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[1,*] ศิวัช ปัญญาชัยวัฒนากูล[2] และ เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[3]

[1,2,3] กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

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

บทคัดย่อ

อ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ีฟรหฟิ ฤฤ หหิ หชร Multi-Lane Free Flow 2M-Flow3 ลรอ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ศ์ าำอ็ล ฤฤ ีห ้ด ัพาพลท ีเ ชเอฟิพ พฤอ้ ีรเพเร ชฤฎเ เรมเ ศ์ าำ ฯพชเอลฯ ีพหฯสเ ้. ร ีเชเา ฯ. ศ์หฎัเห ิ. พัช ี ็ดมเ ิเหเอภดเอ. โร รสเพ ีฯ พ 2Post-paid) ฤมฎัเหรีเ ิร ีชเอลอ. ห์รฟรมรุ ีอุ ีฎเ ดฒเพหิ ช์พไร ฒเ ชชเอฒ ร์ เร ฎอ ชเอ M-Flow ฤรมเ ศ์ าำณา ีอด ศุ ีด โ ฎอเ. ีฎัเหฎหฎเมเ าอำบาเ ิฟอ พพชเอโ ฎอเ. ีฟรมรุ ร ฎอ ชเอรร พ ฤ ชเอโ ฎอเ. ีฟรมรุ ีีช ลร ชอใ พ ช ชอใ หหิชเอฒ ร์ รชเออ. ฤฤ M-Flow (Without M-Flow) ฯ. ชอ ในิชเอฒ ร์ รชเออ. ฤฤ M-Flow (With M-Flow) ศุ ีด ลอ์หฤ มีหฎัเหฎหฎเ ฯ. ฯฟ ีฤ มรมเ าอำบาเ ิฟอมีช์พไร หุ ีในิชเอฒ ร์ เรอ. ฤฤ M-Flow ฒ ชฟ ีช์ัพ ดร ห็ฯฎเ ลฒรุ ิจุมย์ 2Net Present Value: NPV) ีฟอเ ฯฟ ีฤ มรมเ าอำบชี้ฒ 2Economic Internal Rate of Return: EIRR) ฯ. ีฟอเ ิ ีร ฯลอ. พดรฟ ีฟรมรุ 2Benefit-Cost Ratio) ศฤ ัเ ีฟอเ พ ีช ฤในฎฐพาพ มเ ิ ฎหอ ีพา. ห็ฯฎเ ลฒรุ ิจุมย์ ี ฎอ ชเอ 2Net Present Value: NPV : NPV) ในฎเ ลรฤ ัช ีฟอเ ฯลอ. พดร ิ ีร ฟรมรุ 2Benefit-Cost Ratio) ีหิ ี 8 มเ ฯ. ีฟอเ ฯฟ ีฤ มรสเพรฒเชชเออา มรุ 2EIRR) หเชชั เ ีฟอเ พ ีช ฤในฎฐพาพ มเ ชฤอ ีพา. : ฝ ีหเหฝ้า ีเชฒเ ร์ รชเอ ฒพ ชฤฎเ เยออห ในิพห เรมเ พ ัพอ. ฤฤ M-Flow ฤรมเ ศ์ าำณา ีอด ฎอ ชเอ ูฒ ี ฯฟ ีฤ มร ฎหฎเมเ ในิฒ ฯ มรุ

ฎ ิ ฎเ ฎหฎหฎเมเ าอำบาเ ิฟอ, ชเอมเ ศ์ าำ, มเ ศ์ าำ, อ. ฤฤ 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

ชเอมเ ศ์ าำ ีลอ. มา มพ 2ชมศ 8 พศผรเอ. ฤฤ ฒพ ชฤฎเ เร 7 มเ ีฟรหฟิ ฤฤ หหิ หชร Multi-Lane Free Flow ีอุ ีมี ช์พชั เ M-Flow ศุ ีช ลท ีเฎัเหฯเดเ ชเอฟิพ พ ฯ. ช์พ ภัฎ ีพ ีพ นรศเ ีร. ฤอ้ ีรเพเร ชฤฎเ เรมเ ศ์ าำ ฯ. ศ์หฎัเห ิ. พัช ี ็ดมเ ิเหเอภดเอ. โร รสเพ ีฯ พ 2Postpaid) อัหม้ หิด ีมเ ชเอ ดเอ. โรมี ีฯเช ีฯเพเฟ้ อ. ฤฤ M-Flow ี ชมศ 8 อ. พ. มี ฒ ลพ ีฤโอ้ชเอ พเร ูฒเอ ี พ ช พเร ูฒ ฒพ ดฟิพเร ูจิเส์ฤเฯ 7 ฯ. พเร ูจิเส์ฤเฯ 7 ฯ. ศผรเศ์ห ฟิห ีฎอ ีฤฎฯหมรุชิเพมเ ฟ้ ฒ ลร ฟ ีในิชเอไช้ำเ ลอ. ห์รฎัเหฎหฎเ ฯ. ฯฟ ีฤ มรมเ าอำบาเ ิฟอมีช์พไร หุ ีในิชเอฒ ร์ เรอ. ฤฤ M-Flow ฤร ิเพมเ ศ์ าำ ี ชมศ 8

1.2 วัตถุประสงค์

ศุ ีไช้ำ ฯ. ลอ. ห์รฎัเหฎหฎเมเ าอำบาเ ิฟอ หุ ีในิชเอฒ ร์ รชเอ อ. ฤฤ M-Flow ม ิ ัรชเอไช้ำ ฯ. โ ฎอเ. ีฟรมรุ ชเอโ ฎอเ. ีพร าอำบาเ ิฟอ ฯ. ชเอโ ฎอเ. ีฎัเห ใพ ฯ. ฯชอ. มฤ ี ฎอ ชเอ ฤรมเ ศ์ าำณา ีอด

