ปัจจัยการจัดกลุ่มและแนวคิดการออกแบบกายภาพของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษเพื่อรองรับระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบ Multi-Lane Free Flow (M-Flow) บนทางพิเศษฉลองรัช

Grouping Factors and Physical Design Concepts of Toll Plazas for Supporting the Multi-Lane Free Flow (M-Flow) Toll System on the Chalong Rat Expressway

ธนุตม์ กล่อมระนก[1,*] ธนพร กรีวงษ์[2] เสาวนี ศรีสุวรรณ[3] นันทวรรณ พิทักษ์พานิช[4] และ เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[5]

บทคัดย่อ

ะฝฝฯ ถ ผ แโ ไผะ แ ีๆ ไ ผษ ถ สษผ ฯ ถฯน ผ แโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (M-Flow) ๆ ฟฯ นผท ผ แโ ไษ ถฯน ผ แโ ะฝฝฯ ภผ ฝ เ ถสๆผษฯๆถ ะ ะผ ถโค ผถ ๆ ๆผ ๆถ ฟ ผ ฯ ถฯน ผ แโ ฯฯ M-Flow ฯ น ฝ ใ ๆะฝฝ ถ ฝษถ เนษถ ๆๆถ ฯฯ ผถ ทๆผษ ถฯน ผ แโ ๆ ๆผ ๆ ฯ ถฯน ผ แโ ฯฯ M-Flow ฯ ผ แโ พ ๆผ ฟฝ เ ผใ ษ ภผใ หฝษษะ ถ ษถ ฝษ ถ ษ ถฯน ผ แโ ษโ ฝ ศ ฝ ถโค ผถ ผ ถโค ผถ น ืน ผถ ะฝฝ ษ ถ ะ ฯๆถ ไ ถ ะ ผ ถโค ผถ ผถ ฝ เ ฟๆผถฯน ผ แโ ะ ศ ฝ ฝ ษ ภผ ถ ไ ถ ภผ ถ ฝษถ ส ษ ถฯน ผ แโ ผไ ษ ถ หถ ะ ส ฯๆใ ไ ถ ๆถ ๆ ฯๆ ผถ ถ ไษส ไ ผฟๆผ M-Flow ไ ใ ใษ ษ ถ ไษฟๆผ M-Flow ำฝ ศ ถ ๆถ ฯๆฝ ถ เ ผๆ ถโค ผถ ๆ ๆผ ๆ ฯ ถฯน ผ แโ ฯฯ ผ ๆถ ผ ถโค ผถ ใษน ๆผถๆ ผ ทๆผ ฯ ฯ M-Flow ถโค ผถ ผถ ใษน ๆผถๆ ฯ ถฯน ผ แโ ผษ ี น ะ ๆษ ีทๆผ ถผ ถฯน ผ

น ใ นย ษ ถฯน ผ แโ, ถ ๆถ ฯๆถ ีี , ฯ ถฯน ผ แโ ฯฯ M-Flow

Abstract

At present, the Expressway Authority of Thailand (EXAT) is under an installation of the Multi-Lane Free Flow (M-Flow) toll collection system on the expressway network. The physical characteristics of many current toll gates must be improved to support the use of the M-Flow toll system. This paper aims to present the grouping factors and physical design concepts of the complied toll gates on the Chalong Rat Expressway to support the M-Flow system. The fourteen toll plazas on the Chalong Rat Expressway were compiled and divided into five groups based on five factors of similar physical characteristics, namely service system, shape and physical characteristics, number of toll lanes, traffic volume, and level of service. As a result, a total of seven toll gates representing those five groups will be used for the physical design model to determine the optimal M-Flow lane position, considering the design from three concepts; physical characteristics that support the integrated toll collection system, physical characteristics consistent with the operation of the M-Flow system, and physical characteristics consistent with the traditional toll system and safety of toll collectors.

