่ ถูกลดระดับ เช่น ที่หยุดรถไฟบ้านแต้ ที่หยุดรถไฟบ้านไร่ เป็นต้น

สถานีรถไฟเฉพาะกิจ สถานีรถไฟเฉพาะกิจ คือสถานีที่ตั้งขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ เช่น เป็นสถานีขนส่งสินค้าอย่างเดียวไม่รับผู้โดยสาร(บางแห่งรับผู้โดยสารร่วมด้วย) นอกจากนี้ อาจจะเป็นสถานีสำหรับพระบรมวงศานุวงศ์ เช่น สถานีรถไฟหลวงสวนจิตรลดา

เมื่อพิจารณาที่ตัวสถานีแล้วจะเห็นได้ว่า โครงสร้างพื้นฐานที่ก่อให้เกิดต้นทุนในแต่ละสถานีก็จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับหน้าที่และความต้องการใช้งานที่ ดังนั้นหากมีการคิดค่าใช้ทางที่ใช้พื้นฐานของต้นทุนที่เกิดขึ้นในส่วนนี้ก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแยกการใช้งานออก เช่น รถไฟที่เข้ามาใช้บริการเส้นทางผ่านสถานีนี้หรือไม่ มีการจอดรับส่งผู้โดยสารหรือไม่ ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนสถานีนั้นผู้ประกอบการก็ต้องทำหน้าที่ในการแบกรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งในส่วนของค่าโครงสร้างพื้นฐาน และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการให้บริการความสะดวกต่างๆ ให้เป็นไปอย่างเหมาะสมและยุติธรรม ซึ่งค่าใช้จ่ายก็จะถูกคิดรวมกับค่าใช้ทางที่เกิดขึ้น

2.5 รูปแบบของต้นทุนในการคิดค่าใช้ทาง

กิจกรรมที่ใช้ในการซ่อมบำรุงและการบริหารการจัดการอำนวยความสะดวกต่อการเดินรถไฟนั้น เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นขององค์กร [18] ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการบริหารการจัดการของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนี้ว่าจะมีการหารายได้มาชดเชยได้จากที่ได้ ทั้งในส่วนที่มาจากการสนับสนุนจากรัฐหรือมาจากการเก็บค่าบริการจากเอกชนหรือเก็บจากค่าเช่าบนพื้นที่ที่มีการให้บริการ [19] เป็นต้น ทั้งนี้รูปแบบการคิดค่าบริการก็แตกต่างกันไป ตามความเหมาะสมและข้อตกลงที่ได้มีการระบุไว้ เช่น การคิดค่าบริการจากต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal cost) ต้นทุนรวมทั้งหมด (Full cost) ต้นทุนหน่วยสุดท้ายรวมกับ Mark-up (Marginal cost plus mark-up) และต้นทุนหน่วยสุดท้ายรวมกับ Ramsey (Marginal cost plus ramsey) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดเบื้องต้น ดังนี้

ต้นทุนหน่วยสุดท้าย คือ การเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดจากการผลิตเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งหน่วย (Hall 1986) ซึ่งต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นทั้งในส่วนของ ค่าแรง ต้นทุนวัตถุดิบ ค่าบริหารจัดการ และค่าใช้จ่ายอื่นๆที่คาดว่าเป็นต้นทุนของการผลิตสินค้านั้นๆ [20]

ต้นทุนรวมทั้งหมด คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้น โดยที่คิดจากส่วนทรัพยากรทั้งหมดที่มีการลงทุนเพื่อผลิต สินค้าหนึ่งๆ โดยรวมต้นทุนทางตรง และต้นทุนทางอ้อม [21]

2.6 รูปแบบและมาตรฐานของการคิดค่าใช้ทางในต่างประเทศ

มาตรฐานหรือข้อตกลง ในการคิดค่าใช้ทางของแต่ละประเทศย่อมมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างขององค์กรรวมถึงปัจจัยอื่นๆที่ใช้ในการพิจารณา ทั้งนี้การคิดค่าใช้ทางที่เกิดขึ้นต้องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้องค์กรหรือหน่วยงานที่เป็นผู้รับผิดชอบสามารถบริหารจัดการการเงินได้สะดวก รวมถึงการมีหน่วยงานที่คอยกำกับดูแลการคิดค่าใช้ทางด้วย เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมแก่ทั้งผู้ให้บริการ และผู้ใช้บริการ [22] จากการศึกษาการคิดค่าใช้ทางในต่างประเทศเป็น ดังนี้

1. ประเทศฝรั่งเศส

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของการคิดค่าใช้ทางของประเทศฝรั่งเศส [23]

Charge	Unit	Market segmentation	Cost covered
Operating charge	€/train-km	Type of service/train (6) The charge is issued only if the reserved path is run	Variable cost for operating, maintenance and renewal
Access charge	€/year	Only for regional trains (TER, Transilien and TET) (22)	Fixed cost for operating, maintenance and renewal
Reservation Charge	€/ path.km	Period of the day (4) Route category (18) Crossing Paris area or not on high speed lines Regional routes on high speed lines Speed (freight)	0-100% of the cost of capital Mark-ups "*if the market can bear this*" Congestion costs

การคิดค่าใช้ทางของประเทศฝรั่งเศส การคิดค่าใช้ทางจะคำนวณจากค่าบริหารการจัดการเดินรถ ค่าการซ่อมบำรุงทางและค่าฟื้นฟูทางรถไฟโดยจะเก็บค่าบริการส่วนนี้แบบปีต่อปี และก็จะแยกการคิดค่าบริการออกเป็นสองส่วนคือ การใช้ทางขนส่งสินค้า และการขนส่งผู้โดยสาร โดยในการคิดค่าใช้ทางจะคิดเพียงการขนส่งผู้โดยสารเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ประเทศสเปน

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของการคิดค่าใช้ทางของประเทศสเปน [23]

Charge	Unit	Market segmentation	Cost covered
Access charge	€/year		Administrative costs related to the relationship of the IM with RUs. E g. the publication of the Network Statement, or the process of network capacity allocation.
Reservation charge	€/ path.km	Period of the day (3) Route category (4) Type of service/train (4)	Fixed cost for operating and maintenance for HS Network. Part of variable cost for operating and maintenance for conventional network
Operating charge	€/train-km	Route category (4) Type of service/train (4)	Variable cost for operating and maintenance for HS Network. Rest of variable cost for operating and maintenance for conventional network
Traffic charge	€/seats-km offered	Period of the day (3) Route category (4) Type of service/train (only HST)	Capital costs if the market can bear this.

รูปแบบของการคิดค่าใช้ทางของประเทศสเปน คิดค่าใช้ทางโดยใช้หน่วยของขบวน เช่นเดียวกับประเทศฝรั่งเศส คือจะคิดค่าใช้ทางแบบปีต่อปี แต่ที่มาของการคำนวณคิดค่าใช้ทางไม่ได้ระบุไว้อย่างชัดเจน และได้มีการแบ่งแยกกันของการคิดค่าใช้ทางของรถไฟขนส่งสินค้ากับรถไฟขนส่งผู้โดยสาร

3. ประเทศสโลวีเนีย

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของการคิดค่าใช้ทางของประเทศสโลวีเนีย [23]

Charge	Unit	Market segmentation	Cost covered
Access	€/train-km	Route category (2): • main • regional	Full cost recovery without profit
Operating		Track wear coefficient (8): • Cargo trains over 1500 t gross weight • Cargo trains less than 1500 t gross weight • Cargo trains – empty • Cargo trains (circular, collecting, locomotive) • Tilting passenger trains • Motorised and classic passenger trains • Light passenger trains • Empty passenger trains	

การคิดค่าใช้ทางของประเทศสโลวีเนีย จะขึ้นอยู่กับต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการดูแลรักษาทาง แต่ไม่ได้รวมถึงผลคิดกำไร ซึ่งมีหน่วยงานสาธารณะเป็นผู้กำกับดูแล และจะเป็นผู้คิดค่าใช้ทางจากผู้เข้ามาใช้บริการ โดยจะคิดจากสัมประสิทธิ์ของหน่วยน้ำหนักของรถไฟ การเกิดความสึกหรอบนทางรถไฟ และค่าใช้จ่ายต่อสิ่งอำนวยความสะดวกที่ผู้ให้บริการการจัดการเดินรถเป็นผู้ดูแล

2.7 ต้นทุนการบริหารการจัดการเดินรถ

รูปแบบและการเลือกระบบการจัดการมีความสัมพันธ์กับการดูแล เทคโนโลยี และค่าโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง [24] ซึ่งจะนำไปสู่ต้นทุนการบริหารจัดการที่แตกต่างกัน หากมีระดับประสิทธิภาพต่ำ ต้นทุนก็มีแนวโน้มที่จะถูก ในทางกลับกัน หากเลือกที่ระดับประสิทธิภาพสูง ต้นทุนก็มีแนวโน้มที่จะสูงตามไปด้วย ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรูปแบบการให้บริการที่เป็นอยู่โดยค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับปัจจัยในการเลือกระดับประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเดินรถ [25] ดังนี้

- ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับ การขับเคลื่อน ความเร็ว โดยจะขึ้นอยู่กับกฎข้อระเบียบหรือมาตรฐานที่ถูกกำกับไว้ ซึ่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ เทคโนโลยี และเส้นทางการเดินรถ
- ค่าใช้จ่ายที่ไม่ขึ้นอยู่กับ การขับเคลื่อน ความเร็ว ยังคงเหมือนเดิมในทุกเทคโนโลยีและเส้นทางการเดินรถ

ค่าใช้จ่ายในการบริหารการจัดการเดินรถ สามารถแบ่งออกเป็น ค่าใช้จ่ายที่แปรตามการใช้งาน และค่าใช้จ่ายคงที่ [26] ดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายที่แปรตามการใช้งาน จะขึ้นอยู่โดยตรงกับปริมาณกิจกรรมที่เกิดขึ้น เช่น จำนวนผู้โดยสาร ระยะทางการให้บริการ ซึ่งหากมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของกิจกรรมในส่วนนี้ก็จะทำให้ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเช่นกัน
2) ค่าใช้จ่ายคงที่โดยทั่วไปแล้วเป็นค่าใช้จ่ายที่มีการกำหนดไว้ล่วงหน้าหรือมีการประมาณไว้ก่อน ซึ่งก็อาจจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกได้ เช่น ปริมาณของการบรรทุก น้ำหนักในการบรรทุกหรือกิจกรรมขนาดเล็กอื่นๆ แต่ในช่วงระยะเวลากว้างๆ ก็ยังคงเป็นค่าใช้จ่ายที่มีเสถียรภาพ โดยแบ่งเป็นหมวดย่อย **[27]** ดังนี้

- Route เป็นค่าใช้จ่ายบนเส้นทาง เช่น การบำรุงรักษา การควบคุมรถไฟ และค่าใช้จ่ายที่สถานี ซึ่งสามารถระบุได้อย่างชัดเจนในระดับเส้นทาง
- Overhead or system ค่าใช้จ่ายของระบบ เช่น การจัดการของสำนักงานใหญ่ call center การบัญชี กฎหมาย หรือค่าใช้จ่ายอื่นๆที่คงที่ขององค์กร ที่มีการใช้ร่วมกันในเส้นทางหรือแม้กระทั่งในระดับประเทศ ส่วนหนึ่งของค่าต้นทุนค่าใช้จ่าย เช่น การกำกับดูแลสายตรง แต่ก็อาจจะเป็นปัญหาในเรื่องของการจัดสรรสัดส่วน ไปยังเส้นทางต่างๆ ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อผู้เข้ามาใช้บริการ

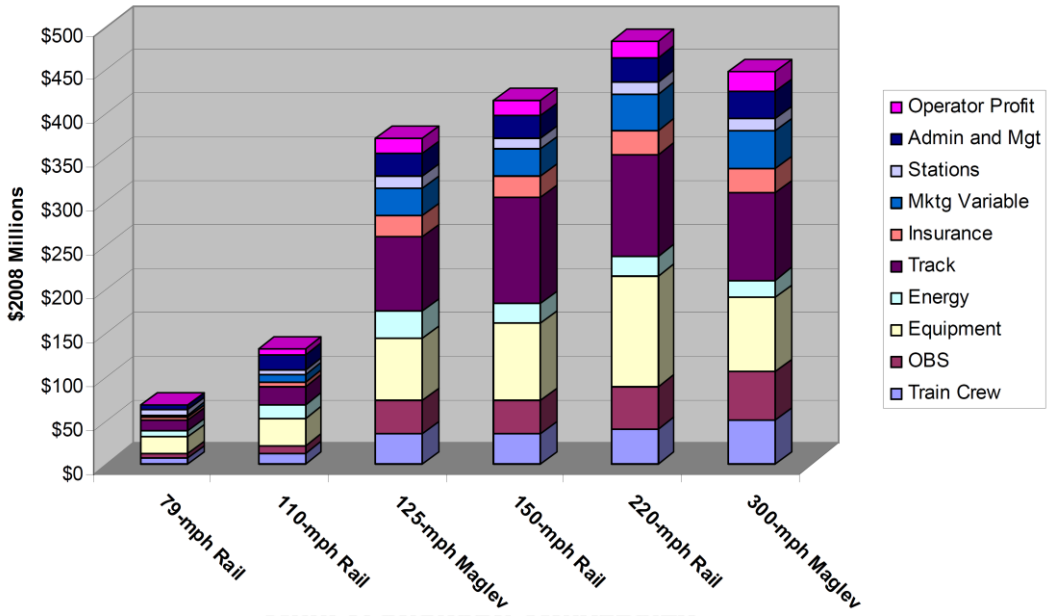
ค่าใช้จ่ายคงที่

ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนของ รถไฟ-กม. แต่เป็นค่าใช้จ่ายเฉพาะเจาะจงบนเส้นทางนั้นๆ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระดับการซ่อมบำรุงรักษา เทคโนโลยีของเส้นทาง รวมถึงการดำเนินงานของแต่ละสถานี

1. ค่าใช้จ่ายของทางรถไฟและพื้นที่รอบข้าง ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ต้องมีคำนึกถึงรูปแบบการใช้งาน เช่น เป็นทางขนส่งสินค้าหรือเป็นเส้นทางขนส่งผู้โดยสารหรือเป็นเส้นทางที่มีการใช้ทั้งสองการบริการ ต่อมา คือ การคำนวณหาปริมาณการใช้ ซึ่งอาจจะขอข้อมูลความต้องการจากผู้มาใช้บริการหรือการศึกษาความต้องการที่จะเกิดขึ้นจากประสบการณ์ของเส้นทางนี้ในอดีตหรือข้อมูลจากเส้นทางอื่นที่มีรูปแบบการใช้งานใกล้เคียงกัน เป็นต้น สุดท้ายเมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนก็นำไปใช้พิจารณาในการซ่อมบำรุงรักษาเส้นทางให้เหมาะสมต่อไป ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้
    - ค่าติดตาม ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ปริมาณการใช้จริงของรถโดยสารหรือรถบรรทุกสินค้า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับข้อตกลงในตอนเข้ามาใช้บริการ
    - ค่าใช้จ่ายของพนักงานในการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการอื่นๆ ค่าชดเชยที่อาจเกิดขึ้นจากการให้บริการ
    - ค่าใช้จ่ายในการติดตามค่าธรรมเนียมในการเข้าถึง
2. ค่าดำเนินงานของสถานีเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจาก ค่าสิ่งอำนวยความสะดวกในโครงสร้างพื้นฐานที่สร้างขึ้นเพื่อรองรับสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้มาใช้บริการ เช่น ที่ตั้ง บัตรโดยสารอิเล็กทรอนิกส์ ความต้องการสถานที่ของบุคลากรสถานีรวมถึงค่าใช้จ่ายต่างๆในการดูแล บำรุงรักษาสถานี
3. ค่าดำเนินการ เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมส่วนกลาง ได้แก่ การบริหารการจัดการค่าใช้จ่ายที่ครอบคลุมความต้องการพื้นฐาน เช่น การจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ขององค์กร ทรัพยากรมนุษย์ การบัญชี การเงิน และ ฟังก์ชัน เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่นเดียวของการบริหารงานของศูนย์บริการ

หัวใจหลักของการคิดค่าบริหารการจัดการเดินรถนั้น ต้องการการคำนึงถึงความต้องการของผู้ที่จะเข้ามาใช้บริการเป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการบริการที่เป็นไปอย่างเหมาะสม และตอบสนองต่อความต้องการเหล่านั้น และเพื่อให้องค์กรสามารถดำเนินงานได้อย่างมั่นคง ก็ต้องมีการพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นจริงหรือ ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และต้องสอดคล้องกับสภาวการณ์ในแต่ละช่วงเวลาด้วย และประเด็นที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การแยกหรือ แบ่งค่าใช้จ่ายต่างๆตามหมวดหมู่ที่เหมาะสม เพื่อให้การทำงานเป็นระเบียบ และง่ายต่อการบริหารงานด้วย [28]

ตัวอย่าง รายละเอียด ต้นทุนการดำเนินงานประจำปี



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 5 รายละเอียด ต้นทุนการดำเนินงานประจำปี [29]

2.8 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงทางรถไฟ

การซ่อมบำรุงทางรถไฟ เป็นต้นทุนที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ที่ถูกนำมาใช้ในการซ่อมบำรุง มาตรฐานของการซ่อมบำรุง ซึ่งรวมไปถึงการตัดสินใจที่เกิดจากประสบการณ์ของกิจกรรมต่างๆ เครื่องมือที่ใช้ในการซ่อมบำรุงหรือการตรวจสอบ ความสามารถและทักษะของผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนนโยบายขององค์กร ทั้งในส่วนของช่วงเวลาในการให้บริการและสภาพแวดล้อมในหน้างาน ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น และกิจกรรมอื่นๆที่อยู่ภายใต้โครงสร้างองค์กร [30]

ต้นทุนในการซ่อมบำรุงทางรถไฟนั้น เกิดจากกิจกรรมในการตรวจสอบหรือการบำรุงรักษาที่เกิดขึ้นบนโครงสร้างพื้นฐานเพื่อให้ค่าพิกัดในส่วนต่างๆยังคงอยู่ในค่ามาตรฐานที่ถูกกำหนดไว้ ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้น ได้แก่ การซ่อมบำรุงรางรถไฟ (rail maintenance) การซ่อมบำรุงโครงสร้างทางเรขาคณิต (track geometric maintenance) การซ่อมบำรุงเครื่องยึดเหนี่ยว (tie and fastening maintenance) การซ่อมบำรุงหินโรยทาง (ballast maintenance) การตรวจสอบทาง (track inspection) การบริการในกรณีฉุกเฉิน (emergency service) เช่น การซ่อมบำรุงราง การซ่อมบำรุงหลังเกิดภัยพิบัติ เป็นต้น จากกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้น แสดงให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายที่ได้รับอิทธิพลโดยตรง ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้อาจเป็นค่าใช้จ่ายทางตรงหรือเป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อม โดยต้นทุนในการซ่อมบำรุงทางรถไฟจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของงาน ประเภทของงานหรือปริมาณงานที่เกินขึ้น ซึ่งในการพิจารณาหรือการปฏิบัติงานต่างๆนั้น ก็มีความจำเป็นต้องวางแผนหรือมีการอำนวยความสะดวกในการเข้าไปทำงานในส่วนของพื้นที่ ซึ่งงานในส่วนนี้ก็รวมเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนในการซ่อมบำรุงทางรถไฟด้วยเช่นกัน ซึ่งหากเราสามารถพิจารณาถึงกิจกรรมการทำงานในส่วนต่างๆได้อย่างครบถ้วนก็จะทำให้เราสามารถหาค่าใช้จ่ายที่แท้จริงออกมาได้เหมาะสมและถูกต้อง

ถึงแม้ว่ากิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาจะมีลักษณะที่คล้ายกัน แต่ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาของหน่วยงานที่รับผิดชอบคนละส่วนก็สามารถมีทำให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษามีความแตกต่างกันได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยอาจจะเกิดขึ้นจากต้นทุนแฝงที่เกิดขึ้นในองค์กร ดังนั้นในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ ก็มีความจำเป็นต้องมีรายละเอียดของกิจกรรมและหน่วยงานที่ได้เป็นผู้ดูแลด้วย ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงมีดังนี้

1. กิจกรรมการซ่อมบำรุงทางตามที่ได้กำหนดไว้ (Track maintenance activities—listed and defined)
2. ต้นทุนแรงงานและต้นทุนของวัตถุดิบ (Labor and material costs)
3. รูปแบบการทำงาน (Work windows)
4. การตรวจสอบและนโยบายในการซ่อมบำรุงรักษา (Track inspection and maintenance policies)

5. ลักษณะการดำเนินงาน (Operating characteristics)
6. การจัดทำงบประมาณและการบัญชี (Budgeting and accounting practices)
7. ที่มาของเงินทุน (Availability of capital operating funds)
8. ขั้นตอนการเก็บบันทึกข้อมูล (Recordkeeping procedures)

นิยามของการบำรุงรักษาทางรถไฟในระดับพื้นฐานที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการบำรุงรักษา ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนทางรถไฟ โดยเป็นผลมาจากการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ผู้มีความรู้และความเข้าใจในการดำเนการกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ทางรถไฟสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้ระบุไว้ [31] ซึ่งข้อกำหนดเหล่านั้นอาจจะเกิดจากประสบการณ์การทำงานหรือข้อควรการใช้ที่แนบมากับคู่มือของอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงเทคโนโลยีต่างๆ ด้วย แบ่งประเภทเป็น ดังนี้

1. ทางรถไฟ (Track)
   คือ ระบบของโครงสร้างทางรถไฟ เริ่มตั้งแต่ชั้นคันทาง (Subgrade) ไปจนถึงตัวราง (Rail) ซึ่งโครงสร้างทางรถไฟอาจเป็นโครงสร้างแบบใช้หินโรยทาง (Ballasted) หรือโครงสร้างทางแบบไม่ใช้หินโรยทาง (Ballasted less)
2. ความต้องการในการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance demand)
   ขึ้นอยู่กับระดับความต้องการของวัสดุและอุปกรณ์ในการซ่อมบำรุงทางรถไฟ
3. เงื่อนไขในการปฏิบัติหรือมาตรฐาน (“Acceptable” track conditions)
   คือ เงื่อนไขในการปฏิบัติงานในกิจกรรมต่าง ซึ่งขึนอยู่กับมาตรฐานขององค์กรที่ระบุไว้ ตัวอย่างเช่น มาตรฐานการซ่อมบำรุงทางรถไฟของประเทศอเมริกาใช้ AREMA (America railway engineering maintenance-of-way association) โดยการตรวจสอบผลการซ่อมบำรุงค่าต่างๆที่ได้ระบุไว้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน
4. วิธีการซ่อมบำรุงรักษาโดยทั่วไป (General maintenance approaches)
   การดำเนินงานการซ่อมบำรุงทางรถไฟ เป็นไปตามแนวทางการซ่อมบำรุงที่เกิดจากประสบการณ์ในงานหรือเงื่อนไขที่เกิดจากข้อตกลงในการใช้งานวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ โดยในการดำเนินการในกิจกรรมต่างๆบนทางรถไฟ ส่วนใหญ่เป็นการทำงานเชิงป้องกัน เนื่องจากเป็นงานที่มีนัยสำคัญต่อทรัพย์สินและชีวิต และก็มีงานในส่วนของงานที่ต้องซ่อมบำรุงโดยเร่งด่วน ดังนั้นการดำเนินกิจกรรมในส่วนนี้จึงต้องคำนึงถึงสมดุลด้านเงินทุนที่มีอยู่ด้วย

5. ค่าใช้จ่ายของช่วงชีวิตของวัสดุ (Life-cycle costs)

   คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดของวัสดุหรืออุปกรณ์ในชั้นหนึ่งๆ หรือในทางรถไฟหนึ่ง ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่ค่าการจัดซื้อ การติดตั้ง การซ่อมบำรุงรักษาในแต่ละช่วง ตลอดจนการถอดออกและการกำจัดวัสดุอันนั้น ซึ่งในวัสดุบางชิ้นสามารถนำไปรีไซเคิลได้สามารถที่จะนำมาลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

6. ค่าใช้จ่ายทางตรงและค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Direct and indirect costs)

   ค่าใช้จ่ายทางตรง คือ ค่าใช้จ่ายโดยตรงที่ก่อให้เกิดการสนับสนุนต่อการดำเนินกิจกรรมขององค์กร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นค่าใช้จ่ายพื้นฐานของโครงสร้างเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการดำเนินการของทางรถไฟ เช่น การเปลี่ยนตะเฆ้ (frog) ซึ่งจะถูกกำหนดโดยฟังก์ชันการใช้งานโดยจะส่งผลโดยตรงต่อการใช้งานทางรถไฟทั้งหมด ตัวอย่างค่าใช้จ่ายทางตรง

   - ค่าแรงงานและวัสดุในการดำเนินงาน ทั้งนี้ไม่รวมถึง อุปกรณ์หรือค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเดินทางไปยังสถานที่ทำงานหรือค่าใช้จ่ายในการจัดการแรงงาน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยตรง เกิดจากฝีมือของแรงงาน (เช่น ช่างเชื่อม ผู้ช่วย ผู้ประกอบเครื่องมือ เป็นต้น) และค่าใช้จ่ายบนวัสดุโดยตรง

   เช่น ค่าส่งมอบ ค่าขนส่ง เป็นต้น

   - เชื้อเพลิง (Expendables)
   - การรายงานและการตรวจสอบทางรถไฟ (Track inspection and reporting)
   - ผลตอบแทนต่อพนักงาน (Employee fringe benefits)
   - ค่าใช้จ่ายในงานพิเศษอื่นๆ เช่น งานอุโมงค์ การทำงานล่วงเวลา การทำงานกลางคืน เป็นต้น

   ค่าใช้จ่ายทางอ้อม คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกต่อกิจกรรมการปฏิบัติงานบนทางรถไฟ ซึ่งไม่ได้ก่อให้เกิดการสนับสนุนต่อการดำเนินการของทางรถไฟโดยตรง เช่น การจัดทีมงานในการซ่อมบำรุง การเดินทางไปที่หน้างาน การกำกับดูแลในการจัดซื้อ จัดหา วัสดุอุปกรณ์ รวมถึงงบประมาณในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ และค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกิดในองค์กรส่วนกลาง ซึ่งจะไม่ถูกบันทึกลงไปในรายงานค่าใช้จ่ายของวัสดุอุปกรณ์

2.9 ต้นทุนในงานซ่อมบำรุงรักษางานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเดินรถไฟ เนื่องจากรถไฟไม่มีพวงมาลัย และเบรกหยุดได้เหมือนรถยนต์ โดยระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมที่ใช้เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับคนขับรถไฟ [32] ซึ่งต้องทำตามอาณัติที่ตกลงกันไว้เพื่อให้การควบคุมการเดินรถเป็นไปอย่างเรียบร้อย และมีความปลอดภัย

ในการส่งสัญญาณสื่อความหมายออกมาได้ จะต้องอาศัยส่วนประกอบของอุปกรณ์ในระบบการทำงาน นั่นคือ เทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบอาณัติสัญญาณ โดยระบบอาณัติสัญญาณของประเทศไทยถูกพัฒนามาจากประเทศในแถบยุโรป ซึ่งสิ่งสำคัญของระบบอาณัติสัญญาณที่วิศวกรอาณัติสัญญาณ (Signaling Engineer) ต้องคำนึงถึง คือ ระบบปลอดภัยเมื่อบกพร่อง (Fail Safe) หมายความว่า หากอุปกรณ์หรือสัญญาณที่ให้กับคนขับรถไฟ เกิดความเสียหาย การใช้อาณัติเหล่านั้นต้องอยู่ในท่าที่ทำให้ขบวนรถหยุด ซึ่งสัญญาณที่ใช้ในรถไฟ ได้แก่ เครื่องทางสะดวก สัญญาณหางปลา สัญญาณใบธง (Semaphore signal) สัญญาณไฟสี (Color Light Signal) หรือแบบที่ทันสมัยที่สุด คือ ไม่มีสัญญาณข้างทาง ซึ่งจากพื้นฐานในการออกแบบที่ไม่ว่าการบกพร่องจากอุปกรณ์หรือเกิดจากมนุษย์ ดังนั้น Fail Safe System จึงเป็นพื้นฐานของระบบอาณัติสัญญาณของการรถไฟ ซึ่งเป็นต้นเหตุของความซับซ้อนและทำให้ระบบทั้งหมดมีราคาแพง [33]

การดูแลและซ่อมบำรุงรักษาระบบอาณัติสัญญาณก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งที่ควบคุมการเดินรถ อีกทั้งยังมีผลต่อความปลอดภัย ทั้งต่อผู้โดยสารในขบวนรถ รวมถึงผู้ที่ต้องผ่านทางรถไฟ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อการดูแล และซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม หลักการซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณ จะมีความคล้ายกับการซ่อมบำรุงทาง คือ ต้องมีการตรวจสอบระบบอาณัติสัญญาณก่อนและต้องนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้น [34] ซึ่งหากค่าพิกัดที่ปรากฏเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ ก็มีความจำเป็นต้องดำเนินตามขั้นตอนต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการการเดินรถขององค์กรนั้นๆ ซึ่งระดับความเสียหายของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นก็จะส่งผลต่อการเลือกวิธีการซ่อมบำรุง โดยอาจจะชะลอความเร็วของการเดินรถในช่วงที่เกิดความเสียหายของระบบอาณัติสัญญาณหรือมีการตรวจดูความเสียหายอีกรอบ ไปจนถึงต้องมีการหยุดรถและเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เกิดความเสียหาย [35] และสิ่งที่ต้องคำนึงอยู่เสมอคือ เรื่องของความปลอดภัย

2.10 ต้นทุนในการก่อสร้าง

ปัจจัยที่ส่งผลในการประมาณต้นทุนค่าก่อสร้างเบื้องต้นของระบบราง ปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบประการหนึ่งในการประมาณต้นทุนค่าก่อสร้าง ซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนของโครงการก่อสร้าง โดยโครงการแต่ละประเภทจะมีปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนที่แตกต่างกัน และแต่ละปัจจัยก็จะส่งผลต่อต้นทุนของโครงการในระดับที่แตกต่างกัน [36] ดังนั้นการพิจารณาเลือกปัจจัยและการพิจารณาความสำคัญของแต่ละปัจจัยจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการประมาณต้นทุนค่าก่อสร้าง

เนื่องจากงานวิจัยในอดีต มีการศึกษาโครงการหลายประเภท ซึ่งโครงการแต่ละประเภทยังมีการเลือกพิจารณาปัจจัยที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงพิจารณาเพียงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพิจารณาโครงการก่อสร้างระบบราง เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ และกระชับต่องานวิจัยที่ศึกษา

สำหรับโครงการก่อสร้างระบบราง มีปัจจัยตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณต้นทุน ได้แก่

- ระยะทางของราง
- ระยะทางของสะพาน
- ระยะทางของอุโมงค์
- จำนวนสถานี
- ขนาดของสถานี
- การใช้ที่ดิน
- ลักษณะภูมิประเทศ
- การก่อสร้าง
- จำนวนทางรถไฟที่ให้บริการ

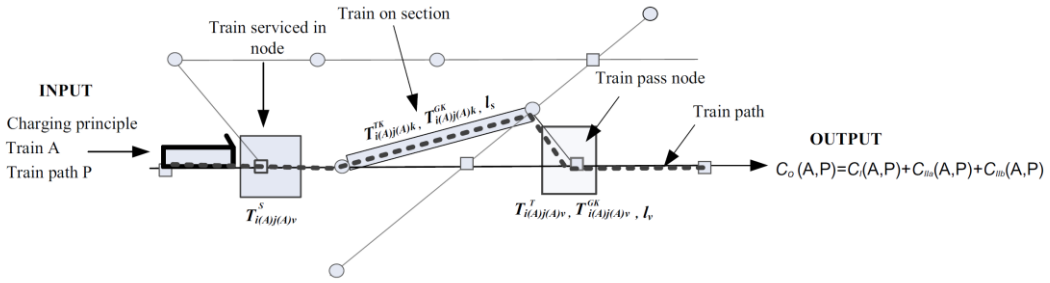
ซึ่งปัจจัยที่งหมดที่ได้กล่าวมานี้เป็นปัจจัยที่โครงการก่อสร้างในอดีต ใช้ในการพิจารณาผลกระทบในต้นทุนของโครงการ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่สามารถคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ได้ทั้งหมด เนื่องจากข้อจำกัดในหลายประการ ได้แก่ ความครบถ้วนของข้อมูล รูปแบบการพิจารณาในแต่ละปัจจัยในแต่ละโครงการก่อสร้างในอดีต เป็นต้น อีกประการหนึ่ง คือความซับซ้อนที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ข้อมูล และผลกระทบจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อนัยสำคัญของผลการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นในการประมาณต้นทุนค่าก่อสร้างของงานวิจัยนี้จึงพิจารณาเพียงปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อต้นทุนค่าก่อสร้าง และปัจจัยที่สามารถศึกษาข้อมูลได้ครบถ้วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.11 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[37] งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการคิดค่าใช้ทางเพื่อที่จะสร้างโมเดลต้นแบบที่สามารถทำเป็นแบบแผนในการคิดค่าใช้ทาง โดยมีการคำนวณค่าใช้ทางจากค่าโครงสร้างพื้นฐานสองส่วนคือ ค่าบำรุงรักษาและค่าบริหารการจัดการเดินรถ โดยเป้าหมายของต้นแบบนี้ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันของค่าใช้ทางกับต้นทุนที่เกิดขึ้น โดยมีโมเดลของโครงสร้างของการคิดค่าใช้ทางเป็นดังนี้

รูปแบบของการคิดปัจจัยของค่าใช้ทาง



รูปที่ 6 รูปแบบกราฟฟิกของค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงโครงข่ายรถไฟ [37]

โดยเมื่อนำข้อมูลในส่วนของ รูปแบบของขบวรถไฟ (รถบรรทุกสินค้า หรือ รถบรรทุกผู้โดยสาร) ระยะทางของการเดินรถ จำนวนสถานีที่แวะส่งผู้โดยสารหรือส่งสินค้า ผลของการวิเคราะห์ก็ได้ในส่วนของสมการการคิดค่าใช้ทางที่มีตัวแปรตามปัจจัยข้างต้น และได้ศึกษาเพียง 3 โมเดล คือ cost, network and traffic โดยจะศึกษาเพียงช่วงการเดินรถ จากโหนดหนึ่งไปยังโหนดหนึ่งเท่านั้น โดยโมเดลที่ได้นี้เหมาะสมกับเส้นทางรถไฟที่มีเครือข่ายขนาดเล็ก และขนาดกลางเพราะยังมีความซับซ้อนน้อย

[38] งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพิจารณาค่าใช้ทางในระบบรถไฟความเร็วสูงของประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเป็นเส้นทาง ระหว่างเมือง ปารีส และเมืองไลออน ที่ซึ่งมีบริษัท 2 บริษัท ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐ คือ บริษัท SNCF ซึ่งเป็นบริษัทที่ดูแลเรื่องการให้บริการการเดินรถ และบริษัท RFF ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการดูแลระบบโครงสร้างพื้นฐาน โดยในการดำเนินงานนั้น ในช่วงแรกซึ่งระยะทางการให้บริการ (ระยะทางรถไฟ) มีระยะทางไม่มาก แต่เนื่องจากรัฐมีแนวโน้มที่จะขยายระยะทางการให้บริการออกไปนั้นมีมากขึ้น ซึ่งเมื่อบริษัท ผู้ให้บริการ (SNCF) คำนึงถึงความสามารถในการหาเงินทุนมาประกอบการแล้วนั้น เป็นเงินที่สูงมาก ซึ่งหากต้องดำเนินการทั้งหมดนั้นคงไม่มีเงินลงทุน ดังนั้นบริษัทจึงได้แสดงต้นทุนของการประกอบการ และส่วนที่เป็นกำไร เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการรายใหม่เข้ามาเปิดให้บริการการเดินรถ โดยในการแสดงข้อมูลการดำเนินงานการเดินรถ จะแบ่ง

ออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเวลาเร่งด่วน เป็นช่วงที่มีการจราจรหนาแน่น และช่วงที่มีการจราจรไม่หนาแน่น ซึ่งจำนวนตู้ เป็น 16 และ 8 ตู้ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าการคิดค่าใช้บริการจากปัจจัยเหล่านี้ คือ ค่าดำเนินการ และค่าโครงสร้างพื้นฐาน โดยค่าใช้ทางที่คิดในช่วงเวลาเร่งด่วนจะแพงกว่าค่าใช้ทางนอกเวลาเร่งด่วน

จากการศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการคิดค่าใช้ทางทั้งหมดนั้น การคิดค่าใช้ทางจะได้รับอิทธิพลจากหลายๆปัจจัย เช่น โครงสร้างขององค์กรหรือหน่วยงาน ซึ่งเป็นผู้ที่ดูแลและบริหารงานทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการเส้นทางเดินรถ ดังนั้น มาตรการในการจัดการก็จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมที่องค์กรคาดว่าจะดำเนินการ ซึ่งก็จะส่งผลต่อการคิดค่าใช้ทางด้วยเช่นกัน ต่อมาคือต้นทุนที่จะนำมาใช้ในการคิดค่าใช้ทาง เนื่องจากระบบการขนส่งทางรางนั้นเป็นการขนส่งที่มีความซับซ้อน การแบ่งหมวดหมู่งานในการรับผิดชอบก็เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในการพิจารณาถึงต้นทุนที่จะนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคิดค่าใช้ทางก็จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่กำกับดูแล และอีกส่วนหนึ่ง คือ ปัจจัยอื่นๆที่มีความละเอียดมากขึ้น เช่น ในการแบ่งของ ลักษณะรถ เช่น รถขนส่งสินค้า รถขนส่งผู้โดยสารหรือน้ำหนักเพลาของรถ ระยะทางที่เดินรถ รวมถึงการแบ่งแยกระหว่างเวลาที่เร่งด่วนหรือเวลานอกเร่งด่วน ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวนี้ล้วนมีผลต่อการคิดค่าใช้ทาง แต่การที่จะเลือกปัจจัยบางส่วนหรือทั้งหมด มาเป็นข้อมูลในการพิจารณาเพื่อคำนวณหาค่าใช้ทางที่จะเก็บกับผู้เข้ามาใช้ทางรถไฟนั้น ก็จะขึ้นอยู่กับมาตรการและข้อตกลงขององค์กร จะเห็นได้ว่าจากข้อมูลที่ได้ศึกษานั้น ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาข้อมูลจากต่างประเทศ เพราะในประเทศไทย การคิดค่าใช้ทางบนโครงข่ายรถไฟยังไม่มีมาตรฐานหรือรูปแบบที่เหมาะสมเกิดขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าหากเราได้ศึกษาและพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆเหล่านี้ ก็จะสามารถวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ในการนำไปต่อยอดการคิดค่าใช้ทางที่เป็นมาตรฐานสามารถที่จะใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงได้ ทั้งนี้ก็เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาเครือข่ายของรถไฟที่กำลังเกิดขึ้น

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษา ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงของระบบการขนส่งทางราง โดยมุ่งศึกษาค่าใช้จ่ายของส่วนโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างทางรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม รวมถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟที่เกิดขึ้น โดยงานวิจัยได้ศึกษาเส้นทางที่เป็นตัวแทนของเส้นทางการเดินรถของรถไฟระหว่างเมืองของการรถไฟแห่งประเทศไทย 5 เส้นทาง

3.2 การออกแบบงานวิจัย

3.2.1 เส้นทางการเดินรถไฟระหว่างเมืองของการรถไฟแห่งประเทศไทย

เส้นทางการเดินรถไฟระหว่างเมืองของการรถไฟแห่งประเทศไทย แบ่งออกเป็นเส้นทาง สายเหนือ สายใต้ สายตะวันออก สายตะวันออกเฉียงเหนือ สายแม่กลองและสายประวัติศาสตร์ ซึ่งในการเดินรถของการรถไฟแห่งประเทศไทย จะแบ่งขบวนรถออกเป็น 4 ประเภท ซึ่งจะมีความแตกต่างในด้านของการให้บริการและเวลาในการเดินรถ เป็นดังนี้ คือ รถธรรมดา รถเร็ว รถด่วน และรถด่วนพิเศษ ตามลำดับความเร็วและจำนวนสถานีที่ขบวนรถหยุดรับ – ส่ง ซึ่งในการศึกษาในงานวิทยานิพนธ์นี้ ในส่วนของเส้นทางที่จะใช้เป็นตัวแทนของเส้นทางรถไฟที่มีอยู่ในประเทศ จะแบ่งเป็นดังนี้

Chulalongkorn University

รูปที่ 7แผนที่แสดงเส้นทางรถไฟ การรถไฟแห่งประเทศไทย [39]

3.2.2 หลักการในการเลือกเส้นทางที่ใช้เป็นตัวแทนเส้นทาง

ลักษณะการใช้งาน (รถไฟขนส่งสินค้า รถไฟขนส่งแบบรวม (Mixed) โดยเส้นทางที่รถขนส่งสินค้าจะต้องรองรับน้ำหนักบรรทุกที่สูงกว่ารถไฟขนส่งแบบรวม ซึ่งจะทำให้ค่าบำรุงรักษา และการดูแลเส้นทางนั้นก็จะมีความแตกต่างกัน

ความหนาแน่นของการใช้งาน (ความหนาแน่นสูง และความหนาแน่นปานกลาง) โดยเส้นทางที่มีความหนาแน่นของการเดินรถที่สูงก็จะมีค่าใช้จ่าย และความถี่ในการบำรุงทางที่แตกต่างจากเส้นทางที่มีการเดินรถหนาแน่นปานกลาง

3.2.3 การพิจารณาต้นทุนค่าก่อสร้างทางรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณ และโทรคมนาคม

ข้อกำหนดหลักในการก่อสร้างระบบรถไฟ (Major Rules) เป็นข้อบังคับเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องในการก่อสร้างใช้เป็นมาตรฐานโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อกำหนดการก่อสร้างจะต้องเป็นไปตามเหตุในความจำเป็นในการเดินรถและเทคโนโลยีที่รองรับ และควรดำเนินการเป็นระบบ สิ่งใดประกาศใช้ใหม่ สิ่งใดยกเลิก ควรจะมีหน่วยงานรับผิดชอบด้านวิศวกรรมเป็นผู้ดำเนินการให้เกิดระบบระเบียบขึ้น โดยอ้างอิงจากการออกแบบเป็นมาตรฐาน

หลักการในการพิจารณาค่าก่อสร้างของงานวิจัย ได้แก่

- จำนวนสถานี
- ขนาดของสถานี
- ขนาดทาง
- จำนวนทาง
- ระยะของทางรถไฟ
- ระยะของทางสะพาน
- จำนวนประแจบนทาง
- จำนวนทางตัดผ่านทางรถไฟ
- สิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ

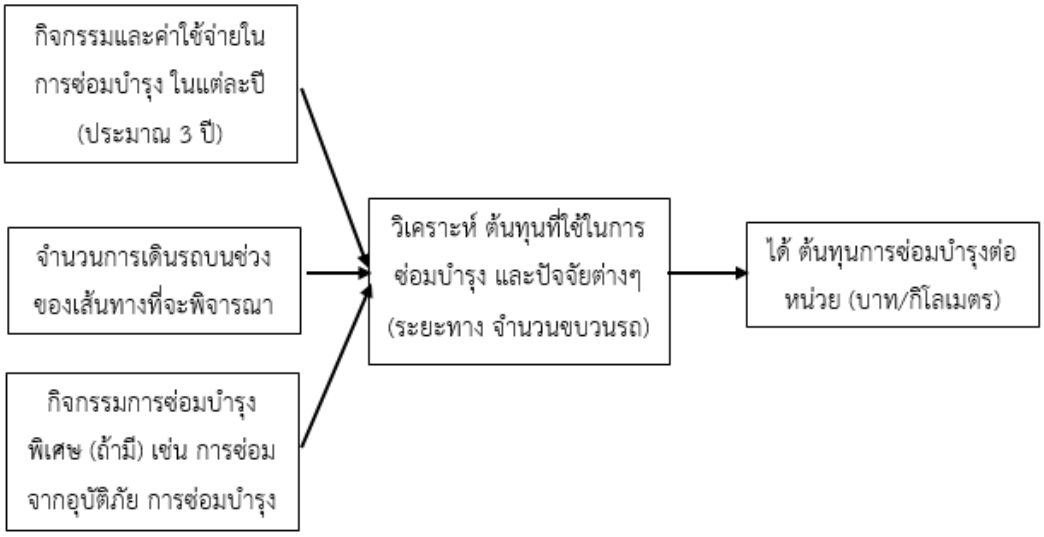
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.4 การพิจารณาต้นทุนค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

การวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายในส่วนของงานซ่อมบำรุงทางรถไฟ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้จะพิจารณาข้อมูลการซ่อมบำรุง ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลในส่วนของ กิจกรรมในการซ่อมบำรุง (เป็นงานซ่อมเอง และงานจ้างเหมา) และในส่วนของค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม ซึ่งเพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือทางสถิติ ข้อมูลควรจะพิจารณาประมาณ 3 ปี (เพราะบางกิจกรรมไม่ได้ทำทุกปี) เมื่อได้ข้อมูลมา ลำดับถัดมา วิเคราะห์ข้อมูลการซ่อมบำรุงโดยการคิดต้นทุนในการซ่อมบำรุงทั้งหมด และรวมจำนวนระยะทางทั้งหมดที่มีการซ่อมบำรุง จากนั้นก็ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์หาต้นทุนต่อกิโลเมตรต่อขบวน ดังนั้นข้อมูลที่จะต้องศึกษา คือ

- กิจกรรมในการซ่อมบำรุง
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงในแต่ละกิจกรรม (ทั้งในส่วนของการซ่อมบำรุงเอง และงานจ้าง)
- ระยะทางทั้งหมดที่อยู่ในช่วงการซ่อมบำรุง
- จำนวนขบวนรถที่วิ่งผ่าน



รูปที่ 8 แผนการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของงานซ่อมบำรุงรักษาทางรถไฟ

3.2.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนค่าใช้จ่าย

รูปแบบและการเลือกระบบการจัดการมีความสัมพันธ์กับการดูแล เทคโนโลยีหรือค่าโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำไปสู่ต้นทุนการบริหารจัดการที่แตกต่างกัน หากมีระดับประสิทธิภาพต่ำ ต้นทุนก็มีแนวโน้มที่จะถูก ในทางกลับกัน หากเลือกที่ระดับประสิทธิภาพสูง ต้นทุนก็มีแนวโน้มที่จะสูงตามไปด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรูปแบบการให้บริการที่เป็นอยู่ โดยค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับปัจจัยในการเลือกระดับประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเดินรถ ดังนี้

- ค่าใช้จ่ายขึ้นอยู่กับการขับเคลื่อน ความเร็ว โดยจะขึ้นอยู่กับกฎข้อระเบียบหรือมาตรฐานที่ถูกกำกับไว้ ซึ่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี และเส้นทางการเดินรถ
- ค่าใช้จ่ายที่ไม่ขึ้นอยู่กับ การขับเคลื่อน ความเร็ว ยังคงเหมือนเดิมในทุกเทคโนโลยี และเส้นทางการเดินรถ

ค่าใช้จ่ายคงที่ โดยทั่วไปแล้วเป็นค่าใช้จ่ายที่มีการกำหนดไว้ล่วงหน้าหรือมีการประมาณไว้ก่อน ซึ่งก็อาจจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกได้ เช่น ปริมาณของการบรรทุก น้ำหนักในการบรรทุกหรือกิจกรรมขนาดเล็กอื่นๆ แต่ในช่วงระยะเวลากว้างๆ ก็ยังคงเป็นค่าใช้จ่ายที่มีเสถียรภาพ

ค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนของรถไฟ-กิโลเมตร แต่เป็นค่าใช้จ่ายเฉพาะเจาะจงบนเส้นทางนั้นๆ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระดับการซ่อมบำรุงรักษา เทคโนโลยีของเส้นทาง รวมถึงการดำเนินงานของแต่ละสถานี

ค่าใช้จ่ายของทางรถไฟและพื้นที่รอบข้าง ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ต้องมีคำนึกถึงรูปแบบการใช้งาน เช่น เป็นทางขนส่งสินค้าหรือเป็นเส้นทางขนส่งผู้โดยสารหรือเป็นเส้นทางที่มีการใช้ทั้งสองการบริการต่อมา คือการคำนวณหาปริมาณการใช้ ซึ่งอาจจะขอข้อมูลความต้องการจากผู้มาใช้บริการหรือการศึกษาความต้องการที่จะเกิดขึ้นจากประสบการณ์ของเส้นทางนี้ในอดีตหรือข้อมูลจากเส้นทางอื่นที่มีรูปแบบการใช้งานใกล้เคียงกัน เป็นต้น สุดท้ายเมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนก็นำไปใช้พิจารณาในการซ่อมบำรุงรักษาเส้นทางให้เหมาะสมต่อไป

ค่าดำเนินงานของสถานี เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากค่าโครงสร้างพื้นฐานที่สร้างขึ้นเพื่อรองรับสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้มาใช้บริการ เช่น ค่าใช้จ่ายต่างๆในการดูแล บำรุงรักษาสถานี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 การวิเคราะห์เชิงสถิติ

การวิเคราะห์เชิงสถิติ เป็นผลการวิเคราะห์แบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการวิเคราะห์โดยวิธีการเหล่านี้ จะให้ผลที่เป็นรูปธรรม กล่าวคือ สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้อย่างจำเพาะเจาะจง แต่ก็มีข้อจำกัดอยู่ด้วย เพราะไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลบางข้อมูลที่ไม่มีผลเชิงสถิติได้ เช่น รายชื่อ บ้านเลขที่ เป็นต้น

โดยเครื่องมือทางสถิติที่มีใช้กันในปัจจุบันมีอยู่มากมายและหลากหลายมาก ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ อีกทั้งบางโปรแกรมก็มีข้อจำกัดบางประการด้วย เช่น ค่าใช้จ่ายในการซื้อลิขสิทธิ์มาใช้หรือข้อจำกัดด้านการวิเคราะห์ผล โดยในงานวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม STATA 11 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่อยู่ในกรอบการวิเคราะห์ของงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ ดังนี้

- ข้อมูลพื้นฐานทางสถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อน
- ค่าระดับความสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation (r)) ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว โดยใช้ค่าเชิงปริมาณ เพราะบางครั้งการศึกษาเพียง Scatter plot อย่างเดียว ไม่สามารถอธิบายระดับความแตกต่างได้ละเอียดพอ Coefficient of correlation คือค่าที่ใช้บอกระดับความสัมพันธ์ และยังบอกด้วยว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นชนิดใด โดย Coefficient of correlation รู้จักในอีกคำหนึ่งว่า Pearson's product moment ตามชื่อของ Karl Pearson ซึ่งเป็นผู้นิยาม Coefficient of correlation ขึ้นมา เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกระดับความสัมพันธ์เชิงเส้นดังกล่าว โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 โดยที่ค่าที่อยู่ใกล้ -1.0 หรือ +1.0 ถือว่ามีความสัมพันธ์กันมากที่สุด ส่วน 0 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันแม้แต่น้อย ส่วนเครื่องหมาย + หรือ - บงบอกว่าความสัมพันธ์นั้น เป็นตามกันหรือตรงกันข้าม เช่น ตัวแปรหนึ่งเพิ่มค่าขึ้นอีกตัวแปรหนึ่งก็จะเพิ่มตาม แต่ถ้าลดก็จะลดตาม ลักษณะเช่นนี้ ค่า r จะเป็นบวก แต่ในกรณีที่ตัวแปรหนึ่งเพิ่มค่า แต่อีกตัวแปรจะลดค่าลง แต่ตัวแปรหนึ่งลดลงอีกตัวแปรจะเพิ่มขึ้น ลักษณะเช่นนี้ค่า r จะมีเครื่องหมาย -

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผล

4.1 การวิเคราะห์เส้นทาง

เส้นทางที่ใช้เป็นตัวแทนของเส้นทางการเดินรถไฟระหว่างเมืองของการรถไฟแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 5 ความหนาแน่นการเดินรถ เส้นทารถไฟสายเหนือ การรถไฟแห่งประเทศไทย

ระหว่างสถานี	จำนวนช่องทางเดินรถทาง (track)	ขบวนรถ		รวม (2 ทิศทาง)	ความหนาแน่น (ขบวน/ทาง)
		รถเชิงพาณิชย์	รถสินค้า		
สายเหนือ					
กทม-บางซื่อ (ทางคู่)	2	124	12	136	68
บ้านตาคลี-นครสวรรค์	1	28	28	56	56
นครสวรรค์-ตะพานหิน	1	28	24	52	52
ตะพานหิน-พิษณุโลก	1	26	24	50	50
บางซื่อ-ดอนเมือง (ทางคู่)	2	66	18	84	42
พิษณุโลก-ศิลาอาสน์	1	24	10	34	34
ชท.บ้านภาชี-บ้านหมอ (ทางคู่)	2	35	28	63	32
บ้านหมอ-ลพบุรี (ทางคู่)	2	35	28	63	32
ลพบุรี-บ้านตาคลี (ทางคู่)	2	30	28	58	29
รังสิต-เชียงราก (3 ทาง)	3	67	18	85	28
เชียงราก-อยุธยา (3 ทาง)	3	67	18	85	28
อยุธยา-ชท.บ้านภาชี (3 ทาง)	3	67	18	85	28
ดอนเมือง-รังสิต	3	66	18	84	28
ศิลาอาสน์-เด่นชัย	1	16	10	26	26
เด่นชัย-ลำปาง	1	12	10	22	22
ลำปาง-เชียงใหม่	1	12	4	16	16
ชุมทางบ้านดารา-สวรรคโลก	1	2	0	2	2

ตารางที่ 6 ความหนาแน่นการเดินรถ เส้นทางรถไฟสายตะวันออก การรถไฟแห่งประเทศไทย

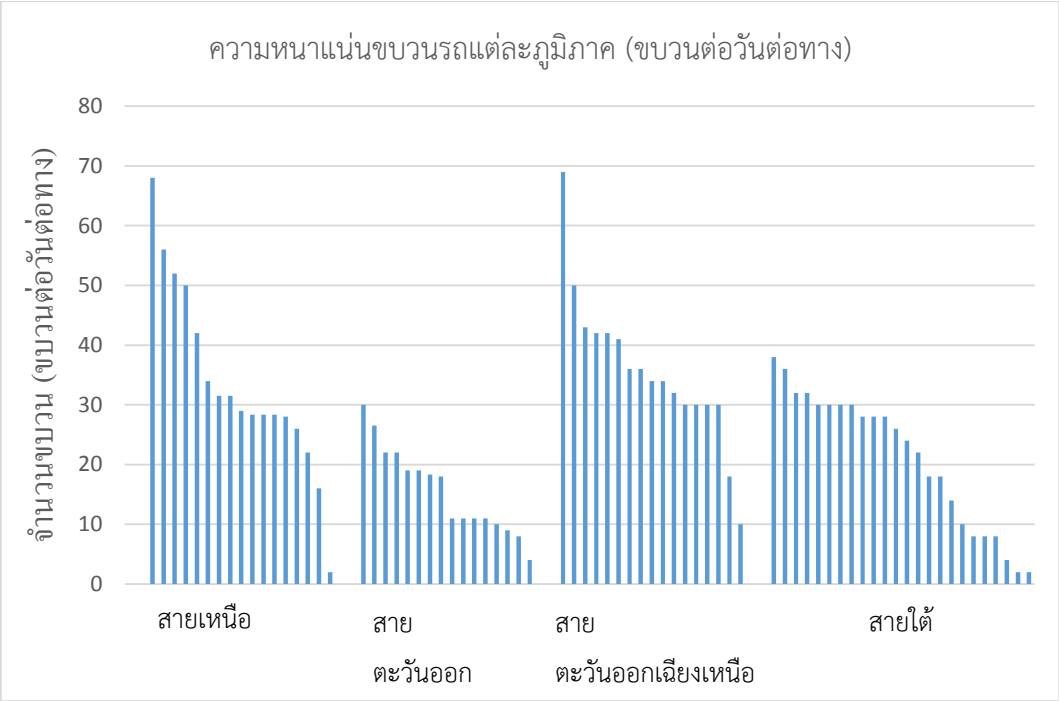
ระหว่างสถานี	จำนวนช่องทางเดินรถทาง (track)	ขบวนรถ		รวม (2 ทิศทาง)	ความหนาแน่น (ขบวน/ทาง)
		รถเชิงพาณิชย์	รถสินค้า		
สายตะวันออก					
ชท.ฉะเชิงเทรา-ปราจีนบุรี	1	10	20	30	30
ชท.ฉะเชิงเทรา-ศรีราชา	2	2	51	53	27
จิตรดา-มักกะสัน	1	3	19	22	22
ยมราช-มักกะสัน	1	22	0	22	22
เปรง-ชท.ฉะเชิงเทรา	3	35	22	57	19
ศรีราชา-บางละมุง	1	2	17	19	19
หัวตะเข้-เปรง	3	33	22	55	18
ศรีราชา-แหลมฉบัง	2	0	36	36	18
มักกะสัน-หัวหมาก	3	26	7	33	11
หัวหมาก-ลาดกระบัง	3	26	7	33	11
ลาดกระบัง-หัวตะเข้	3	26	7	33	11
บางละมุง-สัตหีบ	1	2	9	11	11
มักสัน-แม่น้ำ	1	0	10	10	10
ชท.เขาชีจรรย์-มาบตะพุด	1	0	9	9	9
ปราจีนบุรี-กบินทร์บุรี	1	8	0	8	8
กบินทร์บุรี-อรัญประเทศ	1	4	0	4	4

ตารางที่ 7 ความหนาแน่นการเดินรถ เส้นทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ การรถไฟแห่งประเทศไทย

ระหว่างสถานี	จำนวนช่องทางเดินรถทาง (track)	ขบวนรถ		รวม (2 ทิศทาง)	ความหนาแน่น (ขบวน/ทาง)
		รถเชิงพาณิชย์	รถสินค้า		
สายตะวันออกเฉียงเหนือ					
มาบกะเบา-ปากช่อง	1	22	47	69	69
ปากช่อง-นครราชสีมา	1	22	28	50	50
บ้านป็อกแป๊ก-ชท.แก่งคอย (ทางคู่)	2	30	56	86	43
ชท.บ้านภาชี-บ้านป็อกแป๊ก (ทางคู่)	2	30	54	84	42
ชท.แก่งคอย-ชท.คลองสิบเก้า	1	0	42	42	42
ชท.บัวใหญ่-ขอนแก่น	1	14	27	41	41
สุรินทร์-ศรีสะเกษ	1	26	10	36	36
ชท.แก่งคอย-มาบกะเบา (ทางคู่)	2	24	48	72	36
นครราชสีมา-สุรินทร์	1	24	10	34	34
ชท.แก่งคอย-บ้านช่องใต้	1	12	22	34	34
ขอนแก่น-อุดรธานี	1	12	20	32	32
ศรีสะเกษ-อุบลราชธานี	1	20	10	30	30
บำเหน็จณรงค์-ชท.บัวใหญ่	1	10	20	30	30
บ้านช่องใต้-ลำนารายณ์	1	12	18	30	30
ลำนารายณ์-บำเหน็จณรงค์	1	12	18	30	30
นครราชสีมา-ชท.บัวใหญ่	1	10	8	18	18
อุดรธานี-หนองคาย	1	8	2	10	10

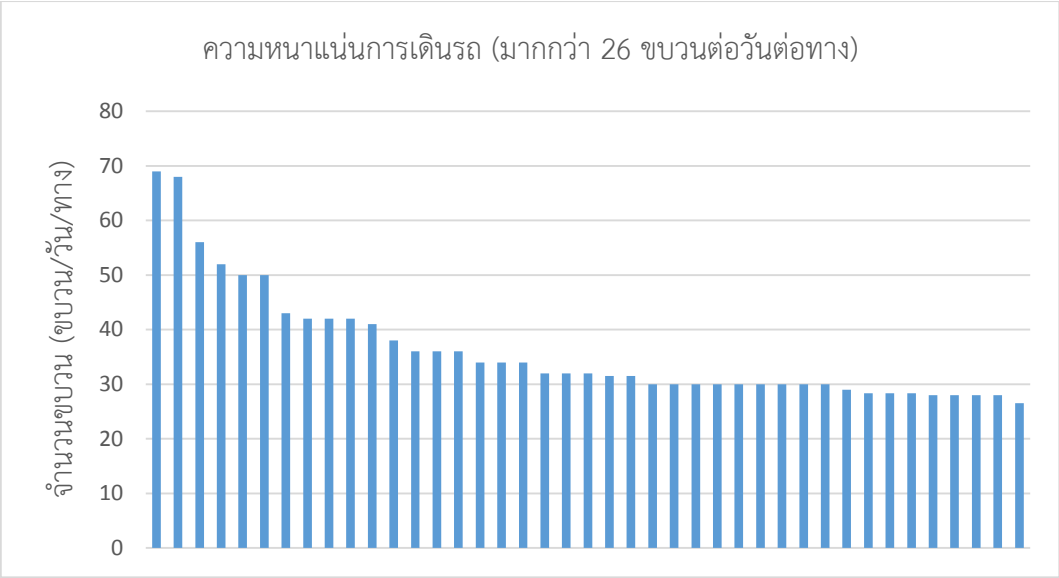
ตารางที่ 8 ความหนาแน่นการเดินรถ เส้นทางรถไฟสายใต้ การรถไฟแห่งประเทศไทย

ระหว่างสถานี	จำนวนช่องทางเดินรถทาง (track)	ขบวนรถ		รวม (2 ทิศทาง)	ความหนาแน่น (ขบวน/ทาง)
		รถเชิงพานิชย์	รถสินค้า		
สายใต้					
ชท.หนองปลาดุก-ราชบุรี	1	30	8	38	38
ราชบุรี-หัวหิน	1	28	8	36	36
หัวหิน-ประจวบคีรีขันธ์	1	24	8	32	32
ชุมพร-หลังสวน	1	24	8	32	32
ประจวบคีรีขันธ์-ชุมพร	1	22	8	30	30
หลังสวน-สุราษฎร์ธานี	1	22	8	30	30
สุราษฎร์ธานี-บ้านส้อง	1	22	8	30	30
บ้านส้อง-ชท.ทุ่งสง	1	22	8	30	30
ชท.ตลิ่งชัน-นครปฐม	2	48	8	56	28
ชท.เขาชุมทอง-พัทลุง	1	20	8	28	28
พัทลุง-ชท.หาดใหญ่	1	20	8	28	28
ชท.ทุ่งสง-ชท.เขาชุมทอง	1	18	8	26	26
นครปฐม-ชท.หนองปลาดุก	2	40	8	48	24
ธนบุรี-ชท.ตลิ่งชัน	1	22	0	22	22
ชท.บางซื่อ-ชท.ตลิ่งชัน	2	28	8	36	18
ชท.หาดใหญ่-ยะลา	1	18	0	18	18
ยะลา-สุไหโกลก	1	14	0	14	14
ชท.เขาชุมทอง-นครศรีธรรมราช	1	10	0	10	10
ชท.หนองปลาดุก-กาญจนบุรี	1	8	0	8	8
กาญจนบุรี-น้ำตก	1	8	0	8	8
ชท.หาดใหญ่-ปาดังเบซาร์	1	4	4	8	8
ชท.ทุ่งสง-กันตัง	1	4	0	4	4
ชท.หนองปลาดุก-สุพรรณบุรี	1	2	0	2	2
ชท.บ้านทุ่งโพธิ์-คีรีรัฐนิคม	1	2	0	2	2

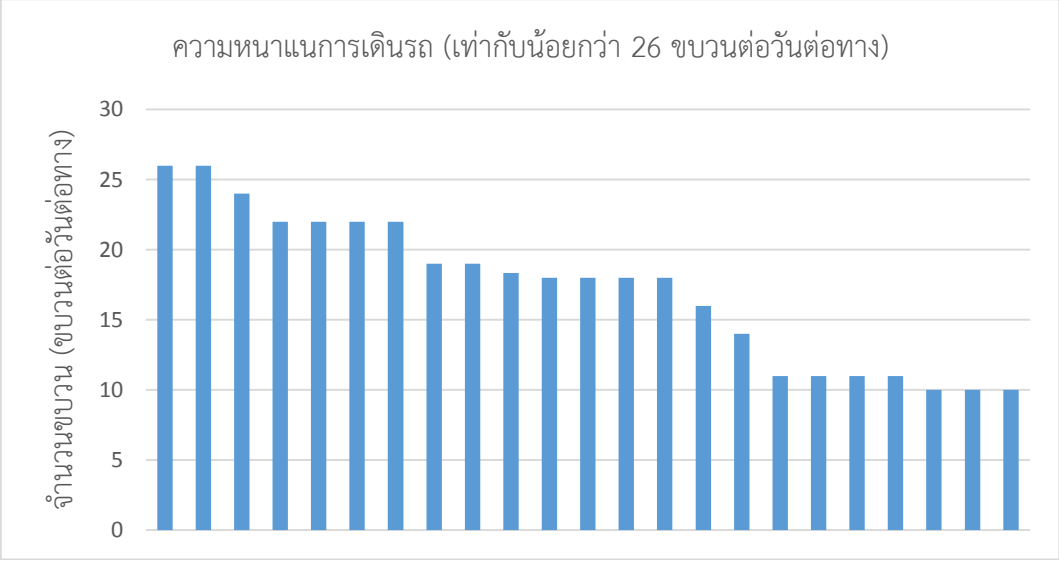


รูปที่ 9 กราฟความหนาแน่นขบวนรถไฟแบ่งตามภูมิภาค การรรถไฟแห่งประเทศไทย

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลความหนาแน่นการเดินรถของเส้นทางทั้งหมด พบว่าค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นการเดินรถของเส้นทางรถไฟทั้งประเทศ คือ 26 ขบวนต่อวันต่อทาง ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งความหนาแน่นการเดินรถออกเป็นสองกลุ่มเพื่อการวิเคราะห์ในลำดับต่อไป กล่าวคือ กลุ่มที่ 1 คือ เส้นทางการเดินรถที่มีความหนาแน่นการเดินรถที่มีความหนาแน่นมากกว่า 26 ขบวนต่อวันต่อทาง และกลุ่มที่ 2 คือ เส้นทางการเดินรถที่มีความหนาแน่นการเดินรถเท่ากับและน้อยกว่า 26 ขบวนต่อวันต่อทางแต่มีความหนาแน่นการเดินรถมากกว่า 10 ขบวนต่อวันต่อทาง ดังนี้



รูปที่ 10 กราฟแสดงความหนาแน่นการเดินรถ ที่มีความหนาแน่นการเดินรถมากกว่า 26 ขบวนต่อวันต่อทาง



รูปที่ 11 กราฟแสดงความหนาแน่นการเดินรถ ที่มีความหนาแน่นการเดินรถเท่ากับและน้อยกว่า 26 ขบวนต่อวันต่อทาง แต่มากกว่า 9 ขบวนต่อวันต่อทาง

และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นการเดินรถของเส้นทางรถไฟทั้งสองกลุ่ม จะได้ว่า

กลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นการเดินรถ เท่ากับ 36 ขบวนต่อวันต่อทาง ซึ่งในการเลือกเส้นทางที่เป็นตัวแทน จะพิจารณาเส้นทางที่มีความหนาแน่นการเดินรถที่ใกล้เคียงกับค่า 36 ซึ่งจะใช้เป็นเส้นทางที่มีความหนาแน่นการเดินรถสูง จากการเลือกเส้นทางการเดินรถ ได้ผลดังนี้

1. เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีความหนาแน่นการเดินรถ 38 ขบวนต่อวันต่อทาง
2. เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น มีความหนาแน่นการเดินรถ 41 ขบวนต่อวันต่อทาง

กลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นการเดินรถ เท่ากับ 17 ขบวนต่อวันต่อทาง ซึ่งในการเลือกเส้นทางที่เป็นตัวแทน พิจารณาเส้นทางที่มีความหนาแน่นการเดินรถที่ใกล้เคียงกับค่า 17 ซึ่งใช้เป็นเส้นทางที่มีความหนาแน่นการเดินรถ ปานกลาง จากการเลือกเส้นทางการเดินรถ ได้ผลดังนี้

1. เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน มีความหนาแน่นการเดินรถ 22 ขบวนต่อวันต่อทาง
2. เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ มีความหนาแน่นการเดินรถ 18 ขบวนต่อวันต่อทาง

สำหรับเส้นทางที่ใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ต้นทุนของเส้นทางที่เป็น รถขนส่งสินค้า เลือกเส้นทางที่มีการเดินรถโดยส่วนใหญ่เป็นรถขนส่งสินค้า ซึ่งจากการพิจารณา พบว่าเส้นทางที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับข้อกำหนดในการพิจารณา ได้ผลดังนี้

1. เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

จะเห็นได้ว่า เส้นทางที่ถูกเลือกจะมีค่าความหนาแน่นการเดินรถแตกต่างจากค่าความหนาแน่นที่ได้จากการวิเคราะห์บ้าง เนื่องจากการเมื่อมีการปรึกษากับเจ้าหน้าที่ของการรถไฟแห่งประเทศไทย พบว่า ในบางเส้นทางอาจจะอยู่ในช่วงของการก่อสร้างหรือซ่อมปรับปรุงใหญ่ หรือบางเส้นทางมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอ รวมถึงปัญหาอื่นๆ ทำให้ในการเลือกเส้นทางมีความจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงเส้นทางเหล่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปเส้นทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ ต้นทุน ดังนี้

ตารางที่ 9 เส้นทางตัวแทนของเส้นทางการเดินรถไฟระหว่างเมือง การรถไฟแห่งประเทศไทย

เส้นทาง	ความหนาแน่น (ขบวนต่อวัน)	ชนิดของรถ	ชนิดของหมอน/ขนาดราง
เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี	38	เชิงพาณิชย์	หมอนคอนกรีต Mono-Block ราง 100 ปอนด์
เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น	41	เชิงพาณิชย์	หมอนคอนกรีต Mono-Block ราง 100 ปอนด์
เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน	22	เชิงพาณิยช์	หมอนคอนกรีต Mono-Block ราง 100 ปอนด์
เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่	18	เชิงพาณิชย์	หมอนคอนกรีต Mono-Block ราง 100 ปอนด์
เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง	-	สินค้า	หมอนคอนกรีต Mono-Block ราง 100 ปอนด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ต้นทุน

ต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในองค์กร ล้วนเป็นสิ่งสะท้อนให้เห็นถึงงบประมาณที่เกิดขึ้นกับกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในองค์กร ซึ่งในแต่ละองค์กรย่อมมีความแตกต่างกันของกิจกรรม โดยปัจจัยเหล่านี้ย่อมส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาโครงสร้างต้นทุนขององค์กร เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

การบริหารจัดการของการเดินรถของการรถไฟแห่งประเทศไทย มีการจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในองค์กรที่เป็นลักษณะเฉพาะขององค์กร จึงเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า หากเราสามารถศึกษาและวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมเหล่านี้มีปัจจัย และมีรูปแบบการบริหารจัดการเป็นอย่างไร ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการองค์กรให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์เพื่อการบริหารจัดการการเดินรถที่ประเทศต่างๆกำลังมีการพัฒนาอยู่ในขณะนี้ คือ การคิดค่าใช้ทาง ที่เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้สนใจลงทุนในการเดินรถเข้ามาจัดการเดินรถ เพื่อให้เกิดการแข่งขันอย่างเสรี อีกทั้งยังเป็นการช่วยส่งเสริมการลงทุนในองค์กรได้อย่างกว้างขวางมากขึ้นด้วย โดยองค์กรซึ่งเป็นผู้ลงทุนในส่วนของโครงสร้างพื้นฐาน จะเรียกเก็บค่าใช้จ่ายในการเข้ามาเดินรถของภาคเอกชน โดยจะพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือมีอิทธิพลต่อต้นทุนในการบริหารจัดการที่เกิดขึ้นไว้ด้วย

จากการศึกษาข้อมูลในเบื้องต้น ทางผู้วิจัยจึงพิจารณาต้นทุนที่มีความแตกต่าง ดังนี้ คือ ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งเป็นส่วนของการซ่อมบำรุงรักษาทาง และการซ่อมบำรุงรักษาระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม และส่วนของต้นทุนค่าก่อสร้าง ซึ่งเป็นต้นทุนรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 ต้นทุนค่าก่อสร้าง

ต้นทุนค่าก่อสร้างเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนขององค์กรที่ต้องใช้งบประมาณสูงมาก เช่นเดียวกับต้นทุนค่าก่อสร้าง ทางรถไฟ ซึ่งโดยส่วนประกอบของโครงสร้างพื้นฐานที่กล่าวไว้ข้างต้น ประกอบด้วย ทางรถไฟ สถานี ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานต่างๆที่อำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการขององค์กร จากการศึกษาพบว่า ต้นทุนค่าก่อสร้างทางรถไฟ ถือว่ามีต้นทุนต่อหน่วยที่สูงมากเมื่อเทียบกับโหมดการขนส่งรูปแบบอื่น

ในอดีตที่ผ่านมา โดยการบริหารงานขององค์กรของการรถไฟแห่งประเทศไทย ประสบปัญหาด้านต้นทุน ทำให้มีช่วงหนึ่งที่การรถไฟแห่งประเทศไทยไม่มีการก่อสร้างเส้นทางใหม่ รวมถึงการขยายเส้นทาง เป็นเหตุให้ความสะดวกสบายในการเดินทางทางรางลดน้อยลง เมื่อเทียบกับการเดินทางรูปแบบอื่น แต่ในปัจจุบันรัฐบาลและเอกชนได้สนับสนุนเงินทุนเข้ามาช่วยในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางราง เพื่อให้การเดินทางทางรางมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการ ผู้วิจัยจึงเห็นถึงผลประโยชน์ขององค์ความรู้ที่เกิดขึ้นในโครงการที่กำลังมีการพัฒนาหรือมีการก่อสร้างในปัจจุบัน เพื่อสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปต่อยอดองค์ความรู้สำหรับองค์กรได้ในอนาคต โดยในการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้างของผู้วิจัย ได้ศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้างทาง โดยเป็นการศึกษาจากโครงการก่อสร้างที่ได้มีการประมาณราคา และโครงการก่อสร้างที่ได้รับอนุมัติ และกำลังดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งในการพิจารณาต้นทุนค่าก่อสร้างมีรายละเอียดของงานต่างๆ เป็นดังนี้

- งานดิน

งานดิน (Earthwork) คืองานดินที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมการก่อสร้างอาคารและโครงการ เช่น งานถางป่าและขุดตอ งานขุดทั่วไป และงานดินที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างทางรถไฟ เช่น งานดินคันทาง งานถมคันทาง เป็นต้น ซึ่งในการก่อสร้างอาคารและโครงสร้างจะประกอบด้วยส่วนของงานดินเช่นกัน แต่งานดินในส่วนดังกล่าวจะไม่รวมในส่วนนี้ เนื่องจากถือว่าเป็นงานอาคารและงานโครงสร้างนั้น เช่น งานขุดดินเพื่อทำฐานรากหรืองานบดอัด เป็นต้น โดยองค์ประกอบของงานดินได้แก่ งานถางป่าและขุดต่อ (Clearing and Grubbing) งานขุดดินทั่วไป (General excavation) งานถมคันทาง (Embankment fill) งานปรับปรุงคันทางและงานชั้นรองหินโรยทาง (Subbase and Sub ballast for railway)

- งานทางและงานโครงสร้าง

งานทางและงานโครงสร้าง (Road and structural work) เป็นต้นทุนที่เกิดจากการก่อสร้างโครงสร้างประเภทต่างๆ เช่น สะพานรถไฟ ทางข้าม ทางลอด เป็นต้น และต้นทุนที่เกิดจากรายการงานที่เป็นองค์ประกอบอื่นๆ เช่น กำแพงกันเสียง งานภูมิทัศน์ เป็นต้น นอกจากนั้นงานทางที่กล่าวถึงในส่วนนี้เป็นทางที่เป็นอค์ประกอบของงานโครงสร้าง เช่น ถนนที่อยู่บนทางข้าม เป็นต้น โดยต้นทุนในส่วนโครงการก่อสร้างประเภทต่างๆ ยังเป็นต้นทุนส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้น เนื่องจากมีมูลค่าที่สูง โดยประเภทในโครงสร้างของงานทางและงานโครงสร้าง ประกอบด้วย สะพาน (Railway bridge) ได้แก่ โครงสร้างคอนกรีต โครงสร้างเหล็ก เป็นต้น ทางข้าม (Overpass) ทางลอด (Underpass) ทางลอดท่อคอนกรีตเหลี่ยม (Box culvert) สะพานกลับรถ (U – Turn bridge)

- งานอาคารและงานสาธารณูปโภค

งานอาคารและงานสาธารณูปโภค (Building and Utility work) คืองานที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารประเภทต่างๆ เช่น สถานี ชานชาลา อาคารพักผู้โดยสาร อาคารพักพนักงาน เป็นต้น โดยองค์ประกอบของอาคารจะรวมตั้งแต่งานดินที่เกิดจากงานก่อสร้างฐานรากไปจนถึงงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และงานระบบต่างๆ ซึ่งมีงานสาธารณูปโภคเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งงานสาธาณูปโภคเป็นงานที่เป็นองค์ประกอบของงานอาคาร มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานอาคาร เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบประปา การติดตั้งสายโทรศัพท์ เป็นต้น

สำหรับงานอาคารและงานสาธารณูปโภค สามารถแบ่งกลุ่มของอาคารออกได้เป็นกลุ่มอาคารขนาดต่างๆ ซึ่งเรียกว่า ย่านสถานี โดยที่การรรถไฟแห่งประเทศไทย (State Railway of Thailand) มีการแบ่งเกณฑ์ของย่านสถานีแต่ละขนาดตามความสามารถในการรองรับผู้โดยสารไว้ดังนี้ สถานีขนาดเล็ก สามารถรองรับผู้โดยสารได้น้อยกว่าประมาณ 2,000 คนต่อวัน สถานีขนาดกลาง สามารถรองรับผู้โดยสารได้ประมาณ 2,000 – 5,000 คนต่อวัน สถานีขนาดใหญ่ สามารถรองรับผู้โดยสารได้มากกว่าประมาณ 5,000 คนต่อวัน และสถานีขนาดใหญ่พิเศษ สามารถรองรับผู้โดยสารได้มากกว่าประมาณ 5,000 คนต่อวัน และจะมีรายละเอียดการออกแบบอื่นๆ เพิ่มเติม

- งานราง

งานราง (Track work) คืองานที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างรางโดยจะพิจารณางานในส่วนที่เหนือจากชั้นหินโรยทางขึ้นมา เช่น หินโรยทาง ราง ประแจ เครื่องยึดเหนี่ยวราง เป็นต้น ส่วนงานในระดับที่ต่ำกว่านั้นจะพิจารณาเป็นงานดิน เช่น งานถมดินคันทาง งานถมคันทาง เป็นต้น ซึ่งงานรางเป็นงานที่เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญมาก ได้แก่ ราง (Rail) ประแจ (Turnout) หมอนรองราง (Sleeper) เครื่องยึดเหนี่ยวราง (Fastener) และหินโรงทาง (Ballast)

- งานระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

งานระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม (Signaling and Telecommunication work) เป็นงานที่มีความซับซ้อนและแตกต่างกันมาก เนื่องจากเป็นงานที่มีความสัมพันธ์กับโทคโลยีจึงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ถึงแม้ว่าจะเป็นโครงการระบบรางเช่นเดียวกัน แต่ก็ยังมีความแตกต่างกันไปตามประเภทของโครงการ ระบบราง ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมที่เลือกใช้ ยิ่งไปกว่านั้นแม้ว่าจะเป็นโครงการประเภทเดียวกันก็ยังสามารถเลือกใช้ระบบอาณัติสัญญาณที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของพื้นที่และความซับซ้อนของระบบอาณัติสัญญาณ ทำให้การประมาณต้นทุนทำได้ยาก การศึกษาต้นทุนได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการออกแบบ (Design) ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งอุปกรณ์แสดงอาณัติสัญญาณ (Signals) ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมประแจ (Point machine) ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งตรวจจับขบวนรถ (Train detection equipment) ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งอุปกรณ์ระบบบังคับสัมพันธ์โดยคอมพิวเตอร์ (Computer Based Interlocking – CBI) ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งสายเคเบิล (Cabling) ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งอุปกรณ์เครื่องทางสะดวก (Block Equipment) ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งระบบความปลอดภัยของรถบนรางหรือหรือในห้องอาณัติสัญญาณ (Automatic Train Protection : ATP Track Side) ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งระบบความปลอดภัยของรถในขบวนรถ (Automatic Train Protection : ATP Train Borne) และ ค่าใช้จ่ายในการซื้อและติดตั้งระบบควบคุมการเดินรถจากส่วนกลาง (Centralized Traffic Control : CTC)

4.4.1 เส้นทางตัวแทนที่ใช้ในการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้าง

ตารางที่ 10 ระยะทางของแต่ละเส้นทางตัวแทนที่ใช้ในการศึกษาต้นทุนค่าก่อสร้าง

เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ระบบอาณัติสัญญาณ	พื้นที่ตั้ง
ชุมทางหนองปลาดุก - ราชบุรี	37.119	สัญญาณไฟสีบังคับสัมพันธ์กับประแจลวด	พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ
ชุมทางบัวใหญ่ - ขอนแก่น	73.845	สัญญาณหางปลา	พื้นที่ราบ
ธนบุรี - ตลิ่งชัน	6.085	สัญญาณไฟสี	พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ
นครราชสีมา - ชุมทางบัวใหญ่	112.251	สัญญาณหางปลา	พื้นที่ราบ
ลาดกระบัง - แหลมฉบัง	113.095	สัญญาณไฟสี	ที่ราบลุ่มแม่น้ำและราบลูกฟูก

ในการวิเคราะห์ค่าก่อสร้างในงานวิจัยนี้ แบ่งเส้นทางการศึกษาออกเป็น 5 เส้นทาง โดยการวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้าง เป็นการศึกษาข้อมูลต้นทุนค่าก่อสร้างในแต่ละส่วนจาก งานวิจัยเรื่อง แบบจำลองการประมาณต้นทุนเบื้องต้นสำหรับงานวิศวกรรม ซึ่งใช้เป็นต้นทุนเบื้องต้นในการพิจารณาต้นทุนค่าก่อสร้างของเส้นทางทั้ง 5 เส้นทาง โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 11 ต้นทุนต่อหน่วยของโครงสร้างพื้นฐาน

งาน (โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดรวมถึงอาณัติสัญญาณ)	หน่วย	ต้นทุนต่อหน่วย	หน่วย
สะพานเหล็ก	เมตร	767,071	บาท/ม.
สะพานคอนกรีต	เมตร	261,134	บาท/ม.
ทางข้ามต่างระดับ (over pass)	เมตร	163,181	บาท/ม.
ทาง (งานดิน งานท่อ งานราง งานอาณัติสัญญาณ)	กิโลเมตร	55,222	บาท/ม.
ประแจ	ประแจ	ขึ้นอยู่กับขนาดประแจ	ประแจ
สถานีขนาดเล็ก (400 ตร.ม.)	ตารางเมตร	164,060	บาท/ตร.ม.
สถานีขนาดกลาง (685 ตร.ม.)	ตารางเมตร	142,331	บาท/ตร.ม.
สถานีขนาดใหญ่ (962 ตร.ม.)	ตารางเมตร	213,081	บาท/ตร.ม.
สถานีพิเศษ	ตารางเมตร	163,321	บาท/ตร.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 ต้นทุนต่อหน่วยของประแจ

ประแจ	
ชนิดและขนาดประแจ	ราคา (บาทต่อชุด)
50 ปอนด์	
1 ต่อ 8	172,391
1 ต่อ 10	172,391
60 ปอนด์	
1ต่อ 8	227,467
1ต่อ 10	227,467
1 ต่อ 12	-
70 ปอนด์	
1 ต่อ 8	235,351
1 ต่อ 10	235,351
1 ต่อ 12 (A)	359,832
80 ปอนด์	
1ต่อ 8	1,551,010
1ต่อ 10	1,742,600
1 ต่อ 12	2,021,200
100 ปอนด์	
1 ต่อ 8	1,701,400
1 ต่อ 10	1,910,200
1 ต่อ 12	2,217,500

4.4.1.1 เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

ตารางที่ 13 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก - ราชบุรี

ชท.หนองปลาดุก - ราชบุรี		
ชื่อสถานี	ชั้นสถานี	ขนาดสถานี
หนองปลาดุก	4	เล็ก
บ้านโป่ง	2	กลาง
นครชุม	4	เล็ก
คลองตาคต	4	เล็ก
โพธาราม	3	เล็ก
เจ็ดเสมียน	4	เล็ก
บ้านกล้วย	4	เล็ก
ราชบุรี	2	กลาง

ตารางที่ 14 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

ตอนทาง	สะพานเหล็ก		สะพานคอนกรีต	
			คอนกรีตอัดแรง	
ชท.หนองปลาดุก - ราชบุรี	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)
	2	22	3	34.3
	6	138.8	2	58
	1	26		
	9	186.8	5	92.3

จำนวนประแจแต่ละขนาดของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

ประแจ 80 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 19 ชุด

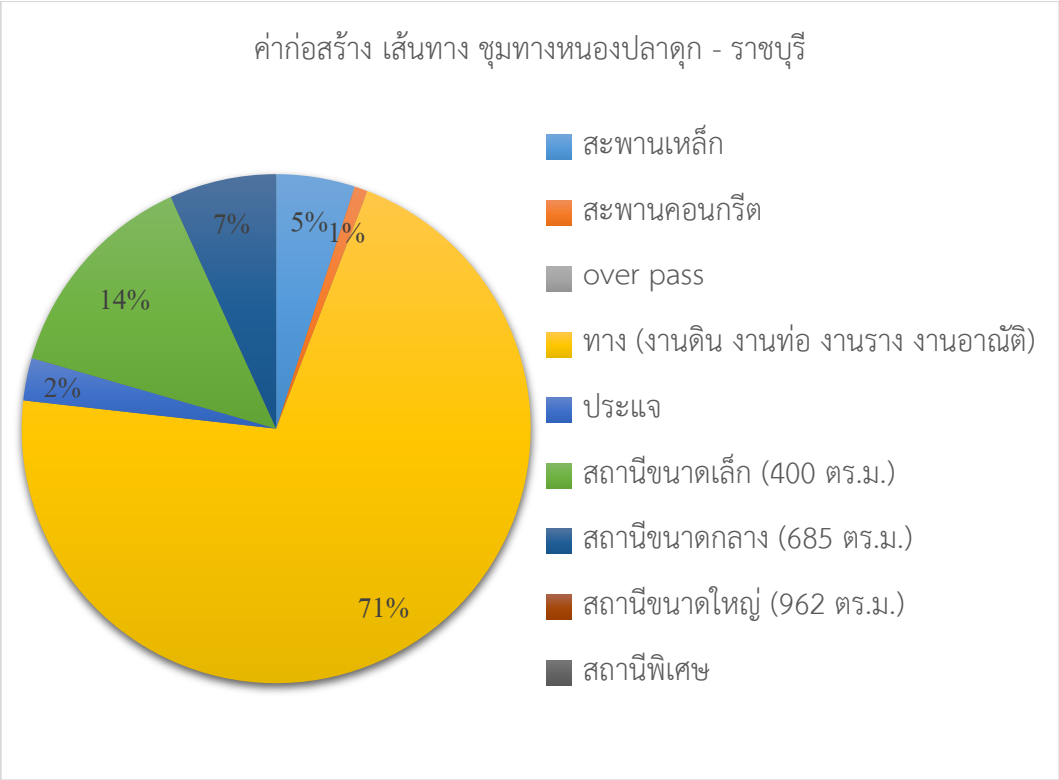
ประแจ 100 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 12 20 ชุด

ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

ตารางที่ 15 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

ต้นทุนค่าก่อสร้างทาง	หนองปลาดุก-ราชบุรี		
งาน (โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด รวมถึงอาณัติสัญญาณ)	จำนวน	ปริมาณ	ราคา (บาท)
สะพานเหล็ก		186.8 ม.	143,288,863
สะพานคอนกรีต		92.3 ม.	24,102,668
ทางข้ามต่างระดับ (over pass)			0
ทาง (งานดิน งานท่อ งานราง งานอาณัติสัญญาณ)		36839.9 ม.	2,034,372,958
ประแจ		39 ชุด	77,459,400
สถานีขนาดเล็ก (400 ตร.ม.)	6	2400 ตร.ม.	393,744,000
สถานีขนาดกลาง (685 ตร.ม.)	2	1370 ตร.ม.	194,993,470
สถานีขนาดใหญ่ (962 ตร.ม.)			0
สถานีพิเศษ			0



