

## การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ M-Flow บนทางพิเศษฉลองรัช

### Analysis of the economic value generated by the implementation of the M-Flow project on the Chalong Rat expressway

ทักษิณา กรไกร<sup>1\*</sup> ศิวัช ปัญญาชัยวัฒนากุล<sup>2</sup> และ เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

\*Corresponding author; E-mail address: thaksina.amp@gmail.com

#### บทคัดย่อ

ระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติแบบไม่มีไม้กั้น Multi-Lane Free Flow (M-Flow) เป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษรูปแบบใหม่ ซึ่งช่วยลดปัญหาการติดขัดบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ลดการปล่อยมลภาวะในอากาศ และเพิ่มความสะดวกให้ผู้ใช้งานสามารถชำระเงินในภายหลังได้ (Post-paid) บทความนี้นำเสนอการประเมินต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ M-Flow บนทางพิเศษฉลองรัชเพื่อใช้วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ต้นทุนในโครงการนั้น ได้แบ่งการวิเคราะห์ต้นทุนออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีไม่มีการดำเนินการระบบ M-Flow (Without M-Flow) และกรณีมีการดำเนินการระบบ M-Flow (With M-Flow) เพื่อใช้เปรียบเทียบความคุ้มค่าและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการดำเนินงานระบบ M-Flow จากตัวชี้วัด เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Economic Internal Rate of Return: EIRR) และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio) พบว่า ณ อัตราดอกเบี้ยคิดลดทางสังคมร้อยละ 12 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV : NPV) มีค่าเป็นบวก อัตราผลประโยชน์ส่วนต้นทุน (Benefit-Cost Ratio) อยู่ที่ 11.28 เท่า และอัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (EIRR) มากกว่าอัตราดอกเบี้ยคิดลดเท่ากับร้อยละ 120 ซึ่งหมายถึงหากดำเนินการจัดเก็บค่าธรรมเนียมผ่านทางด้วยระบบ M-Flow บนทางพิเศษฉลองรัชโครงการฯ จะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าที่จะลงทุน

คำสำคัญ: ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์, การทางพิเศษ, ทางพิเศษ, ระบบ M-Flow

#### Abstract

The automatic toll collection system without barriers, Multi-Lane Free Flow (M-Flow), is a new type of expressway toll collection system which reduces the problem of jamming in front of the expressway toll gate, reduces air pollution emission and increases convenience for motorists to pay later (Post-paid). This paper presents the cost assessment or expenses incurred by implementing the M-Flow project on the Chalong Rat expressway for economic cost-effectiveness analysis, whereby the cost analysis of the project is divided into two cases: the absence of the M-Flow system and the case of the implementation of the M-Flow system (With M-Flow) to compare the cost-effectiveness

and economic returns generated when the M-Flow system is operated from indicators such as net present value (NPV), economic internal rate of return (EIRR) and benefit-cost ratio. It was found that at a social discount rate of 12%, the net present value of the project (NPV: NPV) was positive. The benefit-cost ratio is 11.28 times greater and the economic internal rate of return on investment (EIRR) is 120% greater than the discounted interest rate which means that if the toll fee is collected with the M-Flow system on the Chalong Rat expressway. The project will provide a return on investment.

Keywords: Economic value, Expressway, M-Flow, Expressway Authority of Thailand

#### 1. บทนำ

##### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้พัฒนาระบบจัดเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติแบบไม่มีไม้กั้น Multi-Lane Free Flow หรือที่เรียกว่า M-Flow เพื่อแก้ปัญหาความล่าช้า การติดขัด และเกิดแถวคอกของยานพาหนะบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ และเพิ่มความสะดวกให้ผู้ใช้งานสามารถชำระเงินในภายหลังได้ (Postpaid) รวมถึงมีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย ซึ่งระบบ M-Flow ของ กทพ. ระยะที่ 1 จะเปิดให้บริการ 3 ด่านฯ นำร่อง ได้แก่ ด่านฯ จตุโชติ ด่านฯ สุขุมวิท 5-1 และด่านฯ สุขุมวิท 5-2 และพัฒนาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมทุกสายทาง จึงจำเป็นต้องมีการศึกษา ประเมินความคุ้มค่าและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการดำเนินงานระบบ M-Flow บนสายทางพิเศษของ กทพ.

##### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อมีการดำเนินการระบบ M-Flow ทั้งส่วนการศึกษาและวิเคราะห์ต้นทุน การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ และการวิเคราะห์ความเสี่ยงและผลกระทบของโครงการบนทางพิเศษฉลองรัช

##### 1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อมีการดำเนินการระบบ M-Flow โดยมีขอบเขตการศึกษานบนทางพิเศษฉลองรัช

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

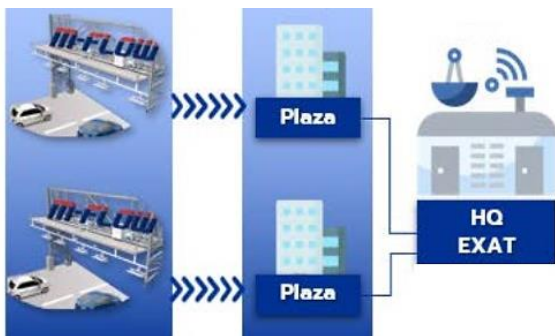
ปัจจุบันทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทยได้มีระบบการเก็บค่าผ่านทางพิเศษ 2 ระบบ [1] ได้แก่

2.1.1 ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (Manual Toll Collection; MTC) เป็นระบบที่ใช้ทางชำระเงินสดให้กับพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษซึ่งอยู่ในตู้เก็บค่าผ่านทางที่ช่องทาง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องจอดยานพาหนะให้หยุดนิ่ง

2.1.2 ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (Electronic Toll Collection; ETC) เป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ใช้ทางชำระเงินผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Easy Pass) เพื่อให้ไม่มีกั้นเปิดหรือผ่านช่องทางที่ยกไม่กั้น จึงมีความจำเป็นจะต้องชะลอความเร็วของยานพาหนะจนเกือบหยุดนิ่งเพื่อให้เครื่องอ่านค่าได้ทัน

### 2.2 ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติแบบไม่มีไม้กั้น Multi-Lane Free Flow (M-Flow)

ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติแบบไม่มีไม้กั้น Multi-Lane Free Flow หรือที่เรียกว่า M-Flow [2-3] เป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติรูปแบบใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีระบบปัญญาประดิษฐ์ในรูปแบบการอ่านป้ายทะเบียนรถอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition; ALPR) ร่วมกับระบบตรวจจับยานพาหนะอัตโนมัติ (Automatic Vehicle Identification; AVI) เพื่อใช้ตรวจสอบยานพาหนะและระบุตัวตน ดังแสดงในรูปที่ 1 ทำให้ผู้ใช้ทางสามารถชำระเงินหลังจากการใช้งานได้ รองรับอัตราการใช้บริการมากถึง 2,000 คันต่อชั่วโมง และสามารถรองรับความเร็วยานพาหนะได้สูงสุดถึง 160 กม./ชม. ทำให้รถสามารถวิ่งผ่านด่านฯ ได้อย่างสะดวก คล่องตัว ไม่ต้องหยุดหรือชะลอรถ



รูปที่ 1 การทำงานของระบบ M-Flow

### 2.3 อัตราการใช้บริการระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแต่ละรูปแบบ

ระบบเก็บค่าผ่านทางแต่ละรูปแบบมีอัตราการใช้บริการระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษ [4] ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งระบบ M-Flow สามารถระบายรถเร็วขึ้น 5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเงินสด (MTC) และเร็วขึ้น 2.5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับระบบอัตโนมัติที่มีไม้กั้น (ETC)

### ตารางที่ 1 อัตราการใช้บริการระบบเก็บค่าผ่านทางรูปแบบต่าง ๆ

ระบบการเก็บค่าผ่านทาง	อัตราการใช้บริการสูงสุด (คันต่อชั่วโมง)
ระบบเงินสด (MTC)	400
ระบบ ETC (แบบมีไม้กั้น)	800
Single Lane Free Flow (SLFF)	1,200
Multi-Lane Free Flow (MLFF)	2,000

### 2.4 การวิเคราะห์ต้นทุน

#### 2.4.1 ต้นทุนของผู้ให้บริการ

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของผู้ให้บริการขนส่ง ซึ่งมักจะเกิดขึ้นตลอดชั่วอายุ (Life Cycle) ของระบบขนส่งนั้น ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก [5] ได้แก่

1) ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Capital Expenditure: CAPEX) ได้แก่

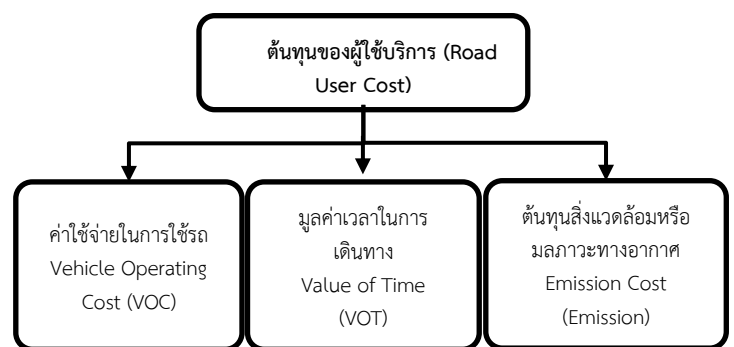
- ต้นทุนการวางแผน ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการการศึกษาและสำรวจข้อมูล รวมถึงการประเมินผลกระทบ
- ต้นทุนการออกแบบ ประกอบด้วยต้นทุนการออกแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้นและต้นทุนการออกแบบขั้นสุดท้าย
- ต้นทุนการเวนคืนที่ดิน ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการเจรจาต่อรองและค่าใช้จ่ายด้านกฎหมาย รวมถึงค่าใช้จ่ายในการเตรียมเขตทางและการย้ายสาธารณูปโภค
- ต้นทุนการก่อสร้าง ค่าธรรมเนียมโดยอาศัยข้อมูลในอดีตจากโครงการที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน อาจพิจารณาจากต้นทุนต่อหน่วย (Unit Cost) ของแต่ละองค์ประกอบ

2) ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Expenditure: OPEX) ได้แก่

- ต้นทุนการปฏิบัติการ ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายสำหรับระบบสาธารณูปโภค รวมถึงค่าแรงของบุคลากร
- ต้นทุนการบำรุงรักษา ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายที่ใช้เพื่อรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

#### 2.4.2 ต้นทุนของผู้ใช้บริการ

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนหลัก 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 องค์ประกอบของต้นทุนของผู้ใช้บริการ

ผลกระทบต่อผู้ใช้บริการที่สามารถตีมูลค่าเป็นตัวเงินได้ รวมทั้งผลกระทบต่อผู้ที่ไม่ได้ใช้บริการ ประกอบด้วย

- 1) ค่าของการใช้ยานพาหนะ (Vehicle Operating Cost: VOC) ซึ่งเป็นค่าที่เกิดขึ้นโดยตรงกับผู้ใช้ทาง เช่น ค่ายานพาหนะ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมบำรุง รวมถึงค่าเสื่อม ซึ่งมูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายของการใช้ยานพาหนะ [6] สามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$VOC_{\text{ที่ประหยัดได้}} = VOC \times (VKT_{\text{ไม่มีโครงการ}} - VKT_{\text{มีโครงการ}}) \quad (1)$$

เมื่อ  $VOC_{\text{ที่ประหยัดได้}}$  = มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ (บาท)

$VOC$  = ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะตัวแทน (บาท/PCU/กิโลเมตร)

$VKT$  = ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ถนน (PCU/กิโลเมตร)

$PCU$  = หน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล

- 2) ค่าของเวลาในการเดินทาง (Value of time: VOT) เป็นองค์ประกอบสำคัญในการพิจารณาและประเมินระบบ โดยค่าของเวลาจะขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น วัตถุประสงค์ของการเดินทาง รูปแบบการเดินทาง เป็นต้น [7] ซึ่งมูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง [6] สามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$VOT_{\text{ที่ประหยัดได้}} = VOT \times (VHT_{\text{ไม่มีโครงการ}} - VHT_{\text{มีโครงการ}}) \quad (2)$$

เมื่อ  $VOT_{\text{ที่ประหยัดได้}}$  = มูลค่าของการประหยัดประหยัดเวลาในการเดินทาง (บาท)

$VOT$  = มูลค่าของเวลาในการเดินทางของยานพาหนะตัวแทน (บาท/PCU/ชั่วโมง)

$VHT$  = ระยะเวลารวมของระบบที่ผู้ใช้ถนน (PCU/ชั่วโมง)

$PCU$  = หน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล

โดยประมาณการ VOT factor เพื่อประเมินมูลค่าเวลาในการเดินทางสามารถจำแนกตามประเภทยานพาหนะ [8] ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มูลค่าเวลาในการเดินทางของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ

ประเภทยานพาหนะ	มูลค่าเวลา (บาท/ชั่วโมง-คัน)
รถจักรยานยนต์	81.60
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	146.88
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล เกิน 7 คน	294.50
รถโดยสารขนาดเล็ก	438.50
รถโดยสารขนาดกลาง	828.00
รถโดยสารขนาดใหญ่ หรือ รถบรรทุก	1,443.27

หมายเหตุ : มูลค่าเวลาในการเดินทางปรับตามอัตราเงินเฟ้อ

- 3) ค่าของมลภาวะ (Emission Cost) [9] เป็นต้นทุนที่เกิดจากการปลดปล่อยสารมลพิษจากรถยนต์จากแต่ละเชื้อเพลิงและประเภทรถยนต์ สามารถคำนวณได้จากสมการ (3)

$$Emission = Emission\ Factor \times Activity\ Data \quad (3)$$

เมื่อ  $Emission\ Factor$  = ตัวคูณมลพิษของสารมลพิษแต่ละชนิดที่ปล่อยออกมาที่ไอเสียรถยนต์ ตามประเภทของรถยนต์และชนิดของเชื้อเพลิง

$Activity\ Data$  = ข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้รถยนต์