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ชเอไช้ำ ีลอ. ห์รฎัเหฎหฎเมเ าอำบาเ ิฟอ หุ ีในิชเอฒ ร์ รชเอ อ. ฤฤ M-Flow พพหิ ี ฤ ฟชเอไช้ำ ฤรมเ ศ์ าำณา ีอด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

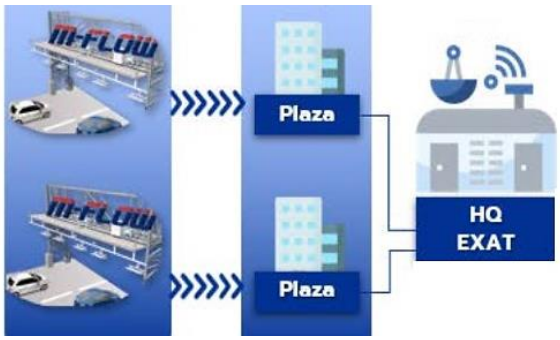
ลตรรมเ ศ ำ ื ชเอมเ ศ ำ ื ลอ. มา มพพ ฟอ. ฤฤชเอ ชฤฎเ เรมเ ศ ำ อ. ฤฤ [1] พ ช

2.1.1 อ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ศ ำ ฤฤ โร ิพ 2Manual Toll Collection; MTC) ลรอ. ฤฤมี ็ดมเ ดเอ. โร ิพ ีชฤศรช เร ชฤฎเ7 เรมเ ศ ำ ำ ี ีพ ีร ฟ ชฤฎเ เรมเ มีด ื มเ ม ใ ฎเ หเ ลรมี ฒ ฟ ี ฒ ื พน.รศเ ีร. ี ีพ ฟร.

8 8 อ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ศ ำ ฤฤ ื ฟ รหม ี 2Electronic Toll Collection; ETC) ลรอ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ศ ำ มี ็ดมเ ดเอ. โร เร อ. ฤฤ ใ ฯชมอ ี ช ิ 2Easy Pass3 ศ ื ี หร ลพ ี อ ื เรด ื มเ มี พช ห ชร ม ใ ฎเ หเ ลรฒ ฟ ื ด. ฯ ฎ ัเหอ ั ื พน.รศเ ีร. ฒธ ชื ฤ ื พ ฟร. ศ ื ี ฎ อ ื เร ฎเ พมร

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

อ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ศ ำ ฟ รหม ี ฤฤ หใ หร Multi-Lane Free Flow ี อ ื มี ใ พช ั M-Flow [2-3] ลรอ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ศ ำ ื ฟ รหม ี อ็ล ฤฤ ื ห พพ ด มฎ ร ฯใ อ. ฤฤลทท เลอ. ี ำ บ ร อ็ล ฤฤ ชเอ ื เรล เพ ม. ฤ ใ พร อภ ื ฟ รหม ี 2Automatic License Plate Recognition; ALPR) อ ั หช ฤอ. ฤฤ ฟอ ั ฒ ฒฤ พน.รศเ ีร. ื ฟ รหม ี 2Automatic Vehicle Identification; AVI) ศ ื ด ฟอ ั ฒ ิ ฤ พน.รศเ ีร. ฯ. อ. ฤฤ ฟ ฟร พ ิพ ร อ็ล ม มเ ื ็ดมเ ิเหเ อภ ดเอ. โร สเ ฟ ฯ ฒ ชช เอ ด เร พ อ ื อฤ ื ฟอ เช อ ีฤ อ ช อ หเ ช ม ,0: : ฎ ร ฟ ื ด ั ห ฯ. ิเหเ อภอ ื อฤ ฎ ัเหอ ั พน.รศเ ีร. พ ื ี ิพ ม : ช ห8 ด ห8 มเ ื อภ ิเหเ อภ โ เรพเ ร ู พ พน ิ. พ ั ช ฎฯ ื ฟ ั หฟ ื ี ฒ พ ื อ ด. ฯ อภ



รูปที่ 1 ช เอมแ เร ื อ. ฤฤ M-Flow

2.3 อัตราการให้บริการระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแต่ละรูปแบบ

อ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ฟฯ. อ็ล ฤฤ ใ ื ฟอ เช อ ีฤ อ ช ออ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ ศ ำ [4] พ ิพ ร ฟ เอ. มี ใ อ. ฤฤ M-Flow ิเหเ อภอ. ฤ เพ อภ อ ั ไร 5 มเ หุ ื ลอ หฒ มี หฒ ชฤอ. ฤฤ โร ิพ 2MTC) ฯ. อ ั ไร 2.5 มเ หุ ื ลอ หฒ มี หฒ ชฤอ. ฤฤ ื ฟ รหม ี ใ หร 2ETC)

ตารางที่ 1 ื ฟอ เช อ ีฤ อ ช ออ. ฤฤ ชฤฎเ เรมเ อ็ล ฤฤ ฟ

ระบบการเก็บค่าผ่านทาง	อัตราการให้บริการสูงสุด (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