Keywords: Toll Plazas, Physical Design, Multi-Lane Free Flow (M-Flow)

1. บทนำ

ะฝฝฯ ถ ผ แโ ไผะ แ ีถ ีนผท ผ แโ นๆๆน ีถ ผ ีไ น ะ ศ ผไ ษM ใ ีผภผ ีๆ ้ ีๆ ผ ผใ ถ ีส ้ถ ไๆ ถ ๆ ฯๆ ถฯน ผ แโ ฯฯ ผ ะ ฯๆส ีถโค ผถ ถ ฟ น ผ ๆ ฯๆ ถฯน ผ แโ ฯฯ ผ แโ ฯฯ ผ ใษ Manual Toll Collection; MTC) ภผ ีๆส ถ ไๆ ถ ใผใษ น สๆฟ ีผสๆฟฯผ ผ ้ ฯๆ ถฯน ผ ผ แโ ฯฯๆส ีส Electronic Toll Collection; ETC) ภผ ีๆส ถ ไๆ ถ ใผใษ M น สๆฟ ีผสๆฟฯผ ผ สๆ ี ผ ถส ีๆ ถฯน ผ ผ แโ ีๆ ีษ ี ผ ะ ฯๆ ี ีผ ใ ไ ๆถ ไๆ ถ ใ ไ ๆ ั ฟ ผ ๆผฝ ถถ ท ี ีส เ ผแ โลถ ฝ ถ ผ ีไ น ะ ศ ไฝ เ ี ไ ฟๆ ถ ผ แโ พ ีสๆเ ำ ีท หผ , , ีเสๆเ ภผถๆ ไ ถ ษะย ไ ถ ฝ ฝ ส ษทษทหๆผ ี ไ ๆ ถ เศ ไ ษ ถฯน ผ แโ [1] ษ ี ไส ถ ้ ถ เผน ี น ีฝผ ี ๆ ี ไ ถ ล ้ ไ เ ผ ใ ผ ๆ ผ ถ ไ ผ แโ ส ๆษฝ ษ ำ ผ ไ ๆอ ถ ฝ ถ ไถๆ ผ ำ แโ ผ ษ ำ ถ ถ ทะย ไ ษผถ เ ้ ำ น ี น ๆผสเ ใ ไ ๆ ถ ษ ำ ผๆ ผ ำ แโ ไ ถ ั ฟๆ ถ ส ๆษ ใ ผ ษ ี ไ ผ ี ๆ ี ใ นย นๆ ถ แถ โ ้ ว ้ ๆๆฝษถฯน ผ ผ ๆๆ ีถ ไ ๆ ้ ๆๆ ถฯน ผ แโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (M-Flow) ภผ ะ ้ ๆๆ ถฯน ผ แโ ๆส ีส ุ ะ ๆๆ ไ ี ษ สๆผ ี ถ แถ โ ๆๆถ ๆๆถ ีี ทๆผษ ถฯน ผ แโ ี ๆ ีษ ี ๆถ ไ ษส ไ ผฟๆผถฯน ผ ผ ้ ๆๆ M-Flow ส ้ ษ ส ี ถโค ผถ ผถ ี ะฝฝฯ ไ ี ๆ ุ ๆผ ๆถ ๆ ไ ๆ ถ ษะย ไ ถ ุ ษทษๆ ุ เศ ไ ษ ้ ถ ้ ใฝ ฝ ถ น ีผถถ ๆ ไ ๆ ี ผ ๆใ ้ Free Flow) ี ถ ใ ษ

แถโ ะฝฝ ีถ ุฝษถ ีทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโ ๆ ุๆผุ ๆ ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (M-Flow) ฯ ผ ํ แโพ ๆผุฟ

แถโ เน๊ษถ ุๆๆถ ฯฯถ ีี ทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโ ๆถ ไ ษส ไ ผฟๆผถฯน ั ผ ํ แโ ุ ้ฯฯ M-Flow ไใ ี ุห ุๆผุฯุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (M-Flow) ฯ ผ ํ แโพ ๆผุฟ

ถ ุใฝ ี ะ ถ ุ ใ ๆะฝฝ ีถ ุฝษถ ี ้ เน๊ษถ ุๆๆถ ฯฯ ถ ีี ทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโ ๆใ นุ ้ไน ีไ ี ้ใ ีทๆผ ส ไ ผฟๆผถฯน ั ผ ํ แโ ุ ้ฯฯ M-Flow ส ้ษ ส ี ถโศ ้ ผถ ีี ะฝฝฯ ฯ ผ ํ แโพ ๆผุฟ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