รูปที่ 12 กราฟต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ต้นทุนค่าก่อสร้างที่มีสัดส่วนมากที่สุดของเส้นทาง คือ ค่าก่อสร้างทาง ซึ่งมีสัดส่วนอยู่มากถึง 71% อีกทั้งในงานทางเอง ยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆรวมอยู่ด้วย เช่น ค่าใช้จ่ายงานสะพาน ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 5% หรือค่าใช้จ่ายงานประแจ ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 2% เป็นต้น รองลงมา คือ ค่าก่อสร้างสถานี ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 21%

และเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งหมดของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี จะมีค่าใช้จ่ายค่าก่อสร้างทั้งหมด 2,867,961,359 บาท ซึ่งมีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 77,263,972 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง

4.4.1.2 เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

ตารางที่ 16 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

ชท.บัวใหญ่ - ขอนแก่น		
ชื่อสถานี	ชั้นสถานี	ขนาดสถานี
บัวใหญ่	2	กลาง
หนองบัวลาย	3	เล็ก
หนองมะเดื่อ	4	เล็ก
เมืองพล	3	เล็ก
บ้านหัน	4	เล็ก
บ้านไผ่	2	กลาง
บ้านแฮด	4	เล็ก
ท่าพระ	4	เล็ก
ขอนแก่น	1	ใหญ่

ตารางที่ 17 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

ตอนทาง	สะพานเหล็ก		สะพานคอนกรีต			
			กะบะคอนกรีต		คอนกรีตอัดแรง	
บัวใหญ่-ขอนแก่น	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)
	10	175.3	1	1.6		
	15	191.6	1	4	1	30
	5	242			1	8
	30	608.9	2	5.6	2	38

จำนวนประแจแต่ละขนาดของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

ประแจ 60 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 34 ชุด

ประแจ 70 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 19 ชุด

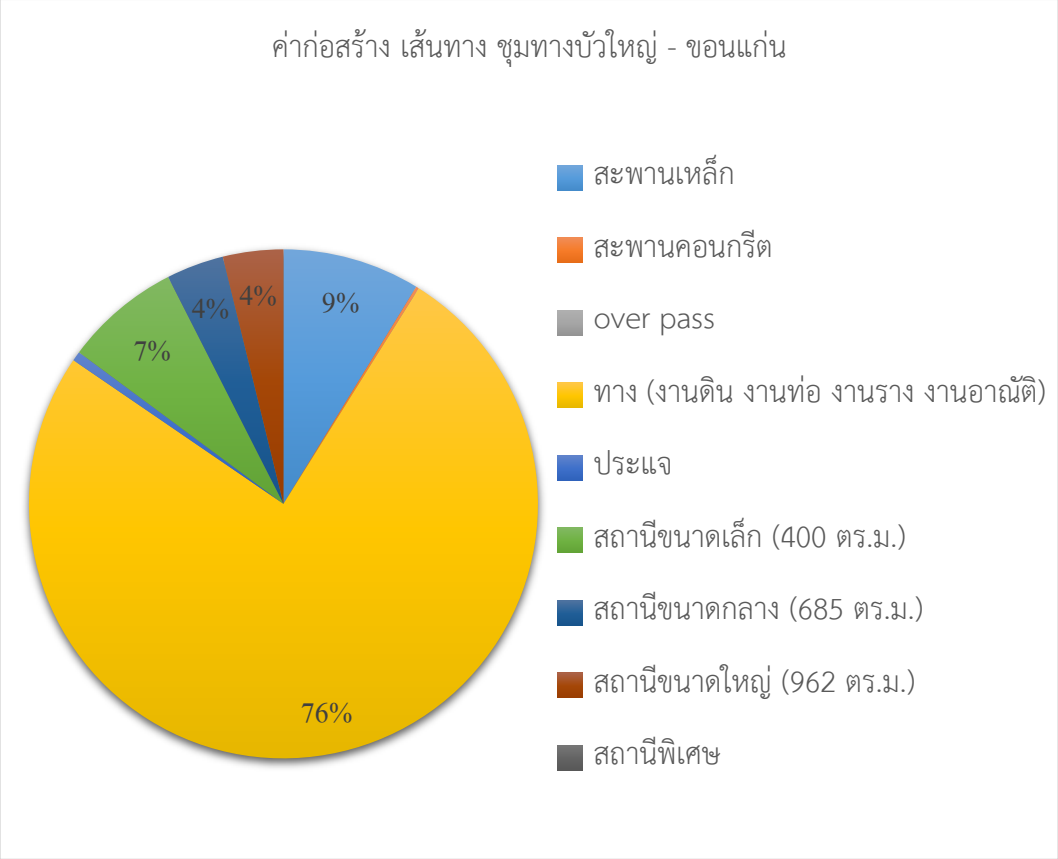
ประแจ 80 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 12 10 ชุด

ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

ตารางที่ 18 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

ต้นทุนค่าก่อสร้างทาง	บัวใหญ่-ขอนแก่น		
งาน (โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด รวมถึงอาณัติสัญญาณ)	จำนวน	ปริมาณ	ราคา (บาท)
สะพานเหล็ก		608.9 ม.	467,069,532
สะพานคอนกรีต		38 ม.	9,923,092
ทางข้ามต่างระดับ (over pass)			0
ทาง (งานดิน งานท่อ งานราง งานอาณัติสัญญาณ)		73198.1 ม.	4,042,145,478
ประแจ		63 ชุด	32,417,547
สถานีขนาดเล็ก (400 ตร.ม.)	6	2400 ตร.ม.	393,744,000
สถานีขนาดกลาง (685 ตร.ม.)	2	1370 ตร.ม.	194,993,470
สถานีขนาดใหญ่ (962 ตร.ม.)	1	962 ตร.ม.	204,983,922
สถานีพิเศษ			0



รูปที่ 13 กราฟต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ต้นทุนค่าก่อสร้างที่มีสัดส่วนมากที่สุดของเส้นทาง คือ ค่าก่อสร้างทาง ซึ่งมีสัดส่วนอยู่มากถึง 76% อีกทั้งในงานทางเอง ยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆรวมอยู่ด้วย เช่น ค่าใช้จ่ายงานสะพาน ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 9% หรือ ค่าใช้จ่ายงานประแจ ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 1% เป็นต้น รองลงมา คือ ค่าก่อสร้างสถานี ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 15%

และเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งหมดของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น จะมีค่าใช้จ่ายค่าก่อสร้างทั้งหมด 5,345,277,041 บาท ซึ่งมีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 72,385,091 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง

4.4.1.3 เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

ตารางที่ 19 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

ธนบุรี - ชท.ตลิ่งชัน		
ชื่อสถานี	ชั้นสถานี	ขนาดสถานี
ธนบุรี	1	ใหญ่
ตลิ่งชัน	3	เล็ก

ตารางที่ 20 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

ตอนทาง	สะพานเหล็ก	
ธนบุรี-ตลิ่งชัน	แห่ง	ความยาว
	6	110.5

จำนวนประแจแต่ละขนาดของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

ประแจ 50 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 8 12 ชุด

ประแจ 60 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 10 ชุด

ประแจ 70 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 2 ชุด

ประแจ 80 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 12 2 ชุด

ประแจ 100 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 12 8 ชุด

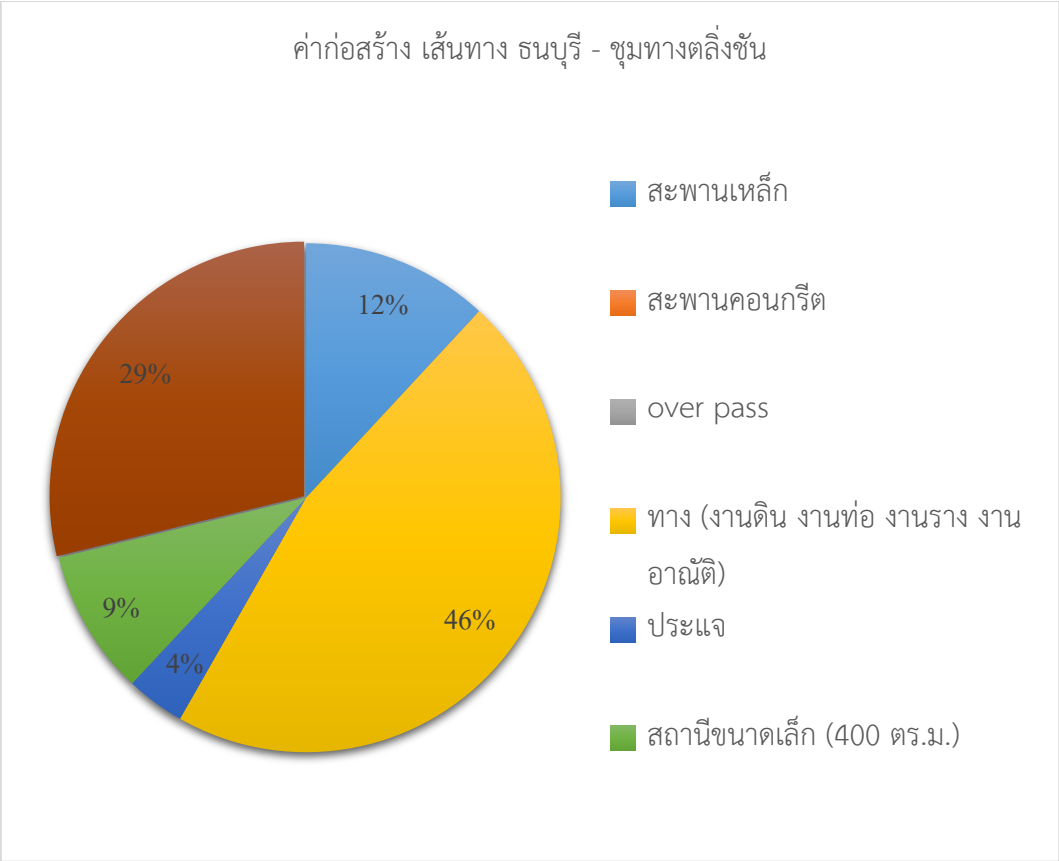
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ธนบุรี - ชุมทางตลิ่งชัน

ตารางที่ 21 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

ต้นทุนค่าก่อสร้างทาง	ธนบุรี-ตลิ่งชัน		
งาน (โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด รวมถึงอาณัติสัญญาณ)	จำนวน	ปริมาณ	ราคา (บาท)
สะพานเหล็ก		110.5 ม.	84,761,346
สะพานคอนกรีต		0	0
ทางข้ามต่างระดับ (over pass)			0
ทาง (งานดิน งานท่อ งานราง งานอาณัติสัญญาณ)		5974.5 ม.	329,923,839
ประแจ		34 ชุด	26,596,464
สถานีขนาดเล็ก (400 ตร.ม.)	1	400 ตร.ม.	65,624,000
สถานีขนาดกลาง (685 ตร.ม.)			0
สถานีขนาดใหญ่ (962 ตร.ม.)	1	962 ตร.	204,983,922
สถานีพิเศษ			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 14 กราฟต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ต้นทุนค่าก่อสร้างที่มีสัดส่วนมากที่สุดของเส้นทาง คือ ค่าก่อสร้างทาง ซึ่งมีสัดส่วนอยู่มากถึง 46% อีกทั้งในงานทางเอง ยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆรวมอยู่ด้วย เช่น ค่าใช้จ่ายงานสะพาน ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 12% หรือค่าใช้จ่ายงานประแจ ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 4% เป็นต้น รองลงมา คือ ค่าก่อสร้างสถานี ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 29%

และเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งหมดของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน จะมีค่าใช้จ่ายค่าก่อสร้างทั้งหมด 711,889,571 บาท ซึ่งมีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 116,990,891 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง

4.4.1.4 เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

ตารางที่ 22 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

นครราชสีมา - ชท.บัวใหญ่		
ชื่อสถานี	ชั้นสถานี	ขนาดสถานี
นครราชสีมา	1	ใหญ่
ชุมทาง ถนนจิระ	2	กลาง
บ้านเกาะ	4	เล็ก
หนองแมว	4	เล็ก
โนนสูง	3	เล็ก
บ้านดงพลอง	4	เล็ก
บ้านมะค่า	4	เล็ก
พลสงคราม	4	เล็ก
บ้านดอยใหญ่	4	เล็ก
เมืองคง	3	เล็ก
โนนทองหลาง	4	เล็ก
บัวใหญ่	2	กลาง

ตารางที่ 23 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

ตอนทาง	สะพานเหล็ก		สะพานคอนกรีต			
			กะบะคอนกรีต		คอนกรีตอัดแรง	
นครราชสีมา-บัวใหญ่	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)
	21	340.95	1	24	2	56
	9	83	2	28	7	78
	4	80	1	8		
					5	77
	34	503.95	4	60	14	211

จำนวนประแจแต่ละขนาดของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

ประแจ 50 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 13 ชุด

ประแจ 60 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 8 18 ชุด

ขนาด 1 ต่อ 10 21 ชุด

ประแจ 70 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 31 ชุด

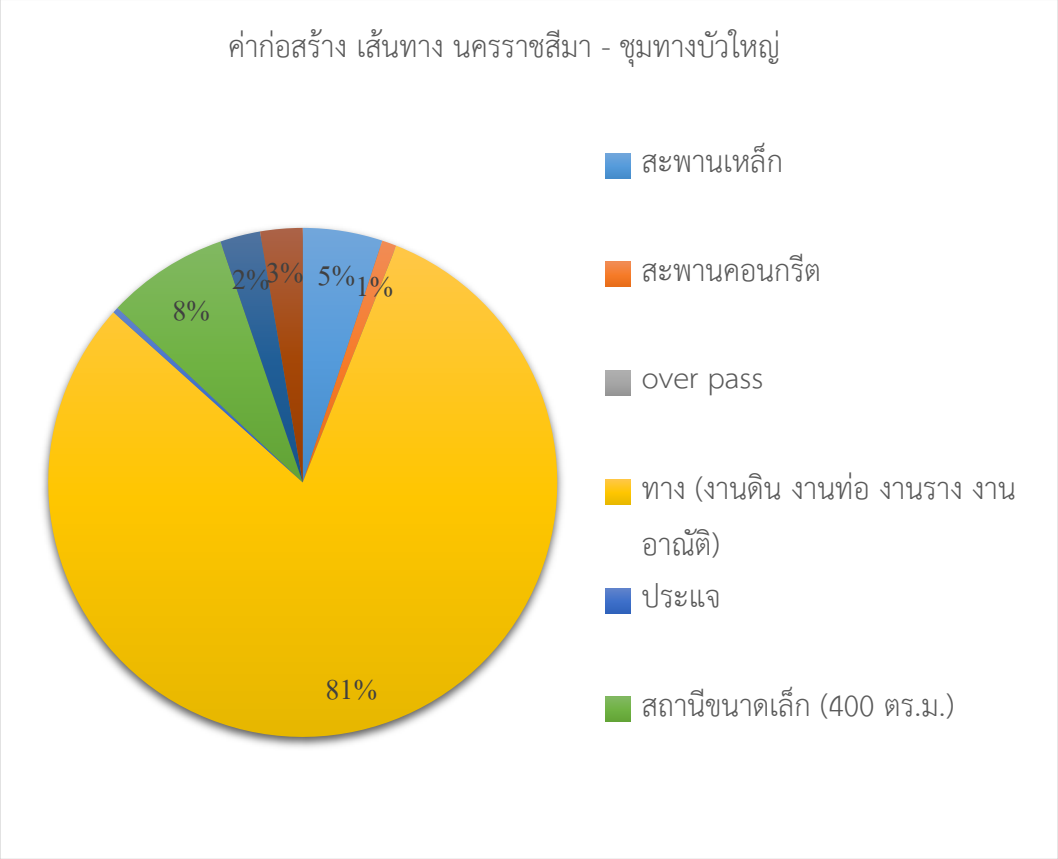
ประแจ 80 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 5 ชุด

ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

ตารางที่ 24 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

ต้นทุนค่าก่อสร้างทาง	นครราชสีมา-บัวใหญ่		
งาน (โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด รวมถึงอาณัติสัญญาณ)	จำนวน	ปริมาณ	ราคา (บาท)
สะพานเหล็ก		503.95 ม.	386,565,430
สะพานคอนกรีต		271 ม.	70,767,314
ทางข้ามต่างระดับ (over pass)			0
ทาง (งานดิน งานท่อ งานราง งานอาณัติสัญญาณ)		111476.1 ม.	6,155,930,433
ประแจ		88 ชุด	28,514,177
สถานีขนาดเล็ก (400 ตร.ม.)	9	3600 ตร.ม.	590,616,000
สถานีขนาดกลาง (685 ตร.ม.)	2	1370 ตร.ม.	194,993,470
สถานีขนาดใหญ่ (962 ตร.ม.)	1	962 ตร.ม.	204,983,922
สถานีพิเศษ			0



รูปที่ 15 กราฟต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ต้นทุนค่าก่อสร้างที่มีสัดส่วนมากที่สุดของเส้นทาง คือ ค่าก่อสร้างทาง ซึ่งมีสัดส่วนอยู่มากถึง 81% อีกทั้งในงานทางเอง ยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆรวมอยู่ด้วย เช่น ค่าใช้จ่ายงานสะพาน ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 5% หรือค่าใช้จ่ายงานประแจ ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 1% เป็นต้น รองลงมา คือ ค่าก่อสร้างสถานี ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 13%

และเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งหมดของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ จะมีค่าใช้จ่ายค่าก่อสร้างทั้งหมด 7,632,370,747 บาท ซึ่งมีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 67,999,758 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง

4.4.1.5 เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

ตารางที่ 25 สถานี ชั้นสถานี และขนาดสถานี ในช่วงของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

ลาดกระบัง - แหลมฉบัง		
ชื่อสถานี	ชั้นสถานี	ขนาดสถานี
ลาดกระบัง	3	เล็ก
หัวตะเข้	3	เล็ก
คลองหลวงแพ่ง	4	เล็ก
คลองเปรง	4	เล็ก
คลองบางพระ	4	เล็ก
ฉะเชิงเทรา	2	กลาง
ดอนสีนนท์	4	เล็ก
พานทอง	4	เล็ก
ชลบุรี	4	เล็ก
บางพระ	4	เล็ก
ศรีราชา	4	เล็ก
แหลมฉบัง	3	เล็ก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 26 ความยาว และ ชนิดของสะพาน ของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

ตอนทาง	สะพานเหล็ก		สะพานคอมโพสิต		สะพานคอนกรีต				Overpass	
					กะบะคอนกรีต		คอนกรีตอัดแรง			
ลาดกระบัง-แหลมฉบัง	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)	แห่ง	ความยาว (ม.)
	1	3	1	3						
							17	291		
							18	391		
					1	10	12	1982		
					2	36	2	2063.5		
					4	94				
	1	25			6	148	1	80	2	79.2
					2	44	1	60	1	38
					2	52			4	162
	2	28	1	3	17	384	51	4867.5	7	279.2

จำนวนประแจแต่ละขนาดของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

ประแจ 60 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 10 1 ชุด

ประแจ 70 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 8 2 ชุด

ขนาด 1 ต่อ 10 29 ชุด

ประแจ 80 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 12 43 ชุด

ประแจ 100 ปอนด์

ขนาด 1 ต่อ 12 51 ชุด

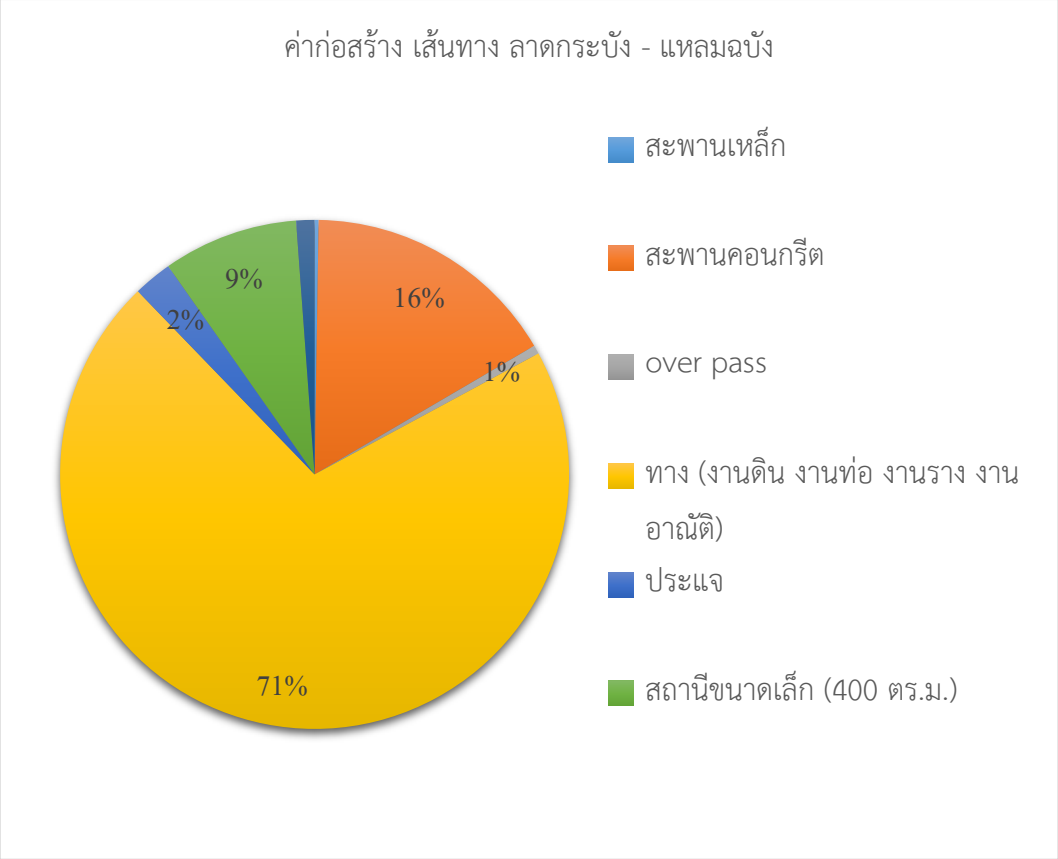
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

ตารางที่ 27 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

ต้นทุนค่าก่อสร้างทาง	ลาดกระบัง-แหลมฉบัง		
งาน (โครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด รวมถึงอาณัติสัญญาณ)	จำนวน	ปริมาณ	ราคา (บาท)
สะพานเหล็ก		28 ม.	21,477,988
สะพานคอนกรีต		5251.5 ม.	1,371,345,201
over pass		279.2 ม.	45,560,135
ทาง (งานดิน งานท่อ งานราง งานอาณัติสัญญาณ)		107536.3 ม.	5,938,369,559
ประแจ		126 ชุด	207,527,448
สถานีขนาดเล็ก (400 ตร.ม.)	11	4400 ตร.ม.	721,864,000
สถานีขนาดกลาง (685 ตร.ม.)	1	685 ตร.ม.	97,496,735
สถานีขนาดใหญ่ (962 ตร.ม.)			0
สถานีพิเศษ			0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 16 ต้นทุนค่าก่อสร้าง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ต้นทุนค่าก่อสร้างที่มีสัดส่วนมากที่สุดของเส้นทาง คือ ค่าก่อสร้างทาง ซึ่งมีสัดส่วนอยู่มากถึง 71% อีกทั้งในงานทางเอง ยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆรวมอยู่ด้วย เช่น ค่าใช้จ่ายงานสะพาน ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 16% หรือค่าใช้จ่ายงานประแจ ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 2% เป็นต้น รองลงมา คือ ค่าก่อสร้างสถานี ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 11%

และเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้างทั้งหมดของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง จะมีค่าใช้จ่ายค่าก่อสร้างทั้งหมด 8,403,641,066 บาท ซึ่งมีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 74,306,035 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง

4.5 ต้นทุนค่าซ่อมบำรุง ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

ระบบอาณัติสัญญาณ เป็นระบบการกำกับดูแลการเดินรถที่มีความสำคัญอย่างมาก กล่าวคือ หากระบบอาณัติสัญญาณไม่มีประสิทธิภาพหรือขาดความถูกต้อง อาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุรถไฟชนกันได้ ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสีย ทั้งด้านทรัพย์สินและด้านชีวิต ในการก่อสร้างระบบอาณัติสัญญาณจะถูกออกแบบไว้ และประมาณค่าใช้จ่ายรวมกับค่าก่อสร้างทาง ซึ่งเป็นระบบที่ทำควบคู่กันไป

ในปัจจุบันระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมมีใช้ด้วยกันหลายระบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้และงบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยหากระบบมีความแม่นยำสูงก็สามารถบริหารจัดการเดินรถได้มีความหนาแน่นสูง ซึ่งส่งผลให้การประกอบการเดินรถมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในทางกลับกัน หากระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมมีความแม่นยำต่ำ ก็จะทำให้ต้องมีการเผื่อช่วงเวลาการเดินรถให้มากขึ้น เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น ก็ย่อมส่งผลให้ความหนาแน่นการเดินรถมีค่าน้อยลงไปด้วย

นอกจากต้นทุนค่าก่อสร้างของระบบอาณัติสัญญาณแล้ว ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณเองก็มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ระบบการเดินรถเป็นไปตามมาตรฐานและเกิดความปลอดภัยในการใช้บริการ การซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณจะมีรูปแบบการซ่อมบำรุงที่แตกต่างจากการซ่อมบำรุงทาง กล่าวคือ ในการซ่อมบำรุงทางจะมีเขตความรับผิดชอบที่แน่นอน และการซ่อมบำรุงก็จะเป็นการซ่อมบำรุงเฉพาะที่นั้นๆที่เกิดความเสียหาย ดังนั้นในการคิดค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงในส่วนนี้ก็จะคิดตามระยะทางที่มีการซ่อมบำรุง แต่สำหรับงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมนั้น การซ่อมบำรุงจะเป็นการซ่อมบำรุงเป็นระบบ ซึ่งในบางครั้งอุปกรณ์อาจจะไม่ได้อยู่ในช่วงของเส้นทางนั้น หรือ หากเกิดความเสียหายต่อระบบอาณัติสัญญาณเพียงบางจุดอาจมีความจำเป็นต้องตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์อื่นๆด้วยที่มีความเกี่ยวข้องกันในระบบอาณัติสัญญาณนั้น จึงเป็นเหตุให้การคิดค่าซ่อมบำรุงระบบมีความซับซ้อนมาก

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยเห็นว่า การซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมโดยส่วนใหญ่แล้วจะเกิดขึ้นในสถานี ดังนั้นจึงพิจารณาค่าซ่อมบำรุงส่วนนี้ตามหน่วยสถานี โดยให้น้ำหนักความสำคัญในงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมของแต่ละสถานีมีความจำเป็นและปริมาณการซ่อมบำรุงที่เท่าๆกัน

กิจกรรมการซ่อมบำรุงของงานระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม แบ่งงานหน่วยงานย่อยดังนี้

- สัญญาณประแจกล – ฝ่ายอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

รหัส 203 – 0039 คือ ค่าใช้จ่ายส่วนบุคคล

รหัส 203 – 1019 คือ ค่าใช้จ่ายงานการสื่อสาร

รหัส 203 – 1051 คือ ค่าใช้จ่าย งานสื่อสาร เสา และสาย

รหัส 213 – 1515 คือ ค่าใช้จ่ายงานอาณัติสัญญาณ

รหัส 203 – 1523 คือ ค่าใช้จ่ายงานเครื่องกั้นถนน

รหัส 203 – 2003

- งาน 227 สถานีที่ทำการ
- งาน 229 อาคารรายทาง
- งาน 257 กระบวนจำหน่วยกำลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยค่าใช้จ่ายแต่ละกิจกรรมจะประกอบด้วยค่าจ้างแต่ละส่วนดังนี้

ตารางที่ 28 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2556

รายการ	เงินเดือนจ้าง	เงินชดเชยออกจากงานเกษียณอายุ	ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าทำงานล่วงเวลาและวันหยุด	ค่าเบี้ยเลี้ยง
203-0039 ส่วนบุคคล	89,625,844	3,566,430	598,200	10,811,211	4,472,978
203-1019 งานการสื่อสาร	3,742,302	970,669	1,140,000	340,163	333,543
203-1051 งานสื่อสารเสา และสาย	1,256,606	180,690	308,400	0	386,163
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	15,615,008	7,318,645	4,922,100	5,601,074	694,280
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	10,707,551	882,263	3,460,236	2,814,211	128,986
203-2003	4,613,781	22,533	971,850	405,495	0
227 สถานที่ทำการ	2,015,585	315,714	169,500	93,053	123,590
229 อาคารรายทาง	607,267	84,834	168,900	54,769	46,076
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	616,320	132,833	196,800	180,555	22,041

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

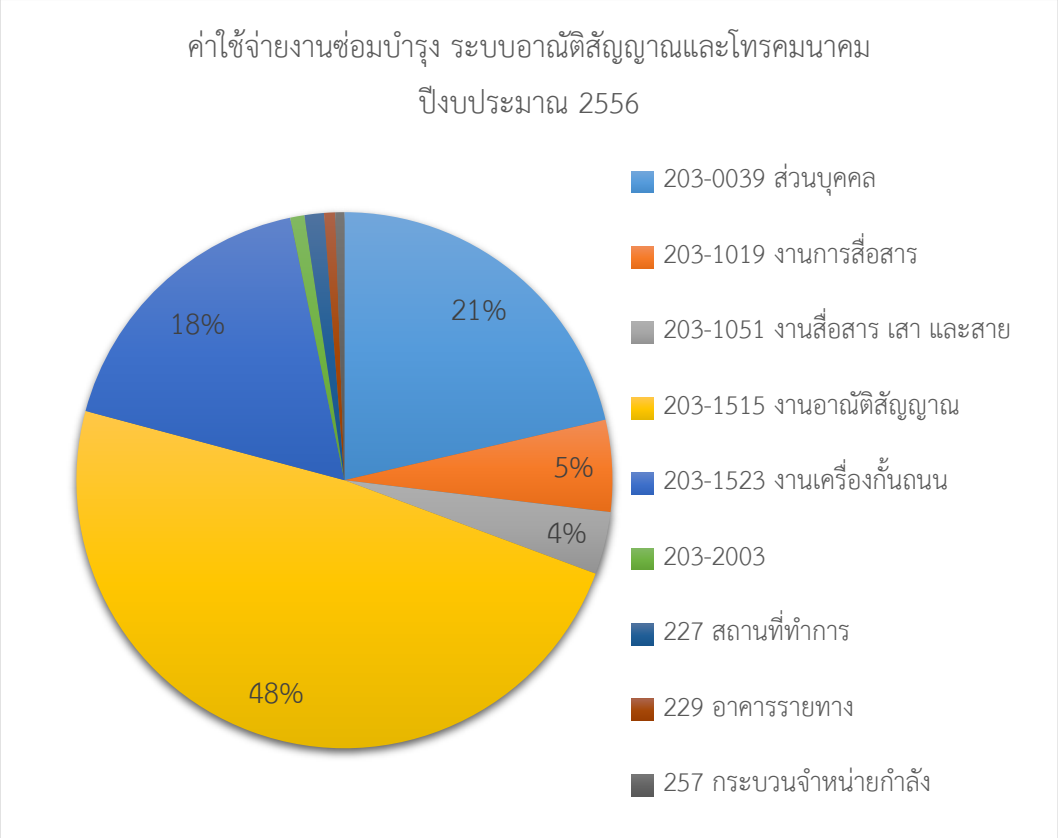
รายการ	ค่าใช้สอยบุคคล	ทุนสงเคราะห์	ค่าใช้สอยที่ทำการ	ค่าจ้างเหมา	ค่าของ
203-0039 ส่วนบุคคล	8,140,830	22,202,389	12,528,761	2,204,823	2,072,783
203-1019 งานการสื่อสาร	781,375	1,092,230	408,626	24,699,964	6,869,717
203-1051 งานสื่อสารเสา และสาย	341,889	351,480	26,145	22,892,540	1,787,919
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	3,168,488	5,351,680	3,827,251	267,429,283	4,044,7493
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	1,298,484	1,759,829	300,057	94,029,046	13,213,011
203-2003	138,224	119,915	0	0	0
227 สถานที่ทำการ	383,819	432,635	344,790	2,880,124	1,783,812
229 อาคารรายทาง	105,008	112,340	318,215	3,167,735	202,568
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	188,359	294,790	381,792	1,103,563	920,040

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2556

รายการ	รวม
203-0039 ส่วนบุคคล	156,224,248
203-1019 งานการสื่อสาร	40,378,590
203-1051 งานสื่อสาร เสา และสาย	27,531,831
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	354,375,302
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	128,593,674
203-2003	6,271,799
227 สถานที่ทำการ	8,542,622
229 อาคารรายทาง	4,867,710
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	4,037,094
รวม	730,822,871

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 17 กราฟค่าใช้จ่ายรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2556

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ค่าซ่อมบำรุงงานอาณัติสัญญาณและระบบโทรคมนาคม โดยส่วนที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายงานอาณัติสัญญาณ มีสัดส่วน 48% รองลงมาคือ ค่าใช้จ่ายส่วนบุคคล มีสัดส่วน 21% ลำดับถัดมา คือ ค่าใช้จ่าย งานเครื่องกั้น ซึ่งมีสัดส่วน 18% และค่าใช้จ่ายส่วนอื่นๆ อีกประมาณ 13%

เมื่อวิเคราะห์หาค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2556 มีค่าใช้จ่ายทั้งหมด 730,822,871 บาท และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละสถานี ประมาณ 1,735,921 บาทต่อสถานีต่อปี

ตารางที่ 30 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ2557

รายการ	เงินเดือนจ้าง	เงินชดเชยออกจากงานเกษียณอายุ	ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าทำงานล่วงเวลาและวันหยุด	ค่าเบี้ยเลี้ยง
203-0039 ส่วนบุคคล	93,859,183	4,407,480	272,100	10,954,046	4,587,010
203-1019 งานการสื่อสาร	4,143,973	688,192	708,750	534,838	333,208
203-1051 งานสื่อสารเสา และสาย	1,339,319	105,092	255,600	0	344,125
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	19,349,607	2,530,101	2,760,450	6,039,773	852,363
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	12,672,177	417,480	1,716,900	2,836,903	98,096
203-2003	4,882,841	7,200	487,200	230,941	0
227 สถานที่ทำการ	2,314,389	86,160	104,700	99,686	155,597
229 อาคารรายทาง	640,820	2,400	105,300	0	78,814
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	961,091	38,240	132,900	360,841	44,238

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

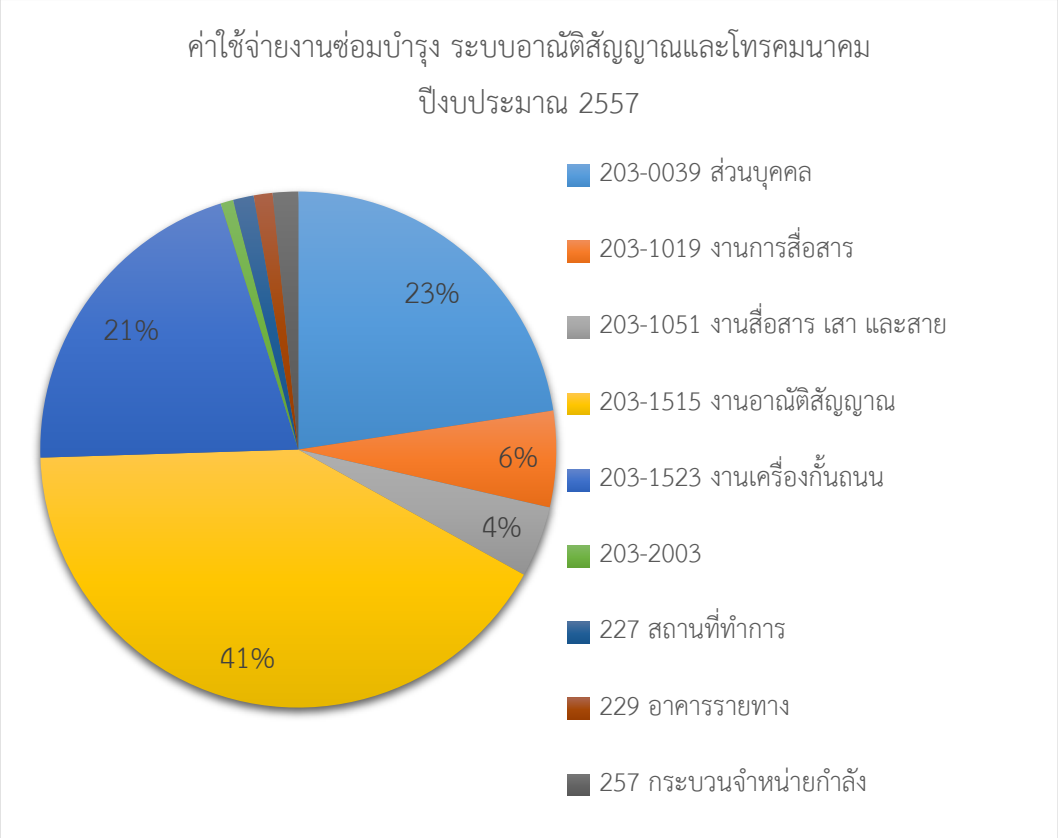
รายการ	ค่าใช้สอยบุคคล	ทุนสงเคราะห์	ค่าใช้สอยที่ทำการ	ค่าจ้างเหมา	ค่าของ
203-0039 ส่วนบุคคล	11,895,716	22,807,790	12,458,837	2,198,280	1,735,963
203-1019 งานการสื่อสาร	842,379	1,078,590	802,222	30,974,591	3,980,931
203-1051 งานสื่อสาร เสาและสาย	336,538	354,370	24,299	27,830,787	1,987,616
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	3,285,670	5,492,430	3,919,897	231,350,760	27,516,906
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	1,627,657	2,052,655	331,240	111,513,492	17,723,065
203-2003	90,104	85,535	0	0	0
227 สถานที่ทำการ	294,151	540,400	1,493,812	2,875,594	1,518,537
229 อาคารรายทาง	239,199	17,715	311,561	6,595,242	677,879
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	366,372	395,630	494,181	4,395,860	4,428,687

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 31 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2557

รายการ	รวม
203-0039 ส่วนบุคคล	165,176,405
203-1019 งานการสื่อสาร	44,087,673
203-1051 งานสื่อสาร เสา และสาย	32,577,745
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	303,097,956
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	150,989,666
203-2003	5,783,822
227 สถานที่ทำการ	9,483,025
229 อาคารรายทาง	8,668,931
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	11,618,039
รวม	731,483,261

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 18 กราฟค่าใช้จ่ายรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2557

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ค่าซ่อมบำรุงงานอาณัติสัญญาณและระบบโทรคมนาคม โดยส่วนที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายงานอาณัติสัญญาณ มีสัดส่วน 41% รองลงมาคือ ค่าใช้จ่ายส่วนบุคคล มีสัดส่วน 23% ลำดับถัดมา คือ ค่าใช้จ่าย งานเครื่องกั้น ซึ่งมีสัดส่วน 21% และค่าใช้จ่ายส่วนอื่นๆ อีกประมาณ 13%

เมื่อวิเคราะห์หาค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2557 มีค่าใช้จ่ายทั้งหมด 731,483,261 บาท และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละสถานี ประมาณ 1,737,490 บาทต่อสถานีต่อปี

ตารางที่ 32 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2558

รายการ	เงินเดือนจ้าง	เงินชดเชยออกจากงานเกษียณอายุ	ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าทำงานล่วงเวลาและวันหยุด	ค่าเบี้ยเลี้ยง
203-0039 ส่วนบุคคล	98,710,306	3,269,054	267,300	10,236,040	4,951,574
203-1019 งานการสื่อสาร	4,118,840	336,000	814,650	373,571	575,580
203-1051 งานสื่อสาร เสาและสาย	1,164,994	564,000	350,400	0	496,435
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	18,588,155	4,345,218	3,114,300	4,721,087	2,163,825
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	13,077,024	593,420	1,976,400	2,745,619	196,293
203-2003	4,570,081	16,800	686,100	228,394	0
227 สถานที่ทำการ	1,997,317	390,500	82,200	112,338	193,421
229 อาคารรายทาง	732,152	2,400	82,500	28,682	100,896
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	960,834	22,240	80,100	394,530	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

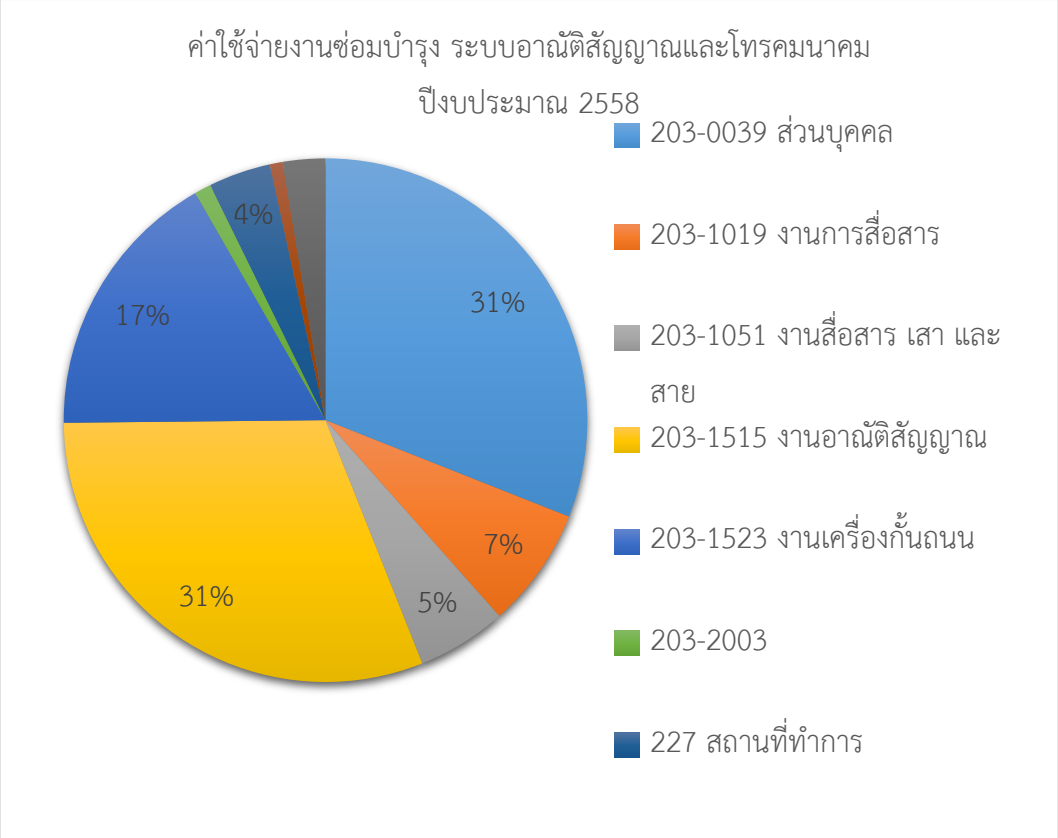
รายการ	ค่าใช้สอยบุคคล	ทุนสงเคราะห์	ค่าใช้สอยที่ทำการ	ค่าจ้างเหมา	ค่าของ
203-0039 ส่วนบุคคล	14,669,021	23,828,365	13,321,874	2,198,280	2,395,536
203-1019 งานการสื่อสาร	1,410,134	1,092,570	406,283	22,341,770	10,277,732
203-1051 งานสื่อสารเสา และสาย	1,008,600	307,315	26,187	28,373,121	-1,338,979
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	9,722,343	5,243,460	4,776,195	80,725,496	39,663,259
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	6,975,192	2,602,040	474,921	49,345,402	16,593,475
203-2003	173,937	124,345	0	0	0
227 สถานที่ทำการ	378,488	410,630	1,434,378	13,779,038	2,748,306
229 อาคารรายทาง	114,637	30,390	388,516	2,625,607	320,209
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	474,117	467,960	8,599,019	1,478,703	2,243,856

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 33 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2558

รายการ	รวม
203-0039 ส่วนบุคคล	173,847,350
203-1019 งานการสื่อสาร	41,747,129
203-1051 งานสื่อสาร เสา และสาย	30,952,073
203-1515 งานอาณัติสัญญาณ	173,063,339
203-1523 งานเครื่องกั้นถนน	94,579,784
203-2003	5,799,656
227 สถานที่ทำการ	21,526,616
229 อาคารรายทาง	4,425,990
257 กระบวนจำหน่ายกำลัง	14,721,359
รวม	560,663,296