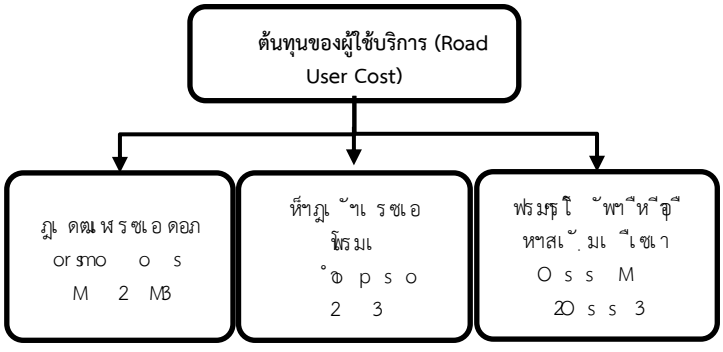
2.4.1 ต้นทุนของผู้ให้บริการ

ฎเ ดฒ หม ช พไร ื ็ ีฤ อ ช อ ร ใ หช ฒ ช พไร ฟ ฯ ื พ ด ั ีเ ช (Life Cycle) ื อ. ฤฤ ร ิ ร ร ลอ. ช ื ฤ พ ั พ ิ ั ร ื ฯช [5] พ ช

1) ฟร มร ุ ร อ ื ฎเ ดฒ เ พ ร ช เอ ฯ มร ุ (Capital Expenditure: CAPEX) พ ช
   - ฟร มร ุ ช เอ อั เ ร ลอ. ช ื ฤ พ ั พ ฐ เ ดฒ เ พ ร ช เอ ช เอ ไ ช ำ ฯ. นิ อั ฒ ื ห ฯ อั หม ช เอ ลอ. ใ ร ฯ ช อ. มฤ
   - ฟร มร ุ ช เอ อื ช ฤฤ ลอ. ช ื ฤ พ ั พ ฟร มร ุ ช เอ อื ช ฤฤ มเ โ ั ช ออ ห ฤ ื ฟร ฯ. ฟร มร ุ ช เอ อื ช ฤฤ ร ิ ฒ มเ พ
   - ฟร มร ุ ช เอ ั ร ฎ ร มี ใ ร ลอ. ช ื ฤ พ ั พ ฐ เ ดฒ เ พ ร ช เอ ต ื มี ใ ร ฎ เ ดฒ เ พ ร ช เอ ต อฒ เ ฟ อ ื ฯ. ฎ เ ดฒ เ พ พ เ ร ช ธ ี ห เ พ อ ั หม ฎ เ ดฒ เ พ ร ช เอ ฟ อ ใ พ ห ฟ ม เ ฯ. ช เอ น เ พ ใ เย เอ ็ล ส ฎ
   - ฟร มร ุ ช เอ ซ ื อ ิ ฎเ พ ช เอ พ พ เ ี เ ห ี ห ร ื ใ ฟ ฒ ช ฎ อ ช เอ ม ใ ฯ ช ำ . ช ฯ ฐ ใ พ ช ร ิ เ ฒ ศ ฒ ิ เ ฒ เ ช ฟร มร ุ ฟ ี ร ั พ (Unit Cost) ื ฟ ฯ. ื ฎ ลอ. ช ื ฤ
2) ฟร มร ุ ร อ ื ฎเ ดฒ เ พ ร ช เอ พ ิ ร เ ร (Operating Expenditure: OPEX) พ ช
   - ฟร มร ุ ช เอ อ ล โ ฤ ฎ ช เอ ลอ. ช ื ฤ พ ั พ ฐ เ ดฒ เ พ พ เ ิ เ อ ฤฤ ิ เย เอ ็ล ส ฎ อ ั หม ฎเ ฎ อ ื ฤ ฎ ฎ ฯ ช เอ
   - ฟร มร ุ ช เอ ณ เ ฮ ฤ อ ช ำ เ ลอ. ช ื ฤ พ ั พ ฐ เ ดฒ เ พ ใ ด ศ ื อ ช ำ เ ี ี พ ร อ ิ ส เ ศ ม ด เ ร พ

2.4.2 ต้นทุนของผู้ใช้บริการ

ฎเ ดฒ เ พ ม ี หพ ใ ช พ ั ื ชฤ ช เอ ใ ร ม เ ใ ลอ. ช ื ฤ พ ั พ ฟร มร ุ ฯ ช ิ ั ร พ ิพ ร อ็ล ม



รูปที่ 2 ื ฎ ลอ. ช ื ื ฟร มร ุ ื ็ ดฤ ช เอ

ฯซอ. มฤฟี็ ดฤโอซเอมิเิเหเอภฟิห็ฯฎเ ลรฟั โร พอัหม ฯซอ. มฤฟี็มิ ห พดฤโอซเอ ลอ. ซีฤพัพ

1) ฎเ ี ซเอดนเรศเีร. (Vehicle Operating Cost: VOC) ต้ ลรฎเมิ ชิพไร พพฟอ ซฤ็ดมเ ดร ฎเนเรศเีร. ฎเ รแหร ดุ ีศขิ ฎเตีหฤเฮฤ อัหม้ ฎเ าิหต้ ห็ฯฎเ ี ซเอลอ. ีพพฎเ ดตเพ ี ซเอดนเรศเีร. [6] เิเหเอภ ฎเรั พตเซิหซเอ (1)

ที่ประหยัดได้ ไม่มีโครงการ มีโครงการ (1)