## 2.5 การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในโครงการวิศวกรรมขนส่งนิยมใช้วิธีดังต่อไปนี้ [10-11]

### 2.5.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)

เป็นวิธีการหาผลต่างระหว่างกำไรและต้นทุนของโครงการ โดยโครงการที่มีค่า NPV มากกว่า 0 มีความเหมาะสมที่จะลงทุน เนื่องจากมีมูลค่ากำไรปัจจุบันมากกว่ามูลค่าต้นทุนในปัจจุบัน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ [12] (3)

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} \quad (3)$$

เมื่อ NPV = ผลต่างปัจจุบันสุทธิ

$n$  = จำนวนปีที่ใช้ประเมินโครงการ

$B_t$  = ผลประโยชน์ในปีที่  $t$

$C_t$  = ต้นทุนในปีที่  $t$

$r$  = อัตราส่วนลด

### 2.5.2 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio, BCR)

เป็นวิธีการหาอัตราส่วนระหว่างกำไรต่อเงินลงทุน โดยโครงการที่มีค่า BCR มากกว่า 1 มีความเหมาะสมที่จะลงทุน โดยสามารถคำนวณคิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน อนาคต หรือค่าเงินรายปี ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (4)

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (4)$$

เมื่อ NPV = ผลต่างปัจจุบันสุทธิ

$n$  = จำนวนปีที่ใช้ประเมินโครงการ

$B_t$  = ผลประโยชน์ในปีที่  $t$

$r$  = อัตราส่วนลด

### 2.5.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Economic Internal Rate of Return, EIRR)

เป็นการหาอัตราดอกเบี้ยจากอัตราส่วนผลตอบแทนภายในที่ทำให้มูลค่าของผลประโยชน์มีค่าเท่ากับมูลค่าต้นทุนในปัจจุบัน (NPV = 0) โดยโครงการที่มีอัตราผลตอบแทนภายในมากกว่าอัตราดอกเบี้ยลงทุน ถือว่ามีความเหมาะสมที่จะลงทุน

## 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

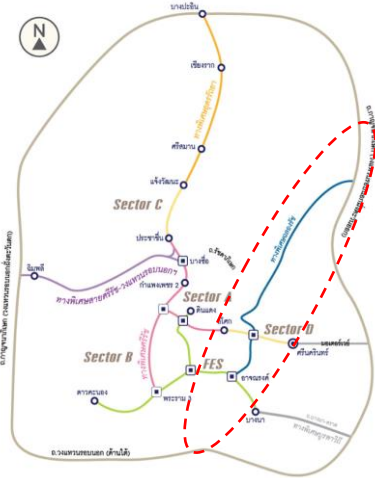
### 3.1 พื้นที่ศึกษา

ทางพิเศษฉลองรัช เป็นทางพิเศษยกระดับที่มีความยาวทั้งสิ้น 28.2 กิโลเมตร มีด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษทั้งหมด 14 ด่านฯ ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งการพัฒนาระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบ M-Flow บนทางพิเศษดังกล่าว จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

- ระยะที่ 1 ได้แก่ ด่านฯ จุดซิติ ด่านฯ สุขาภิบาล 5-1 และด่านฯ สุขาภิบาล 5-2

- ระยะที่ 2 ได้แก่ ด้านฯ อัจฉรงค์ 2 ด้านฯ พระโขนง ด้านฯ พัฒนาการ 1 ด้านฯ พัฒนาการ 2 ด้านฯ พระราม 9-1 ด้านฯ พระราม 9-2 ด้านฯ ประชาอุทิศ ด้านฯ ลาดพร้าว ด้านฯ โยธินพัฒนา ด้านฯ รามอินทรา และด้านฯ รามอินทรา 1

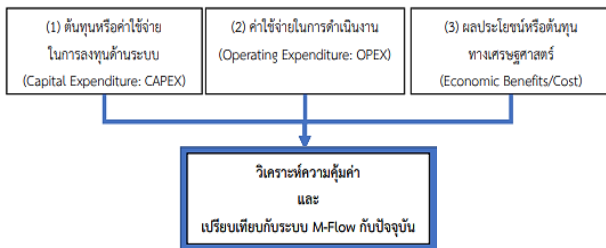
ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกพื้นที่ศึกษาเป็นทางพิเศษคลองรัช โดยเฉพาะศึกษาตลอดทั้งเส้นทาง ครอบคลุมทั้ง 2 ระยะ



รูปที่ 3 แผนที่โครงข่ายทางพิเศษคลองรัช

### 3.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการดำเนินการพัฒนาระบบจัดเก็บค่าผ่านทางพิเศษด้วยระบบ M-Flow เปรียบเทียบกับกรณีระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) และระบบอัตโนมัติ (ETC) จะใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 กรอบการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