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 19 กราฟค่าใช้จ่ายรวม ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม ปีงบประมาณ 2558

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ค่าซ่อมบำรุงงานอาณัติสัญญาณและระบบโทรคมนาคม โดยส่วนที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายงานอาณัติสัญญาณ มีสัดส่วน 31% โดยมีค่าเท่ากับ ค่าใช้จ่ายส่วนบุคคล มีสัดส่วน 31% ลำดับถัดมา คือ ค่าใช้จ่าย งานเครื่องกั้น ซึ่งมีสัดส่วน 17% และค่าใช้จ่ายส่วนอื่นๆ อีกประมาณ 21%

เมื่อวิเคราะห์หาค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2558 มีค่าใช้จ่ายทั้งหมด 560,663,296 บาท และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละสถานี ประมาณ 1,331,741 บาทต่อสถานีต่อปี

4.6 ต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาทาง

ต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนที่เกิดขึ้นในองค์กร ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเพื่อทำนุบำรุง กิจกรรมต่างๆ เพื่อให้สามารถดำเนินกิจการได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ โดยการศึกษาพบว่าต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษามีความแตกต่างกันในบางกิจกรรมของแต่ละปี

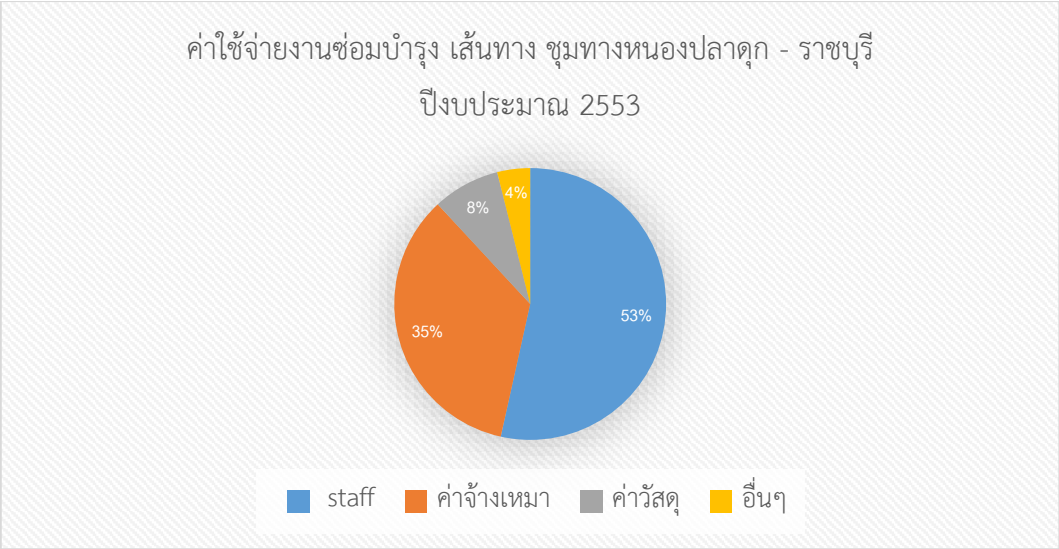
จากการศึกษาต้นทุนค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงพบว่า ในปีงบประมาณ พ.ศ.2555 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยกว่าในปีงบประมาณอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าในปี พ.ศ.2555 การรถไฟแห่งประเทศไทยมีการขาดสภาพคล่องจึงมีความจำเป็นต้องตัดงบประมาณบางส่วนที่สามารถตัดออกไป ดังนั้นในการวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในบางหัวข้อ จึงไม่ได้พิจารณาต้นทุนค่าใช้จ่ายในปีดังกล่าว ซึ่งต้นทุนค่าซ่อมบำรุงรักษาทางในแต่ละเส้นทางของแต่ละปีงบประมาณมีรายละเอียด ดังนี้

4.6.1 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก - ราชบุรี

ตารางที่ 34 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

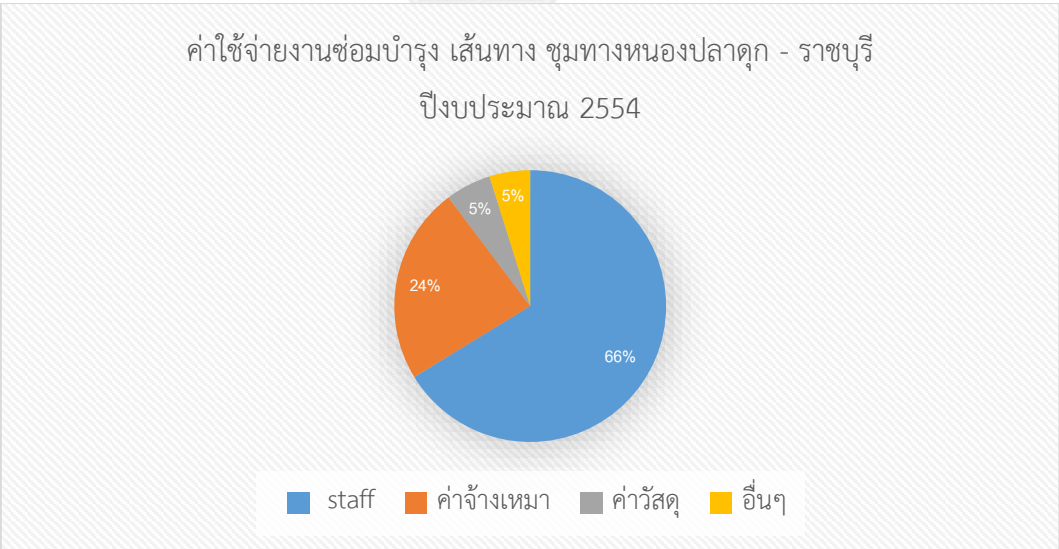
ค่าใช้จ่าย	เส้นทาง				
	ชุมทางหนองปลาดุก-ราชบุรี				
	ปี				
	2553	2554	2555	2556	2557
staff	6,790,908	7,000,936	3,809,970	7,338,275	6,800,316
ค่าจ้างเหมา	4,396,101	2,480,421	2,486,569	2,700,400	3,199,226
ค่าวัสดุ	1,014,566	572,451	584,296	983,039	1,272,081
อื่นๆ	496,650	512,011	280,540	470,637	511,578
รวม	12,698,225	10,565,818	7,161,376	11,492,351	11,783,202
เฉลี่ย (บาท/กม.)	342,095	284,647	192,930	309,608	317,444

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงทางที่เกิดขึ้นของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี พบว่าค่าเฉลี่ยค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง มีค่าประมาณ 313,448 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทางต่อปี



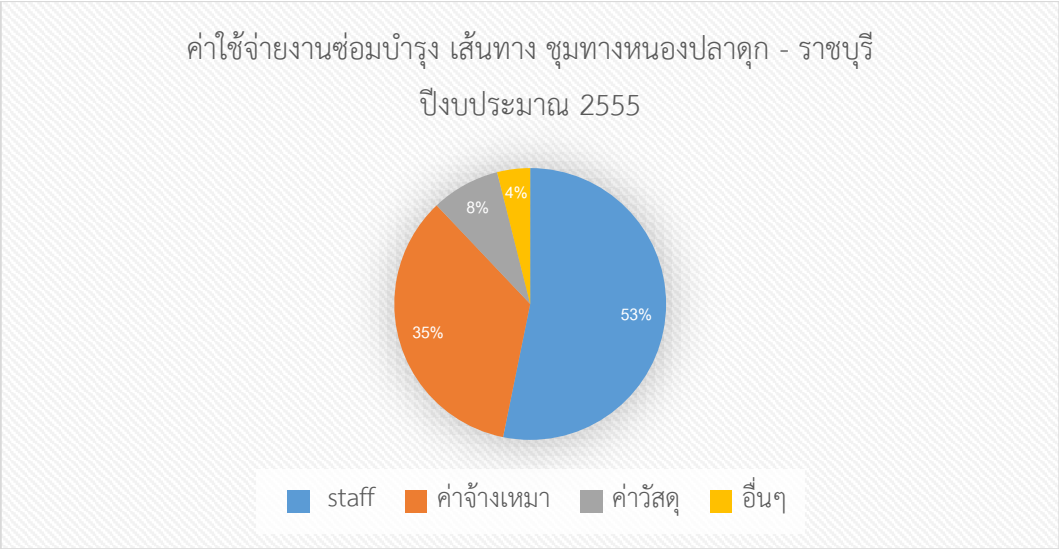
รูปที่ 20 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2553

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 53% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 35% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 12%



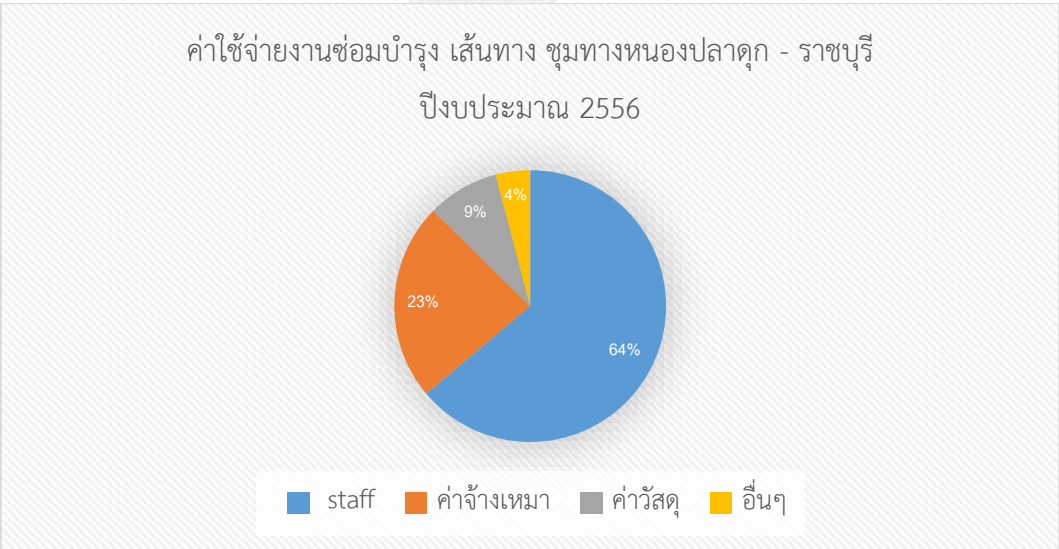
รูปที่ 21 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2554

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 66% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 24% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 10%



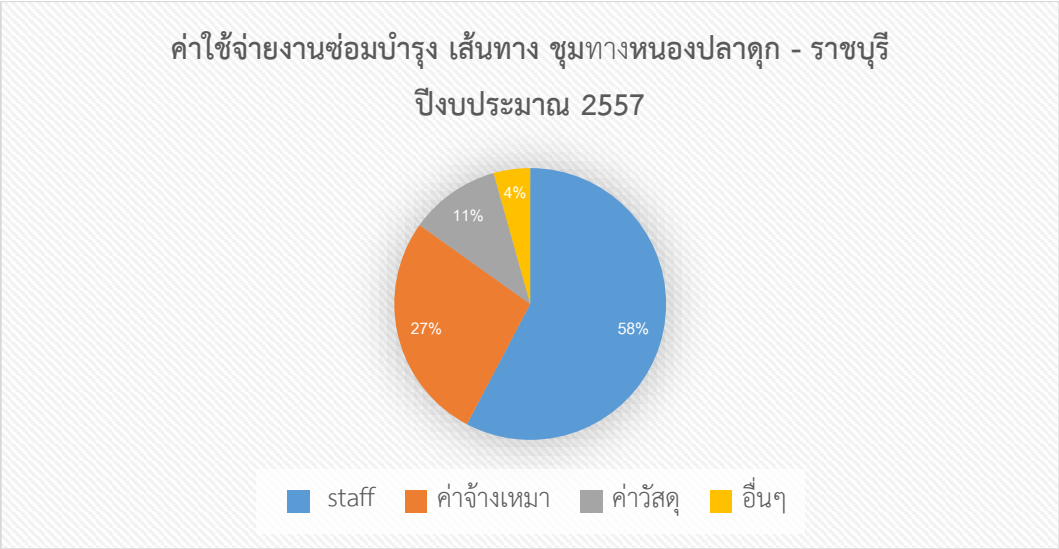
รูปที่ 22 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2555

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 53% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 35% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 12%



รูปที่ 23 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2556

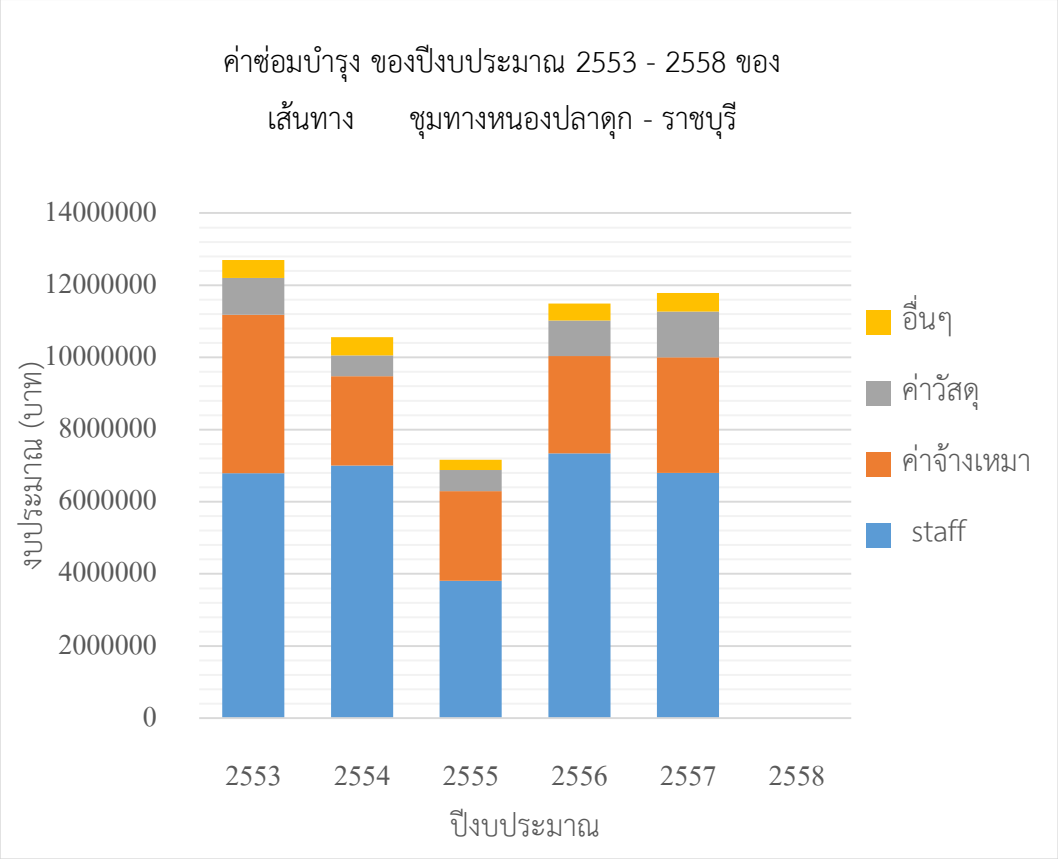
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 64% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 23% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 13%



รูปที่ 4.5 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2557

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 58% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 27% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 15%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 24 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี ปีงบประมาณ 2553 – 2558

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมของแต่ละปีงบประมาณนั้นมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสัดส่วน พบว่า ต้นทุนในแต่ละกิจกรรมมีความใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าในปีงบประมาณ พ.ศ.2555 จะมีค่าใช้จ่ายที่ถูกตัดออกไปประมาณครึ่งหนึ่งของงบประมาณปกติ โดยมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม ดังนี้ สัดส่วนต้นทุนของงาน Staff ประมาณ 59% รองลงมาคือต้นทุนค่าจ้างเหมา 29% และต้นทุนค่าของและอื่นๆ ประมาณ 12%

จะเห็นได้ว่าต้นทุนส่วนของงาน Staff ขององค์กร เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีค่าเป็น 2 เท่าของต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนของต้นทุนค่าจ้างเหมา

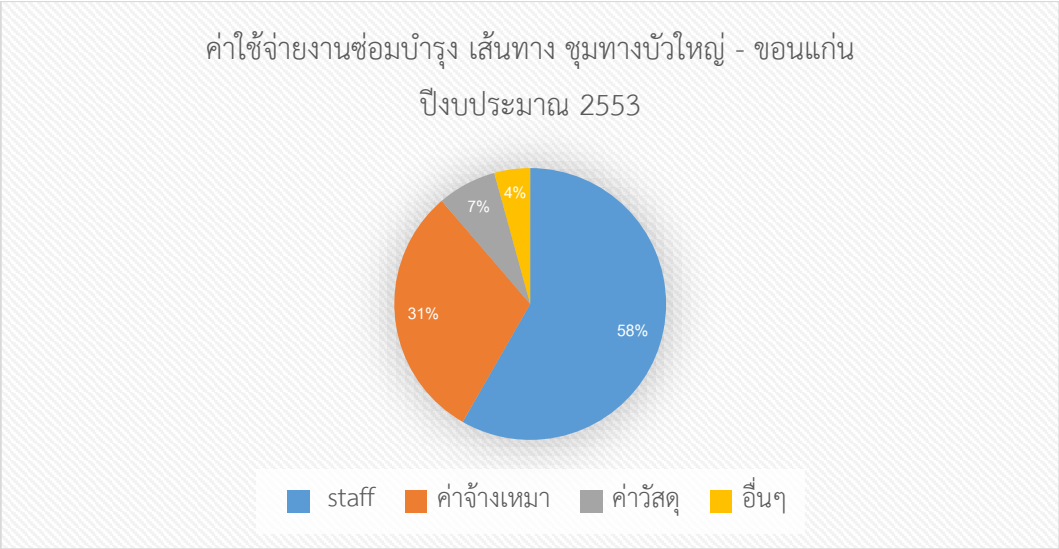
4.6.2 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

ตารางที่ 35 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

ค่าใช้จ่าย	เส้นทาง				
	ชุมทางบัวใหญ่-ขอนแก่น				
	ปี				
	2553	2554	2555	2556	2558
staff	13,509,916	13,927,748	7,579,602	14,598,856	13,934,492
ค่าจ้างเหมา	7,055,950	6,838,956	3,153,382	3,545,875	8,677,533
ค่าวัสดุ	1,628,426	1,578,347	740,984	1,290,822	3,450,374
อื่นๆ	988,042	1,018,600	558,111	936,291	1,048,272
รวม	23,182,334	23,363,651	12,032,078	20,371,844	27,110,670
เฉลี่ย (บาท/กม.)	313,932	316,388	162,937	275,873	367,129

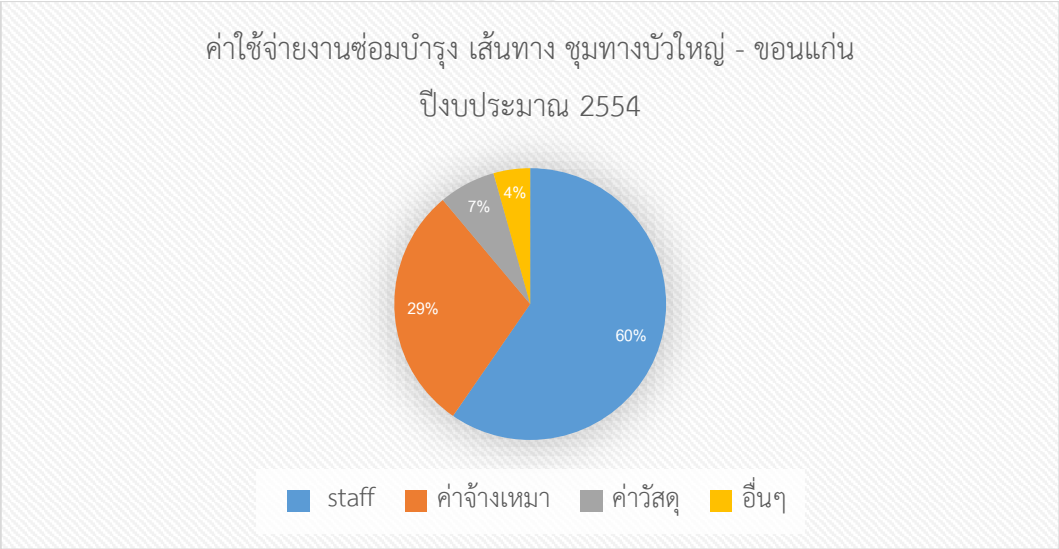
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงทางที่เกิดขึ้นของ เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น พบว่าค่าเฉลี่ยค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง มีค่าประมาณ 318,330 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทางต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



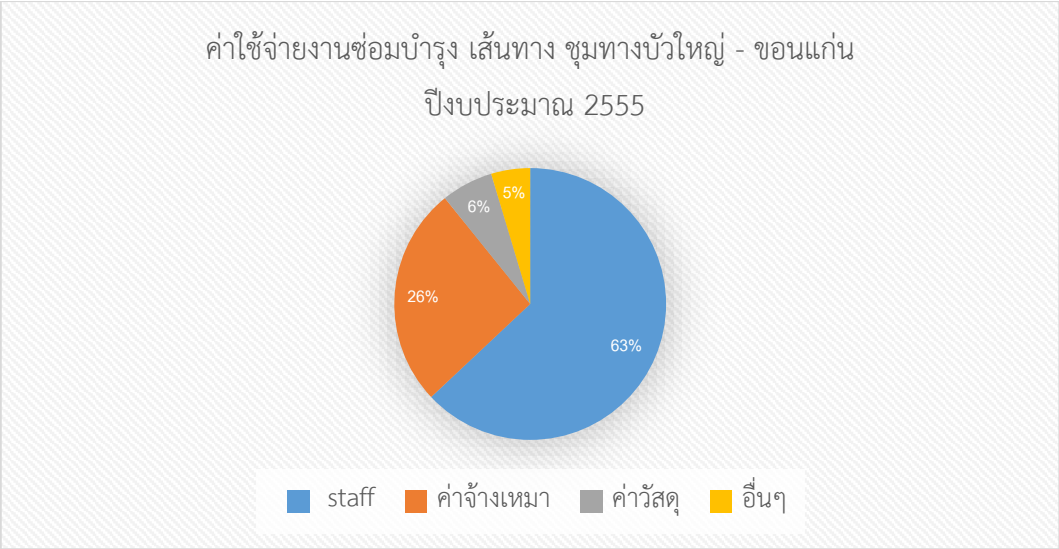
รูปที่ 25 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2553

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 58% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 31% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 11%



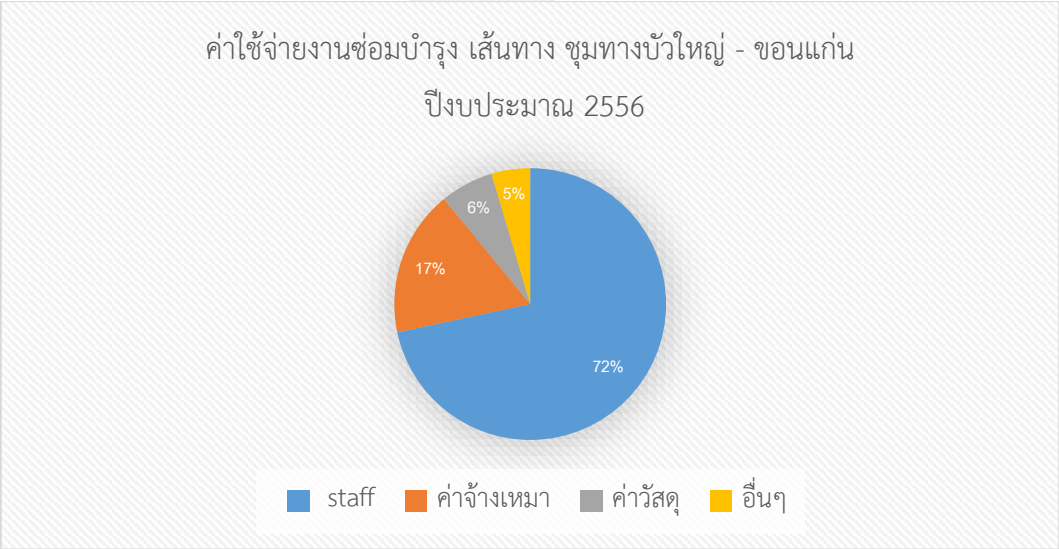
รูปที่ 26 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2554

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 60% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 29% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 11%



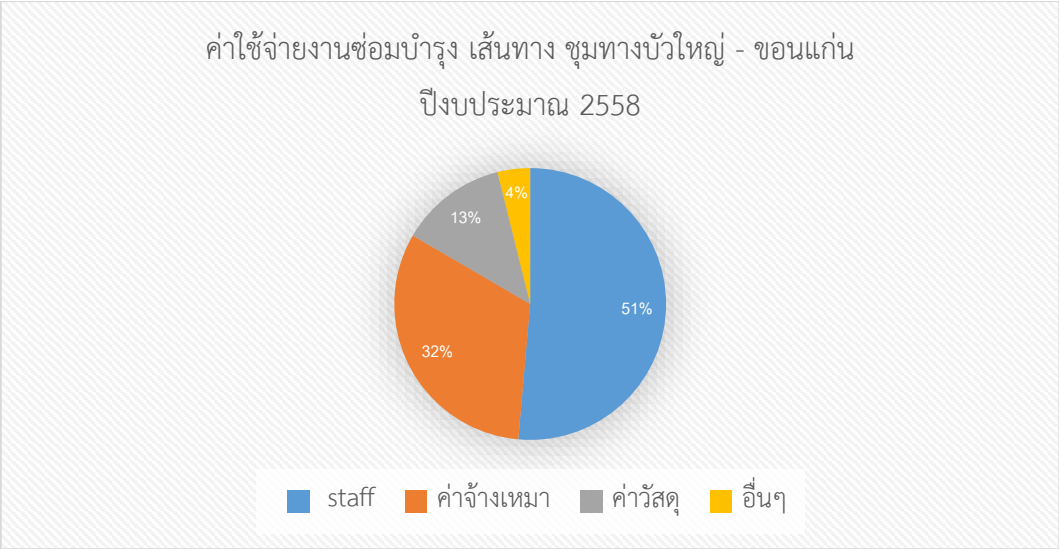
รูปที่ 27 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2555

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 63% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 26% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 11%



รูปที่ 28 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2556

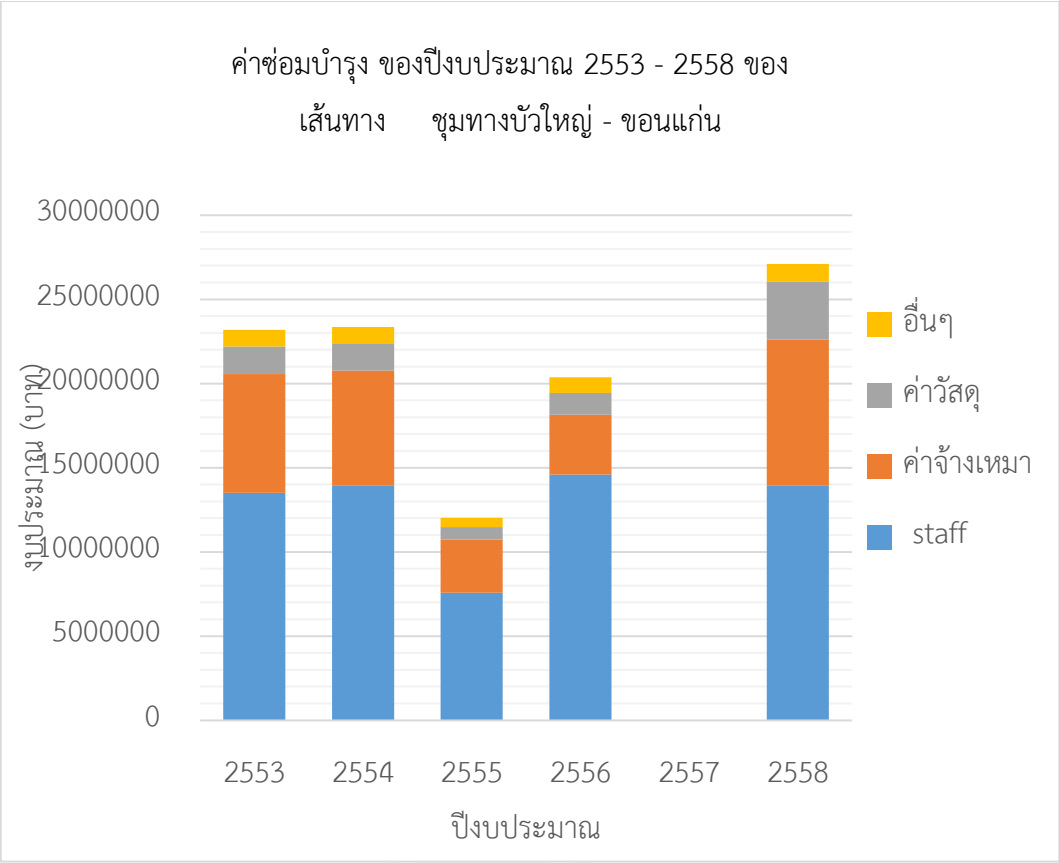
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 72% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 17% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 11%



รูปที่ 29 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2558

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 51% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 32% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 17%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 30 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ปีงบประมาณ 2553 – 2558

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมของแต่ละปีงบประมาณนั้นมีความแตกต่างกัน อีกทั้งพบว่า ในช่วงปีงบประมาณดังกล่าวนี้ สัดส่วนค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมก็ค่อนข้างมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของงานแต่ละกิจกรรม ได้ว่า สัดส่วนต้นทุนของงาน Staff ประมาณ 61% รองลงมาคือ ต้นทุนค่าจ้างเหมา 27% และ ต้นทุนค่าของและอื่นๆ ประมาณ 12%

จะเห็นได้ว่าต้นทุนส่วนของงาน Staff ขององค์กร เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น มีค่ามากกว่า 2 เท่าของต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนของต้นทุนค่าจ้างเหมา

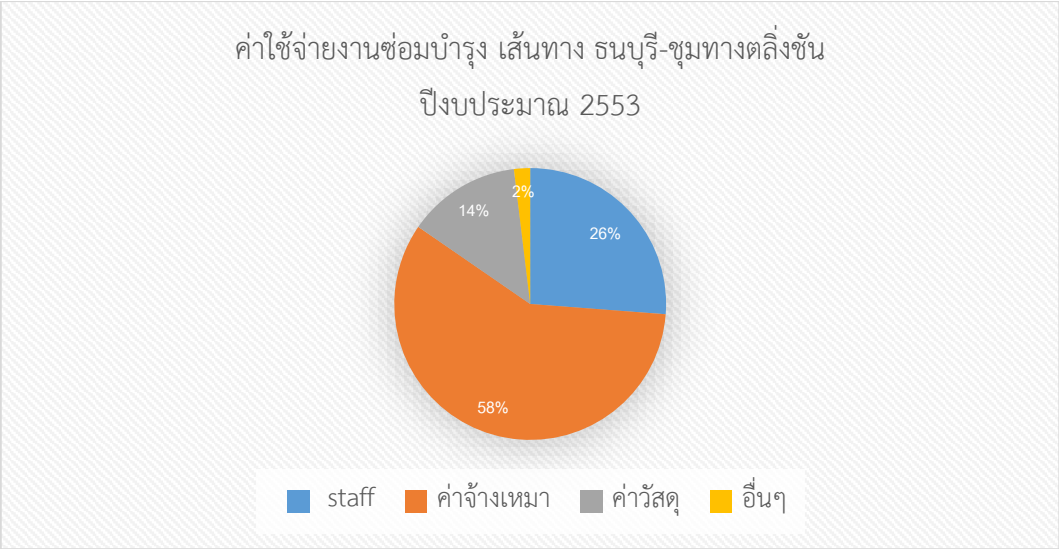
4.6.3 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

ตารางที่ 36 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

ค่าใช้จ่าย	เส้นทาง				
	ธนบุรี-ชุมทางตลิ่งชัน				
	ปี				
	2553	2554	2555	2556	2557
staff	1,113,249	1,147,679	624,577	1,202,980	1,114,791
ค่าจ้างเหมา	2,481,247	1,013,611	1,132,229	1,259,616	3,138,783
ค่าวัสดุ	572,641	233,929	266,052	458,544	1,248,048
อื่นๆ	81,417	83,935	45,990	77,153	83,864
รวม	4,248,554	2,479,153	2,068,848	2,998,292	5,585,485
เฉลี่ย (บาท/กม.)	698,201	407,420	339,991	492,735	917,911

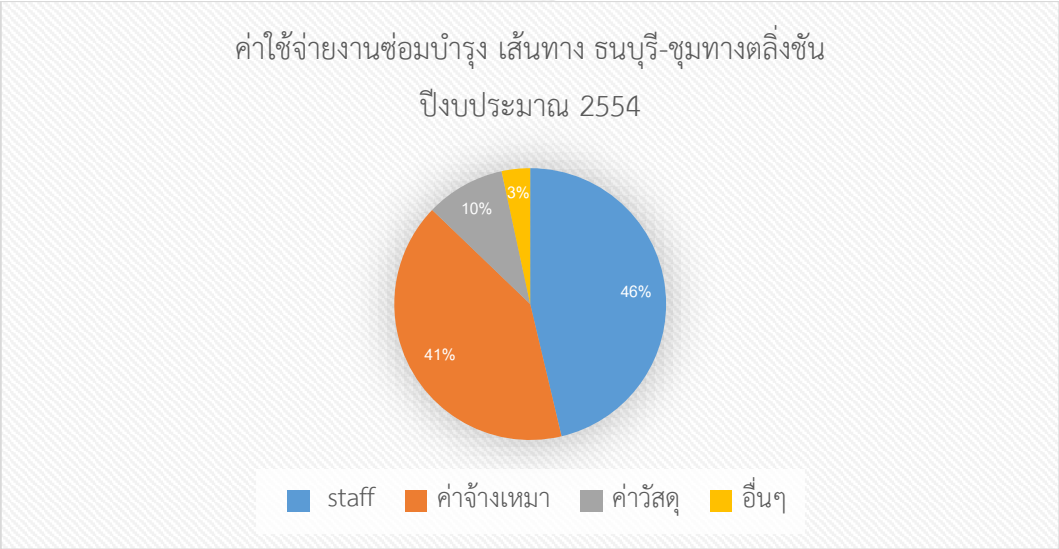
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงทางที่เกิดขึ้นของ เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน นั้นเป็นเส้นทางเดียวที่มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่มีค่าสูง และในแต่ละปีงบประมาณก็มีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือมีค่าซ่อมบำรุงตั้งแต่ ประมาณ 400,000 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทางต่อปี จนถึง ประมาณ 900,000 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทางต่อปี และเมื่อคิดค่าเฉลี่ยค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง มีค่าประมาณ 629,067 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทางต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 31 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2553

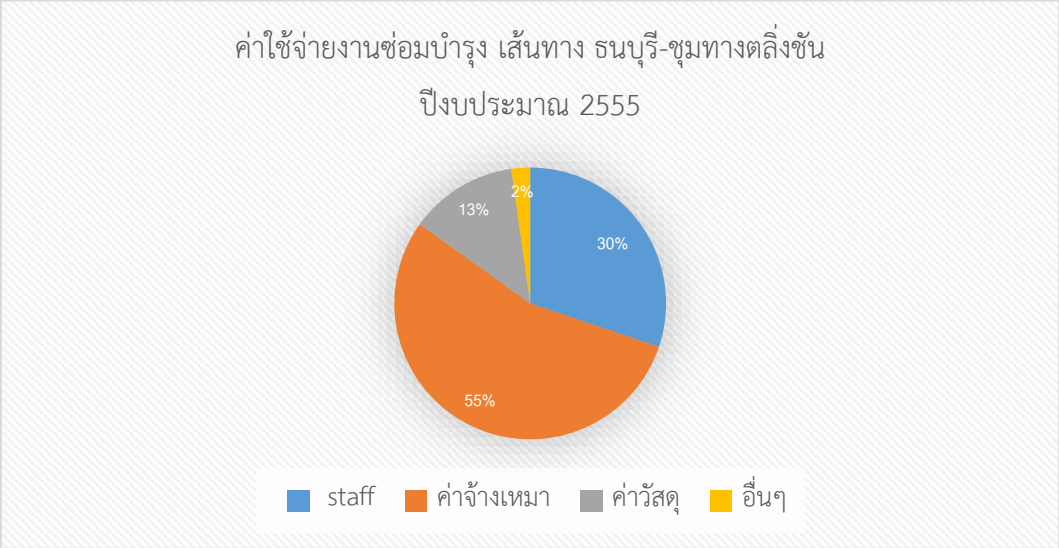
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ งานจ้างเหมา ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 58% รองลงมาคือค่า Staff โดยมีสัดส่วนประมาณ 26% มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของประมาณ 14% และมีค่าใช้จ่ายอื่นๆ ประมาณ 2%



รูปที่ 32 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2554

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 46% รองลงมาคือค่า งานจ้างเหมา โดยมีสัดส่วน

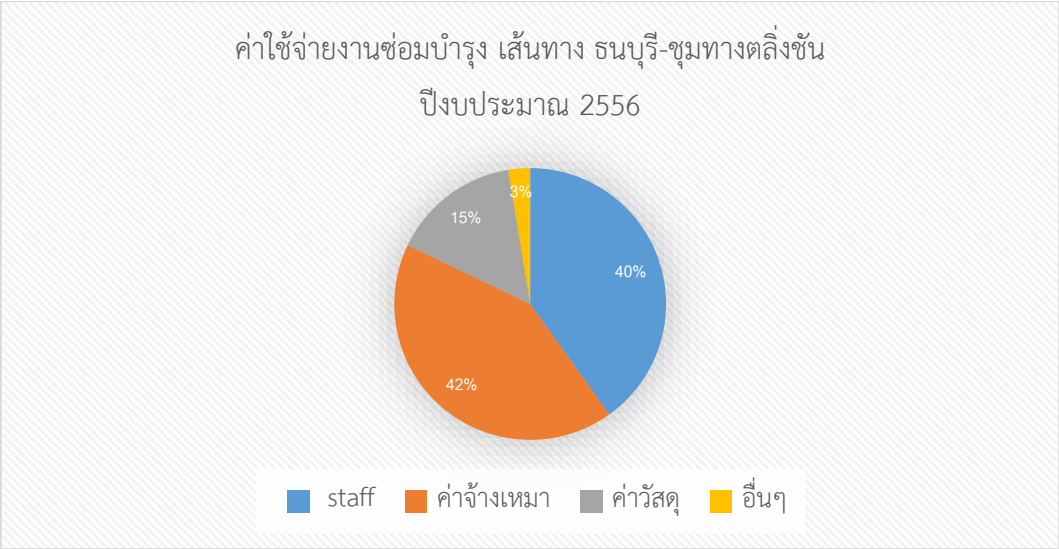
ประมาณ 41% จะเห็นได้ว่าในปีงบประมาณดังกล่าว ค่าใช้จ่ายของสองกิจกรรม มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของประมาณ 10% และมีค่าใช้จ่ายอื่นๆ ประมาณ 3%



รูปที่ 33 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2555

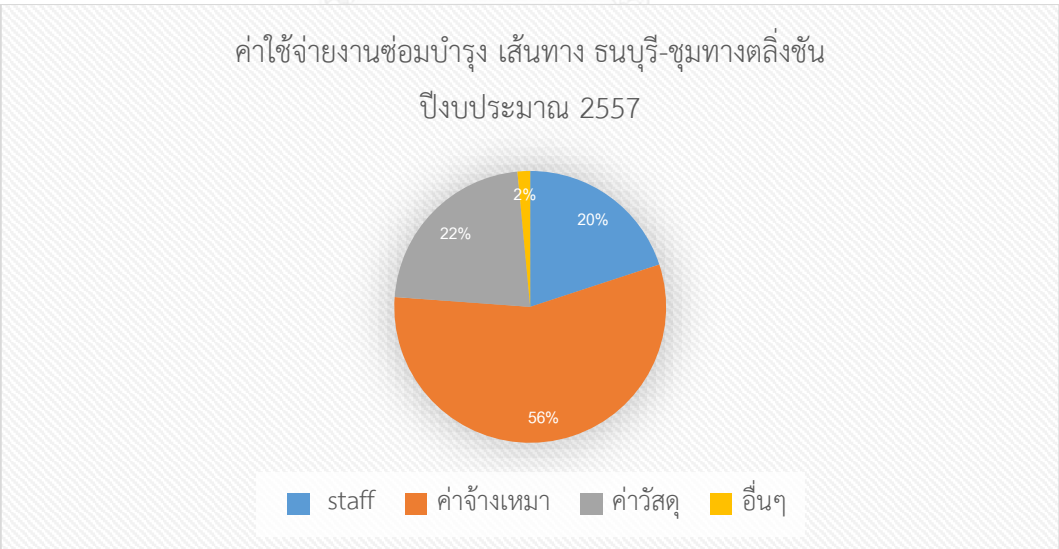
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ งานจ้างเหมา ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 55% รองลงมาคือค่า Staff โดยมีสัดส่วนประมาณ 30% มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของประมาณ 13% และมีค่าใช้จ่ายอื่นๆ ประมาณ 2%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



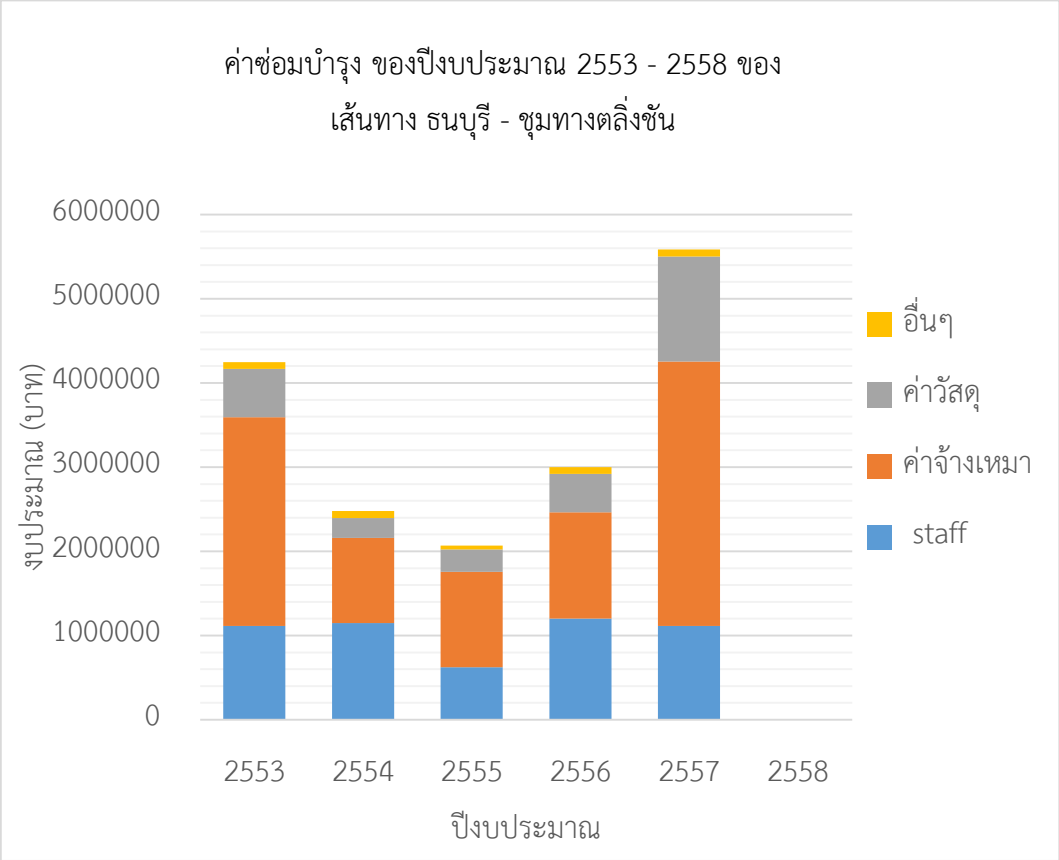
รูปที่ 34 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2556

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ งานจ้างเหมา ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 42% รองลงมาคือค่า Staff โดยมีสัดส่วนประมาณ 40% จะเห็นได้ว่าในปีงบประมาณดังกล่าว ค่าใช้จ่ายของสองกิจกรรม มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของประมาณ 15% และมีค่าใช้จ่ายอื่นๆ ประมาณ 3%