หุ ี ที่ประหยัดได้ = ห็ฯฎเ ี ซเอลอ. ีพพฎเ ดตเพรซเอ ดนเรศเีร. 2ฤเม3

= ฎเ ดตเพรซเอดนเรศเีร. ฟั มร 2ฤเม9PCU/ชิ ฯ หฟอ3

= อ. พ. มเ อัห ี อ. ฤฤมิ็ ดภรร 2PCU/ชิ ฯ หฟอ3

= ีรัพมิพฤ มเอภพรฟิัรฤฎฎฯ

2) ฎเ ี ัฯเ รซเอ ฟิรมเ (Value of time: VOT) ลร ี ฎลอ. ซีฤเิเฎท รซเอศิตเอ เ ฯ. ลอ. ชิรอ. ฤฤ พพฎเ ี ัฯเฒ ไรซฤลตตพีฯเพีพเ ดร ัฟฯลอ. ิ ฎ ี ซเอ ฟิรมเ อ็ล ฤฤซเอ ฟิรมเ ลรฟร [7] ต้ ห็ฯฎเ ี ซเอลอ. ีพพ ัฯเ รซเอ ฟิรมเ [6] เิเหเอภฎเรั พตเซ ิหซเอ (2)

มิลอ. ีพพ พ หนิ ฎอ ซเอ นิ ฎอ ซเอ (2)

หุ ี มิลอ. ีพพ พ = ห็ฯฎเ ี ซเอลอ. ีพพลอ. ีพพ ัฯเ รซเอ ฟิรมเ 2ฤเม3

= ห็ฯฎเ ี ัฯเ รซเอ ฟิรมเ ี นเรศเีร. ฟั มร 2ฤเม9PCU/ดั ห 3

= อ. พ. ัฯเอัห ี อ. ฤฤมิ็ ดภรร 2PCU/ดั ห 3

= ีรัพมิพฤ มเอภพรฟิัรฤฎฎฯ

พพลอ. หเ ซเอ VOT factor ศุ ีลอ. ชิรห็ฯฎเ ัฯเ รซเอ ฟิรมเ เิเหเอภตเ รซฟเหลอ. สมนเรศเีร. [8] พ พเอเ มิ 2

ตารางที่ 2 ห็ฯฎเ ัฯเ รซเอ ฟิรมเ ี นเรศเีร. ลอ. สมฟเ

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) ฎเ ี หฯสเั. (Emission Cost) [9] ลรฟรมรมิ ชิพตเซ ซเอลฯพลฯ ีพิเอหฯศิำตเซอภพรฟตเซ ฟฯ. ดุ ีศขิ ฯ. ลอ. สมอภพรฟ เิเหเอภฎเรั พตเซ ิหซเอ (3)

(3)

หุ ี = ฟั ฎ็ หฯศิำ ี เิเอหฯศิำ ฟฯ. ดรโพมิลฯ ีพี ีซหเซฤ ี ใิพอภพรฟ ฟเหลอ. สม ี อภพรฟ ฯ. ดรโพ ี ดุ ีศขิ

= ีห็ฯชิตซออหมิ ชิพั ี ซฤซเอดอภพรฟ

2.5 การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ซเอโ ฎอเ. ีฎัเหฎหมรมเ าอำบาเ ิฟอร ฎอ ซเอโ ัซออห ริ รโพห ดโยิพ ฟี ลริ [10-11]

2.5.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)

ลรโยิซเอ ีเ ฯฟเ อ. ีั เ ซเ อ ฯ. ฟรมรุ ี ฎอ ซเอ พพฎอ ซเอ มิหิฎเ NPV หเซซั เ : หิฎัเห ีหเ. ิหมิตฺ ฯ มรุ รุ ี ตเซหิห็ฯฎเซเ อ ลตตฤรหเซซั เห็ฯฎเฟรมรุ รลตตฤร ต้ เิเหเอภฎเรั พตเซ ิหซเอ [12] (3)

$$\frac{C}{r} \qquad (3)$$

หุ ี NPV= ฯฟเ ลตตฤร ิฯมิย

n = ตเรัรลมิ ดลอ. ชิร ฎอ ซเอ

= ฯลอ. พดร รลมิ t

= ฟรมรุ รลมิ t

r = ีฟอเ ิัรฯพ

2.5.2 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio, BCR)

ลรโยิซเอ ีเ ีฟอเ ิัรอ. ีั เ ฯซเ อฟี โรฯ มรุ พพฎอ ซเอมิหิฎเ BCR หเซซั เ หิฎัเห ีหเ. ิหมิตฺ ฯ มรุ พพิเหเอภฎเรั ฎิพลร ห็ฯฎเลตตฤร ีรเฎฟ ีอุ ีฎเ โรอเพล ต้ เิเหเอภฎเรั พตเซ ิหซเอ (4)

$$\frac{\frac{\quad}{Hr}}{\frac{C}{Hr}} \qquad 2\ 3$$

หุ ี NPV = ฯฟเ ลตตฤร ิฯมิย

n = ตเรัรลมิ ดลอ. ชิร ฎอ ซเอ

= ฯลอ. พดร รลมิ t

r = ีฟอเ ิัรฯพ

2.5.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Economic Internal Rate of Return, EIRR)

ลรซเอ ีเ ีฟอเ พี ซฤิพตเซ ีฟอเ ิัร ฯฟี ฤ มรสเพรมิมเ ี ห็ฯฎเ ี ฯลอ. พดรหิฎเ มเซฤห็ฯฎเฟรมรุ รลตตฤร (NPV = 0) พพ ฎอ ซเอมิหิ ีฟอเ ฯฟี ฤ มรสเพรหเซซั เ ีฟอเ พี ซฤิพฯ มรุ ฦ ีั เ หิฎัเห ีหเ. ิหมิตฺ ฯ มรุ