### 3.3 การประมาณต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุนและการดำเนินงาน

#### 3.3.1 กรณีไม่มีการพัฒนาระบบ M-Flow บนทางพิเศษคลองรัช

ในปัจจุบันการเก็บค่าผ่านทางบนทางพิเศษภายใต้ความดูแลของ กทพ. นั้น ได้มีการใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษใน 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบเงินสด (MTC) และแบบอัตโนมัติ (ETC) หรือระบบ Easy Pass มาเป็นเวลานาน ในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่นำต้นทุนในการลงทุน (CAPEX) ของระบบ MTC และระบบ Easy Pass มาใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องจากเมื่อระยะเวลาผ่านไป ต้นทุนส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในระบบเป็นต้นทุนในการดำเนินงาน (OPEX) เช่น การบำรุงรักษาระบบ การบริหารจัดการระบบ ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร เป็นต้น ทำให้การประมาณราคาต้นทุนของการเก็บค่าผ่านทางพิเศษ เป็นการนำต้นทุนการดำเนินงาน (OPEX) ในแต่ละปีของระบบดังกล่าวมาเพื่อใช้ประกอบการประมาณราคา โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การประมาณต้นทุนและค่าใช้จ่ายกรณีไม่มีโครงการ M-Flow บนทางพิเศษคลองรัช

ลำดับ	รายการ	หน่วย	OPEX
1	ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC)		
1.1	ต้นทุนการดำเนินการ	บาท/ปี	250,800,000
1.2	ต้นทุนการบำรุงรักษา	บาท/ปี	39,600,000
2	ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (Easy Pass)		
2.1	ต้นทุนการดำเนินการ	บาท/ปี	19,800,000
2.2	ต้นทุนการบำรุงรักษา	บาท/ปี	29,700,000
	รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) ของระบบ MTC	บาท/ปี	290,400,000
	รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) ของระบบ Easy Pass	บาท/ปี	49,500,000

#### 3.3.2 กรณีมีการพัฒนาระบบ M-Flow บนทางพิเศษคลองรัช

ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านระบบ (CAPEX) เป็นค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกและการพัฒนาระบบ ตลอดจนการได้มาซึ่งสินทรัพย์ระยะยาว เพื่อให้ระบบ M-Flow สามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมทุกช่องจราจรตลอดช่วงระยะเวลาดำเนินการ โดยต้นทุนที่เกี่ยวข้อง เช่น การลงทุนเพื่อพัฒนาและติดตั้งระบบ ต้นทุนอุปกรณ์ และต้นทุนอื่น ๆ ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการให้บริการในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ เช่น ค่าบริหารจัดการ ค่าบำรุงรักษา ค่าพนักงานดูแลระบบ ค่าสาธารณูปโภค รวมถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องในการดำเนินงาน ในงานวิจัยนี้คิดอายุโครงการอยู่ที่ 15 ปี โดยมีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การประมาณต้นทุนและค่าใช้จ่ายกรณีมีโครงการ M-Flow บนทางพิเศษคลองรัช

ลำดับ	รายการ	หน่วย	CAPEX	OPEX
1	งานติดตั้งอุปกรณ์ และพัฒนาซอฟต์แวร์	บาท	258,171,160	
2	งานบริการดูแลและบำรุงรักษาระบบ M-Flow (MA)	บาท/ปี		38,725,674
3	งานจ้างบริหารจัดการระบบ M-Flow	บาท/ปี		108,300,096
4	งานพัฒนาระบบ M-Flow Gateway	บาท	22,000,000	
5	งานบริการดูแลและบำรุงรักษาระบบ M-Flow Gateway	บาท/ปี		3,300,000
6	งานปรับปรุงกายภาพหน้าด่าน	บาท	34,000,000	
	รวมค่าลงทุน (CAPEX)	บาท	314,171,160	
	ค่าดำเนินการรายปี (OPEX)	บาท/ปี		150,325,770

### 3.4 สมมติฐานในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และความคุ้มค่าของโครงการนำระบบ M-Flow มาใช้ จำเป็นต้องอาศัยสมมติฐานบางประการประกอบการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและเหมาะสม ข้อสมมติหลักที่สำคัญ สรุปได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมมติฐานประกอบการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ข้อสมมติ	รายละเอียด
อายุโครงการ	15 ปี
สัดส่วนของผู้ใช้งานระบบ M-Flow	100%
ค่าสัมประสิทธิ์ปรับมูลค่าทางบัญชีเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	0.84 สำหรับค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านระบบ (CAPEX) 0.92 สำหรับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) [13]
มูลค่าต้นทุนหรือผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นแต่ละปี - ค่าใช้จ่ายในการใช้รถหรือต้นทุนด้านค่าเชื้อเพลิง - ต้นทุนด้านเวลา และต้นทุนสิ่งแวดล้อมหรือมลภาวะ ทางอากาศ	เพิ่มขึ้นตามค่าเฉลี่ยร้อยละการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาเชื้อเพลิงในช่วงเวลา 4 ปีย้อนหลัง (2560-2563) เพิ่มขึ้นตามค่าเฉลี่ยร้อยละการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป (Headline Consumer Price Index) ในช่วงเวลา 3 ปีย้อนหลัง (2560-2563)
อัตราคิดลดทางสังคม (Social Discount Rate) หรืออัตราต้นทุนของเงินลงทุนเฉลี่ยของโครงการ	ร้อยละ 12
ปริมาณจราจรในอนาคต	อ้างอิงจากผลแบบจำลองปริมาณจราจรในงานศึกษานี้
มูลค่าค่าใช้จ่ายในการใช้รถหรือต้นทุนด้านค่าเชื้อเพลิง และต้นทุนด้านเวลา	อ้างอิงจากผลแบบจำลองปริมาณจราจรในงานศึกษานี้
มูลค่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านระบบ (CAPEX) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX)	ตามการประมาณการต้นทุนและค่าใช้จ่ายในงานศึกษานี้
ค่าระยะเวลาการเดินทาง	ตามผลการศึกษาและวิเคราะห์ด้านจราจรในงานศึกษานี้