รูปที่ 35 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2557

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ งานจ้างเหมา ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 56% รองลงมาคือค่า ของ โดยมีสัดส่วนประมาณ 22% มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่า Staff ประมาณ 20% และมีค่าใช้จ่ายอื่นๆอีกประมาณ 2%



รูปที่ 36 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ปีงบประมาณ 2553 – 2558

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมของแต่ละปีงบประมาณนั้นมีความแตกต่างกัน อีกทั้งพบว่า ในช่วงปีงบประมาณดังกล่าวนี้ สัดส่วนค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมก็ค่อนข้างมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสัดส่วนของค่าใช้จ่ายในรายกิจกรรมพบว่า ค่าใช้จ่ายโดยสัดส่วนส่วนใหญ่ของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ในส่วนของค่าจ้างเหมาจะมีสัดส่วนสูงกว่าค่าใช้จ่าย Staff และปัจจัย กิจกรรมการซ่อมบำรุงในส่วนนี้เอง ทำให้ค่าใช้จ่ายของ ค่าของ ในเส้นทางดังกล่าว มีสัดส่วนที่สูงขึ้นด้วย เมื่อเทียบกับเส้นทางอื่นๆ

โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นประมาณได้ สัดส่วนค่าจ้างเหมา 50% รองลงมาคือค่า Staff มีสัดส่วน 32% ต่อมาคือสัดส่วนค่า ของ 15% และอื่นๆอีก 3%

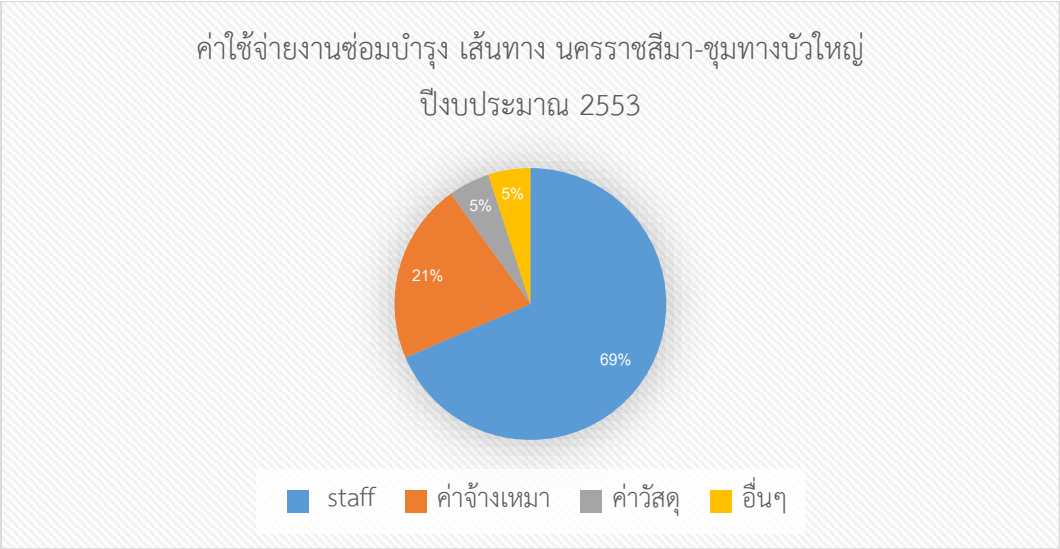
4.3.4 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

ตารางที่ 37 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

ค่าใช้จ่าย	เส้นทาง					
	นครราชสีมา-ชุมทางบัวใหญ่					
	ปี					
	2553	2554	2555	2556	2557	2558
staff	20,536,280	21,171,422	11,521,672	22,191,566	20,564,731	21,181,673
ค่าจ้างเหมา	6,429,015	5,769,796	3,764,074	4,076,099	4,475,276	4,393,279
ค่าวัสดุ	1,483,738	1,331,598	884,485	1,483,842	1,779,466	1,746,862
อื่นๆ	1,501,913	1,548,364	848,378	1,423,247	1,547,055	1,593,467
รวม	29,950,945	29,821,180	17,018,609	29,174,754	28,366,529	28,915,282
เฉลี่ย (บาท/กม.)	266,821	265,665	151,612	259,906	252,706	257,595

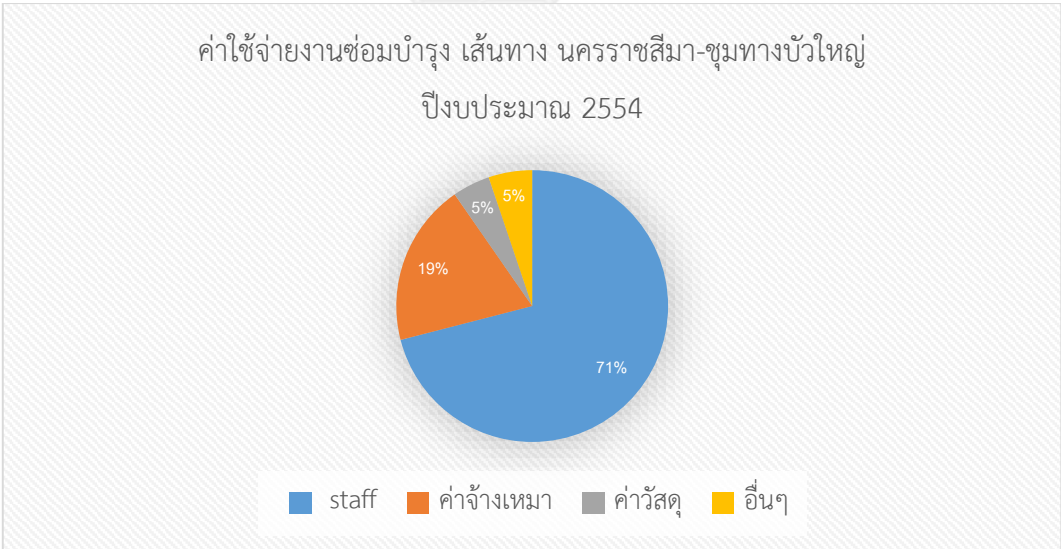
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงทางที่เกิดขึ้นของ เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ พบว่าค่าเฉลี่ยค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง มีค่าประมาณ 260,537 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทางต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



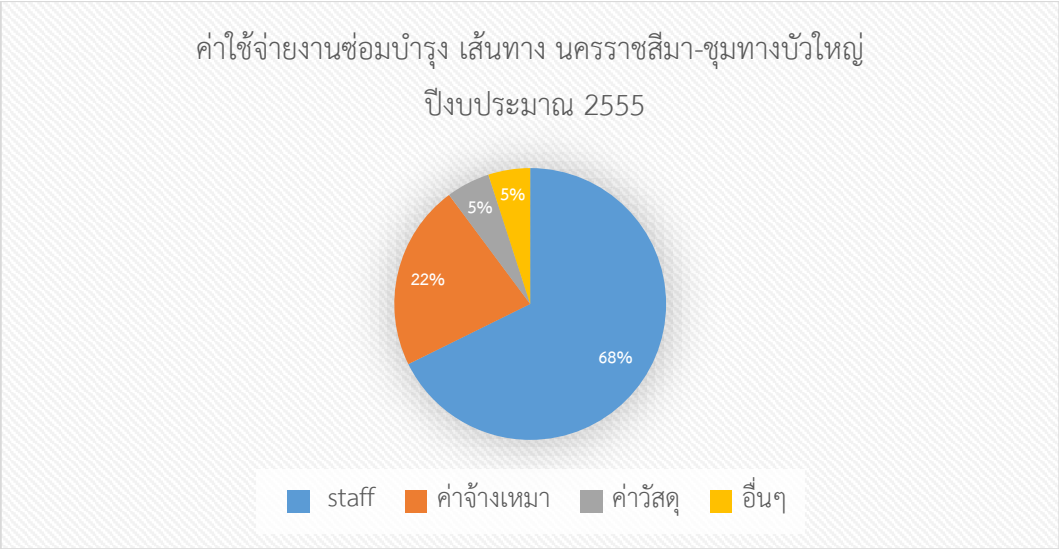
รูปที่ 37 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2553

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 69% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 21% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 10%



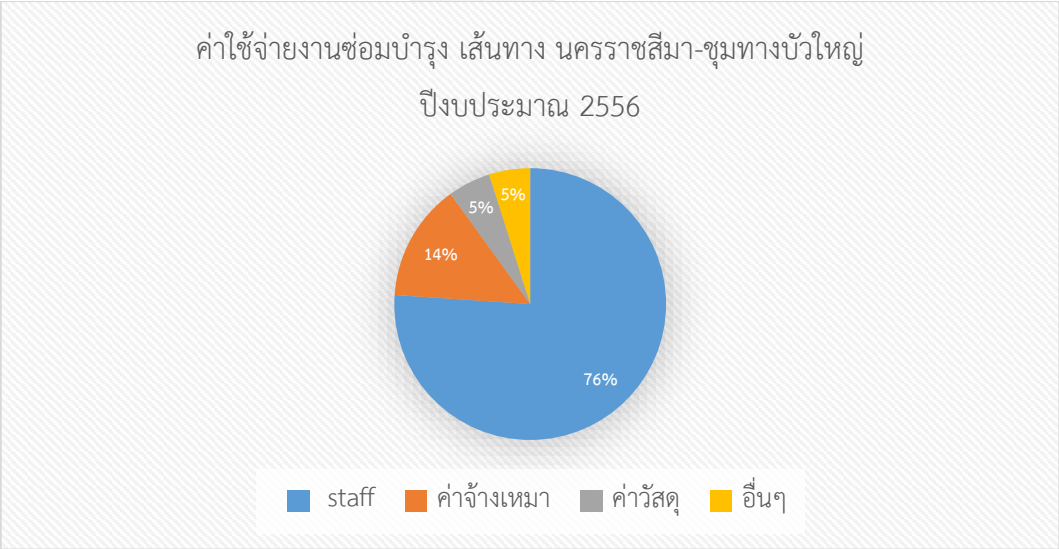
รูปที่ 38 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2554

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 71% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 19% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 10%



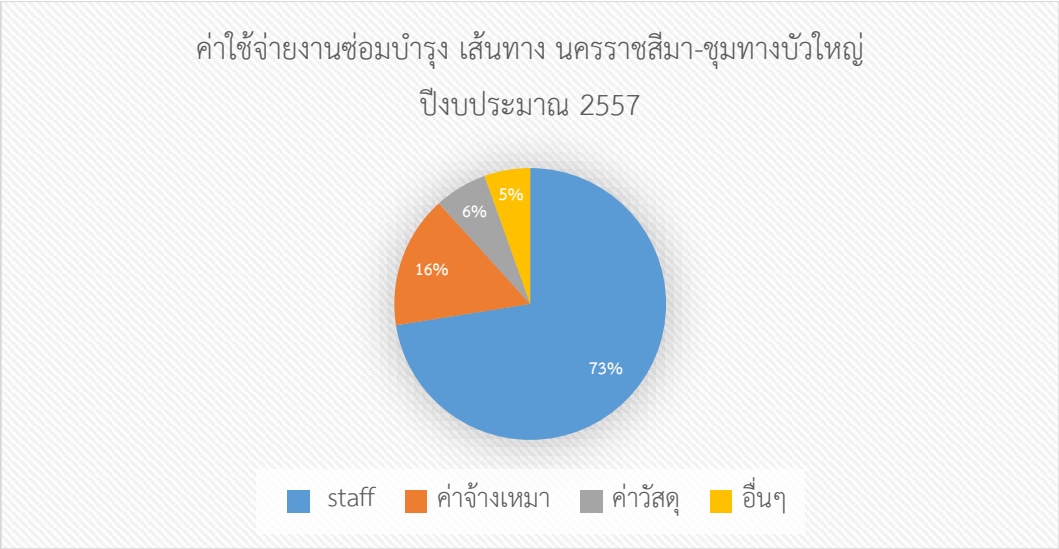
รูปที่ 39 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2555

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 68% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 22% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ10%



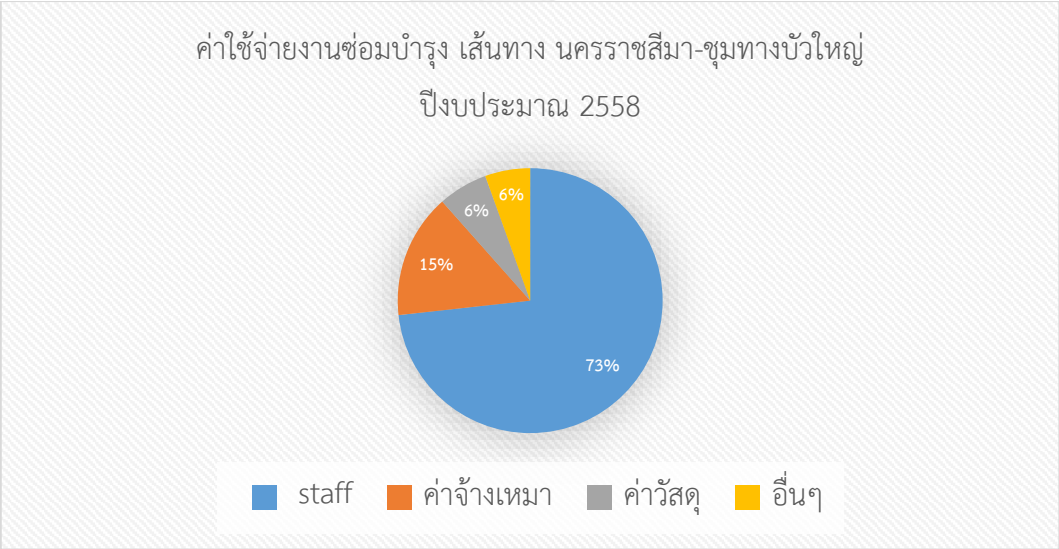
รูปที่ 40 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2556

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 76% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 14% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 10%



รูปที่ 41 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2557

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 73% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 16% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 11%



รูปที่ 42 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2558

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 73% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 15% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 12%

รูปที่ 43 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปีงบประมาณ 2553 – 2558

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมของแต่ละปีงบประมาณนั้นมีความแตกต่างกัน อีกทั้งพบว่า ในช่วงปีงบประมาณดังกล่าวนี้ สัดส่วนค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมก็ค่อนข้างมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของงานแต่ละกิจกรรม ได้ว่า สัดส่วนต้นทุนของงาน Staff ประมาณ 72% รองลงมาคือ ต้นทุนค่าจ้างเหมา 18% และ ต้นทุนค่าของและอื่นๆ ประมาณ 10%

จะเห็นได้ว่าต้นทุนส่วนของงาน Staff ขององค์กร เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ มีค่ามากกว่าถึง 4 เท่าของต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนของต้นทุนค่าจ้างเหมา

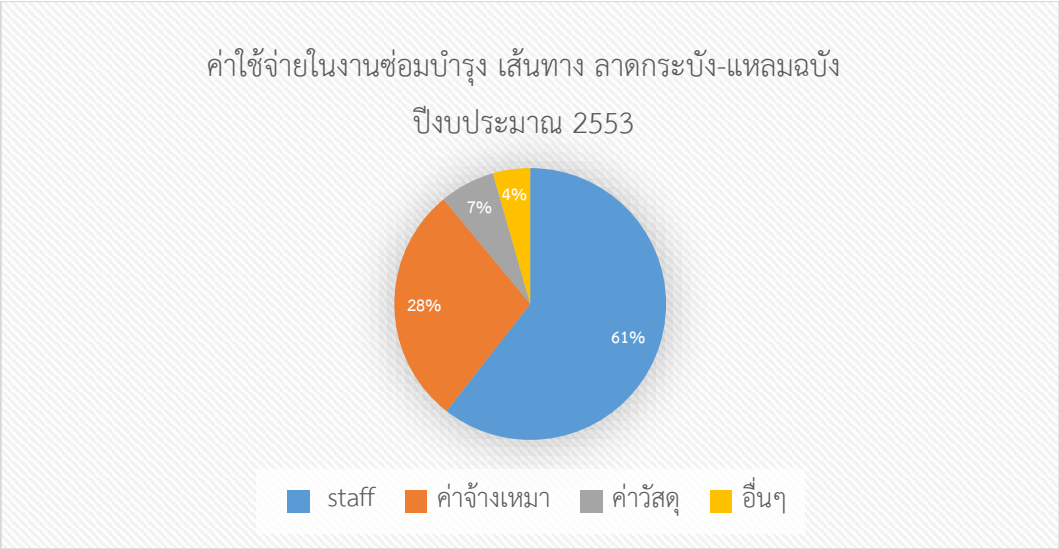
4.6.5 ต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

ตารางที่ 38 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงทาง ของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

ค่าใช้จ่าย	เส้นทาง				
	ลาดกระบัง-แหลมฉะบัง				
	ปี				
	2553	2554	2555	2556	2557
staff	20,690,689	21,330,607	11,608,302	22,358,421	20,719,355
ค่าจ้างเหมา	9,718,751	14,421,772	5,232,827	10,165,577	15,585,154
ค่าวัสดุ	2,242,968	3,328,368	1,229,614	3,700,623	6,196,992
อื่นๆ	1,513,206	1,560,006	854,757	1,433,948	1,558,687
รวม	34,165,614	40,640,753	18,925,500	37,658,569	44,060,188
เฉลี่ย (บาท/กม.)	302,097	359,351	167,342	332,982	389,586

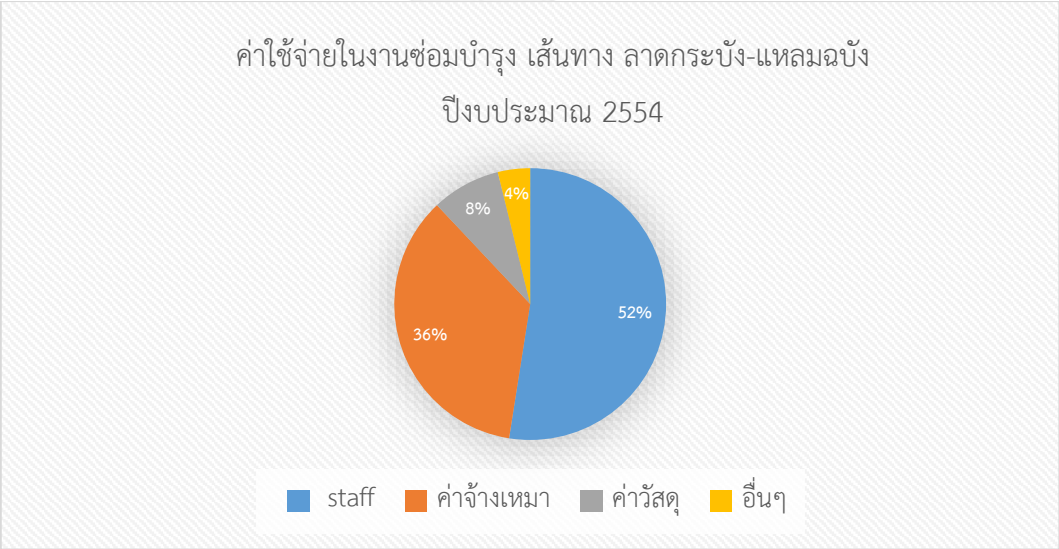
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงทางที่เกิดขึ้นของ เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง พบว่าค่าเฉลี่ยค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง มีค่าประมาณ 346,004 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทางต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



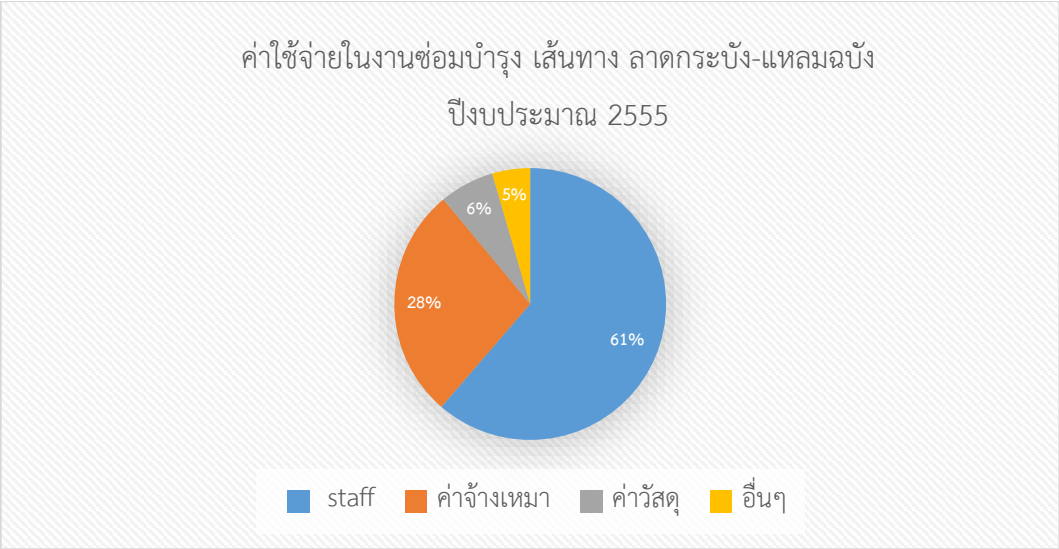
รูปที่ 44 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2553

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 61% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 28% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 11%



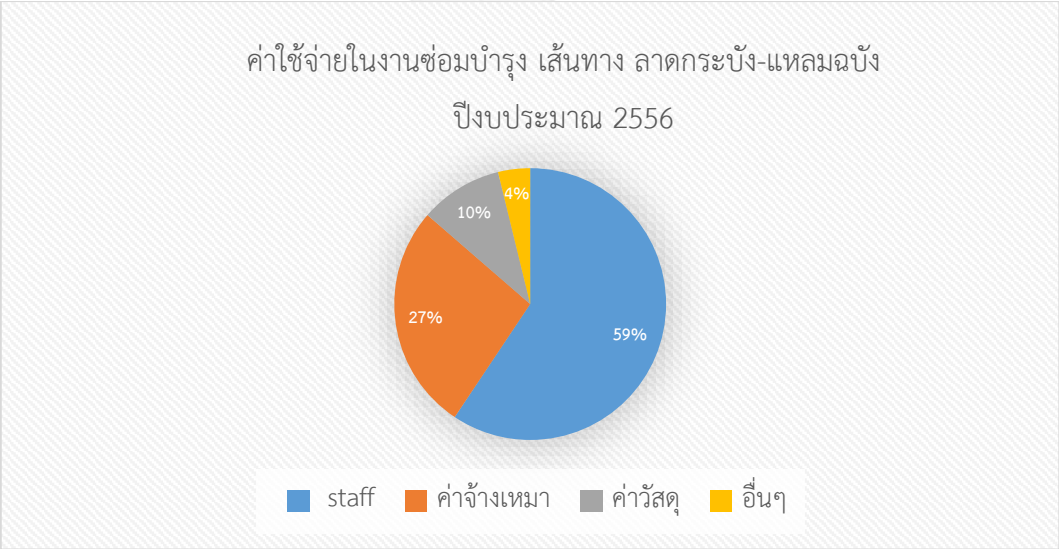
รูปที่ 45 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2554

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 52% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 38% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 12%



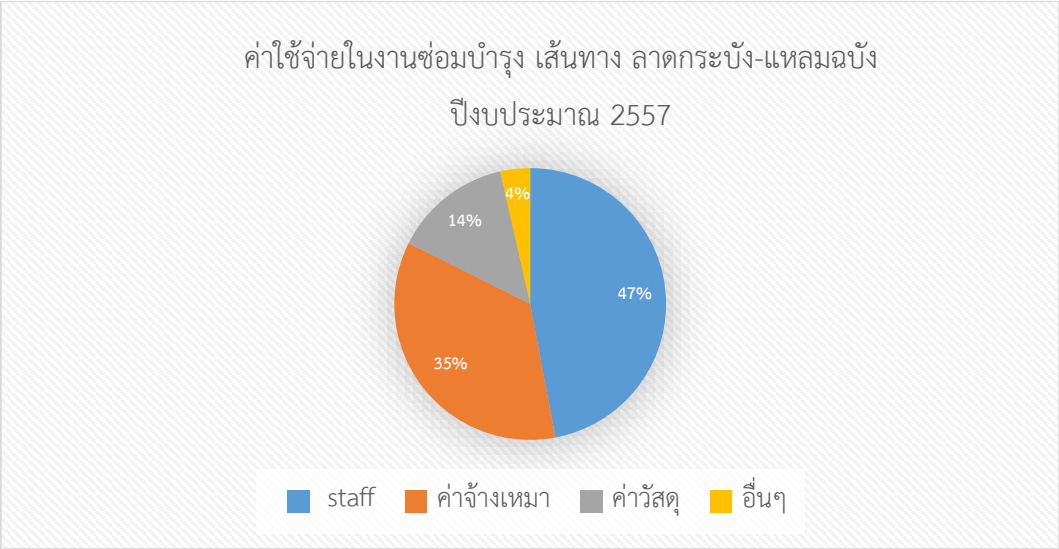
รูปที่ 46 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2555

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 61% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 28% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 11%



รูปที่ 47 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2556

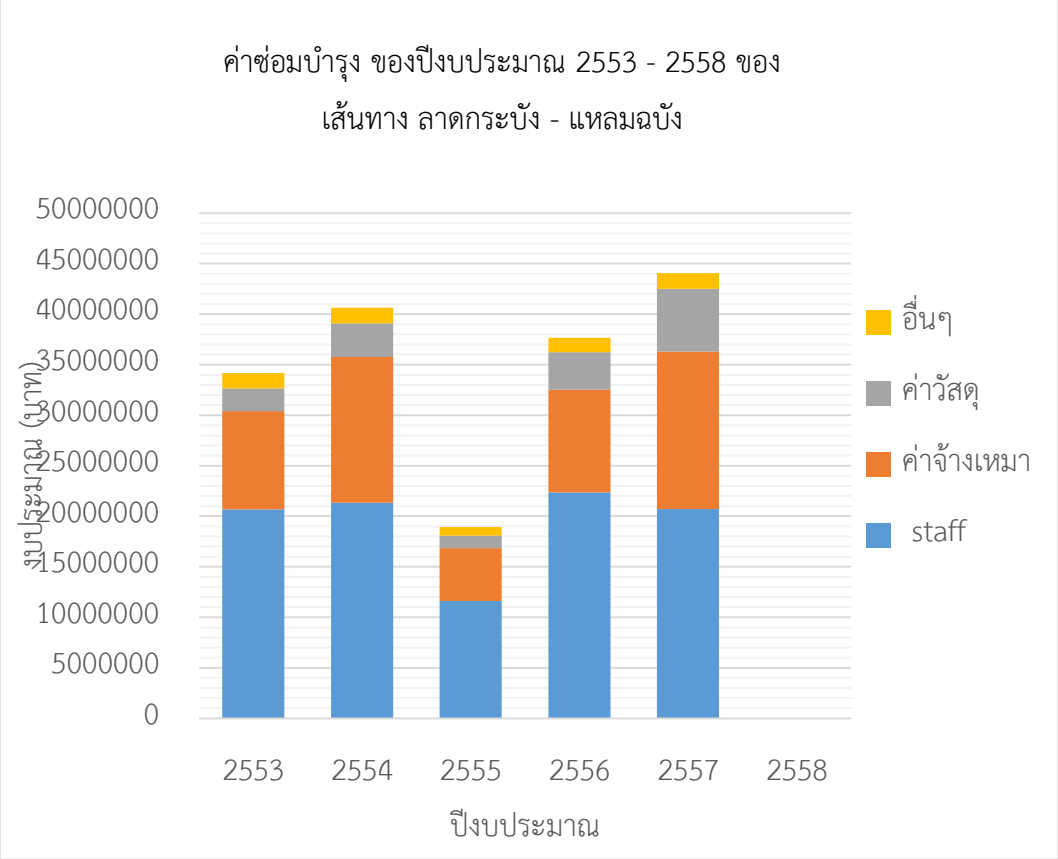
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 59% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 27% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 14%



รูปที่ 48 กราฟค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2557

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมนั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในส่วนของ Staff ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 47% รองลงมาคือค่า จ้างเหมา โดยมีสัดส่วนประมาณ 35% และมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของและงานอื่นๆ ประมาณ 18%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

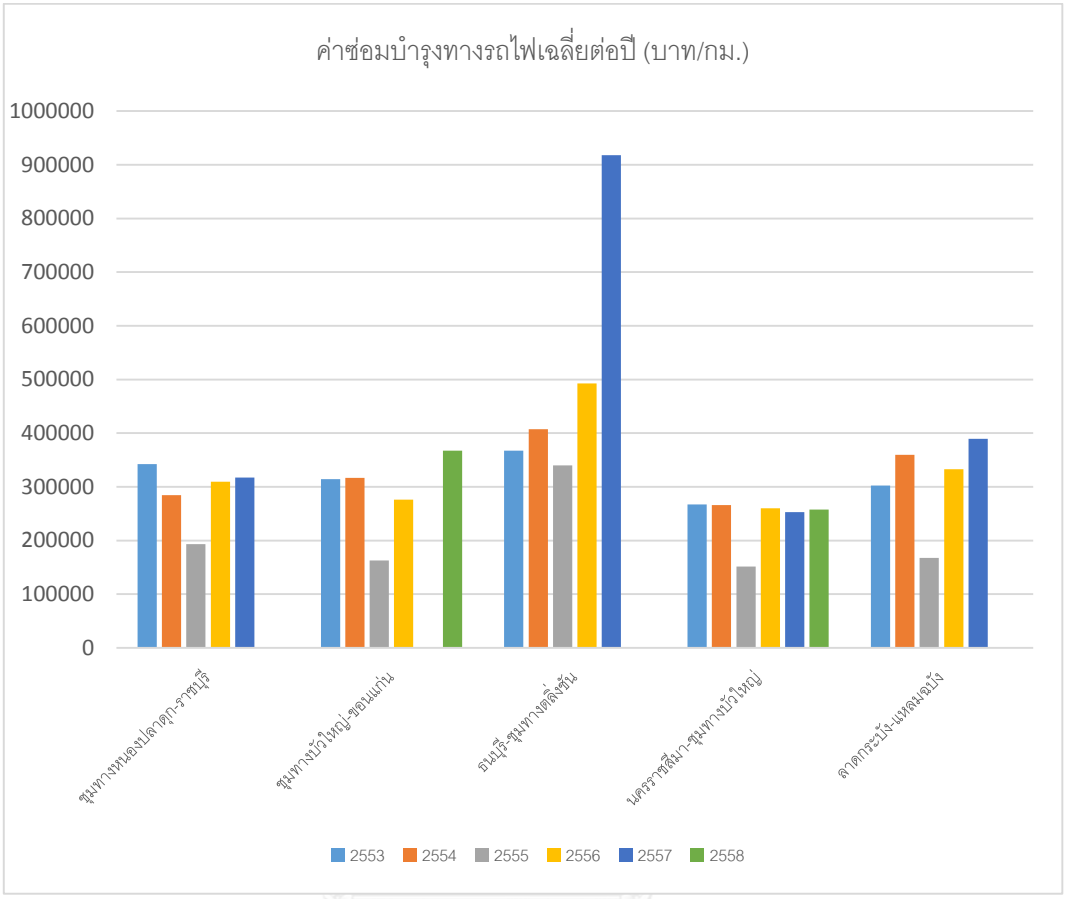


รูปที่ 49 แผนภูมิ ค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ปีงบประมาณ 2553 – 2558

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมของแต่ละปีงบประมาณนั้นมีความแตกต่างกัน อีกทั้งพบว่า ในช่วงปีงบประมาณดังกล่าวนี้ สัดส่วนค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมก็ค่อนข้างมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของงานแต่ละกิจกรรม ได้ว่า สัดส่วนต้นทุนของงาน Staff ประมาณ 56% รองลงมาคือ ต้นทุนค่าจ้างเหมา 31% และ ต้นทุนค่าของและอื่นๆ ประมาณ 13%

จะเห็นได้ว่าต้นทุนส่วนของงาน Staff ขององค์กร เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง มีค่ามากกว่าเกือบ 2 เท่าของต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนของต้นทุนค่าจ้างเหมา

สรุปค่าซ่อมบำรุงทางแต่ละเส้นทางในแต่ละปีงบประมาณ



รูปที่ 50 กราฟค่าซ่อมบำรุงทางของ 5 เส้นทาง ของปีงบประมาณ 2553 - 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนการซ่อมบำรุงทาง

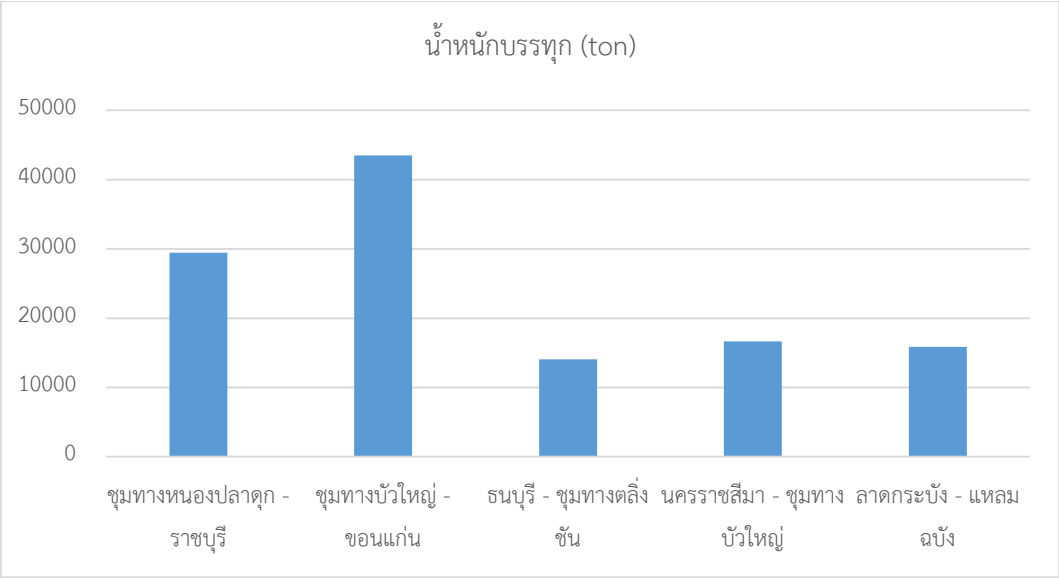
4.7.1 น้ำหนักบรรทุก

หน้าที่หนึ่งที่สำคัญของทางรถไฟ คือ รับน้ำหนักของขบวนรถไฟ (Load Bearing) การทำหน้าที่รับน้ำหนักขบวนรถไฟเป็นเรื่องตรงไปตรงมา ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของทางรถไฟ ซึ่งสามารถกำหนดเป็นมาตรฐาน โดยทางรถไฟจะมีค่ารับน้ำหนักสูงสุดที่ยอมให้ ซึ่งหมายความว่าหากน้ำหนักบรรทุกของขบวนรถไฟที่ส่งไปยังทางรถไฟ มีค่าเกินมาตรฐานสูงสุดที่ยอมให้ ย่อมส่งผลให้ทางเกิดความเสียหายที่รุนแรง

โดยทางรถไฟที่ออกแบบโดยใช้มาตรฐานกดเพลาสูงหมายถึงต้องใช้รางขนาดใหญ่วางอยู่บนโครงสร้างที่มีความมั่นคงแข็งแรงซึ่งแน่นอนว่าจะทำให้ค่าก่อสร้างแพงขึ้น แต่ก็มีขีดความสามารถในการขนส่งสูง รวมทั้งเมื่อนำรถไฟขนาดเบามาวิ่งก็จะรู้สึกมั่นคง แม้จะไม่ค่อยสมประโยชน์ ตัวอย่างเช่น ทางรถไฟที่ออกแบบเพื่อรองรับสินค้าซึ่งมีน้ำหนักกดเพลาสูง เมื่อนำรถโดยสารที่มีน้ำหนักน้อยกว่ามาวิ่งก็จะมีความมั่นคง หรือกลับกันทางรถไฟสำหรับใช้วิ่งขบวนรถขนส่งผู้โดยสารซึ่งต้องทำการบำรุงรักษาด้วยมาตรฐานสูงทำให้มีค่าใช้จ่ายจำนวนมาก เมื่อนำรถสินค้ามาใช้วิ่งก็จะทำให้ทางที่บำรุงรักษาไว้ดีทรุดโทรมเร็ว เพราะการเดินรถสินค้าไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษาทางรถไฟด้วยมาตรฐานที่สูงเช่นเดียวกับการซ่อมบำรุงทางบนเส้นทางที่มีการเดินรถผู้โดยสาร เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าเมื่อศึกษาข้อมูลการซ่อมบำรุง จึงมีความจำเป็นที่ต้องพิจารณาถึงน้ำหนักบรรทุกของทางรถไฟ เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของน้ำหนักบรรทุกที่มีผลต่อต้นทุนค่าซ่อมบำรุงรักษามากน้อยเพียงใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



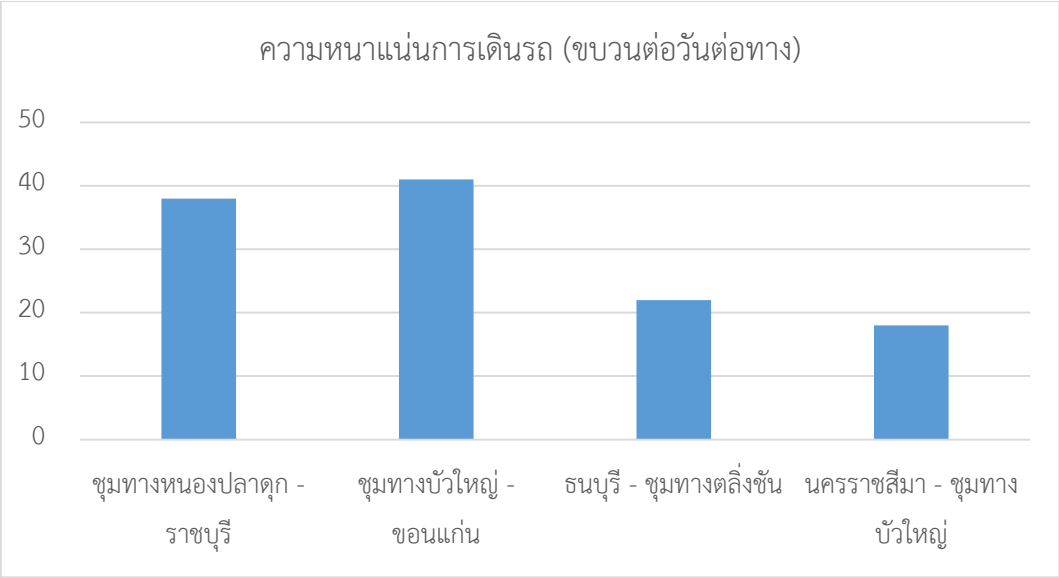
รูปที่ 51 กราฟแท่งน้ำหนักบรรทุกบนทางรถไฟ 5 เส้นทาง

จากกราฟข้างต้นจะเห็นได้ว่าน้ำหนักบนเส้นทางการเดินรถในแต่ละเส้นทางมีความแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณการเดินรถ และลักษณะของรถที่ให้บริการบนเส้นทางที่แตกต่างกัน โดยเส้นทางที่มีปริมาณน้ำหนักบรรทุกมากที่สุด คือ เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกสูงถึง 43,520 ตันต่อวัน รองลงมา คือ เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีน้ำหนักบรรทุก 29,440 ตันต่อวัน ลำดับถัดมา คือ เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ มีน้ำหนักบรรทุก 16,640 ตันต่อวัน ต่อมา คือ เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุก 15,872 ตันต่อวัน และสุดท้าย คือ เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน มีน้ำหนักบรรทุก 14,080 ตันต่อวัน

4.7.2 จำนวนความหนาแน่นของขบวนรถ

เส้นทางรถไฟที่มีใช้อยู่ในประเทศไทย ในแต่ละพื้นที่ย่อมมีปริมาณความต้องการใช้ที่แตกต่างกัน ซึ่งจากปัจจัยด้านเศรษกิจและสังคมเหล่านี้ ทำให้การรถไฟแห่งประเทศไทย มีความจำเป็นต้องจัดการเดินรถให้มีความเหมาะสมกับความต้องการที่เกิดขึ้น เพื่อให้สอดคล้องและสามารถรองรับปริมาณความต้องการใช้เหล่านั้น

จะเห็นได้ว่าในการพิจารณาการเลือกเส้นทางในการใช้เป็นตัวแทนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมดนั้น ตอนทางหรือเส้นทางการเดินรถในประเทศไทยมีมากกว่า 70 ตอนทาง และถึงแม้ว่าเส้นทางหนึ่งจะมีความต่อเนื่องกับอีกเส้นทางหนึ่ง ความหนาแน่นการเดินรถของแต่ละเส้นทางก็มีความแตกต่างกัน ซึ่งจากปัจจัยเหล่านี้ก็อาจจะทำให้มีอิทธิพลต่อต้นทุนค่าซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้น กล่าวคือ หากเส้นทางนั้นมีความหนาแน่นการเดินรถที่สูง ก็อาจจะทำให้ค่าซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 52 กราฟแท่งความหนาแน่นการเดินรถของการรถไฟแห่งประเทศไทย 5 เส้นทาง

ความหนาแน่นการเดินรถของแต่ละเส้นทางก็จะมีความแตกต่างกัน ในแต่ละเส้นทาง ตามที่ได้อธิบายไว้ในข้างต้น ซึ่งเส้นทางที่มีความหนาแน่นการเดินรถสูงที่สุด คือ เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น โดยมีความหนาแน่นการเดินรถ 41 ขบวนต่อหนึ่งทางต่อวัน รองลงมาคือ เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีความหนาแน่นการเดินรถ 38 ขบวนต่อหนึ่งทางต่อวัน ลำดับถัดมา คือ เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน มีความหนาแน่นการเดินรถ 22 ขบวนต่อหนึ่งทางต่อวัน และ ลำดับสุดท้าย คือเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ มีความหนาแน่นการเดินรถ 18 ขบวนต่อหนึ่งทางต่อวัน ส่วนเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง นั้นในเส้นทางมีเส้นทางย่อยอยู่ภายในซึ่งมีความหลายหลายของขบวนรถ อีกทั้งยังมีความหนาแน่นของแต่ละเส้นทางย่อยที่แตกต่างกันมากทำให้หากนำเสนอจำนวนความหนาแน่นอาจจะทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

4.7.3 คุณภาพของทาง (Quality Index)

การบำรุงรักษาทางรถไฟที่ปฏิบัติกัน คือ การแบ่งทางรถไฟออกเป็นช่วงๆ มีเจ้าหน้าที่บำรุงรักษาทางและดูแลความปลอดภัยลดหลั่นกันไป หน่วยเล็กที่สุดคือนายตรวจทาง มีหมู่คนงานประจำทำหน้าที่เดินตรวจตราทางรถไฟ โดยเดินตรวจทุกวัน (Walk the Track) เป็นการตรวจเพื่อดูสภาพความเรียบร้อยและความมั่นคงของทางโดยทั่วไป นายตรวจทางหน่วยหนึ่งมีเขตความรับผิดชอบยาวประมาณ 25 – 30 กิโลเมตร ส่วนการบำรุงทางรถไฟในระดับสูงคือ การตรวจบำรุงรักษาตามวาระ (Periodic Maintenance) ซึ่งจะวัดหาความคลาดเคลื่อนของแนวทางโดยตรวจพิกัดความกว้างของแนวราง (Gauge Check) และการทรุดบิดตัวของทางรถไฟ (Twist) วิธีการคือการวัดค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแนวทแยงมุมที่ระยะ 10 เมตร (10 – m Chord) ทางที่เสียเกินค่าพิกัดจะต้องแก้ไขเพื่อให้กลับไปสู่ค่าพิกัดที่สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