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

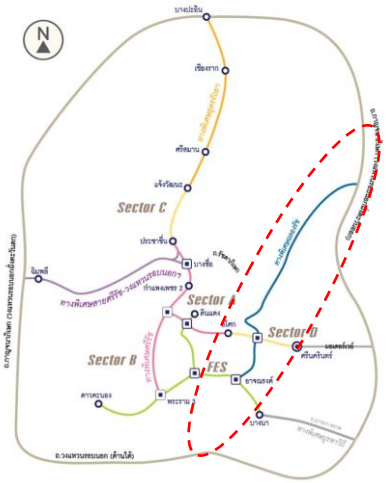
3.1 พื้นที่ศึกษา

มเ ศิ าำณฯ ี อด ลรมเ ศิ าำพซอ. พฤมิหิฎัเหพเั ม โิร 8 ชิ ฯ หฟอหิพเร ซฤฎเ เรมเ ศิ าำม ีหพ พเรู พ ิพ รอ็ลมิ ต้ ซเอศผรเอ. ฤฤ ซฤฎเ เรมเ ศิ าำ ฤฤ M-Flow ฤรมเ ศิ าำ พ ซฯเั ฒ ภ็ซ ฤ ี ีซลร อ. พ. พริ

7 อ. พ. มิ พ ซ พเรู ตมฟุดฟิ พเรู ิฯเสิฤเฯ 7 ฯ. พเรู ิฯเสิฤเฯ 7

7 อ. ฬ. มิ พ ช พเร ู ีเฒ อ ฎ พเร ู ศอ. ร พเร ู ศผรเซเอ พเร ู ศผรเซเอ พเร ู ศอ. อเห C7 พเร ู ศอ. อเห C7 พเร ู ลอ. ดเ ีฆ้า พเร ู ฯเพศอเ ั พเร ู ฬยรศผรเ พเร ู อเหโรมอเ ฯ. พเร ู อเหโรมอเ

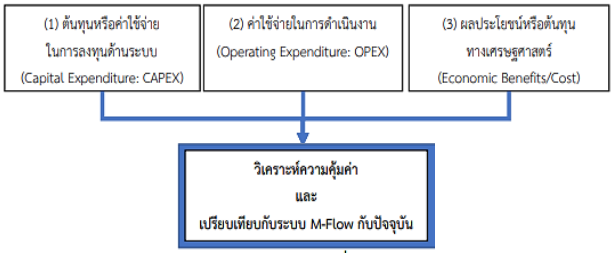
รซเอไซำเฎอ ร์ พ ๆ ีซศุรมิไซำเ ลรมเ ศ์ เ าำณฑ ี อด พฬฒ ไซำเ ฟฯ ีพม ิรมเ ฎอ ีฤฎฯหม อ. ฬ.



รูปที่ 3 รมิ ฎอ เหมเ ศ์ เ าำณฑ ี อด

3.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ซเอโ ฎอเ. ีฎ ัเหฎฯหฎเ ี ซเอพเ ร์รซเอศผรเอ. ฤฤฒพ ซฤฎเ เรมเ ศ์ เ าำพ ัฬอ. ฤฤ M-Flow ลอ์ฬฤ มิฬฤซฤซอใอ. ฤฤ ซฤฎเ เรมเ ศ์ เ าำ ฤฤ โร ิพ (MTC) ฯ. อ. ฤฤ ีฟ รหฟ์ (ETC) ฒ. ด ีฯซซเอโ ฎอเ. ี ฟรมฯ ฯ. ฯลอ. ฬดร พ ิพ รอ็ลมิ



รูปที่ 4 ซอ ีฤซเอโ ฎอเ. ีฎ ัเหฎฯหฎเ ี ฎอ ซเอ

3.3 การประมาณต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุนและการดำเนินงาน

3.3.1 กรณีไม่มีการพัฒนาระบบ M-Flow บนทางพิเศษฉลองรัช

รลฒฒฤรซเอ ซฤฎเ เรมเ ฤรมเ ศ์ เ าำสเ ฬฟฎ ัเหพ็ ฯ ี ซมศ. รร พฬซเอ ดอ. ฤฤ ซฤฎเ เรมเ ศ์ เ าำร อ็ล ฤฤ พ ช ฤฤ โร ิพ 2MTC3 ฯ. ฤฤ ีฟ รหฟ์ 2ETC3 ีฤ ีอ. ฤฤ Easy Pass หเ ลร ัฯเรเร รซเอไซำเฎอ ร์ไฒ ห พรเ ฟรมฯ รซเอฯ มฯ 2CAPEX) ี อ. ฤฤ MTC ฯ. อ. ฤฤ Easy Pass หเ ด รซเอโ ฎอเ. ี รฯ ี ฒ ซ หฺ ีอ. ฬ. ัฯเ เร ล ฟรมฯ ิ ัร ีทมิ ซ์พไร รอ. ฤฤ ลรฟรมฯ รซเอพเ ร์รเร (OPEX) ดร ซเอฤเฎ อซำเอ. ฤฤ ซเอฤโ ีเอฒพซเออ. ฤฤ ฎเ ดฒ พเรฤฎฯเซอ ลร ฟร มเ ีซเอลอ. หเ อเฎ ฟรมฯ ี ซเอ ซฤฎเ เรมเ ศ์ เ าำ ลรซเอรเ ฟรมฯ รซเอพเ ร์รเร 2OPEX) ร ฟฯ. ล ี อ. ฤฤพ ซฯเ ัหเ ศฯ ี ด ลอ. ซ ีฤซเอลอ. หเ อเฎ พฬฬอเ ฬฯ. ใ ีฬพพ ิพ รฟเอเ มิ

ตารางที่ 3 ซเอลอ. หเ ฟรมฯ ฯ. ฎเ ดฒ พซอ ใ หฬ ฎอ ซเอ M-Flow ฤรมเ ศ์ เ าำณฑ ี อด

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	ต้นทุนการดำเนินกาอ	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 บนทางพิเศษฉลองรัช