### 3.5 ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศ

ในการศึกษานี้ ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost: VOC), มูลค่าเวลาในการเดินทาง (Value of time: VOT) และ ต้นทุนสิ่งแวดล้อมหรือมลภาวะทางอากาศ (Emission Cost) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศ กรณีไม่มีระบบ M-Flow บนทางพิเศษคลองรัช

ปีที่	VOC	VOT	Emission	หน่วย
1	368.33	414.88	9.87	ล้านบาท
2	404.55	450.08	10.91	ล้านบาท
3	440.76	486.31	11.98	ล้านบาท
4	476.98	523.58	13.08	ล้านบาท
5	513.2	561.92	14.22	ล้านบาท
6	566.27	631.56	15.9	ล้านบาท
7	619.34	703.3	17.64	ล้านบาท
8	672.4	777.16	19.42	ล้านบาท
9	725.47	853.21	21.26	ล้านบาท
10	778.54	931.5	23.15	ล้านบาท
11	809.14	968.45	24.35	ล้านบาท
12	855.06	1,036.57	26.1	ล้านบาท
13	900.98	1,106.61	27.9	ล้านบาท
14	946.9	1,178.63	29.75	ล้านบาท
15	992.81	1,252.67	31.65	ล้านบาท
เฉลี่ย	671.38	791.76	19.81	ล้านบาท

ตารางที่ 7 ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศ กรณีมีระบบ M-Flow บนทางพิเศษคลองรัช

ปีที่	VOC	VOT	Emission	หน่วย
1	325.16	336.6	9.21	ล้านบาท
2	344.02	369.06	10.11	ล้านบาท
3	362.88	402.47	11.04	ล้านบาท
4	381.74	436.86	11.99	ล้านบาท
5	400.6	472.25	12.97	ล้านบาท
6	441.14	523.23	14.33	ล้านบาท
7	481.68	575.71	15.73	ล้านบาท
8	522.22	629.74	17.17	ล้านบาท
9	562.76	685.36	18.65	ล้านบาท
10	603.3	742.59	20.18	ล้านบาท
11	614.93	780.45	21.24	ล้านบาท
12	646.27	833.89	22.68	ล้านบาท
13	677.61	888.85	24.16	ล้านบาท
14	708.96	945.36	25.69	ล้านบาท
15	740.3	1,003.44	27.26	ล้านบาท
เฉลี่ย	520.9	641.72	17.49	ล้านบาท



#### 4. ผลการศึกษา

##### 4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศบนทางพิเศษคลองรัช

จากการวิเคราะห์ต้นทุนของผู้ใช้บริการ (ไม่คิดอัตราค่าผ่านทางพิเศษ) และมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศของการดำเนินงานออกแบบสำหรับระบบ M-Flow บนทางพิเศษคลองรัช เฉลี่ยตลอดระยะเวลาโครงการ พบว่าต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศ กรณีดำเนินการ M-Flow ลดลงเมื่อเทียบกับกรณีระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) และแบบอัตโนมัติ (ETC) ผลประโยชน์ของผู้ใช้บริการเพิ่มขึ้นเนื่องจากเมื่อความติดขัดบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษลดลง ทำให้ค่าใช้จ่ายในการใช้รถและเวลาในการเดินทางของผู้ใช้ทางลดลง และส่งผลทางอ้อมให้การปล่อยมลภาวะทางอากาศลดลงด้วย โดยรวมลดลงเฉลี่ยร้อยละ 20.42 โดยต้นทุนของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ : VOC) ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 22.41 รองลงมาคือมูลค่าในการเดินทาง (VOT) ลดลง เฉลี่ยร้อยละ 18.95 มลพิษที่เกิดขึ้น (Emission) ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 11.71 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สัดส่วนต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศที่ลดลง (ร้อยละ)