จะเห็นได้ว่า การบำรุงรักษาทางรถไฟในระบบเดิมซึ่งใช้แรงงานคนจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง ต้องจ้างคนจำนวนมากตลอดทางรถไฟ ดังนั้นเมื่อค่าแรงมีราคาแพงและต้องการลดค่าใช้จ่าย ประกอบกับความจำเป็นด้านช่องว่างเวลาที่หน่วยซ่อมสามารถเข้าทำงานมีจำกัด ตามปริมาณความหนาแน่นการเดินรถที่บนทาง จึงมีการนำเครื่องมือกลเข้ามาใช้ตรวจและบำรุงรักษา การตรวจทางที่ทำได้เร็วคือใช้รถตรวจสภาพทาง (Track Inspection Car) ซึ่งสามารถหาค่าความคลาดเคลื่อนของทางรถไฟแล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (Control Index) เพื่อดูว่าทางตอนใดที่ต้องบำรุงรักษา ส่วนการแก้ไขทางที่เสียนั้น แต่เดิมใช้แรงงานคนอัดหินด้วยเครื่องอัดหินขนาดเล็ก ทำงานด้วยลมอัด ซึ่งทำงานได้ช้า ปัจจุบันมีการนำเครื่องมือกลหนักในการบำรุงรักษาทางรถไฟมาช่วย ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการบำรุงรักษาทางรถไฟดีขึ้น ดังนั้นทางรถไฟหลังจากที่รถบำรุงทางเข้าทำการแก้ไข จะกลายสภาพเป็นทางรถไฟที่ดีได้มาตรฐาน

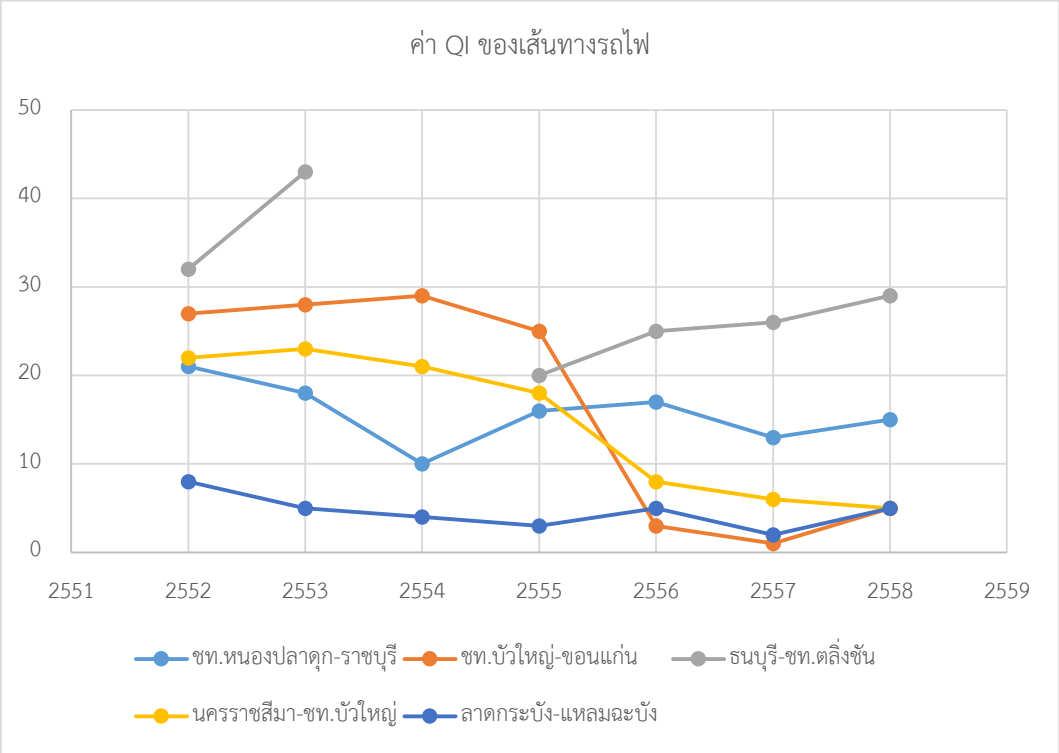
แม้ว่าในทางวิวัฒนาการของเทคโนโลยีจะสามารถใช้เครื่องกลหนัก ในการบำรุงรักษาทางรถไฟได้อย่างกว้างขวาง แต่การนำมาใช้ในประเทศไทยก็ยังอยู่ในขอบเขตค่อนข้างจำกัดเนื่องจากมีราคาแพงและติดขัดเรื่องเงินงบประมาณ โดยในการตรวจตามวาระของการรถไฟแห่งประเทศไทยโดยรถตรวจสภาพทาง ปกติจะทำที่ประมาณทุก 6 เดือน

ตารางที่ 39 การแบ่งระดับของคุณภาพทาง (Track Quality Index) การรถไฟแห่งประเทศไทย

Track Quality Index (QI)	
สภาพทาง	QI (%)
ปรับปรุงด่วน	> 40
เร่งปรับปรุง	31 - 40
พอใช้	21 - 30
ดี	11 - 20
ดีมาก	< 10

ตารางที่ 40 ค่าคุณภาพเส้นทาง (QI) ของ 5 เส้นทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย

เส้นทาง	ปีงบประมาณ						
	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
ชท.หนองปลาดุก-ราชบุรี	21	18	10	16	17	13	15
ชท.บัวใหญ่-ขอนแก่น	27	28	29	25	3	1	5
ธนบุรี-ชท.ตลิ่งชัน	32	43	-	20	25	26	29
นครราชสีมา-ชท.บัวใหญ่	22	23	21	18	8	6	5
ลาดกระบัง-แหลมฉะบัง	8	5	4	3	5	2	5



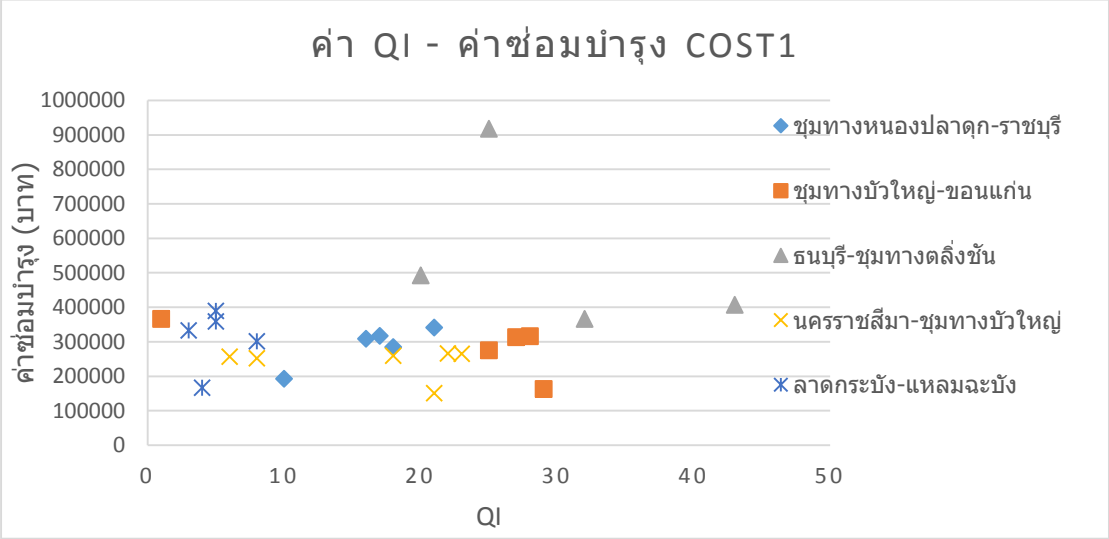
รูปที่ 53 กราฟค่าคุณภาพเส้นทางของ 5 เส้นทาง ของการรถไฟแห่งประเทศไทย ปีงบประมาณ 2552-2558

จากกราฟข้างต้น จะเห็นได้ว่า โดยส่วนใหญ่และค่า QI ของแต่ละเส้นทางจะมีลักษณะที่มีความแตกต่างกัน โดยเส้นทางที่มีค่าคุณภาพทางอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ซึ่งตลอดช่วงเวลา 7 ปี คือ เส้นทางลาดกระบัง-แหลมฉบัง ซึ่งจะเห็นได้ว่า เส้นทางดังกล่าวมีการซ่อมบำรุงรักษาที่ค่อนข้างคงที่และมี

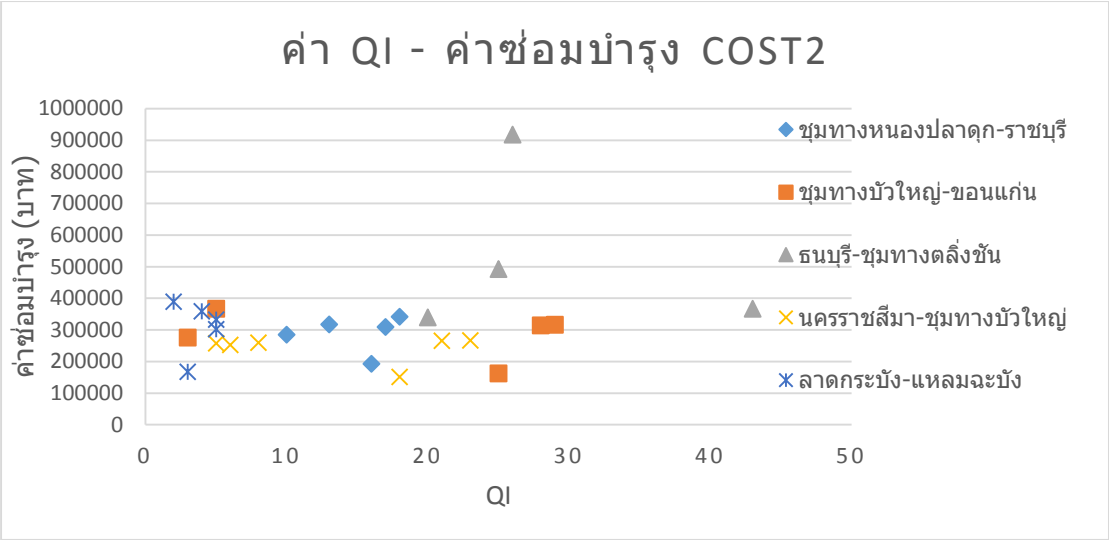
ประสิทธิภาพ เส้นทางในลำดับต่อมา คือ เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี เป็นเส้นทางที่มีค่าคุณภาพของทางอยู่ในช่วง ดี ซึ่งถือได้ว่าในการซ่อมบำรุงก็อยู่ในเกณฑ์ที่ดีด้วย อีกสองเส้นทางที่มีลักษณะของแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของค่าคุณภาพทางในรูปแบบเดียวกัน คือ เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น และ เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ โดยในช่วง 3 ปีแรกของการศึกษาพบว่า ค่า QI ของทั้งสองเส้นทางอยู่ในเกณฑ์ พอใช้ แต่หลังจากปีงบประมาณ 2555 ค่า QI ของทั้งสองเส้นทาง ขึ้นมาอยู่ในเกณฑ์ที่ ดีมาก แสดงให้เห็นว่าในช่วงปีดังกล่าวน่าจะมีการซ่อมบำรุงที่ทำให้เส้นทางมีคุณภาพทางที่ดีขึ้นอย่างมาก และเมื่อผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงการ REHAB (ซึ่งเป็นโครงการการซ่อมบำรุงทางรถไฟที่การรถไฟแห่งประเทศไทย ใช้งบประมาณในการซ่อมบำรุงดังกล่าวมาจากการดำเนินการของงบประมาณอีกหน่วยงานหนึ่ง ซึ่งไม่ได้ถูกรวมอยู่ในต้นทุนการซ่อมบำรุงปกติ) นั้นพบว่า ในช่วงปีดังกล่าว การรถไฟ มีโครงการ REHAB เกิดขึ้นในหลายเส้นทาง โดย 2 ในเส้นทางที่มีการใช้งบประมาณจากโครงการ REHAB คือ เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น และเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ซึ่งจากปัจจัยนี้เองที่ทำให้ค่าคุณภาพของเส้นทางทั้งสอง มีการเปลี่ยนแปลง อย่างมีนัยสำคัญ สุดท้ายคือ เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ในเส้นทางนี้จะเห็นได้ว่าค่าคุณภาพทางอยู่ในเกณฑ์ พอใช้ และมีแนวโน้มที่จะเข้าสู่ค่าคุณภาพทางในเกณฑ์ ควรปรับปรุง

4.7.4 การวิเคราะห์เบื้องต้น

4.7.4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุงปีงบประมาณ (Cost) กับ ค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้า (QI1) และ ปีงบประมาณปัจจุบัน (QI2)



รูปที่ 54 กราฟค่า QI และ ค่าซ่อมบำรุงทาง Cost1



รูปที่ 55 กราฟค่า QI และ ค่าซ่อมบำรุงทาง Cost2

ในการวิเคราะห์เบื้องต้นจากความสัมพันธ์ของค่าซ่อมบำรุงทาง และ QI ทั้งปีก่อนหน้างบประมาณและปีงบประมาณในรูปที่ 54 และ 55 จะเห็นได้ว่า พิจารณาเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง เมื่อคุณภาพทางอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าซ่อมบำรุงจะไม่มีผลกับค่าคุณภาพทาง กล่าวคือ แม้ต้นทุนการซ่อมบำรุงมีค่าสูงขึ้น แต่ค่า QI ก็ไม่ได้มีการปรับเกณฑ์ขึ้นมาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกันหากค่าคุณภาพทางอยู่ในเกณฑ์ดีมากเมื่อลดค่าซ่อมบำรุงทางลงมาระดับหนึ่ง ค่าคุณภาพทางก็ไม่ได้ปรับลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

จากการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นจะเห็นได้ว่า ค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟที่เกิดขึ้นในแต่ละปี ส่วนใหญ่แล้วสัดส่วนค่าซ่อมบำรุงในแต่ละกิจกรรมจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่ทั้งนี้ก็มีปีงบประมาณบางปีในบางเส้นทางมีค่าซ่อมบำรุงในแต่ละกิจกรรมมีค่าที่ผิดปกติจากกลุ่มโดยส่วนใหญ่

ดังนั้นในส่วนถัดไปผู้วิจัยจึงพิจารณาค่าซ่อมบำรุงเทียบกับค่าคุณภาพทาง ในส่วนนี้ผู้วิจัยจึงมีการปรับข้อมูลบางส่วนออกเพื่อให้ผลที่ออกมาเป็นผลของตัวแทนส่วนใหญ่ของข้อมูล

4.7.5 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงรักษาทาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จะเห็นได้ว่าค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟอาจจะมีอิทธิพลจากหลายปัจจัยดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ดังนั้นการวิเคราะห์การถดถอยพหุ (multiple regression analysis) โดยวัตถุประสงค์การวิเคราะห์การถดถอยพหุ เพื่อวัดความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ (independent variables) หรือตัวแปรอรรถธิบาย (explanatory variables) กับตัวแปรตาม (dependent variables) หรือตัวแปรเชิงทำนาย (predictor variables) โดยหลักการคำนวณสัมประสิทธิ์การวิเคราะห์การถดถอยพหุ ใช้วิธี least square method สำหรับงานวิจัยนี้การวิเคราะห์จะพิจารณาจากสมการ และ ตัวแปร ดังนี้

$$C_{r,\,t}=\alpha_r+\beta_t+\beta_c C_{r,\,t-1}+\beta_{qi1}QI_{r,\,t}+\beta_{qi2}QI_{r,\,t}+\beta_{traf}Traffic_{r,\,t}+\beta_{load}Load_{r,\,t}$$

$C_{r,\,t}$ คือ ค่าซ่อมบำรุงของเส้นทาง r ในปีที่ t

α_r คือ ค่าคงที่สำหรับค่าซ่อมบำรุงของเส้นทาง r

β_t คือ ค่าคงที่สำหรับต้นทุนในปีที่ t

$C_{r,\,t-1}$ คือ ค่าซ่อมบำรุงของเส้นทาง r ในปีที่ t-1

β_c คือ สัมประสิทธิ์ของค่าซ่อมบำรุงปีหลัง

$QI_{r,\,t-1}$ คือ quality index ของเส้นทาง r ในปีที่ t-1

β_{qi1} คือ สัมประสิทธิ์ของ quality index ปีก่อนหน้า

$QI_{r,\,t}$ คือ quality index ของเส้นทาง r ในปีที่ t

β_{qi2} คือ สัมประสิทธิ์ของ quality index ปีปัจจุบัน

$Traffic_{r,\,t}$ คือ traffic ของเส้นทาง r ในปีที่ t

β_{traf} คือ สัมประสิทธิ์ของ traffic

$Load_{r,\,t}$ คือ Load คือ Load ของเส้นทาง r ในปีที่ t

β_{load} คือ สัมประสิทธิ์ของ Load

จะเห็นได้ว่า ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงรักษาทางที่เกิดขึ้น ในบางเส้นทางจะมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน และถึงแม้ในเส้นทางเดียวกันจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในรายกิจกรรม จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นในการวิเคราะห์ในส่วนนี้ ผู้วิจัยจึงเห็นว่า หากนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ผ่านมาทั้งหมด อาจจะไม่สะท้อนถึงความเป็นจริงของผลการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ให้ผลการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้มีความใกล้เคียงกับค่าความเป็นจริงมากที่สุด จึงมีความจำเป็นต้องตัดข้อมูลบางข้อมูลออกไป

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงทาง ดังนั้นสำหรับการวิเคราะห์ผู้วิจัยเชื่อว่าค่าสัมประสิทธิที่อยู่ในสมการข้างต้นจะมีค่าเป็นบวกทุกตัว คือ เมื่อคุณภาพทางแย่ลง (QI เพิ่มขึ้น) ค่าซ่อมบำรุงจะมีค่าสูงขึ้น ต่อมาคือ เมื่อเส้นทางดังกล่าวมีจำนวนขบวนรถเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้ค่าซ่อมบำรุงทางมีค่าเพิ่มขึ้น และ เมื่อน้ำหนักบรรทุกทางมีค่าเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้ค่าซ่อมบำรุงทางมีค่าเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

โดยผู้วิจัยได้มีการกำหนดค่าตัวแปร และชื่อตัวแปร ดังนี้

4.7.5.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

- Name (X.Y) X คือ ข้อมูลของชื่อเส้นทาง

1 หมายถึง เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

2 หมายถึง เส้นทาง ชุมทาง บัวใหญ่ – ขอนแก่น

3 หมายถึง เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

4 หมายถึง เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

5 หมายถึง เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

และ Y คือ ข้อมูลของปีงบประมาณ

2 หมายถึง ปีงบประมาณ 2552

3 หมายถึง ปีงบประมาณ 2553

4 หมายถึง ปีงบประมาณ 2554

5 หมายถึง ปีงบประมาณ 2555

6 หมายถึง ปีงบประมาณ 2556

7 หมายถึง ปีงบประมาณ 2557

8 หมายถึง ปีงบประมาณ 2558

- Cost คือ งบประมาณซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมดของงานทาง ของเส้นทางในปีงบประมาณ
- Cost_p คือ งบประมาณซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมดของงานทาง ของเส้นทางในปีงบประมาณต่อไป
- realcost คือ งบประมาณเฉพาะค่าซ่อมบำรุงรักษาที่ไม่รวม staff cost ของปีงบประมาณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- realcost_p คือ งบประมาณเฉพาะค่าซ่อมบำรุงรักษาที่ไม่รวม staff cost ของปีงบประมาณต่อไป
- QI1 คือ ค่า คุณภาพทาง (Quality Index) ของเส้นทางในปีงบประมาณก่อนหน้า
- QI1 คือ ค่า คุณภาพทาง (Quality Index) ของเส้นทางในปีงบประมาณปัจจุบัน
- Load_ton คือ น้ำหนัก (Axial – Laod) ที่กระทำลงบนทางรถไฟในแต่ละเส้นทาง ซึ่งจะมีค่าเท่ากันตามเส้นทางนั้นๆ
- Traffic คือ ความหนาแน่นการเดินรถ ที่ให้บริการในแต่ละเส้นทาง

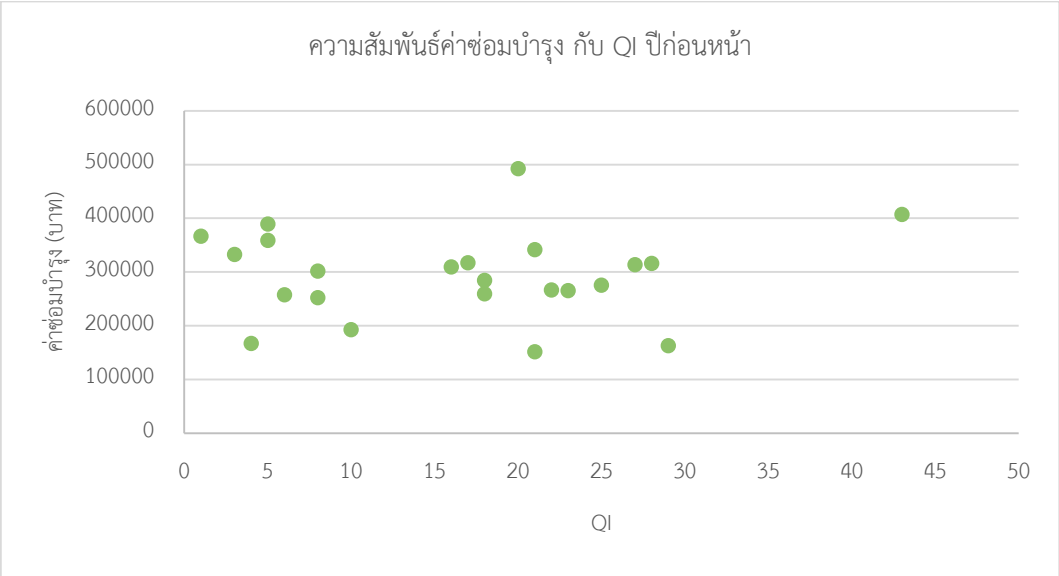
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 41 ข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติ

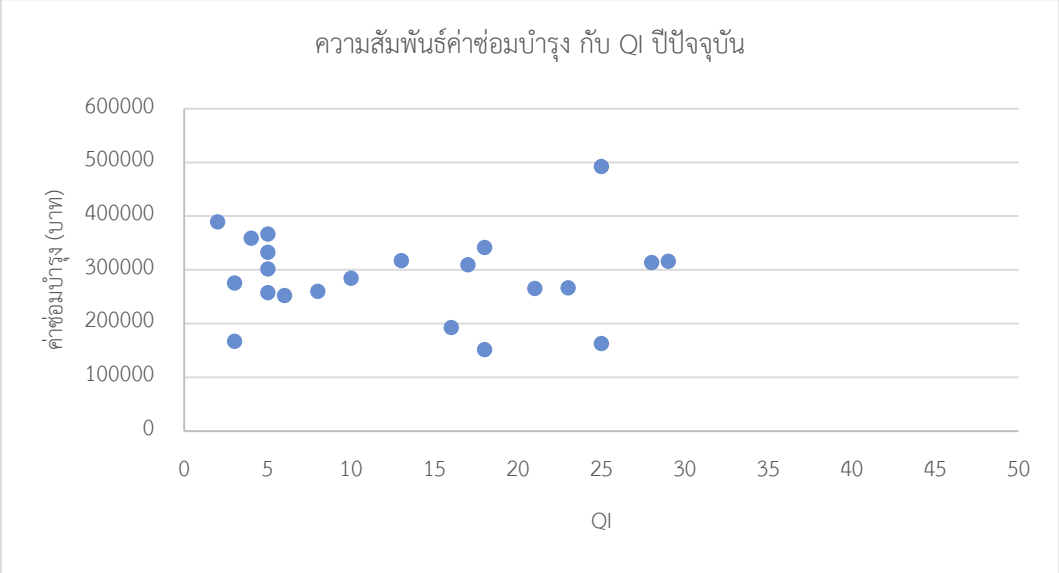
Name	cost	realcost	QI1	QI2	Traffic	Load_ton	cost_p	realcost_p
1.2	-	-	-	21	38	29440	-	-
1.3	342095	118432	21	18	38	29440	-	-
1.4	284647	66823	18	10	38	29440	342095	118432
1.5	192930	66989	10	16	38	29440	284647	66823
1.6	309608	72749	16	17	38	29440	192930	66989
1.7	317444	86188	17	13	38	29440	309608	72749
1.8	-	-	13	15	38	29440	317444	86188
2.2	-	-	15	27	41	43520	-	-
2.3	313932	95550	27	28	41	43520	-	-
2.4	316388	92612	28	29	41	43520	313932	95550
2.5	162937	42702	29	25	41	43520	316388	92612
2.6	275873	48017	25	3	41	43520	162937	42702
2.7	-	-	3	1	41	43520	275873	48017
2.8	367129	117510	1	5	41	43520	-	-
3.2	-	-	5	32	22	14080	367129	117510
3.3	-	-	32	43	22	14080	-	-
3.4	407420	166575	43	-	22	14080	-	-
3.5	-	-	-	20	22	14080	407420	166575
3.6	492735	207003	20	25	22	14080	-	-
3.7	-	-	25	26	22	14080	492735	207003
3.8	-	-	26	29	22	14080	-	-
4.2	-	-	29	22	18	16640	-	-
4.3	266821	57273	22	23	18	16640	-	-
4.4	265665	51400	23	21	18	16640	266821	57273
4.5	151612	33532	21	18	18	16640	265665	51400
4.6	259906	36312	18	8	18	16640	151612	33532
4.7	252706	39868	8	6	18	16640	259906	36312
4.8	257595	39138	6	5	18	16640	252706	39868
5.2	-	-	5	8	-	15872	257595	39138
5.3	302097	85934	8	5	-	15872	-	-
5.4	359351	127519	5	4	-	15872	302097	85934
5.5	167342	46269	4	3	-	15872	359351	127519
5.6	332982	89885	3	5	-	15872	167342	46269
5.7	389586	137805	5	2	-	15872	332982	89885
5.8			2	5	-	15872	389586	137805

ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติ

4.7.5.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุงรวม (cost) กับ ค่าคุณภาพทาง (QI)



รูปที่ 56 กราฟค่าซ่อมบำรุง กับ ค่า QI1 (ปีงบประมาณก่อนหน้า)



รูปที่ 57 กราฟค่าซ่อมบำรุง กับ ค่า QI2 (ปีปัจจุบัน)

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าซ่อมบำรุง และ ค่าคุณภาพทาง ค่าความสัมพันธ์ที่มีความใกล้เคียงกันมากกว่า โดยผลการวิเคราะห์เชิงสถิติเป็นดังนี้

ตารางที่ 42 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุงรวม(Cost) กับ ค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้า (QI1) และค่าคุณภาพทางปีปัจจุบัน (QI2)

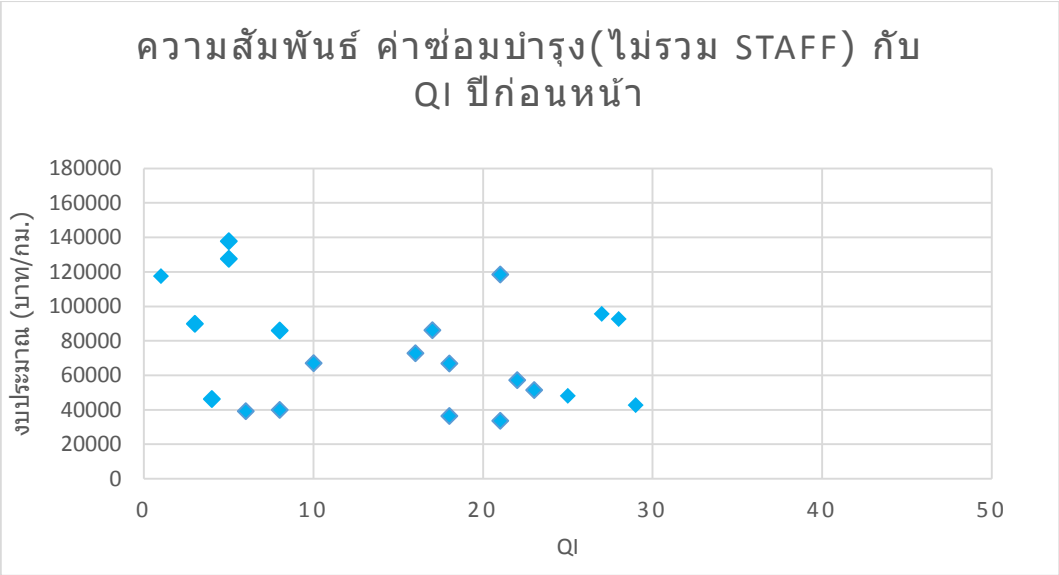
Number of obs	=	22
F(2,19)	=	0.52
Prob>F	=	0.6055
R-squared	=	0.0514
Adj R-squared	=	-0.0484
Root MSE	=	81596

ค่าซ่อมบำรุงรวม	Coef. Std.	Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
คุณภาพทางปีก่อนหน้า	-3289.093	3241.725	-1.01	0.323	-10074.1 3495.916
คุณภาพทางปีปัจจุบัน	2516.068	3201.874	0.79	0.442	-4185.532 9217.668
_cons	307094.7	34873.39	8.81	0	234103.9 380085.6

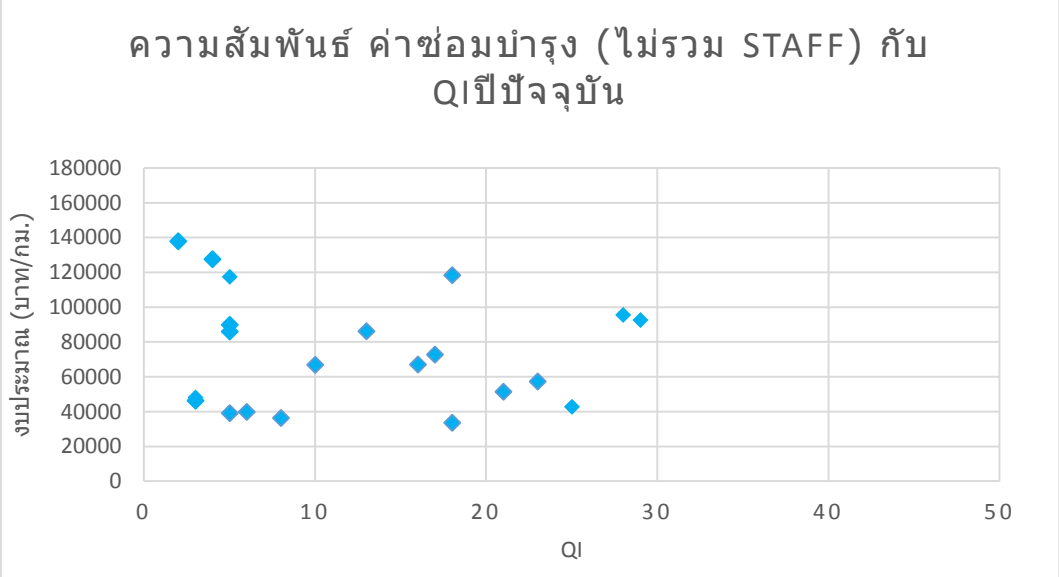
จากข้างต้นจะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบค่านัยสำคัญของค่าซ่อมบำรุง กับ ค่าคุณภาพทางทั้งในส่วนของปีงบประมาณก่อนหน้า และปีงบประมาณปัจจุบัน จะเห็นได้ว่า ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ไม่มีค่านัยสำคัญคู่ใดเลยที่ผ่านเกณฑ์

4.7.5.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ ค่าคุณภาพทาง (QI)

จากการศึกษาค่าซ่อมบำรุงททางรถไฟ จะเห็นได้ว่า ต้นทุนหลักของงานซ่อมบำรุงเป็นค่าใช้จ่ายของ Staff ซึ่งสูงถึง 50 กว่าเปอร์เซน อีกทั้งผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ค่าซ่อมบำรุงรวมเทียบกับค่าคุณภาพทางที่ได้ ไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ตัดงบประมาณส่วนนี้ออกไป เพื่อจะศึกษาความสัมพันธ์นี้ว่า ค่าซ่อมบำรุงทางจะมีอิทธิพลค่าคุณภาพทางจะหรือไม่ โดยผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้



รูปที่ 58 กราฟค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ ค่า QI ปีก่อนหน้า



รูปที่ 59 กราฟค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ ค่า QI ปีปัจจุบัน

ตารางที่ 43 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง (ไม่รวม staff cost) (realcost) กับ ค่าคุณภาพทาง (QI1) ปีก่อนหน้า และค่าคุณภาพทาง (QI2) ปีปัจจุบัน

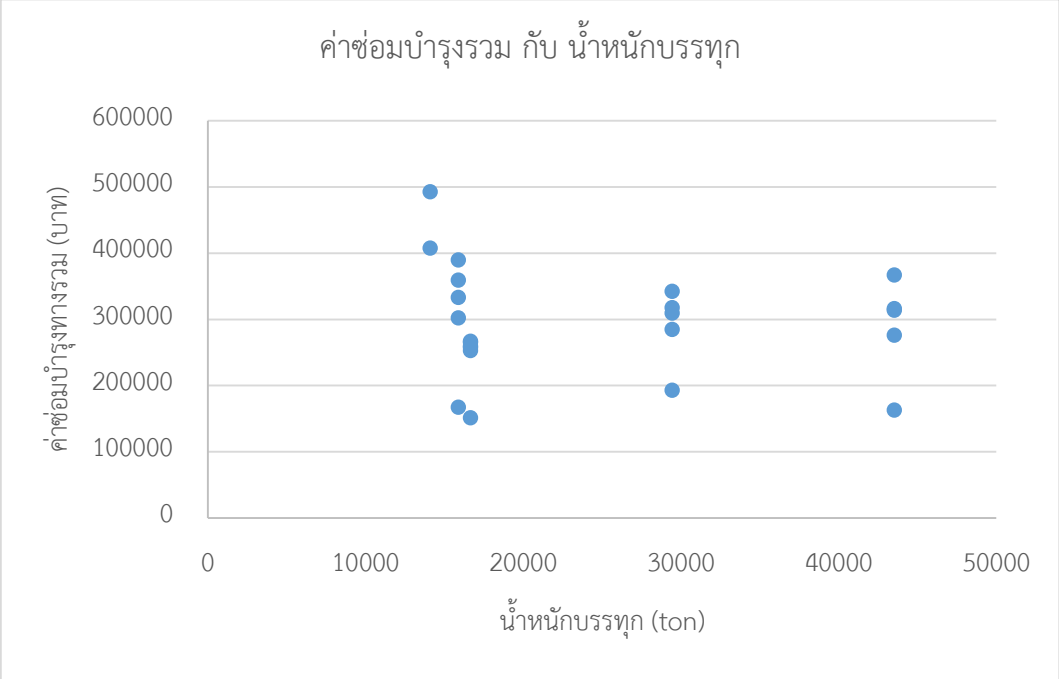
Number of obs	=	22
F(2,19)	=	1.84
Prob>F	=	0.1867
R-squared	=	0.1619
Adj R-squared	=	0.0737
Root MSE	=	40841

ค่าซ่อมบำรุงรวม(ไม่รวม staff)	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
คุณภาพทางปีก่อนหน้า	-2966.024	1622.593	-1.83	0.083	-6362.15	430.1035
คุณภาพทางปีปัจจุบัน	2883.17	1602.647	1.8	0.088	-471.208	6237.548
_cons	87267.81	17455.31	5	0	50733.41	123802.2

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ คุณภาพทางปีปัจจุบัน มีความสัมพันธ์กับคือ ยิ่งค่า คุณภาพทางยิ่งแย่ ก็จะทำให้ค่าซ่อมบำรุง (realcost) สูงขึ้น แต่เมื่อพิจารณา ค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ ค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้า พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นไปตามความเป็นจริง คือ ยิ่งทางมีคุณภาพทางดี ค่าซ่อมบำรุงกลับถูกลง แต่เมื่อพิจารณาค่าระดับความสัมพันธ์หรือระดับนัยสำคัญที่ 95% ก็ไม่มีนัยสำคัญ

4.7.5.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุง ค่าคุณภาพทาง ความหนาแน่น น้ำหนักบรรทุก

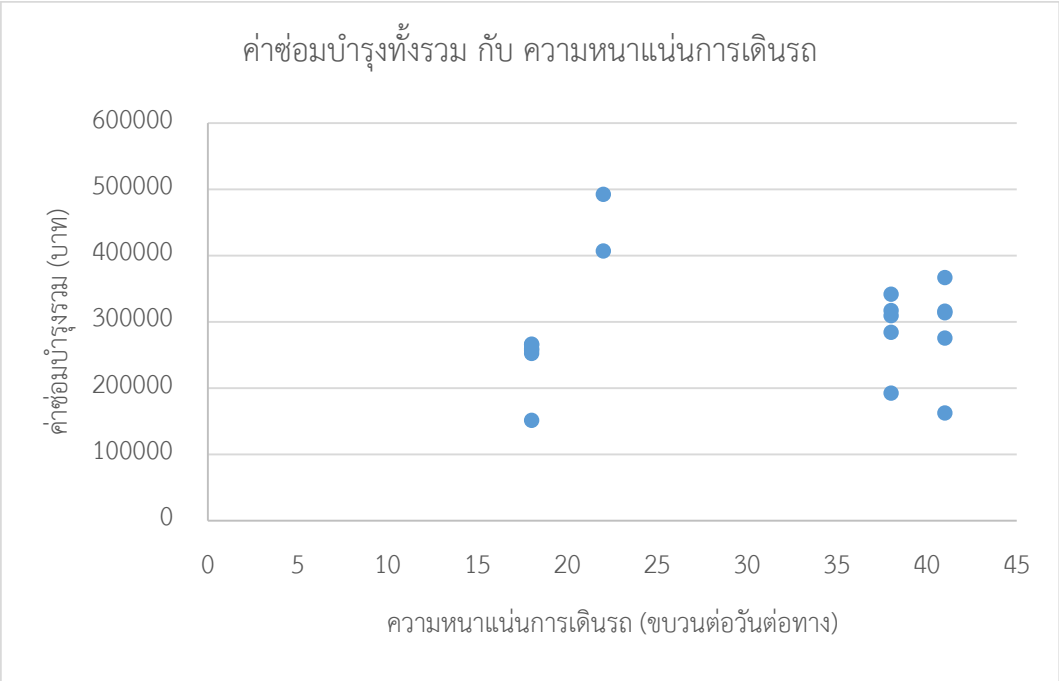
ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุง กับ น้ำหนักบรรทุก



รูปที่ 60 กราฟค่าซ่อมบำรุงทาง กับ น้ำหนักบรรทุกบนทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซ่อมบำรุง กับ ความหนาแน่นการเดินรถ



รูปที่ 61 กราฟค่าซ่อมบำรุงทาง กับ ความหนาแน่นการเดินรถ

การวิเคราะห์ต่างๆกับค่าซ่อมบำรุงทางในแต่ละเส้นทาง

ในการวิเคราะห์เนื่องจากปัจจัยหลายๆปัจจัยน่าจะมีผลและมีความสัมพันธ์กับค่าซ่อมบำรุง ดังนั้นเพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ผลและเพื่อเพิ่มประสิทธิ์ภาพในการวิเคราะห์ผล ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นนี้ เพื่อที่จะสามารถศึกษาและวิเคราะห์แน้วโน้มของปัจจัยที่มีผลต่อค่าซ่อมบำรุงในลำดับถัดไป ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

ตารางที่ 44 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง กับ คุณภาพทางปีก่อนหน้า และปีปัจจุบันกับ ความหนาแน่นการเดินรถ น้ำหนักรรทุก และ ค่าซ่อมบำรุงปีต่อไป

Number of obs	=	5
F(2,2)	=	6.92
Prob>F	=	0.1292
R-squared	=	0.8738
Adj R-squared	=	0.7475
Root MSE	=	28973

ค่าซ่อมบำรุงรวม	Coef. Std.	Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]	
ค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้า	13301.77	3592.55	3.7	0.066	-2155.72	28759.27
ค่าคุณภาพทางปีปัจจุบัน	2435.453	4434.092	0.55	0.638	-16642.9	21513.81
_cons	35151.02	91249.03	0.39	0.737	-357462	427763.9

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าซ่อมบำรุงรวม ของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีความสัมพันธิ์กับค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้ามากที่สุด และเป็นไปตามความเป็นจริงเบื้องต้น ที่คาดว่าค่าหากค่าคุณภาพทางในปีก่อนหน้าไม่ดีก็จำเป็นต้องเพิ่มงบประมาณในปีถัดไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพทางให้ดีขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น และ เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

ตารางที่ 45 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง (realcost) กับ คุณภาพทางปีก่อนหน้าและปีปัจจุบัน ความหนาแน่นการเดินรถ น้ำหนักรรทุก และ ค่าซ่อมบำรุงปีต่อไป

Number of obs	=	11
F(3,7)	=	7.64
Prob>F	=	0.013
R-squared	=	0.766
Adj R-squared	=	0.6657
Root MSE	=	16614

ค่าซ่อมบำรุง(ไม่รวม staff)	Coef. Std.	Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]	
ค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้า	-2576.224	832.313	-3.1	0.017	-4544.33	-608.116
ค่าคุณภาพทางปีปัจจุบัน	1993.007	765.6459	2.6	0.035	182.5426	3803.472
น้ำหนักบรรทุก	1.562045	0.39335	3.97	0.005	0.63192	2.492169
_cons	32100.79	14006.9	2.29	0.056	-1020.26	65221.84

จากผลการวิเคราะห์ เส้นทางต่อเนื่องของ ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น และเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ในส่วนของ ค่าซ่อมบำรุง (ไม่รวม Staff) พบว่า ปัจจัย ค่าคุณภาพทางปีก่อนหน้า ไม่เป็นไปตามความเป็นการคาดการณ์เบื้องต้นที่คาดว่าค่าคุณภาพทางยิ่งแย่แต่กลับมีค่าซ่อมบำรุงทางที่ถูก ต่อมา คือ ปัจจัย ค่าคุณภาพทางปีปัจจุบัน ซึ่งมีผลเป็นไปตามหลักความเป็นจริง คือ ค่าซ่อมบำรุงทางจะสูงขึ้นเมื่อค่าคุณภาพทางแย่ลง และพบว่ามีนัยสำคัญที่ 95% และสุดท้าย ปัจจัย น้ำหนักบรรทุก พบว่า ค่าซ่อมบำรุงจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีน้ำหนักบรรทุกสูงขึ้นซึ่งก็เป็นไปตามหลักความคาดการณ์ เพราะจากการศึกษาพบว่าน้ำหนักบรรทุกเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ทางเกิดความเสียหาย และที่สำคัญปัจจัย น้ำหนักบรรทุกมีค่านัยสำคัญที่ 95%

และการวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับเส้นทางอื่นๆ พบว่าค่าความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นมีความไม่ชัดเจน อีกทั้งไม่พบค่านัยสำคัญ

การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่าง ปัจจัยต่างๆกับค่าซ่อมบำรุง

สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ค่าซ่อมบำรุง กับ ปัจจัยต่างๆ ดังที่ได้วิเคราะห์มาแล้ว พบว่า จากรูปแบบที่ได้จำลอง สำหรับการวิเคราะห์ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้สร้างตัวแปรบางตัวที่ไม่สามารถวิเคราะห์ทางสถิติได้ คือ เส้นทาง ซึ่งกำหนดเป็น dummy variable ทั้ง 5 เส้นทาง และ ปีงบประมาณ ซึ่งกำหนดเป็น dummy variable ทั้ง 6 ปีงบประมาณ โดยมีรูปแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

- Cost กับ QI1, QI2, traffic และ Load_ton
- Cost กับ QI1หรือQI2 traffic และ load_ton
- Realcost กับ QI1, QI2, traffic และ load_ton
- Realcost2 กับ QI1หรือQI2 traffic และ load_ton
- ผลต่างระหว่างปี cost กับ ผลต่างระหว่างปี QI
- ผลต่างระหว่างปี cost กับ ผลต่างระหว่างปี QI
- Cost กับ QI1และ/หรือ traffic, load_ton และ cost_p

จากผลการวิเคราะห์พบว่า แบบการวิเคราะห์ cost QI2 traffic Load cost_p และ realcost QI2 traffic Load real_cost_p เป็นแบบการวิเคราะห์เชิงสถิติที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่มากที่สุด โดยมีผลการวิเคราะห์เชิงสถิติดังนี้

ตารางที่ 46 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง กับ คุณภาพทางปีปัจจุบัน ความหนาแน่นการเดินรถ น้ำหนักรรทุก และค่าซ่อมบำรุงปีต่อไป

Number of obs	=	12
F(8,3)	=	28.97
Prob>F	=	0.0093
R-squared	=	0.9872
Adj R-squared	=	0.9531
Root MSE	=	12231