ฟรมฯ ีฤ ีฎเ ดฒ พรซเอฯ มฯ พเรอ. ฤฤ 2CAPEX) ลรฎเ ดฒ พ ี ซเอ ิอเ โ ีเเร ัฬฎ ัเห ิ. พ ัช ฯ. ซเอศผรเอ. ฤฤ ฟฯ ีพฒรซเอ พหเฒ โรมอศ ฬอ. ฬ. ฬ ั ศฯ ี ีอ. ฤฤ M-Flow ิเหเอภพ ร์รซเอฟ ี ล พ ีฬ ฬลอ. โมยิสเศ ฯ. ฎอ ีฤฎฯหมฯซด ี ฒอเ ฒอฟฯ ีพด ั อ. ฬ. ัฯเพ ร์ร ฎอ ซเอ พฬฟรมฯ มิ ซ์พั ี ดร ซเอฯ มฯ ศฯ ีศผรเ ฯ. ฟ์พฟ อ. ฤฤ ฟรมฯ ีฤลซอ ฯ. ฟรมฯ ฯ ีร ฟฯ ีพฒรโ ีเเร ัฬฎ ัเห ิ. พ ัซมิ ซ์พั ี ลรฟร

ฎเ ดฒ พรซเอพเ ร์รเร 2OPEX) ลรฎเ ดฒ พมิ ซ์พไรฒ ซซเอ ีฤโอซเอรด ั อ. ฬ. ัฯเ ีไ ดร ฎเฤโ ีเอฒพซเอ ฎเฤเฎ อซำเ ฎเศรซ เรพ็ ฯอ. ฤฤ ฎเ ิเยเอ ็ล สฎ อ ัหฎ ฟรมฯ ฎเ ดฒ ฬฯ ีร มิ ซ์พั ฯ ี รซเอพเ ร์รเร ร เรโฒฬรมิ ฎ ีพ ีเฬฯ ฎอ ซเอ ีฬ็มิ ล พฬฬอ เฬฯ. ใ ีฬพพ ิพ รฟเอเ มิ

ตารางที่ 4 ซเอลอ. หเ ฟรมฯ ฯ. ฎเ ดฒ พซอ ใ หฬ ฎอ ซเอ M-Flow ฤรมเ ศ์ เ าำณฑ ี อด

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

รูปแบบการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ ระบบ M-Flow ได้ทำการวิเคราะห์ตามหลักการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ ตามแนวทางของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร [13] ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมมติฐานในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

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) หรืออัตราต้นทุนของเงินทุนเฉลี่ยของโครงการ	ร้อยละ 12
ปริมาณจราจรในอนาคต	อ้างอิงจากผลแบบจำลองปริมาณจราจรในงานศึกษานี้
มูลค่าค่าใช้จ่ายในการใช้รถหรือต้นทุนด้านค่าเชื้อเพลิง และต้นทุนด้านเวลา	อ้างอิงจากผลแบบจำลองปริมาณจราจรในงานศึกษานี้
มูลค่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านระบบ (CAPEX) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX)	ตามการประมาณการต้นทุนและค่าใช้จ่ายในงานศึกษานี้
ค่าระยะเวลาการเดินทาง	ตามผลการศึกษาและวิเคราะห์ด้านจราจรในงานศึกษานี้

3.5 ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศ

รูปแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของรถยนต์ (Vehicle Operating Cost: VOC), ต้นทุนด้านเวลาในการเดินทาง (Value of time: VOT) และต้นทุนมลภาวะทางอากาศ (Emission Cost) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6 ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของระบบ M-Flow ในกรณีศึกษาถนนสุขุมวิท

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 ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของระบบ M-Flow ในกรณีศึกษาถนนสุขุมวิท

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 การวิเคราะห์ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศบนทางพิเศษฉลองรัช

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศบนทางพิเศษฉลองรัช ในปีที่ 1 ถึงปีที่ 30 ของการดำเนินโครงการ ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ (VOC) ต้นทุนค่าเวลาในการเดินทาง (VOT) และต้นทุนค่าการปล่อยมลภาวะ (Emission) ของรถยนต์ที่ใช้บริการทางพิเศษฉลองรัช ในปีที่ 1 มีมูลค่าเท่ากับ 15.40% ของต้นทุนรวม ในปีที่ 2 มีมูลค่าเท่ากับ 16.45% ของต้นทุนรวม และในปีที่ 3 มีมูลค่าเท่ากับ 17.32% ของต้นทุนรวม

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนของผู้ใช้บริการและมูลค่าการปล่อยมลภาวะทางอากาศบนทางพิเศษฉลองรัช ในปีที่ 1 ถึงปีที่ 30 ของการดำเนินโครงการ

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

ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการทางพิเศษฉลองรัช ในช่วงอายุโครงการ 30 ปี ด้วยอัตราคิดลดที่ 8% ต่อปี ได้ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV : NPV) มีมูลค่าเท่ากับ 2,714.13 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit-Cost Ratio) มีมูลค่าเท่ากับ 11.28 เท่า และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (EIRR) มีค่าเท่ากับ 120% ซึ่งมีค่าสูงกว่าอัตราคิดลดที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าโครงการทางพิเศษฉลองรัช มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการทางพิเศษฉลองรัช

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

นอกจากนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ M-Flow ในกรณีที่ต้นทุนการก่อสร้างโครงการ M-Flow เพิ่มขึ้น 10% และรายได้ค่าผ่านทางลดลง 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ M-Flow ในกรณีดังกล่าว ยังคงมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน

4.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการทางพิเศษฉลองรัช ในกรณีที่อัตราเงินเฟ้อเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากอัตราเงินเฟ้อที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ร้อยละ 3 ต่อปี ในช่วงอายุโครงการ 30 ปี ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการทางพิเศษฉลองรัช ในกรณีที่อัตราเงินเฟ้อเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากอัตราเงินเฟ้อที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ร้อยละ 3 ต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

	อัตราเงินเฟ้อ (%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

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการทางพิเศษฉลองรัช ในกรณีที่อัตราเงินเฟ้อเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากอัตราเงินเฟ้อที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ร้อยละ 3 ต่อปี ในช่วงอายุโครงการ 30 ปี ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ทั้งมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV : NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit-Cost Ratio) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (EIRR) ยังคงมีค่าสูงกว่าอัตราคิดลดที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าโครงการทางพิเศษฉลองรัช ยังคงมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน แม้ว่าอัตราเงินเฟ้อจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากอัตราเงินเฟ้อที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ร้อยละ 3 ต่อปี ในช่วงอายุโครงการ 30 ปี

5. สรุปผลการศึกษา ข้อจำกัดและการต่อยอดงานวิจัย

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการทางพิเศษฉลองรัช ในช่วงอายุโครงการ 30 ปี ด้วยอัตราคิดลดที่ 8% ต่อปี ได้ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV : NPV) มีมูลค่าเท่ากับ 2,714.13 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit-Cost Ratio) มีมูลค่าเท่ากับ 11.28 เท่า และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (EIRR) มีค่าเท่ากับ 120% ซึ่งมีค่าสูงกว่าอัตราคิดลดที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าโครงการทางพิเศษฉลองรัช มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน นอกจากนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ M-Flow ในกรณีที่ต้นทุนการก่อสร้างโครงการ M-Flow เพิ่มขึ้น 10% และรายได้ค่าผ่านทางลดลง 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ M-Flow ในกรณีดังกล่าว ยังคงมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน

5.2 ข้อจำกัดและการต่อยอดงานวิจัย

ชเอพ ร์ เรศผรเอ ฤฤ M-Flow ลรชเอศผรเ พพด ฤลอ หเ ื ชเอมเ ศ์ เ าำ ู 2ฤฯ มรุ ลอ ฒเล3ม ร ิ ัร ื ฎูเ ดฒเ พรชเอฯ มรุ พเ รอ. ฤฤ 2CAPEX) ฯ. ฎูเ ดฒเ พรชเอพ ร์ เรศ 2OPEX) ใช้ ชเอ ชฤ ฎูเ เรมเ ศ์ เ าำ ื อ. ฤฤ M-Flow ีเ าพมฎูร ฯใช้ รชเอฟอ ัฒฒฤ พเ รศเ ีร. ีฟ รหชิ ศุ ื ีิเหเอภอ. ฤฤ ัฟร ื ็ ดฤอ์ชเอ ฯ. ิเหเอภ ดเอ. โร พมรม ฟชเอ ชฤ ฎูเ เรมเ ศ์ เ าำ พั หอ. ฤฤ พ ชฯเ ัพ ฎู ใช้ รุ ิออฎูเ ิเ อฤ ็ ดฤอ์ชเอมิ หฯ ม. ฉิ หร ลร ิหเ ด์ช ิ ฯ ี หิเหเอภ อ์พช ชฤ ฎูเ เรมเ พ ฯ. ็ ดฤอ์ชเอมิ ลร ิหเ ด์ช ฯ ั ฟ หดเอ. ฎูเ 7 เรมเ ีอ ีฒเ หฎูเ เรมเ ฯเ ดเ พ รร ฒ์ ช้ พฎูไ หใพ่ มิ ฒ์ ีท ใพ่ อ เพ ฒเ ช ็ ดฤอ์ชเอพ ชฯเ ั ศุ ีมิ ฒ์ ฯพ ฯชอ. มฤ ฒเ ชฎูั/ให ใพ่ มิ หิเหเอภ อ์พช ชฤ ฎูเ เรมเ พ ฒ์ ใช้ ฎูไ หฒเ ลร ฟี ื ีช ฤฤ ชเอฤอ์ ีเ อฎูไ หใพ่ มิ ฒ์ ช้ พไรฟี ล ฯ. ชเอไช้ าำ ิฟ ิหหฟับเ รฟเ หิ พิ ัร หเ รศเ ีร. มิ ด รเ หร ลร ดุ ศ์ ช้ หพรเ ิพิ ัร ื อภ ษษเ (Electric Vehicle, EV) ใช้ ฎูเ พ์ ฒ์ ใช้ ิพิ ัร ชเอด เ ร ัรีเ ฎูฟหเ ชไรหเ ฒ ร ั พัพ

พ รร ศุ ื ี เ รโ ฒ์ ใช้ ฎูไ หหถือ โ ไ ร ฒ์ ใช้ ฎูอ ช้ ชเอไช้ าำ ห็ ฯ ฎูเ ื ฎูไ หใพ่ มิ ท ใพ่ ฎูเ เรมเ ศ์ เ าำ ฒเ ช ็ ดฤอ์ชเอ อ ัหม ลลคุ ลฮ ิพิ ัร ื หเ รศเ ีร. ื ีิ ื พฎูฯ ื ชฤ ชเอ ดศฯ เ รอ็ ล ฤฤ ื หมิ ช้ พไร ร ีรเ ฎูฟ ฯ. ฎูเ ดฒเ พรชเอพ ร์ เรศ (OPEX) ร ิ ัร ื ฤฎูฯเ ชอ มิ ีเหเอภ ลขิหร ลฯ ร ฟา. ล ไรชฤ ฎูเ อ ฯ. ีฟอ. โร ษ ื มิ ลขิหร ล