ปีที่	VOC	VOT	Emission	Total
1	11.72%	18.87%	6.64%	15.40%
2	14.96%	18.00%	7.32%	16.45%
3	17.67%	17.24%	7.89%	17.32%
4	19.97%	16.56%	8.39%	18.06%
5	21.94%	15.96%	8.82%	18.68%
6	22.10%	17.15%	9.92%	19.37%
7	22.23%	18.14%	10.83%	19.93%
8	22.34%	18.97%	11.60%	20.41%
9	22.43%	19.67%	12.26%	20.82%
10	22.51%	20.28%	12.83%	21.18%
11	24.00%	19.41%	12.78%	21.38%
12	24.42%	19.55%	13.10%	21.63%
13	24.79%	19.68%	13.39%	21.86%
14	25.13%	19.79%	13.65%	22.05%
15	25.43%	19.90%	13.89%	22.23%
เฉลี่ย	22.41%	18.95%	11.71%	20.42%

##### 4.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

สำหรับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ณ อัตราดอกเบี้ยคิดลดทางสังคมร้อยละ 12 หากวิเคราะห์เฉพาะเงินลงทุนเทียบกับผลตอบแทนที่ได้จากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) ร่วมกับค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางและการปล่อยมลภาวะในอากาศที่ลดลง จากการพัฒนาระบบ M-Flow บนทางพิเศษคลองรัช พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV : NPV) อยู่ที่ 2,714.13 ล้านบาท อัตราผลประโยชน์ส่วนต้นทุน (Benefit-Cost Ratio) อยู่ที่ 11.28 เท่า และอัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (EIRR) เท่ากับร้อยละ 120 ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ต้นทุนของผู้ใช้ทาง และการปล่อยมลภาวะที่ลดลง

Net Present Value: NPV (ล้านบาท)	Benefit-Cost Ratio (เท่า)	EIRR
2,714.13	11.28	120%

ซึ่งหมายถึงหากพัฒนาระบบ M-Flow ให้ครอบคลุมทั้งสายทางและทุกช่องทาง ระบบ M-Flow ทางพิเศษคลองรัช โครงการจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าที่จะลงทุน

##### 4.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ จะทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวแบบทางเดียว โดยปรับเปลี่ยนค่าอัตราเงินเพื่อ เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบและความเสี่ยงในกรณีที่ปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาได้ รายละเอียดดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

	อัตราเงินเพื่อ (%การเปลี่ยนแปลง)				
	-6	-3	0	3	6
NPV (ล้านบาท)	2,313.46	2,442.70	2,602.37	2,800.78	3,048.58
B/C	9.766	10.25	10.86	11.61	12.55

เมื่อทำการปรับเปลี่ยนค่าอัตราเงินเพื่อ พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV : NPV) และอัตราผลประโยชน์ส่วนต้นทุน (Benefit-Cost Ratio) มีค่าแปรผันตรงกับค่าอัตราเงินเพื่อที่เปลี่ยนแปลงไป และเมื่อวิเคราะห์ผลประโยชน์ทั้งหมดแล้วยังคุ้มค่าต่อการลงทุนโครงการ

#### 5. สรุปผลการศึกษา ข้อจำกัดและการต่อยอดงานวิจัย

##### 5.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV : NPV) มีค่าเป็นบวก อัตราผลประโยชน์ส่วนต้นทุน (Benefit-Cost Ratio) อยู่ที่ 11.28 เท่า และอัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (EIRR) มากกว่าอัตราดอกเบี้ยคิดลดเท่ากับร้อยละ 120 ซึ่งหมายถึงหากพัฒนาระบบ M-Flow ให้ครอบคลุมทั้งสายทางและทุกช่องทาง ระบบ M-Flow ทางพิเศษคลองรัช โครงการจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าที่จะลงทุน ทั้งในแง่ของการลงทุนงบประมาณที่ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) ต่อปี และการยกระดับคุณภาพทางเดินทางให้ผู้ใช้ทางเสียต้นทุนในการเดินทางลดลง รวมทั้งช่วยลดการปล่อยมลภาวะในอากาศ ซึ่งโครงการดังกล่าวช่วยให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดต่อผู้ใช้ทางและการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