ค่าซ่อมบำรุงรวม	Coef. Std.	Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]	
ค่าคุณภาพทางปีปัจจุบัน	1880.528	693.1685	2.71	0.073	-325.444	4086.499
ความหนาแน่น	4810.338	1302.073	3.09	0.054	666.5618	8954.114
น้ำหนักบรรทุก	-2.77928	0.973767	-2.85	0.065	-5.87824	0.319684
Dummy เส้นทางที่ 2	Omitted					
Dummy เส้นทางที่ 3	Omitted					
Dummy เส้นทางที่ 4	Omitted					
Dummy เส้นทางที่ 5	Omitted					
Dummy ปี 2553	Omitted					
dummy ปี 2554	Omitted					
Dummy ปี 2555	-126531	11457.48	-11.04	0.002	-162994	-90068.3
Dummy ปี 2556	-41919.2	42493.51	-0.99	0.397	-177152.5	93314.12
Dummy ปี 2557	8732.533	13894.36	0.63	0.574	-35485.51	52950.58
Dummy ปี 2558	7328.277	18854.9	0.39	0.723	-52676.58	67333.13
_cons	300679.1	74347.07	4.04	0.027	64073.53	537284.7
cost_p	-0.39633	0.301731	-1.31	0.28	-1.35657	0.563917

ในการวิเคราะห์เชิงสถิติผู้วิจัยได้เพิ่มตัวแปรหุ่นเข้าไป เนื่องจากเพื่อลดผลกระทบจากตัวแปรที่ไม่สามารถวิเคราะห์ทางสถิติ ปีงบประมาณ และ เส้นทาง จากการวิเคราะห์เชิงสถิติ พบว่า สำหรับตัวแปรหุ่นที่วิเคราะห์ได้ ของปี 2553 และ ปี 2556 และเส้นทางทั้ง 4 เส้นทาง ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ (omitted) ส่วนปีงบประมาณ 2556 ถึง 2558 พบว่าไม่พบนัยสำคัญ ค่าซ่อมบำรุงจะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นการเดินรถมากที่สุด กล่าวคือ เมื่อความหนาแน่นการเดินรถมีค่ามากขึ้นก็จะส่งผลให้ค่าซ่อมบำรุงทางในเส้นทางนั้นมีค่าซ่อมบำรุงที่สูงขึ้นด้วย แต่ไม่มีนัยสำคัญที่ 95% และยังพบว่า ค่าซ่อมบำรุงปี 2555 ซึ่งเป็น dummy variable หนึ่ง เมื่อเทียบกันโดยให้ตัวแปรต้นอื่นๆมีค่าคงที่จะพบว่า ค่าซ่อมบำรุงในปีนี้จะมีค่าถูกกว่าค่าซ่อมบำรุงทางในปีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 47 ค่าความสัมพันธ์และระดับความเชื่อมั่นของ ค่าซ่อมบำรุง (ไม่รวม staff) กับ คุณภาพทางปีปัจจุบัน ความหนาแน่นการเดินรถ น้ำหนักรรทุก และ ค่าซ่อมบำรุง (ไม่รวม staff) ปีต่อไป

Number of obs	=	12
F(8,3)	=	5.63
Prob>F	=	0.0918
R-squared	=	0.9374
Adj R-squared	=	0.7703
Root MSE	=	9685.6

ค่าซ่อมบำรุง(ไม่รวม staff)	Coef. Std.	Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]	
ค่าคุณภาพทางปีปัจจุบัน	1381.088	545.6948	2.53	0.085	-355.557	3117.732
ความหนาแน่น	3634.648	1007.863	3.01	0.057	427.1778	6842.118
น้ำหนักบรรทุก	-2.04095	0.760337	-2.68	0.075	-4.46069	0.37878
ค่าซ่อมบำรุง (realcost) ปีถัดไป	-.3189171	.2415814	-1.32	0.278	-1.087737	.4499027
Dummy เส้นทางที่ 2	Omitted					
Dummy เส้นทางที่ 3	Omitted					
Dummy เส้นทางที่ 4	Omitted					
Dummy เส้นทางที่ 5	Omitted					
Dummy ปี 2553	Omitted					
Dummy ปี 2554	Omitted					
Dummy ปี 2555	-28041.19	9173.451	-3.06	0.055	-57235.2	1152.826
Dummy ปี 2556	-47195.17	34022.4	-1.39	0.259	-155469.9	61079.59
Dummy ปี 2557	1871.717	11124.5	0.17	0.877	-33531.53	37274.96
Dummy ปี 2558	-2644.966	15096.24	-0.18	0.872	-50687.94	45398.01
_ cons	16769.52	11559.55	1.45	0.243	-20018.1	53557.15

ในการวิเคราะห์เชิงสถิติผู้วิจัยได้เพิ่มตัวแปรหุ่นเข้าไป เนื่องจากเพื่อลดผลกระทบจากตัวแปรที่ไม่สามารถวิเคราะห์ทางสถิติ ปีงบประมาณ และ เส้นทาง จากการวิเคราะห์เชิงสถิติ พบว่า สำหรับตัวแปรหุ่นที่วิเคราะห์ได้ ของปี 2553 และ ปี 2556 และเส้นทางทั้ง 4 เส้นทาง ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ (omitted) ส่วนปีงบประมาณ 2555 ถึง 2558 พบว่าไม่พบนัยสำคัญ จากผลการวิเคราะห์เชิงสถิติ

พบว่า ค่าซ่อมบำรุง (ไม่รวม staff) จะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นการเดินรถมากที่สุด กล่าวคือ เมื่อความหนาแน่นการเดินรถมีค่ามากขึ้นก็จะส่งผลให้ค่าซ่อมบำรุงทาง (ไม่รวม Staff) ในเส้นทางนั้นมีค่าซ่อมบำรุงที่สูงขึ้นด้วย แต่ไม่มีนัยสำคัญที่ 95%

แต่เมื่อพิจารณาค่าของสัมประสิทธิ์ที่ผู้วิจัยได้อธิบายไว้ข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่า ผลของการวิเคราะห์ของ ค่าคุณภาพทาง และ จำนวนความหนาแน่นการเดินรถ มีค่าสัมประสิทธิเป็นบวก ซึ่งเป็นไปตามความเชื่อที่กล่าวมาแล้ว แต่ในทางกลับกันก็พบว่า ตัวแปรของน้ำหนักบรรทุกกลับให้ค่าสัมประสิทธิที่สวนทางกับความเชื่อในการวิเคราะห์สมการ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีปัจจัยอื่นๆที่แฝงอยู่ ซึ่งปัจจัยเหล่านั้นอาจจะมีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงทางด้วย

4.8 ต้นทุนงานซ่อมบำรุงถนน

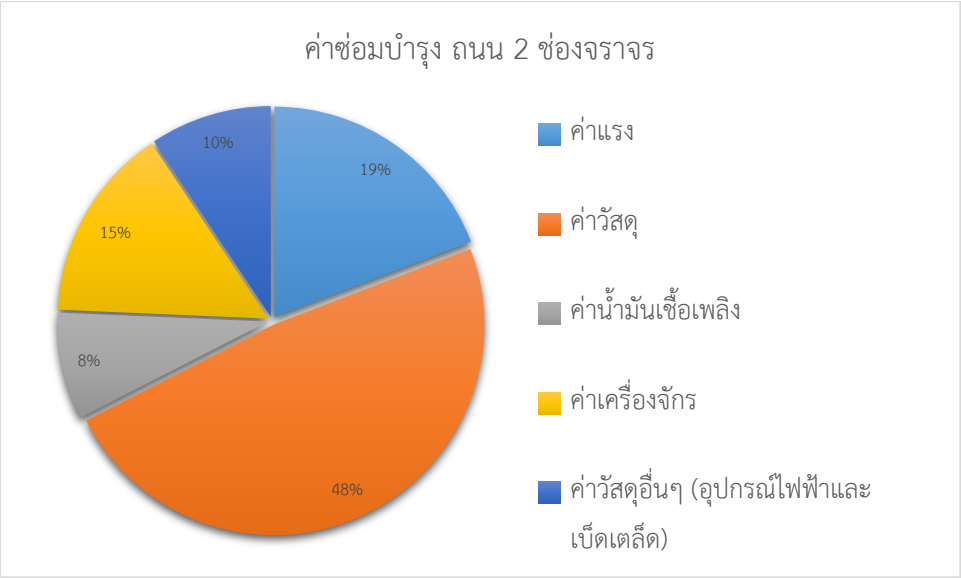
ถนนเป็นระบบการขนส่งที่เป็นระบบการขนส่งหลักของประเทศไทย เนื่องด้วยเป็นระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพด้านเครื่องข่ายที่มีครอบคลุมและเข้าถึงทุกพื้นที่ ในขณะเดียวกันถนนก็มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และค่าซ่อมบำรุงรักษา โดยในงานวิจัยนี้จะศึกษาในส่วนค่าซ่อมบำรุงรักษาของถนน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่าซ่อมบำรุงรักษาถนนกับค่าซ่อมบำรุงรักษาของทางรถไฟ

4.8.1 งานซ่อมบำรุงรักษาปกติถนน

เป็นงานซ่อมบำรุงทางเพื่อแก้ไขความเสียหายที่เกิดขึ้นรุนแรงและมีปริมาณมาก โดยอาจเกิดการชำรุดในชั้นผิวทาง หรือโครงสร้างชั้นทาง เช่น หลุม บ่อ การยุบตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ ผิวหลุดร่อน โดยงานซ่อมบำรุงปกติ ได้แก่ งานบำรุงรักษาผิวทางหรือไหล่ทาง งานบำรุงรักษาทางเท้า ทางเชื่อม เกาะแบ่งถนน และทางจักรยาน งานระบบระบายน้ำ สะพานและโครงสร้าง งานจราจรสงเคราะห์และสิ่งอำนวยความปลอดภัย งานภูมิทัศน์ทางหลวง งานสนับสนุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพงานบำรุงรักษาทาง ของสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง

ตารางที่ 48 ค่าซ่อมบำรุงปกติ ถนน 2 ช่องจราจร [34]

ค่าใช้จ่ายปกติ	บาท/กม./ปี
ค่าแรง	20,480
ค่าวัสดุ	51,650
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	8,780
ค่าเครื่องจักร	16,000
ค่าวัสดุอื่นๆ (อุปกรณ์ไฟฟ้าและเบ็ดเตล็ด)	10,000
รวม	106,910



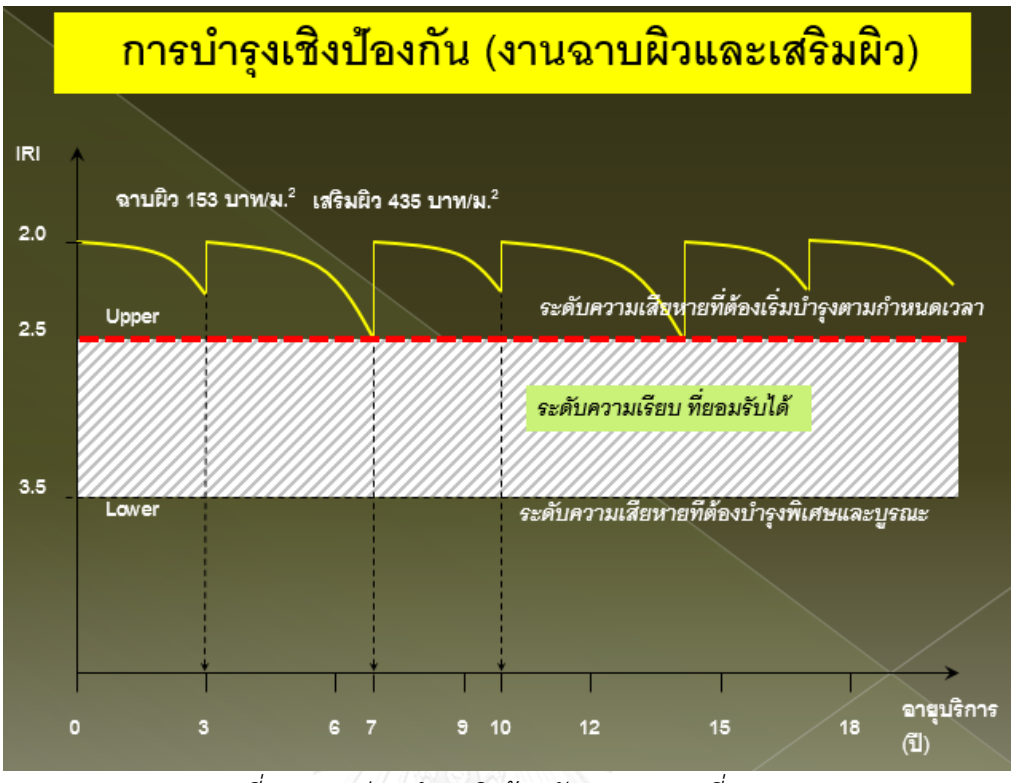
รูปที่ 62 กราฟค่าซ่อมบำรุงปกติ ถนน 2 ช่องจราจร [34]

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ค่าซ่อมบำรุงถนน มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าของสูงสุดคือประมาณ 48% รองลงมาคือ ค่าใช้จ่ายส่วนของค่าแรงและค่าเครื่องจักร ประมาณ 19% และ 15% ตามลำดับ โดยอีกประมาณ 18% เป็นค่าใช้จ่ายส่วนของค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าวัสดุอื่นๆ

สำหรับค่าซ่อมบำรุงปกติของถนน 2 ช่องจราจร มีค่าซ่อมบำรุงปกติประมาณ 110,000 บาทต่อ 2 ช่องจราจรต่อกิโลเมตรต่อปี

4.8.2 ค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

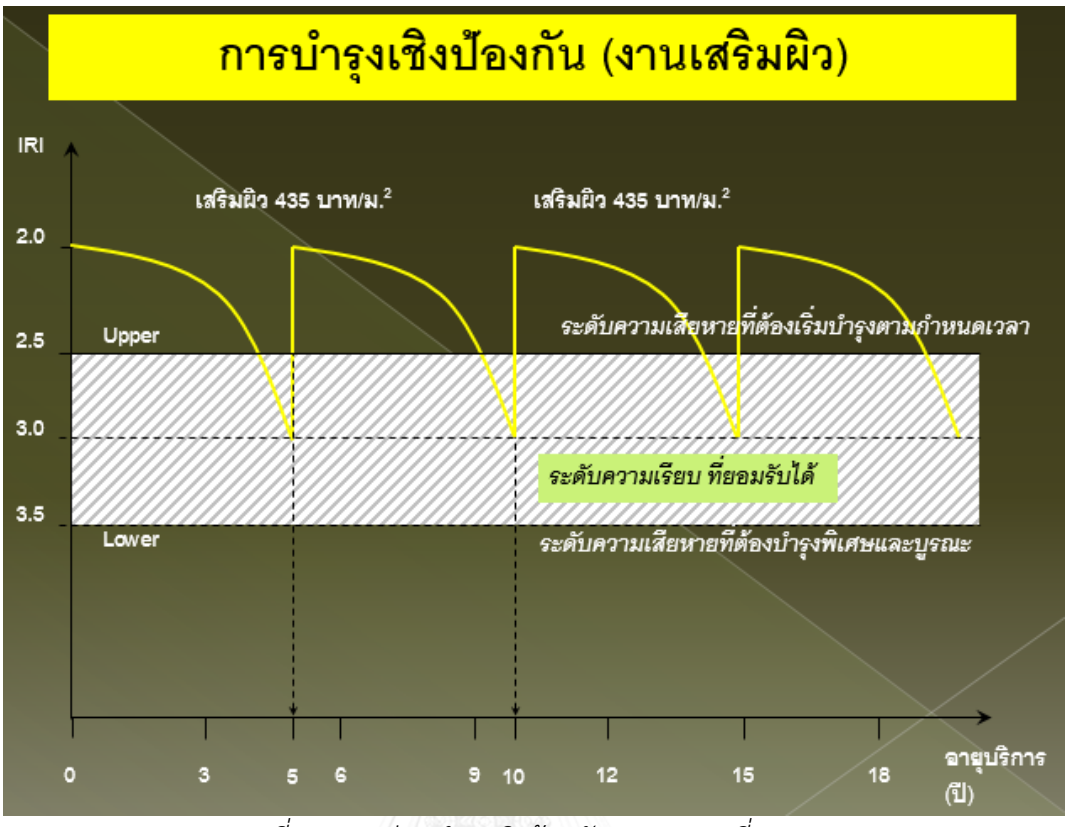
งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เป็นงานซ่อมบำรุงเพื่อยืดอายุบริการโดยหน่วงความเสียหายให้เกิดขึ้นช้าลง หรือเพื่อแก้ไขความเสียหายที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย เช่น รอยแตก โดยดำเนินการเมื่อเกิดความเสียหายในระยะเริ่มต้น วิธีการแก้ไขที่ใช้ประกอบด้วย งานอุดรอยแตก งานฉาบผิว และงานเสริมผิว ซึ่งค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับงานถนน เป็นการซ่อมบำรุงรักษาทางที่กำลังอยู่ในระดับความเสี่ยงที่อาจจะเกิดความเสียหาย ซึ่งรูปแบบและลักษณะการประเมินก็จะขึ้นอยู่กับมาตรฐานและลักษณะของถนน สำหรับประเทศไทยมีการพิจารณาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในถนนที่มีการจราจรปานกลางถึงการจราจรหนาแน่น ซึ่งรูปแบบการซ่อมบำรุงเป็นดังนี้



รูปที่ 63 งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ถนน แบบที่ 1 [34]

แบบที่ 1 งานซ่อมบำรุงถนนเชิงป้องกันรูปแบบนี้เป็นการซ่อมบำรุงทุกๆ 3 ปี และ ทุกๆ 7 ปี โดยจะกำหนดค่า IRI ซึ่งเป็นระดับการวัดค่าความเสียหายของงานถนน (ลักษณะคลายกับการวัดค่า Quality Index ของงานทางรถไฟ) โดยจะกำหนดค่า IRI อยู่ที่ระดับสูงสุดคือ ไม่เกิน 2.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 64 งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ถนน แบบที่ 2 [40]

แบบที่ 2 งานซ่อมบำรุงถนนเชิงป้องกันรูปแบบนี้เป็นการซ่อมบำรุงทุกๆ 5 ปี โดยจะกำหนดค่า IRI ซึ่งเป็นระดับการวัดค่าความเสียหายของงานถนน (ลักษณะคลายกับการวัดค่า Quality Index ของงานทางรถไฟ) โดยจะกำหนดค่า IRI อยู่ที่ระดับสูงสุดคือ ไม่เกิน 3

ในการวิเคราะห์หาค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกันงานซ่อมบำรุงถนน โดยพิจารณาถนน 2 เลน มีความกว้างถนน 7 เมตร และความยาวถนนเท่ากับ 1 กิโลเมตร เพื่อให้สอดคล้องกับการพิจารณาค่าซ่อมบำรุงปกติในหัวข้อก่อนหน้า

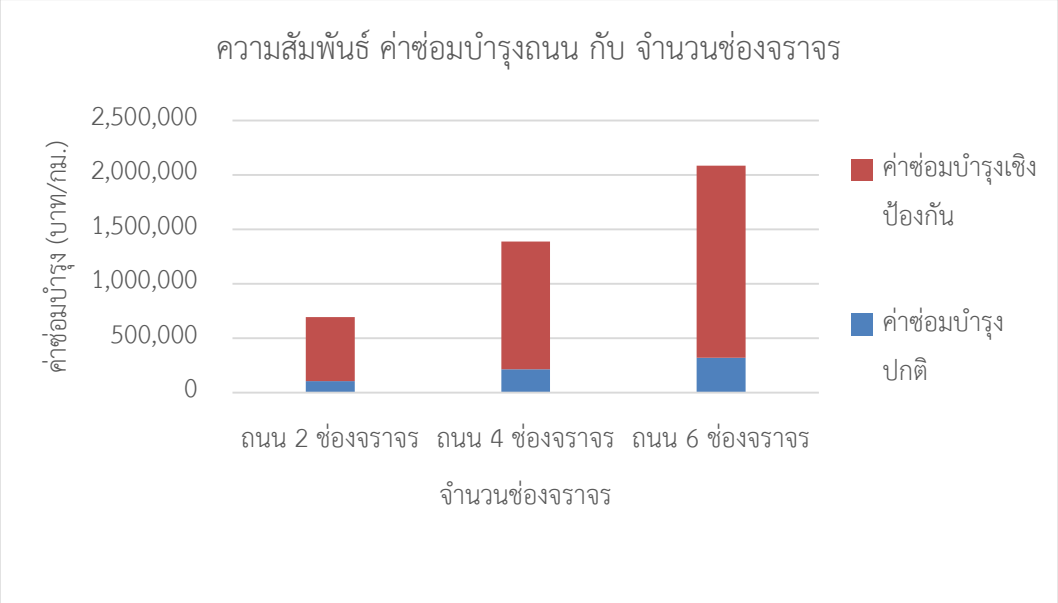
ตารางที่ 49อค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกันแบบที่ 1

งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 1	ราคา (บาทต่อตารางเมตร)	พื้นที่ (ตารางเมตร)	รวม (บาทต่อกิโลเมตรต่อปี)
งานซ่อมบำรุงทุกๆ 3 ปี	153	7000	153,000
งานซ่อมบำรุงทุกๆ 7 ปี	435	7000	435,000
รวม			588,000

ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่าซ่อมบำรุงทั้ง 2 ส่วนคือ ค่าซ่อมบำรุงปกติ และค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของถนนที่มีช่องจราจร 2 ช่องจราจร 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจร จะมีค่าซ่อมบำรุงรวมทั้งหมดดังนี้

ตารางที่ 50 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงถนน (แบบที่ 1)

ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด	ค่าซ่อมบำรุงปกติ	ค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	รวม (บาท/กม.)
ถนน 2 ช่องจราจร	106,910	588,000	694,910
ถนน 4 ช่องจราจร	213,820	1,176,000	1,389,820
ถนน 6 ช่องจราจร	320,730	1,764,000	2,084,730



รูปที่ 65 กราฟค่าใช้จ่ายรวมงานซ่อมบำรุงถนน (แบบที่ 2)

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าค่าซ่อมบำรุง ถนน จะประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง 2 ส่วนหลัก คือ ค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และค่าซ่อมบำรุงปกติ โดยจะได้ว่าค่าซ่อมบำรุงทั้งหมดของงานถนนมีค่าใช้จ่ายประมาณ 694,910 บาทต่อ 2 ช่องจราจรต่อกิโลเมตรต่อปี

ตารางที่ 51 ค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกันแบบที่ 2

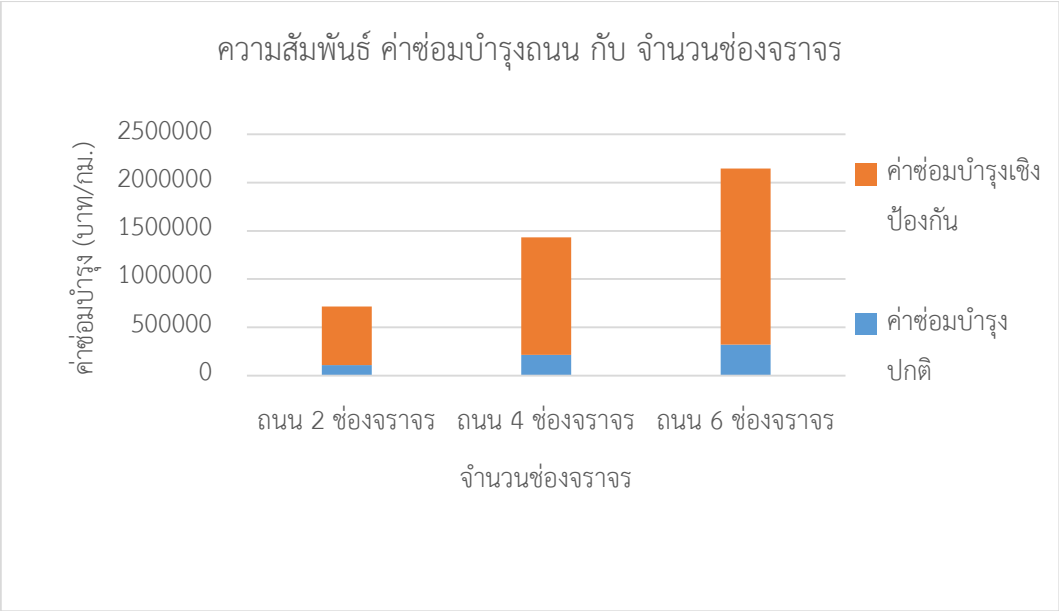
งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 2	ราคา (บาทต่อตารางเมตร)	พื้นที่(ตารางเมตร)	รวม (บาทต่อกิโลเมตรต่อปี)
งานซ่อมบำรุงทุกๆ 5 ปี	435	7000	609,000

และเมื่อพิจารณาค่าซ่อมบำรุงทั้ง 2 ส่วนคือ ค่าซ่อมบำรุงปกติ และค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ของถนนที่มีช่องจราจร 2 ช่องจราจร 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจร จะมีค่าซ่อมบำรุงรวมทั้งหมดดังนี้

ตารางที่ 52 ค่าใช้จ่ายรวมงานซ่อมบำรุงถนน (แบบที่ 2)

ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด	ค่าซ่อมบำรุงปกติ	ค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	รวม (บาท/กม.)
ถนน 2 ช่องจราจร	106,910	609,000	715,910
ถนน 4 ช่องจราจร	213,820	1,218,000	1,431,820
ถนน 6 ช่องจราจร	320,730	1,827,000	2,147,730

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 66 กราฟค่าใช้จ่ายรวมงานซ่อมบำรุงถนน (แบบที่ 1)

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าค่าซ่อมบำรุง ถนน จะประกอบด้วยค่าซ่อมบำรุง 2 ส่วนหลัก คือ ค่าซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และค่าซ่อมบำรุงปกติ โดยจะได้ว่าค่าซ่อมบำรุงทั้งหมดของงานถนนมีค่าใช้จ่ายประมาณ 715,910 บาทต่อ 2 ช่องจราจรต่อกิโลเมตรต่อปี

ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยงานซ่อมบำรุงทาง ของกรมทางหลวงทั้งรูปแบบการซ่อมบำรุงแบบที่ 1 และ รูปแบบที่ 2 พบว่า มีค่าเฉลี่ยค่าซ่อมบำรุงต่อปี ประมาณ 705,410 บาทต่อ 2 ช่องจราจรต่อกิโลเมตร

4.9 น้ำหนักบรรทุก

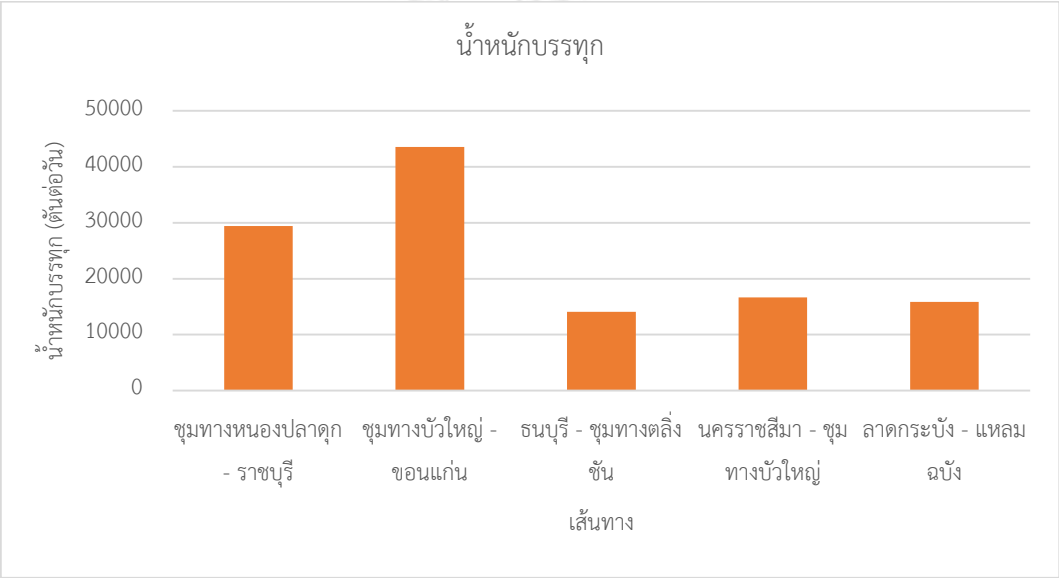
เนื่องจากการเปรียบเทียบค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟ กับ ค่าซ่อมบำรุงถนน หากเปรียบเทียบกันโดยตรงนั้นอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบระดับการให้บริการที่เทียบเคียงกัน เพื่อความเหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งค่าที่ใช้เปรียบเทียบระดับการให้บริการ คือ การเทียบเคียงน้ำหนักบรรทุกที่เกิดขึ้นบนทางถนนและทางรถไฟ

การเปรียบเทียบค่าซ่อมบำรุงทางถนนและการซ่อมบำรุงทางรถไฟ ในส่วนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบที่ระดับน้ำหนักบรรทุกบนทางสะสมต่อปีเทียบกัน ทั้งนี้เนื่องจากเส้นทางถนนมีน้ำหนักบรรทุกสะสมในแต่ละเส้นทางมีค่าแตกต่างกัน โดยจะขึ้นอยู่กับ ลักษณะการใช้งานของรถที่วิ่งบนทางเป็นหลัก

4.9.1 น้ำหนักบรรทุกบนทางรถไฟ

ตารางที่ 53 น้ำหนักบรรทุกบนเส้นทางรถไฟ 5 เส้นทาง

เส้นทาง	น้ำหนักบรรทุก (ตันต่อวัน)
ชุมทางหนองปลาดุก - ราชบุรี	29,440
ชุมทางบัวใหญ่ - ขอนแก่น	43,520
ธนบุรี - ชุมทางตลิ่งชัน	14,080
นครราชสีมา - ชุมทางบัวใหญ่	16,640
ลาดกระบัง - แหลมฉบัง	15,872



รูปที่ 67 กราฟแท่งน้ำหนักบรรทุกบนทางรถไฟ 5 เส้นทาง

จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักบรรทุกบนทางรถไฟเฉลี่ย 5 เส้นทาง มีค่าเฉลี่ยประมาณ 23,910 ตันต่อวัน

4.9.2 น้ำหนักบรรทุกบนถนน

โดยการวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกสะสม จะพิจารณาจากเส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นสูง จนถึงการจราจรหนาแน่น โดยเลือกเส้นทางบางส่วนมาเป็นตัวตัวอย่างในการวิเคราะห์น้ำหนัก ทั้งนี้ การวิเคราะห์น้ำหนักจะเป็นเก็บข้อมูลโดยการพิจารณาน้ำหนักของรถบรรทุกตั้งแต่ 6 ล้อ ขึ้นไป เพราะเป็นน้ำหนักช่วงที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับทางอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับข้อมูลน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย เป็นการเก็บข้อมูลจากรถบรรทุกที่วิ่งผ่านด่านชั่งน้ำหนักถาวร จากข้อมูลรถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน

199 คัน รถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 288 คัน รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ จำนวน 71 คัน และรถบรรทุกกึ่งพ่วง จำนวน 76 คัน [41] เป็นดังนี้

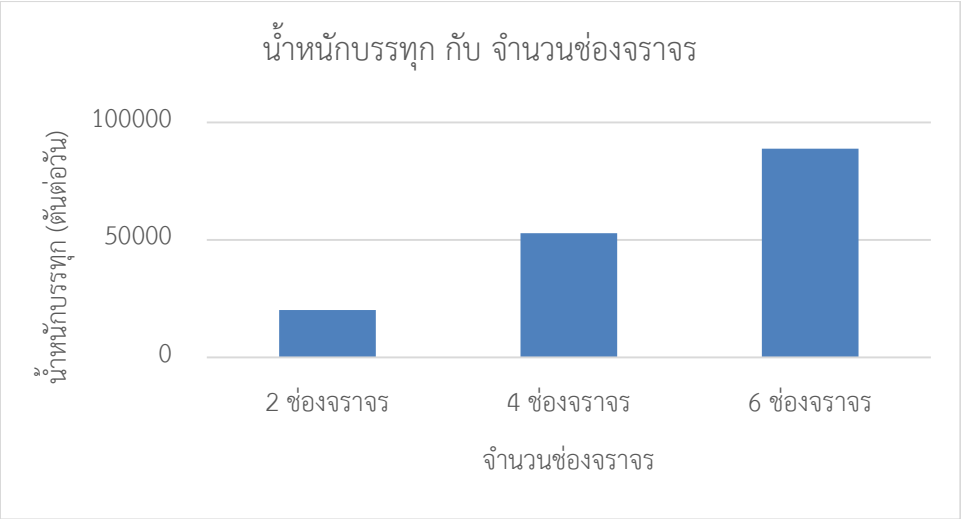
ตารางที่ 54 น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย [35]

รถบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย (ตันต่อคัน)
6 ล้อ	7.36
รถ 10 ล้อ	18.25
รถพ่วง 18 ล้อ	35.27
รถกึ่งพ่วง	31.35

ตารางที่ 55 น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยต่อวันของถนน

จำนวนช่องจราจร	น้ำหนักบรรทุก (ตันต่อวัน)
2 ช่องจราจร	20,178
4 ช่องจราจร	52,892
6 ช่องจราจร	88,835

จากการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักบรรทุกสะสมของทางในแต่ละเส้นทาง โดยเลือกเส้นทางที่มีกราจราจรหนาแน่นถึงการจราจรปานกลาง โดยแยกเป็นถนน 2 ช่องจราจร พิจารณาจากถนนทั้งหมด 15 ตอนทาง ถนน 4 ช่องจราจร พิจารณาจากถนนทั้งหมด 51 ตอนทาง และ 6 ช่องจราจร พิจารณาจากถนนทั้งหมด 45 ตอนทาง โดยการวิเคราะห์นี้เป็นข้อมูลเชิงสถิติจากสำนักอำนวยความปลอดภัยของกรมทางหลวง ปีงบประมาณ 2558



รูปที่ 68 น้ำหนักบรรทุก กับ จำนวนช่องจราจร ปีงบประมาณ 2558

โดยมีน้ำนหนักบรรทุกสะสมต่อวัน ดังนี้

- เส้นทางที่มีจำนวนช่องจราจร 2 ช่องจราจร มีน้ำหนักบรรทุกประมาณ 20,000 ตันต่อวัน
- เส้นทางที่มีจำนวนช่องจราจร 4 ช่องจราจร มีน้ำหนักบรรทุกประมาณ 52,000 ตันต่อวัน
- เส้นทางที่มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจร มีน้ำหนักบรรทุกประมาณ 89,000 ตันต่อวัน

จากการวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกบนเส้นทางถนนและเส้นทางรถไฟ จะเห็นได้ว่าในแต่ละเส้นทาง จะมีน้ำหนักบรรทุกสะสมที่แตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของรถ รวมถึงจำนวนรถที่เข้ามาใช้บริการบนทางรถไฟหรือถนน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลให้ แต่ละเส้นทางไม่ว่าจะเป็นเส้นทางรถไฟหรือเส้นทางถนน มีน้ำหนักสะสมที่แตกต่างกัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสะสมต่อวัน พบว่าน้ำหนักบรรทุกของทางรถไฟทางเดี่ยว มีค่าเฉลี่ยประมาณ 23,000 ตันต่อวัน โดยสามารถนำไปเทียบเคียงกับน้ำหนักบรรทุกสะสมของถนน 2 ช่องจราจร ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยต่อวันประมาณ 20,000 ตันต่อวันเช่นกัน

บทที่ 5
สรุปผล

ระบบการขนส่งทางราง เป็นระบบหนึ่งที่ต้องมีการทำงานร่วมกันของส่วนต่างๆภายในโครงสร้างองค์กรได้อย่างดี เพราะหากขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปก็จะทำให้การขับเคลื่อนของงานขาดประสิทธิภาพ หรือ ไม่สามารถดำเนินกิจการได้ สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำส่วนหนึ่งซึ่งถือว่ามีความสำคัญมาวิเคราะห์หาต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นขึ้นบนกิจกรรมนั้นๆของแต่ละส่วนโดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 งานก่อสร้าง

งานก่อสร้างถือเป็นงานที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นส่วนของโครงสร้างพื้นฐานในการจัดการ เพื่อให้ระบบการขนส่งทางรางสามารถดำเนินกิจการได้ โดยต้นทุนค่าก่อสร้างที่ได้จากการวิเคราะห์จะแบ่งเป็นค่าก่อสร้างในแต่ละเส้นทาง โดยงานวิจัยนี้ศึกษาค่าก่อสร้างของ 5 เส้นทาง ดังนี้

5.1.1 เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี

เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 77,263,972 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง และมีค่าก่อสร้างทางทั้งหมด 2,867,961,359 บาท

5.1.2 เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น มีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 72,385,091 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง และมีค่าก่อสร้างทั้งหมด 5,345,277,041 บาท

5.1.3 เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน

เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน มีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 116,990,891 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง และมีค่าใช้จ่ายค่าก่อสร้างทั้งหมด 711,889,571 บาท

5.1.4 เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่

เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ มีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 67,999,758 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง และมีค่าใช้จ่ายค่าก่อสร้างทั้งหมด 7,632,370,747 บาท

5.1.5 เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง

เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง มีค่าเฉลี่ยค่าก่อสร้างประมาณ 74,306,035 บาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง และมีค่าใช้จ่ายค่าก่อสร้างทั้งหมด 8,403,641,066 บาท

ค่าก่อสร้างแต่ละเส้นทางมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน บางเส้นทางมีค่าก่อสร้างที่สูงถึง 110 ล้านบาทต่อกิโลเมตรต่อหนึ่งทาง กับอีกเส้นทางที่มีค่าก่อสร้างถูกกว่า คือมีค่าก่อสร้างประมาณ 68 ล้านบาทต่อกิโลมตรต่อหนึ่งทาง มาจากปัจจัยของโครงสร้างทางที่แตกต่างกัน กล่าวคือ สำหรับเส้นทาง

ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน ซึ่งมีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าเส้นทางอื่นๆ เพราะ เส้นทางนี้มีระยะทางเพียง 6 กิโลเมตร และถึงแม้เส้นทางนี้จะมีสถานีเพียง 2 สถานีแต่ก็เป็นสถานีขนาดใหญ่ ซึ่งมีค่าก่อสร้างที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสถานีขนาดกลางหรือขนาดเล็ก อีกทั้งในเส้นทางนี้ก็ยังมีจำนวนประแจที่เมื่อเทียบเชิงสัดส่วนกับเส้นทางอื่นถือว่ามีสัดส่วนที่สูงมากด้วย จึงเป็นเหตุให้เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน มีค่าก่อสร้างที่สูงเมื่อเทียบกับค่าก่อสร้างเส้นทางอื่นๆ

เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง และเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ เป็นเส้นทางที่มีลักษณะโครงสร้างที่มีความคล้ายเคียงกัน และระยะทางในการวิเคราะห์ค่าก่อสร้างก็มีระยะทางที่พอๆกัน แต่ค่าก่อสร้างในเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบังกลับมีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าค่าก่อสร้างเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่าก่อสร้างของเส้นทางนี้มีความแตกต่างกัน คือ ระยะของทางสะพาน จะเห็นได้ว่า โครงสร้างสะพานซึ่งมีค่าก่อสร้างสูงเมื่อเทียบกับค่าก่อสร้างทางรถไฟ เส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง มีระยะทางของสะพานที่มากว่า อีกทั้งยังมี Over pass ในเส้นทางอีกด้วย

เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี และเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น เป็นเส้นทางที่มีลักษณะโครงสร้างทางที่คล้ายเคียงกัน มีจำนวนสถานีรถไฟพอๆกัน แต่ค่าก่อสร้างของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าค่าก่อสร้างเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น เนื่องจากระยะทางที่ใช้ในการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันถึง 2 เท่า ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความถี่สถานีต่อระยะทางจะเห็นได้ว่า เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุกมีความถี่ของสถานีสูงกว่า เส้นทางชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น

5.2 งานซ่อมบำรุงรักษาระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

ระบบอาณัติสัญญาณเป็นส่วนหนึ่งของงานจัดการการเดินรถ ซึ่งมีความซับซ้อนมาก เพราะโดยระบบอาณัติ ระบบสัญญาณ และ ระบบโทรคมนาคม ภายในหน่วยงานเดียวกัน การกำกับดูแลก็มีความซับซ้อน ทั้งในส่วนของพื้นที่รับผิดชอบ และ การวิเคราะส่วนของต้นทุนในแต่ละกิจกรรม โดยงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ค่าซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมโดยแบ่งตามสถานี เพราะจากการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่แล้วกิจกรรมการซ่อมบำรุงและการกำกับดูแลระบบจะเกิดขึ้นที่สถานี ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในแต่ละเส้นทาง ได้แก่ เส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณอยู่ในช่วง 10,653,923 ถึง 13,899,912 บาทต่อสถานีต่อปี เส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น มีค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณอยู่ในช่วง 11,985,669 ถึง 15,637,401 บาทต่อสถานีต่อปี เส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน มีค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณอยู่ในช่วง 2,663,482 ถึง 3,474,978 บาทต่อสถานีต่อปี เส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ มีค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณอยู่ในช่วง 15,980,892 ถึง 20,849,868

บาทต่อสถานีต่อปี และเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง มีค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณอยู่ในช่วง 15,980,892 ถึง 20,849,868 บาทต่อสถานีต่อปี

ค่าซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมผู้วิจัยใช้วิธีการพิจาณา โดยกิจกรรมของแต่ละสถานี ทำให้ปัจจัยที่ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายมีความแตกต่างกันในแต่ละเส้นทาง กล่าวคือ เส้นทางไหนที่มีความถี่ของสถานีรถไฟสูงเส้นทางนั้นก็จะมี ค่าซ่อมบำรุงรักษาระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมสูง ในทางกลับกัน เส้นทางไหนที่มีความถี่ของสถานีรถไฟต่ำก็จะทำให้ค่าซ่อมบำรุงรักษาระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมลดลงตามไปด้วย

5.3 งานซ่อมบำรุงทาง

งานซ่อมบำรุงทางรถไฟประกอบด้วยค่าใช้จ่ายหลัก 4 กิจกรรม ได้แก่ ค่าใช้จ่าย Staff ค่าใช้จ่ายงานจ้างเหมา ค่าใช้จ่ายค่าของ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ซึ่ง จากการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่แล้วค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟ ต้นทุนหลักที่เกิดขึ้น อยู่ในกิจกรรม ค่าใช้จ่าย Staff ซึ่งจะพบในเส้นทางที่งานซ่อมบำรุงเบาและปานกลาง ซึ่งมีปริมาณการซ่อมบำรุงน้อยด้วย แต่สำหรับบางเส้นทางที่งานซ่อมบำรุงปานกลางและหนัก ค่าใช้จ่ายหลักก็จะอยู่ที่งานซ่อมบำรุง จ้างเหมา ซึ่งค่าซ่อมบำรุงในแต่ละเส้นทางก็มีรายละเอียดที่แตกต่างกัน

ค่าซ่อมบำรุงทางของเส้นทาง ชุมทางหนองปลาดุก – ราชบุรี มีงบประมาณอยู่ในช่วง 284,647 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร ถึง 342,095 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร และมีค่าซ่อมบำรุงทางเฉลี่ยประมาณ 313,448 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร

ค่าซ่อมบำรุงทางของเส้นทาง ชุมทางบัวใหญ่ – ขอนแก่น มีงบประมาณอยู่ในช่วง 275,873 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร ถึง 367,129 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร และมีค่าซ่อมบำรุงทางเฉลี่ย ประมาณ 318,330 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร

ค่าซ่อมบำรุงทางของเส้นทาง ธนบุรี – ชุมทางตลิ่งชัน มีงบประมาณอยู่ในช่วง 407,420 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร ถึง 917,911 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร และมีค่าซ่อมบำรุงทางเฉลี่ย ประมาณ 629,067 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร

ค่าซ่อมบำรุงทางของเส้นทาง นครราชสีมา – ชุมทางบัวใหญ่ มีงบประมาณอยู่ในช่วง 252,706 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร ถึง 266,821 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร และมีค่าซ่อมบำรุงทางเฉลี่ยประมาณ 260,537 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร

ค่าซ่อมบำรุงทางของเส้นทาง ลาดกระบัง – แหลมฉบัง มีงบประมาณอยู่ในช่วง 302,097 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร ถึง 389,586 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร และมีค่าซ่อมบำรุงทางเฉลี่ย ประมาณ 346,004 บาทต่อทางต่อกิโลเมตร

5.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟ

จากการศึกษาปัจจัยที่น่าจะเกี่ยวข้องและมีอิทธิพลกับค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟ ถึงแม้ว่าค่าความสัมพันธ์ของค่าซ่อมบำรุงกับปัจจัยบางปัจจัยจะมีความสัมพันธ์กัน แต่พบว่าเมื่อพิจาณาระดับนัยสำคัญเชิงสถิติพบว่า ไม่มีนัยสำคัญของค่าซ่อมบำรุงที่เกิดกับปัจจัยดังกล่าวเลย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไม่มีปัจจัยใดที่มีอิทธิพลหรือมีความสัมพันธ์กันกับค่าซ่อมบำรุงทางที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาต้นทุนทั้งสามส่วน คือ ต้นทุนค่าก่อสร้าง ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม และต้นทุนค่าซ่อมบำรุงระบบ บนเส้นทางตัวแทน 5 เส้นทาง ซึ่งจากผลการศึกษาข้างต้น หากผู้ศึกษาต้องการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ผู้ศึกษาต้องทำความเข้าใจลักษณะ และ ข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น เนื่องจากในการวิเคราะห์เส้นทางที่เป็นตัวแทนของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเส้นทาง 5 ตอนทางจากตอนทางทั้งหมด 76 ตอนทาง ซึ่งคิดเป็น 7% ของจำนวนตอนทางทั้งหมด และการศึกษาเป็นการศึกษาบนระยะทางรวม 342 กิโลเมตร จากระยะทางของเส้นทางรถไฟทั้งหมด (ทางเดี่ยว) 4500 กิโลเมตร คิดเป็นประมาณ 8% ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ศึกษาต้องทำความเข้าใจเพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับงานที่กำลังศึกษา

5.5 งานซ่อมบำรุงทางรถไฟ กับ ถนน

โดยหากน้ำหนักบรรทุกบนทางเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายมากหรือน้อยขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรมีการเปลี่ยนไป โดยเมื่อเทียบน้ำหนักบรรทุกที่เท่ากันระหว่างทางรถไฟกับถนนพบว่า ที่ถนน 2 ช่องจราจร มีน้ำหนักบรรทุกพอๆกับน้ำหนักบรรทุกทางรถไฟ หนึ่งทาง

จากการเปรียบเทียบงบประมาณซ่อมบำรุงของการรถไฟในงานที่มีความสัมพันธ์กับงานซ่อมบำรุงถนน พบว่ากับค่าซ่อมบำรุงถนน มีค่ามากกว่าค่าซ่อมบำรุงทางรถไฟ ถึง 2 เท่า และเมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดของงานก็พบว่าสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ ค่าซ่อมบำรุงมีความแตกต่างกันก็เพราะงานซ่อมบำรุงถนนนั้น มีรายละเอียดของงานที่แตกต่างกับงานซ่อมบำรุงทางรถไฟ เช่น งานด้านความปลอดภัยในส่วนของถนน เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งอุปกรณ์ เช่น แผงกั้นทาง (Barrier) ราวกันอันตราย (Guard rail) หรือในส่วนของงานภูมิทัศน์ ในส่วนของถนนก็มีงาน ดูแลความสวยงามของเกาะกลางถนน และงานบำรุงผิวถนนเชิงป้องกัน ซึ่งเป็นงานซ่อมบำรุงที่ใช้งบประมาณสูงมาก เป็นต้น ซึ่งในส่วนนี้ไม่มีในงานทางรถไฟ ซึ่งด้วยปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงถนน มีค่าสูงกว่างานซ่อมบำรุงทางรถไฟ

รายการอ้างอิง

1. Warunee, A., Sugarcane transportation management Using network and multi-objective Decision analyses. 2012.
2. แนวทางการปรับปรุงการรถไฟแห่งประเทศไทย. วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2016. **11**(2): p. 279-288.
3. การขยายระบบรถไฟรางคู่ทั่วประเทศ, การรถไฟแห่งประเทศไทย
4. จิตร, การพัฒนาระบบการขนส่ง ระบบการขนส่งทางรถไฟของประเทศ ตามแผน ยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม. EAU Heritage Journal: Science and Technology, 2015. **3**(1): p. 64-75.
5. ทิพย์, การควบคุมทางรถไฟสายใต้ของกองทัพญี่ปุ่น Thais' Way of Life during the Greater East Asia War: From the Perspective of the Japanese Army's Control of Thailand's Southern Railways. วารสาร มหาวิทยาลัย ศิลปากร, 2013. **30**(1): p. 117-137.
6. มงคล, การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครือข่ายถนนและทางรถไฟกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ของ 22 ประเทศ Analysis of relationship between road network, railways and economic growth of 22 countries panel data.
7. สุวรรณ, ระบบขนส่งทางรางเปลี่ยนประเทศไทยให้มีรายได้สูง เผยรัฐบาลหนุน "พิษณุโลก" เป็น ฮับ การคมนาคมขนส่ง. 2015.
8. สำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, แผนการพัฒนารถไฟระหว่างเมือง ปี 2558-2565. 2557.
9. Esveld, C., Modern railway track. 2001.
10. track maintenance cost and transit properties. 2008.
11. Daniels, L.E., Track maintenance costs on rail transit properties. 2008.
12. Indraratna, B., W. Salim, and C. Rujikiatkamjorn, Advanced rail geotechnology–ballasted track. 2011: CRC press.
13. Sato, Y., Japanese studies on deterioration of ballasted track. Vehicle system dynamics, 1995. **24**(sup1): p. 197-208.
14. Bastin, R. Development of German non-ballasted track forms. in Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport. 2006. Thomas Telford Ltd.