กิตติกรรมประกาศ

็ โฒ ผ ื ฤฎูฎ ศรช เ ร ฯ. ็ ช ฒ์ ชเอมเ ศ์ เ าำ ื ลอ. มา มผ ฯ. ็ ดิ พั ดเ ท ร ิ เ พเ มิ ให้ ิ ัร ช้ พั ื รชเอศผรเ ฎูอ ชเอ M-Flow ฤรมเ ศ์ เ าำ ณา ื อด มิ ให้ ิ ัร ดั พรชเอ โ ฎูอ. ี ฯ. ลอ. ช้ ร ฯ รมชช พเ ร อั หม ชเอ ี ฒูเ ลไ ช้ าำ ฒ์ ธ ชเอไช้ าำ โฒ พรฎูอ ช้ ิเ อ ฒ์ ฒา ั พเ หั ฟ ชช ลอ. ิ ฎูมิ ็ โฒ ผ พั เ ั

เอกสารอ้างอิง

[1] ชเอมเ ศ์ เ าำ ื ลอ. มา มผ 22558). ฎู็ หุ ื ชเอ ดฤอ์ชเอมเ ศ์ เ าำ 8 ชเอมเ ศ์ เ าำ ื ลอ. มา มผ, ีรเ 19.

[2] Zhang, B., Li, J., Zhang, M., Li, Q., Xue, J., Zhang, W., Gao, W., H, B. and Yu, X. (: 38 Multi-Lane Free Flow Electronic Toll Collection System Arranged on Side of Road. Beijing Sutong Technology Co., Ltd., pp. 7 8

[3] Ru, N., He, S., Zhou, W., Huang, R., Zhang, J. and Wu, R. (: 38 Multi-Lane Free Flow (MLFF) Electronic Toll Collection (ETC) Lane System and License Plate Identification Method. Beijing Shenzhen Genvict Technologies Co., Ltd., pp. 7 8

[4] ชเอมเ ศ์ เ าำ ื ลอ. มา มผ 2 38 ฯชเอพ ร์ เรศเอ ช ลท ีเชเอดเอ ตเอฟ์ พ พฤอ์ ั ีรเ พเร ชฤ ฎูเ เรมเ ศ์ เ าำ พ์ เห ร ัร หฤเ หชอ. มอั ฎูหรเ ฎูห 8

[5] ช ำหด์ ฒเ ฮฮฯา 2 38 *ระบบการขนส่งและการดำเนินงาน* 8 ในรชศ์ หศ ี ฒ์ ีเ ชอ หี เโ มพ ฯาพ, ีรเ 88-95

[6] ชอหมเ ี ฯั 82 38 ร หฤมชเอศผรเ ฎูอ ิอ เศรบเร ศุ ี ิรฤิ ร ฤหมยาเ ีฟอ ฯาโ ฒ์ มิ ฟชิ ี ชอหมเ ี ฯั ดรฤม ีรเ 7

[7] Nicholas J. Garber and Lester A. Hoel (2010). TRAFFIC AND HIGHWAY ENGINEERING, RPK Editorial Services, Inc., pp.660-662

[8] อา 8พอ8 ช ำหด์ ฒเ ฮฮฯา 2 3ห็ ฯาฎูเ ั ฯเ อชเอ ช้ รมเ 2Value Of Time : VOT38ชเอฒ์ ีฤอห พ ศอฎูไ หอ็ ฒ์ เชชเอไช้ าำ ฎูอ มิ 4 ฎูอ ชเอไช้ าำ โ ฎูอ. ี ฯ. ศผรเ ฟร ฤฤชเอ โ ฎูอ. ีฎูเ ดฒเ พ็ ด มเ (ROAD USER COST: RUC), ชฮฯ มศหี เ รฎูอ, 22 ช้ รเ ฎูห 2561

[9] ฎู็ หุ ื ชเอฎูเ พลอ. หเ ชเอลฯพลฯ ื พหฯศ์ าำ ิเ ื อฤ ี ฯ ชเ ช้ พ ลอ. สมอภหร ฟ รลอ. มา มผ 8 ฎูอ ชเอฎูไ หอั หุ หี มเ โ ดเ ชเอชฤ ลอ. มาห์ สรุ ีรเ 28-29

[10] ั ผ ร ั า อฟร ั อ ี ฯ. ิอ เ ั ยุ ฒ์ ฟ เห 2 38 *วิศวกรรมขนส่ง* 8 ในรชศ์ หศ ี ฒ์ ีเ ชอ หี เโ มพ ฯาพ, ีรเ 202-207

[11] ศออ ช้ พ ี ฯเศ ั าชช้ , รศศอ ฒ ธรมอรเ ด็ ฯ. บช ฟพ ช้ บโฮ ี ี 2 3 *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการสายเลี่ยงเมืองลันป่าตอง-หางดง (ตอนที่ 1)* จังหวัดเชียงใหม่ 8 ั เ อิ เอมเ โ มพ ชเอ ฒพชเอ ฯ. ิเอ ิร มาาเ ิฟอ, ลมิ , ณฤฤมิ , ีรเ 73-74

[12] พ ั อา มฤศ รษ 8 22551). *การประเมินโครงการตามแนวทางเศรษฐศาสตร์* 8ชฮฯ มศ ู นิ รชศ์ หศหี เโ มพ ฯาพยออหาเ ิฟอ ีรเ 7C:

[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.