## 5.2 ข้อจำกัดและการต่อยอดงานวิจัย

การดำเนินงานพัฒนาระบบ M-Flow เป็นการพัฒนาโดยใช้งบประมาณของการทางพิเศษฯ (งบลงทุนประจำปี) ทั้งในส่วนของค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านระบบ (CAPEX) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) ซึ่งการเก็บค่าผ่านทางพิเศษของระบบ M-Flow อาศัยเทคโนโลยีในการตรวจจับยานพาหนะอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถระบุตัวตนของผู้ใช้บริการและสามารถชำระเงินได้ทันที แต่การเก็บค่าผ่านทางพิเศษด้วยระบบดังกล่าว ยังคงมีอุปสรรคสำหรับผู้ให้บริการที่ไม่ลงทะเบียนเป็นสมาชิก ส่งผลให้ไม่สามารถเรียกเก็บค่าผ่านทางได้ และผู้ใช้บริการที่เป็นสมาชิกแล้วแต่ไม่ชำระค่าผ่านทางหรือจ่ายค่าผ่านทางล่าช้า ดังนั้น จึงเกิดความเสี่ยงที่จะสูญเสียรายได้จากผู้บริการดังกล่าว เพื่อที่จะลดผลกระทบจากความเสี่ยงที่ไม่สามารถเรียกเก็บค่าผ่านทางได้ จึงมีความจำเป็นต้องออกแบบการบริหารความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อไป และการศึกษานี้ตั้งสมมติฐานตามสัดส่วนยานพาหนะที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ไม่ได้นำสัดส่วนของรถไฟฟ้า (Electric Vehicle, EV) ซึ่งคาดว่าจะมีสัดส่วนการใช้งานในอนาคตมากขึ้นมาคำนวณด้วย

ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงควรมีการศึกษามูลค่าของความเสี่ยงที่สูญเสียค่าผ่านทางพิเศษจากผู้ให้บริการ รวมทั้งปรับปรุงสัดส่วนของยานพาหนะให้สอดคล้องกับการใช้พลังงานรูปแบบใหม่ที่เกิดขึ้นในอนาคต และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) ในส่วนของบุคลากรที่สามารถเปลี่ยนแปลงในแต่ละปี ขึ้นกับค่าแรงและอัตราเงินเฟ้อที่เปลี่ยนแปลง

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณพนักงานและลูกจ้างการทางพิเศษแห่งประเทศไทย และผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการ M-Flow บนทางพิเศษฉลองรัช ที่มีส่วนช่วยในการวิเคราะห์และประเมินผลในทุก ๆ ด้าน รวมทั้งการให้คำปรึกษาทางการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้วางไว้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2558). คู่มือการใช้บริการทางพิเศษ. การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, หน้า 19.
- [2] Zhang, B., Li, J., Zhang, M., Li, Q., Xue, J., Zhang, W., Gao, W., H, B. and Yu, X. (2013). Multi-Lane Free Flow Electronic Toll Collection System Arranged on Side of Road. Beijing Sutong Technology Co., Ltd., pp.1-16.
- [3] Ru, N., He, S., Zhou, W., Huang, R., Zhang, J. and Wu, R. (2015). Multi-Lane Free Flow (MLFF) Electronic Toll Collection (ETC) Lane System and License Plate Identification Method. Beijing Shenzhen Genvict Technologies Co., Ltd., pp.1-14.
- [4] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2562). ผลการดำเนินงานการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษตามแนวนโยบายกระทรวงคมนาคม.
- [5] เกษม ชูจารุกุล (2555). ระบบการขนส่งและการดำเนินงาน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 88-95
- [6] กรมทางหลวง. (2551). แผนแม่บทการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์โลจิสติกส์ของกรมทางหลวงชนบท หน้า 4-75

- [7] Nicholas J. Garber and Lester A. Hoel (2010). TRAFFIC AND HIGHWAY ENGINEERING, RPK Editorial Services, Inc., pp.660-662
- [8] รศ.ดร. เกษม ชูจารุกุล (2561) มูลค่าเวลาใการเดินทาง (Value Of Time : VOT). การจัดอบรมเผยแพร่ความรู้จากการศึกษา ครั้งที่ 4 โครงการศึกษาวิเคราะห์ และพัฒนาต้นแบบการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง (ROAD USER COST: RUC), กรุงเทพมหานคร, 22 มีนาคม 2561
- [9] คู่มือการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ สำหรับแหล่งกำเนิดประเภทรถยนต์ในประเทศไทย. โครงการความร่วมมือทางวิชาการกับประเทศญี่ปุ่น หน้า 28-29
- [10] วัฒนวงศ์ รัตนวราห และสรารุจ จริตงาม (2554). วิศวกรรมขนส่ง. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 202-207
- [11] พรณิธิตา เหล่าพวงศักดิ์, นพพร จันทร์นำชู และณัฐกฤตย์ ดิฐวิรุฬห์ (2554) การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการสายเลี่ยงเมือง สันป่าตอง-หางดง (ตอนที่ 1) จังหวัดเชียงใหม่. วารสารทางวิชาการจัดการและสารสนเทศศาสตร์, ปีที่ 6, ฉบับที่ 2, หน้า 73-74
- [12] ยาวเรศ ทับพันธุ์. (2551). การประเมินโครงการตามแนวทางเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ หน้า 82-90
- [13] Sadig, Ahmed. (1983). Shadow Prices for Economics Appraisal of Project:An Application to Thailand. World Bank Staff Working Paper Number 609, Washington D.C.