15. หน้าตัดทางขวางทางรถไฟ, โครงการจัดตั้งสถาบันพัฒนาระบบขนส่งทางราง www.thairailtech.or.th
16. Hay, W.W., Railroad engineering. Vol. 1. 1982: John Wiley & Sons.
17. ไพบูลย์, การศึกษารูปแบบโครงสร้างของชั้นรองรางรถไฟที่เหมาะสมในย่านสถานี. 2014.
18. Kancherla, A., Resilient modulus and permanent deformation testing of unbound granular materials. 2005, Texas A&M University.
19. รายงานผลการศึกษากรณีการรถไฟแห่งประเทศไทย ลงนามต่อสัญญาเช่าที่ดินบริเวณถนนพหลโยธิน กับบริษัทเซ็นทรัลอินเตอร์พัฒนาจำกัด.
20. Baumol, W.J. and D.F. Bradford, Optimal departures from marginal cost pricing. The American Economic Review, 1970. **60**(3): p. 265-283.
21. Farsi, M., M. Filippini, and W. Greene, Efficiency measurement in network industries: application to the Swiss railway companies. Journal of Regulatory Economics, 2005. **28**(1): p. 69-90.
22. Puetter, U., Europe's deliberative intergovernmentalism: the role of the Council and European Council in EU economic governance. Journal of European Public Policy, 2012. **19**(2): p. 161-178.
23. initial review of charging practices in Europe. 2012.
24. Morlok, E.K. and L.N. Spasovic. Redesigning rail-truck intermodal drayage operations for enhanced service and cost performance. in Journal of the Transportation Research Forum. 1994.
25. Liu, R.R. and I.M. Golovitcher, Energy-efficient operation of rail vehicles. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2003. **37**(10): p. 917-932.
26. Borts, G.H., The estimation of rail cost functions. Econometrica, Journal of the Econometric Society, 1960: p. 108-131.
27. Harris, R.G., Economies of traffic density in the rail freight industry. The Bell Journal of Economics, 1977: p. 556-564.
28. Prok, J.D., High Speed Rail: Planning and Financing the Next Fifty Years of American Mobility. Transp. LJ, 2009. **36**: p. 47.
29. rocky mountain rail high-speed rail feasibility study business plan.
30. Reddy, V., et al., Modelling and analysis of rail maintenance cost. International Journal of Production Economics, 2007. **105**(2): p. 475-482.

31. Dekker, R., Applications of maintenance optimization models: a review and analysis. Reliability Engineering & System Safety, 1996. **51**(3): p. 229-240.
32. Yue-xin, L. and Y.-d. HUANG, Remote Maintenance Technology for Battery System in Telecom Power Supply and Its Application [J]. Telecom Power Technology, 2009. **3**: p. 022.
33. Tingting, G. and S. Bin. A high-speed railway mobile communication system based on LTE. in Electronics and Information Engineering (ICEIE), 2010 International Conference On. 2010. IEEE.
34. Johansson, J., H. Hassel, and A. Cedergren, Vulnerability analysis of interdependent critical infrastructures: case study of the Swedish railway system. International journal of critical infrastructures, 2011. **7**(4): p. 289-316.
35. Xiao-hui, L., Design and implementation of disaster recovery system in HIS [J]. Information of Medical Equipment, 2007. **1**: p. 007.
36. Cope, G.H., British railway track: design, construction and maintenance. 1993: Permanent Way Institution Loughborough,, UK.
37. Bugarinovic, M. and B. Boskovic, A systems approach to access charges in unbundling railways. European Journal of Operational Research, 2015. **240**(3): p. 848-860.
38. Crozet, Y. and F. Chassagne, Rail access charges in France: Beyond the opposition between competition and financing. Research in Transportation Economics, 2013. **39**(1): p. 247-254.
39. แผนที่แสดงเส้นทางรถไฟ. การรถไฟแห่งประเทศไทย.
40. เอกสารประกอบการอบรม แนวทางบริหารงานบำรุงรักษาทางหลวง, กรมทางหลวง, กระทรวงคมนาคม. 2558.
41. การศึกษาความเหมาะสม สำรวจ และออกแบบรายละเอียด โครงการจัดตั้งด่านชั่งหนักถาวรบนทางหลวงทั่วประเทศ. กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม, 2542. p. 1-14.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายละเอียดแสดงงบประมาณ

บัญชี 201 ควบคุม (ศูนย์ทางถาวร ศูนย์สะพาน ศูนย์อาคารสถานที่ ศูนย์การผลิตและซ่อมบำรุง ศูนย์บำรุงทางภาค.กลาง/เหนือ/ออกเฉียงเหนือ/ใต้ ศูนย์โครงการพัฒนาและระบบข้อมูล)

ก. เงินเดือนและค่าจ้าง

1. เงินเดือนพนักงาน
2. ค่าทำงานวันหยุดและล่วงเวลาของพนักงาน
3. ค่าจ้างลูกจ้างเฉพาะงาน
4. ค่าทำงานวันหยุดและล่วงเวลาลูกจ้างเฉพาะงาน

ข. ค่า ทสค.

1. เงินเดือน ทสค.พนักงาน

ค. ค่าใช้สอยส่วนบุคคล

1. ค่า สคบ.พนักงาน
2. ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน
3. ค่าเบี้ยเลี้ยงลูกจ้างฯ
4. ค่าเล่าเรียนบุตรพนักงาน
5. ค่ารักษาพยาบาลพนักงาน
6. ค่ารักษาพยาบาลลูกจ้างเฉพาะงาน

ง. ค่าใช้สอยในที่ทำการ

1. ค่ากระแสไฟฟ้า
2. ค่าน้ำประปา
3. ค่าโทรศัพท์

จ. ค่าสิ่งของ

1. ค่าแบบพิมพ์เขียว
2. ค่าอุปกรณ์ไฟฟ้า
3. ค่าอุปกรณ์ทำความสะอาด ที่ทำการ
4. ค่าซ่อมรถยนต์

บัญชี 202 บำรุงพื้นทาง

ก. เงินเดือนและค่าจ้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. เงินเดือนพนักงานใหม่ (ช่างฝีมือ)
2. ค่าจ้างลูกจ้างเฉพาะงาน
3. ค่าทำงานวันหยุดและล่วงเวลาพนักงานใหม่

ข. ค่า ทสค. (ค่าใช้จ่ายที่คิดจากบุคคลภายนอก เช่น มีทางมาขอตัดผ่านทางรถไฟ)

1. ค่า ทสค.พนักงานใหม่

ค. เงินค่าใช้สอยส่วนบุคคล

1. เงิน สคบ.พนักงานใหม่
2. ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงานใหม่
3. ค่ารักษาพยาบาลพนักงานใหม่

ง. งานจ้างเหมา

1. งานตัดป่า
2. งานปราบวัชพืชด้วยน้ำยาเคมี
3. งานลอกร่องน้ำคอนกรีต

จ. ค่าของ

1. น้ำนาเคมี
2. แอสฟัล
3. แผ่นปูทางผ่าน

บัญชี 208 สะพานและช่องน้ำ

ก. เงินเดือนและค่าจ้าง

1. เงินเดือนพนักงานใหม่
2. ค่าจ้างลูกจ้างเฉพาะงาน

ข. ค่า ทสค.

1. ค่า ทสค.พนักงานใหม่

ค. ค่าจ้างเหมา

ง. ค่าใช้สอยที่ทำการ

จ. ค่าของ

บัญชี 212 หมอนรองราง (ใช้ในกรณีฉุกเฉิน เช่น รถตกราง)

ก. ค่าของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บัญชี 214 ราง

ก. ค่าของ (ราง)

บัญชี 216 เครื่องประกอบรางและเครื่องยึดเหนี่ยวราง

ก. ค่าสิ่งของ (ประแจ ชิ้นส่วนประแจ อุปกรณ์ประแจ เครื่องยึดเหนี่ยวราง เครื่องประกอบราง)

บัญชี 218 หินโรยทาง

ก. ค่าสิ่งของ

1. หินโรยทาง (หินแกรนิต)

บัญชี 220 วางรางลงหินยกราง

ก. เงินเดือนและค่าจ้าง

1. เงินเดือนพนักงานใหม่
2. ค่าทำงานวันหยุดและค่าล่วงเวลาพนักงานใหม่
3. เงินชดเชยพนักงานใหม่ออกจากงานฐานเกษียณอายุ
4. ค่าจ้างลูกจ้างลูกจ้างเฉพาะงาน
5. ค่าทำงานวันหยุดและล่วงเวลาลูกจ้างฯ
6. งพช. ลูกจ้างฯ

ข. ค่า ทสค.

1. ค่า ทสค.พนักงานใหม่

ค. ค่าใช้สอยส่วนบุคคล

1. ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงานใหม่
2. ค่าเบี้ยเลี้ยงลูกจ้างฯ
3. ค่า สคบ.พนักงานใหม่
4. ค่า สคบ.ลุกจ้างเฉพาะงาน
5. ค่าเล่าเรียนบุตรพนักงานใหม่
6. ค่าเล่าเรียนบุตรลูกจ้างเฉพาะงาน
7. ค่ารักษาพยาบาลพนักงานใหม่
8. ค่ารักษาพยาบาลลูกจ้างเฉพาะงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานดำเนินการเอง

1. อัดหินด้วยรถจักร
2. ซ่อมหนักประแจด้วยรถ
3. ลงและเกลี่ยหินโรยทางในทางโดย บทข.

งานจ้างเหมา

1. ซ่อมหนัก
2. ซ่อมเบา
3. ซ่อมทางผ่านคอนกรีต (กลางวัน)
4. ซ่อมทางผ่านคอนกรีต (กลางคืน)
5. อัดหินเฉพาะต่อ

บัญชี 221 รั้วและเครื่องหมาย

ก. เงินเดือนและค่าจ้าง

1. เงินเดือนพนักงานใหม่
2. ค่าจ้างลูกจ้างเฉพาะงาน

ข. ค่า ทสค.

1. ค่า ทสค.พนักงานใหม่

ค. ค่าสิ่งของ

1. สีน้ำมัน
2. แปรงทาสี
3. สีสะท้อนแสง

ง. งานจ้างเหมา

1. งานจ้างทำป้าย

บัญชี 227 สถานีและที่ทำการ

ก. เงินเดือนและค่าจ้าง

1. เงินเดือนพนักงานใหม่
2. ค่าจ้างลูกจ้างเฉพาะงาน
3. ค่าทำงานวันหยุดและล่วงเวลาพนักงานใหม่
4. เงินชดเชยพนกงานใหม่ออกจากงานฐานเกษียณอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ค่าทำงานวันหยุดและล่วงเวลาลูกจ้างเฉพาะงาน

6. งพช.ลูกจ้างฯ

ข. ค่า ทสค.

1. ค่า ทสค.พนักงานใหม่

ค. ค่าใช้สอยส่วนบุคลล

1. ค่า สคบ.พนักงานใหม่

2. ค่า สคบ.ลูกจ้างเฉพาะงาน

3. ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงานใหม่

4. ค่าเบี้ยเลี้ยงลูกจ้างเฉพาะงาน

5. ค่าเล่าเรียนบุตรพนักงานใหม่

6. ค่าเล่าเรียนบุตรลุกจ้างเฉพาะงาน

7. ค่ารักษาพยาบาลพนักงานใหม่

8. ค่ารักษาพยาบาลลุกจ้างเฉพาะงาน

ง. ค่าใช้สอยในที่ทำการ

1. ค่าสูบสิ่งปฏิกูล

2. ค่าธรรมเนียมการเก็บขยะ

จ. ค่าสิ่งของ (งานดำเนินการเอง)

1. ค่าธง และอุปกรณ์ไฟ ในวันสำคัญ

2. สำรองฉุกเฉิน

ฉ. งานจ้างเหมา

1. งานปรับปรุงพื้นอาคารและชานชาลา

2. งานปรับปรุงอาคารสถานี

3. งานปรับปรุงรันนิ่งรูม ฝ่ายการช่างกล

4. งานจ้างเหมารักษาความปลอดภัย

บัญชี 229 อาคารรายทาง

ก. เงินเดือนและค่าจ้าง

1. เงินเดือนพนักงานใหม่

2. ค่าจ้างลูกจ้างเฉพาะงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข. ค่า ทสค.

1. ค่า ทสค.พนักงานใหม่

ค. ค่าใช้สอยที่ทำการ

1. ค่ารักษามาตรวัดน้ำประปา

2. ค่ารักษามิเตอร์ไฟฟ้า

ง. ค่าของ

1. ค่าธง และค่าอปกรณ์ไฟวันสำคัญ

2. สำรองฉุกเฉิน

จ. งานจ้างเหมา

1. งานปรับปรุงบ้านพักพนักงาน

2. งานปรับปรุงบ้านพักพนักงานสื่อสาร

บัญชี 269 เครื่องจักรกลบำรุงทาง

ก. ค่าสิงของ

1. ค่าซ่อมสิ่งของรับเหมา

บัญชี 271 เครื่องมือปลีกย่อยและเครื่องใช้

ก. ค่าใช้สอยในที่ทำการ

1. ค่าน้ำมัน

2. ค่าน้ำมันเกียร์

3. ค่าจาระบี

4. ค่าแก๊ส LPG

ข. ค่าสิ่งของ

1. ค่าใบเลื่อย

2. ค่าชอร์ค

3. ค่าดอกสว่าน

4. ค่าธง

5. ค่าเทป

6. ค่าหินลับมีด

7. ค่ารองเท้านิรภัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8. ค่ากบไฟฟ้า
9. ค่าตลับเมตร
10. ค่าเครื่องเชื่อม
11. ค่าไขควง
12. ค่าเครื่องเลื่อย

บัญชี 277 รายจ่ายอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การบำรุงทางตามวาระ, ระบบการปฏิบัติงานบำรุงทาง

การบำรุงทางในระบบเดิม

งานบำรุงทางที่เคยปฏิบัติกันมา แบ่งงานตามระยะทางรับผิดชอบออกเป็นช่วงสั้นๆ ประมาณช่วงละ 6 กิโลเมตร ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของหมู่บำรุงทาง ซึ่งในการจัดตารางการซ่อมบำรุงแบบนี้ไม่เหมาะสมกับความเป็นจริง เนื่องจากปริมาณการเดินรถในแต่ละช่วงนั้นจะไม่เท่ากัน ซึ่งก็ทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นก็จะแตกต่างกัน ส่งผลให้ความต้องการซ่อมบำรุงทางก็จะแตกต่างกัน

ต่อมาได้ปรับปรุงวิธีการซ่อมบำรุงทางเป็น “บำรุงทางเป็นหน้า” คือเริ่มต้นทำงานบำรุงทางจากจุดหนึ่งเป็นระยะทางต่อเนื่องไปจนแล้วเสร็จ หลังจากนั้นก็จะทำงานย้อนกลับมาจุดเริ่มต้น ทั้งนี้ในการซ่อมบำรุงก็ต้องมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนวัสดุทางไปพร้อมกันด้วย เพราะลำพังงานซ่อมบำรุงทางเพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถทำให้ค่าพิกัดกลับมาอยู่ในค่าที่ควรจะเป็นหรือไม่

การบำรุงทางตามวาระ

การบำรุงทางตามระบบบำรุงทางตามวาระ คือ การบำรุงทางเป็นหน้าโดยมีกำหนดเวลาปฏิบัติงานที่แน่นอน กล่าวคือ จะต้องมีการวางแผนงานล่วงหน้า เป็นแผนงานประจำปี และแผนงานประจำเดือน โดยในงานต้องมีการเตรียมความพร้อมก่อนล่วงหน้า ทั้งวัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานซ่อมบำรุง เพื่อให้งานเสร็จสิ้นในครั้งเดียวกัน

ประเภทงานบำรุงรักษาทางในระบบบำรุงทางตามวาระ

ประเภทงานบำรุงรักษาทางในระบบบำรุงทางตามวาระจำแนกออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. ซ่อมหนัก (Heavy Repair หรือ A-Repair)
2. ซ่อมเบา (Light Repair หรือ B-Repair)
3. ซ่อมปานกลาง (Medium Repair หรือ C-Repair)
4. ซ่อมฉุกเฉิน (Emergency Repair)

การซ่อมหนัก (A-Repair) หรือ (heavy Repair)

ในการซ่อมหนักคืองานบำรุงทางที่ทำเกี่ยวกับการแก้ไขข้อบกพร่อง ทั้งมวลที่มีอยู่ในทาง ไม่ว่าจะเสียถึงพิกัดใช้งานหรือไม่ก็ตาม เพื่อรักษาสภาพทางให้ถูกต้องตามมาตรฐาน กล่าวคือ การ

ซ่อมบำรุงเพื่อป้องกันไม่ให้ทางเสียในภายหน้า (protection maintenance) การซ่อมหนักแบ่งออกตามลักษณะงานดังนี้

- การซ่อมหนักในลักษณะงานบำรุงทางที่ทำบนทาง คือ งานบำรุงรักษาทางโดยตรง เช่น การปรับปรุงขนาด แนวทาง
- การซ่อมหนักในลักษณะงานบำรุงทางทั่วไป คืองานที่ทำเป็นครั้งคราว ตามฤดูกาล หรือตามความจำเป็นในรอบปี เช่น งานลอกร่องระบายน้ำ งานเสริมดินบ่าถนน
- การซ่อมหนักในลักษณะงานทำเป็นครั้งคราว แต่ไม่ทำทุกปี เช่น การเปลี่ยนราง การทำความสะอาดหิน

การซ่อมเบา (B-Repair) หรือ Light Repair

การซ่อมเบา คืองานบำรุงทางที่ทำโดยการแก้ไขข้อบกพร่องของทางเฉพาะจุดที่เสียเกิดพิกัดใช้งานหรือเป็นงานบำรุงทางที่จะ กระทำการแก้ไขก็ต่อเมื่อทางเสียเท่านั้น (corrective maintenance) เพื่อรักษาสภาพทาง รอวาระการซ่อมหนักในปีต่อไป และไม่มีการเปลี่ยนวัสดุทาง ยกเว้นวัสดุทางเล็กๆ น้อยๆ เท่าที่จำเป็นจริงๆ

การซ่อมปานกลาง

คืองานบำรุงทางที่ทำเกี่ยวกับการแก้ไขสิ่งยกพร่อง ทั้งมวล ที่มีอยู่ในทางตลอดจนต้องเปลี่ยนแปลงหรือซ่อมวัสดุทางทุกประเภทที่ชำรุดหรือไม่ถูกต้องตามมาตรฐานเป็นหน้าไป เริ่มต้นจากจุดหนึ่งตามระยะทางและเวลาที่กำหนดให้

ข้อแตกต่างระหว่างการซ่อมหนักและการซ่อมปานกลางอยู่ที่ปริมาณการทำงาน คือ การซ่อมปานกลางมีปริมาณงานอยู่ระหว่างการซ่อมหนักและการซ่อมเบา ทั้งมีวิธีการอัดหินแตกต่างกันด้วย

การซ่อมฉุกเฉิน

การซ่อมฉุกเฉิน คือ การแก้ไขทางเสียเป็นกรณีพิเศษที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดคิด นอกเหนือจากการซ่อมหนัก หรือการซ่อมปานกลาง ซึ่งเป็นงานที่วางแผนไว้แล้ว และถ้าปล่อยทิ้งไว้อาจจะเป็นอันตรายต่อขบวนรถ หรือ เป็นการไม่ประหยัดจึงจำเป็นต้องรีบซ่อมโดยด่วน แบ่งเป็น งานซ่อมบำรุงฉุกเฉินที่ต้องทำทันที และ การซ่อมบำรุงฉุกเฉินที่รอการปฏิบัติได้ โดยการเห็นสมควรนี้จะอยู่ใน

ดุลพินิจของ สบท. ที่จะสั่งการ แต่เมื่อได้ทำการซ่อมฉุกเฉิน ณ ที่ใดแล้วจะต้องบันทึกผลงานในคำสั่งงานและผลงานประจำวันด้วย

รอบบำรุงทาง (maintenance cycle)

รอบบำรุงทาง คือ ระยะเวลาระหว่างการซ่อมหนัก (หรือซ่อมปานกลาง) ครั้งแรกจนถึงวาระการซ่อมหนัก (หรือซ่อมปานกลาง) ครั้งต่อไป ซึ่งโดยปกติแล้วจะกำหนดเป็น 1-4 ปี สุดแล้วแต่ความเหมาะสมเป็นแห่งๆไป

การซ่อมหนักหรือซ่อมปานกลางที่กล่าวนี้ หมายถึง งานซ่อมหนักหรือซ่อมปานกลาง ที่ปฏิบัติโดยหมู่ซ่อมทาง และในช่วงเวลาของปีที่ไม่มีการซ่อมหนัก หรือซ่อมปานกลาง ก็ให้มีการซ่อมเบาหรือซ่อมเป็นจุดปีละ 1 ครั้ง หรือมากกว่าตามความจำเป็น ทั้งนี้เพื่อรักษาสภาพทางให้ปลอดภัยจนถึงวาระซ่อมหนักหรือซ่อมปานกลางครั้งต่อไป

การกำหนดรอบบำรุงทางว่า ทางชั้นใดควรมีรอบบำรุงทางกี่ปีนั้นขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆ คือ

- จำนวนน้ำหนักผ่านทางต่อปี
- ความเร็วสูงสุดของขบวนรถ
- ความมั่นคงของโครงสร้างทาง
- สภาพพื้นทาง

โดยทั่วๆไปได้กำหนดรอบบำรุงทางไว้อยู่ระหว่าง 1-6 ปี แต่สำหรับเป้าหมายของฝ่ายการช่างโยธา ได้กำหนดรอบบำรุงทางของทางแต่ละชั้น

- ทางชั้น 1 ก. ซ่อมหนัก รอบบำรุงทาง 3 ปี
- ทางชั้น 1 ข. และ 2 ก. ซ่อมหนัก รอบบำรุงทาง 4 ปี
- ทางชั้น 2 ข. และ 3 ซ่อมปานกลาง รอบบำรุงทาง 2 ปี
- ทางชั้น 4 ไม่มีรอบบำรุงทาง แต่ให้ทำการซ่อมเป็นจุดเท่าที่จำเป็น

หมายเหตุ การแบ่งชั้นทาง แบ่งตามน้ำหนักผ่านทางต่อวัน สมมติที่คำนวนได้ UIC ได้แบ่งชั้นของทางอกเป็น 9 ประเภท สำหรับการรถไฟฯ สามารถกำหนดชั้นของทางประธานให้สอดคล้องกับมาตรฐาน UIC ดังนี้

- ทางชั้น 1 ก. เทียบกับมาตรฐาน UIC ชั้น 4 (นำหนักผ่านทาง 28001-50000 ตันต่อวัน)

- ทางชั้น 1 ข. เทียบกับมาตรฐาน UIC ชั้น 5 (น้ำหนักผ่านทาง 14001-28000 ตันต่อวัน)
- ทางชั้น 2 ก. เทียบกับมาตรฐาน UIC ชั้น 6 (น้ำหนักผ่านทาง 7001-14000 ตันต่อวัน)
- ทางชั้น 2 ข. เทียบกับมาตรฐาน UIC ชั้น 7 (น้ำหนักผ่านทาง 3501-7000 ตันต่อวัน)
- ทางชั้น 3 เทียบกับมาตรฐาน UIC ชั้น 8 (น้ำหนักผ่านทาง 1501-3500 ตันต่อวัน)
- ทางชั้น 4 เทียบกับมาตรฐาน UIC ชั้น 9 (น้ำหนักผ่านทางน้อยกว่า 1500 ตันต่อวัน)

สำหรับในระยะเริ่มแรกกำหนดให้ใช้วาระ 1 ปี ไปก่อนเพื่อปรับปรุงสภาพทางให้เข้าสู่ระดับมาตรฐาน เมื่อสภาพทางตอนใดอยู่ในระดับมาตรฐาน อย่างสมบูรณ์แล้ว ฝ่ายการช่างโยธาจึงจะอนุมัติให้ยืดวาระออกไปได้ โดยยึดถือความประหยัดเป็นสิ่งสำคัญ

การซ่อมเป็นจุด (D-Repair หรือ spot repair)

การซ่อมเป็นจุดให้ถือปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติของการซ่อมปานกลางโดยอนุโลม แต่ให้ซ่อมเฉพาะระยะทางส่วนที่ คคค. เสียเกินพิกัดใช้งาน (ค่า S.) เท่านั้นและควรทำงานเป็นหน้าไปถ้าหากทำได้

การซ่อมเป็นจุด ใช้สำหรับทางชั้น 2 ข. 3 4 และทางหลีกที่ไม่ใช่ ทางหลีกรถโดยสาร การซ่อมเป็นจุดไม่มีการวางแผนงานประจำปี แต่ต้องวางแผนงานประจำเดือน และมีคำสั่งงานประจำวัน กับให้รายงานผลเมื่อทำไปแล้วเช่นเดียวกับงานบำรุงทางอื่นๆ

แผนภูมิแสดงประเภทงานบำรุงรักษาทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเภทงานบำรุงรักษาในระบบบำรุงทางตามวาระและไม่มีวาระนั้นเพื่อความเข้าใจง่ายขึ้น อาจเขียนเป็นแผนภูมิได้ ดังนี้

Chulalongkorn University

สำหรับผู้ให้บริการ

Component cost railway (infrastructure)

ค่าก่อสร้าง (construction)

ทางรถไฟ	ระยะทาง (km)
	ทางแบบใช้หินโรยทาง/ไม่ใช้หินโรยทาง
	ทางสะพาน
	ทางอุโมงค์
	ทางยกระดับ
	ทางตัดกับถนน
สถานี	สถานีทั่วไป
	สถานีชุมทาง
อาณัติสัญญาณ	

ค่าบำรุงรักษา (maintenance cost)

ค่าบำรุงรักษา	subgrade
	หินโรยทาง
	หมอนรองราง
	ราง

ค่าบริการ (operation cost)

ระบบควบคุมอาณัติสัญญาณ

ระบบไฟฟ้าบนทาง (electric traction installation)

แสงสว่าง (lighting)

เจ้าหน้าที่ดูแลความปลอดภัย (police inspection)

เจ้าหน้าที่ที่ให้บริการสำหรับงานโครสร้างพื้นฐาน (staff needed to operation the infrastructure)

สำหรับผู้ใช้บริการ

ขบวนรถ	จำนวนเที่ยว (ต่อวัน/สัปดาห์)
	ความเร็วของขบวนรถ (km/h)
	น้ำหนักของกระบวนรถ (ton)
	รถขนส่งผู้โดยสาร/รถขนส่งสินค้า/รถแบบผสม

Life cycle cost of railway

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการรถไฟ ได้แก่ ความยาวของระยะทาง จำนวนทางของรถไฟ จำนวนความหนาแน่นของประแจ ขนาดความโค้งและจำนวนโค้งในเส้นทาง ความยาวสะพานหรือความยาวอุโมงค์ น้ำหนักบรรทุกของรถไฟ จำนวนรถไฟ เป็นต้น ซึ่งจะมีอิทธิพลต่ออายุการใช้งานของทางรถไฟอละอุปกรณ์นั้นๆด้วย

ตัวอย่างเส้นทางรถไฟที่ศึกษา (ในยุโรป 12 เส้นทาง เอเชียตะวันออก 4 เส้นทาง และอเมริกาเหนือ 5 เส้นทาง) ซึ่งมีสัดส่วนของเส้นทางเดี่ยว 40 % และความหนาแน่นประแจอยู่ที่ 0.4-1.2 ประแจต่อความยาว 1 กม.

	ค่าเฉลี่ย LCC ยูโร/เมตร	ค่าซ่อมบำรุงรักษา ยูโร/เมตร	ค่าซ่อมครั้งใหญ่ (renewal) ยูโร/เมตร
เส้นทางในยุโรป	57 (33-76)	33	24
เส้นทางในเอเชีย	163	78	85
เส้นทางในอเมริกาเหนือ	19.9	7.9	12

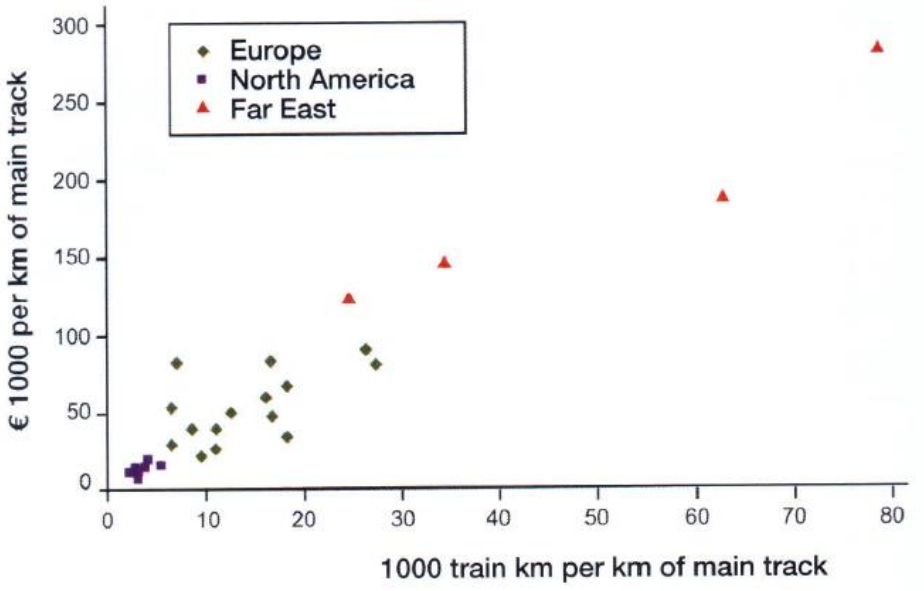


Figure 405: Annual LCC costs per train kilometre/main track kilometre

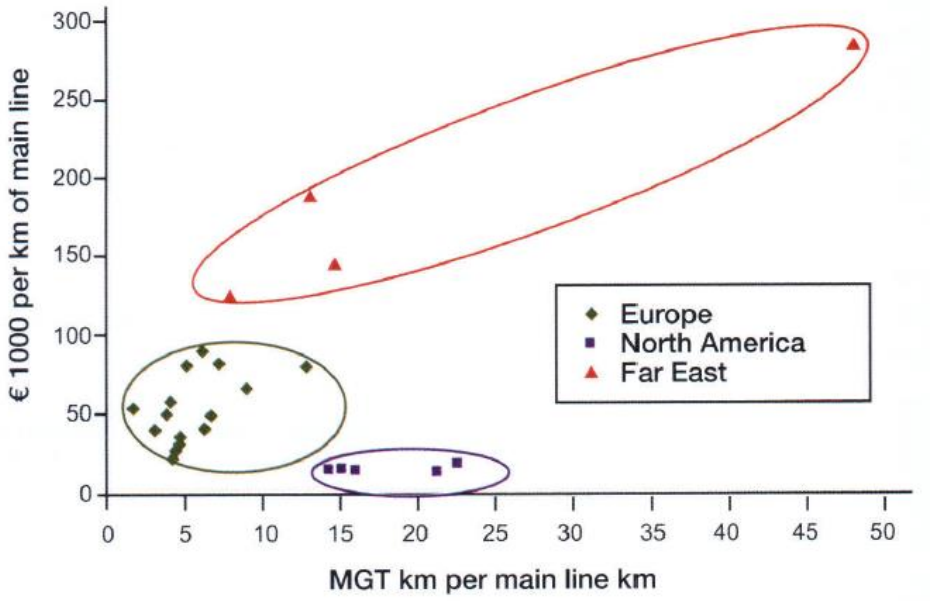


Figure 406: Annual LCC costs per million gross tons per main track kilometre

จากตารางจะเห็นด่าเมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายต่อหน่วยน้ำหนัก เส้นทางในอเมริกาเหนือจะมีค่าใช้จ่ายน่อยที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นของขบวนรถต่ำ แต่ในทางกลับกันรถแต่ละขบวนบรรทุกน้ำหนักที่สูงถึง 7000 ตัน ในขณะที่ฝั่งเอเชียตะวันออกและยุโรปจะบรรทุกน้ำหนักประมาณ 700 ตัน

องค์ประกอบของต้นทุน

Designation	Cost proportion in the annual maintenance costs [%]	Cost proportion in the annual renewal costs [%]
Overheads	15	15
Personnel	46	12
Subcontractors	25	46
Material	7	22
Machinery	4	3
Other	3	2

Table 120: Factors forcing up maintenance and renewal costs

สำหรับค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของทางรถไฟที่ใช้หินโรยทาง ต่อ 1 เมตร มีค่า 400 ยูโร ในขณะเดียวกันค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของทางรถไฟแบบทางที่ไม่ใช้หินโรยทาง (Slab track) มีค่า 1900 ยูโร ต่อ 1 เมตร

โดยจากการศึกษาพบว่าจำนวนปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทาง คือ ความหนาแน่นของประแจ

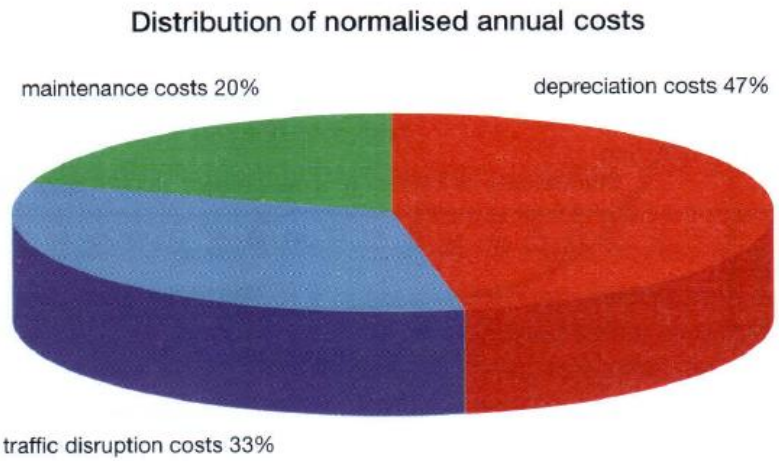


Figure 408: Analysis of normalised annual costs (high-density main line with more than 150 trains/day)

สัดส่วนค่าใช้จ่ายประจำปี

ค่าบำรุงรักษา คิดเป็น 20 %

ค่าเสื่อมราคา คิดเป็น 47 %

Traffic disruption cost 33 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชนิดเครื่องกั้น

ก. เครื่องกั้นถนนคานทำงานด้วยไฟฟ้า มีพนักงานควบคุม

ข. เครื่องกั้นถนนคานอัตโนมัต พร้อมสัญญาณผ่านถถเสมอระดับทาง ไม่มีพนักงานควบคุม (ไฟวาบ)

งานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

งานบำรุงรักษา

ภายในหอสัญญาณ

1. แบตเตอรี่
    a. ครวจวัดความถ่วงจำเพาะ
    b. ตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่ต่างๆ
    c. ทำความสะอาดแบตเตอรี่
2. ห้องรีเลย์และห้องจ่ายกระแสไฟฟ้า
    a. ตรวจการทำงานของรีเลย์ไฟตอนต่างๆ
    b. ตรวจหลอดจำลองการทำงานของรีเลย์และระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า
    c. ตรวจทำความสะอาดบริเวณรีเลย์และฝาครอบรีเลย์ทุกจุด
3. โต๊ะควบคุมการเดินรถ
    a. ตรวจหลอดจำลองบนโต๊ะควบคุมการเดินรถ
    b. ตรวจตราตะกั่วสวิทย์ฉุกเฉินต่างๆ บนโต๊ะควบคุมการเดินรถ
    c. ตรวจจดบันทึกหมายเลขสวิทย์ฉุกเฉินตามช่องแสดงหมายเลขต่างๆบนโต๊ะควบคุมการเดินรถ (โดยมีเจ้าหน้าที่ฝ่ายการเดินรถลงนามรับรอง)
4. เครื่องทางสะดวก
    a. ตรวจการทำงานของเครื่องทางสะดวก
    b. ตรวจหมายเลขสวิทย์ฉุกเฉินเครื่องทางสะดวก
    c. ตรวจสวิทย์ฉุกเฉินเครื่องทางสะดวก (โดยมีเจ้าหน้าที่ฝ่ายการเดินรถร่วมลงนามรับรอง)

ภายในย่านสถานี

1. ไฟตอนต่างๆ
    a. ตรวจฉนวนกั้นหัวต่อรางให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีตลอดเวลา

b. ตรวจขันสกรู – น๊อตประกับรางของไฟตอนให้แน่นทุกจุด
c. ตรวจสายลวดเชื่อมรางให้อยู่ในสภาพที่ดี
d. ตรวจขันสกรู – น๊อตหัวสายของ FT,RT ให้แน่นทุกจุด

2. ประแจกลไฟฟ้า
    a. ตรวจทดลองดูการทำงานของประแจกลไฟฟ้าพร้อมทดลองปลายลิ้นประแจ
    b. ตรวจหยอดน้ำมันสลักคันชักประแจทุกตัว
    c. ตรวจหมอนรองเหล็กรองลิ้นประแจหากไม่มีน้ำมันหล่อลื่นให้แจ้ง นสน.ทราบเพื่อจัดคนไปทำความสะอาดและหยอดน้ำมันหล่อลื่นทันที
3. เสาสัญญาณไฟสี
    a. ตรวจทดลองการทำงานของเสารสัญญาณทุกจุด เช่น
        i. สัญญาณ อนุญาติ (เขียว)
        ii. สัญญาณ เรียกเข้า (ขาว 3 ดวง)
        iii. สัญญาณ ห้าม (แดง)
        iv. ไฟบอกทางรถเข้า (เป็นตัวเลขย่าน กท.) ต้องใช้งานได้ดีตลอดเวลา

อัตราการทำงานในรอบสัปดาห์

1. นายตรวจสายตรี 1 คน
2. นายตรวจสายจัตวา 1 คน
3. ช่างเทคนิค 1 คน

งานวาระบำรุงทางในรอบ 6 เดือน

1. ประแจกลไฟฟ้า
2. เครื่องตกราง
3. ระบบสัญญาณและแผงควบคุม
4. วงจรไฟตอน
5. เสาสัญญาณ
6. ตู้อุกรณ์ข้างทาง
7. ห้องรีเลย์
8. เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรอง
9. แบตเตอรี่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. เครื่องกั้นถนนฯ
11. ระบบโทรศัพท์
12. ไฟฟ้าแสงสว่าง

อัตราการทำงานในรอบ 6 เดือน

1. นายตรวจสายตรี 2 นาย
2. นายตรวจสายจัตวา 2 นาย
3. พนักงานเทคนิค 5 2 นาย
4. ช่างฝีมือ 8 นาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย กีรติ เครือจันทร์ เกิดเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ.2534 บ้านเลขที่ 90/2 หมู่ 5 ตำบล ลำทับ อำเภอ ลำทับ จังหวัด กระบี่

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปลายจาก โรงเรียนอำมาตย์พานิชนุกูล จังหวัดกระบี่ เมื่อปี พ.ศ.2553 และเข้าศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บันฑิต และสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ.2557 หลังจากนั้นได้ทุนเรียนต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมโยธา) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2557

ในระหว่างการศึกษาได้มีผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตอบรับเข้าร่วมในการประชุมวิชาทางวิชาการในประเทศ ได้แก่

กีรติ เครือจันทร์, บุญชัย แสงเพชรงาม และ อรรถพล เก่าประเสริฐ, 2559. โครงสร้างต้นทุนของการใช้ทางรถไฟระหว่างเมืองของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University