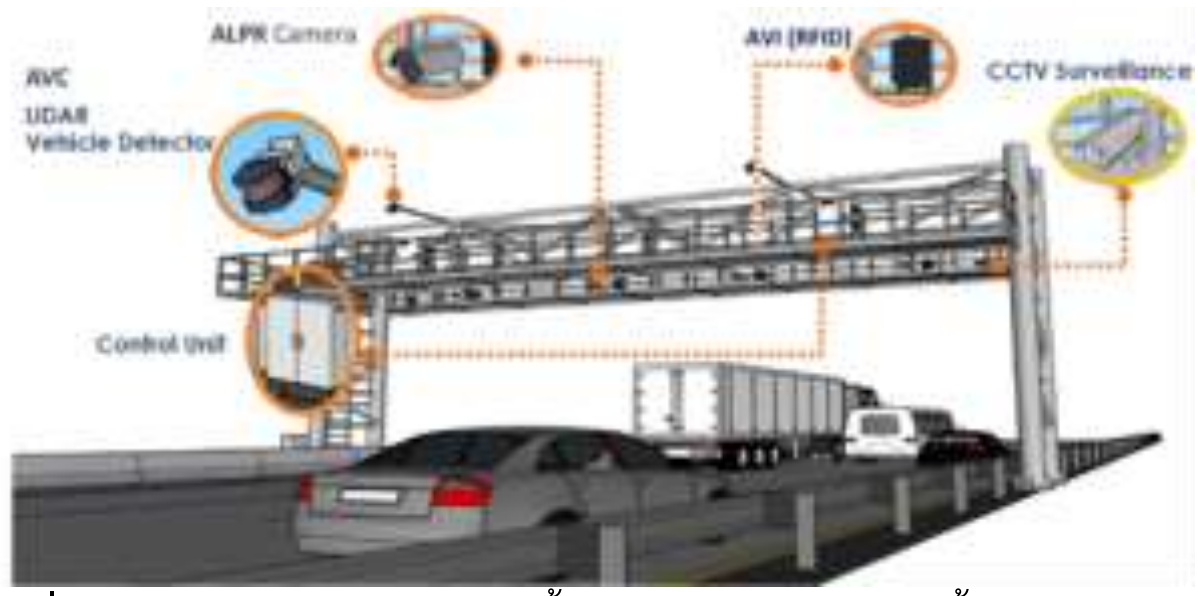
ะฝฝฯ ผ ํ แโทๆผถ ุ ผ ํ แโ ไผะ ุ ้ แ ี ษถๆใ ุ ผ ผ ํ แโ ้ะษไฯ ํุถ ุ เฝ เ M ใ ี ผ นุ ๆฯน ี ถุผ ีไ นุ ่ ้ะ ุํ ีศ ษ ีี ุ ้ฯฯถ ุ ถฯน ั ผ ํ แโ ุ ้ฯฯ ษผ [2]

ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯ ผิ ใษ Manual Toll Collection; MTC) ะ ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ฟ ถผ ษ ี ี ไ ้ฝ ะ สๆฝไ ีษํผ ๆฟ ุ ้ผิ ใษไถฯ ถผ ้ ีถ ฝ ้ ะษไ ี ไ ้ใผ ้ ะ ษ

ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯๆส ีสิ Electronic Toll Collection; ETC) ะ ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ีฟ ถผ ษ ี ี ไ ้ฝ ะ สๆผฟ ้ ๆน ี ุเ ๆฟ ุ ้ผิ ั ฯสุ Easy Pass ้ ีถ ฝ ้ะษไ ี ไ ้ใผ ้ ะ ษ

ุ ้ฯฯฝษถฯน ั ผ ฯฯ ีี ีถ ไ ุๆ ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (M-Flow) ะ ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ๆส ีสิุ ะ ฯฯ ไ ี ีๆสุ ถ ุ ไฯ ํุถ ุ ีถถ น สๆฟ ีผ ้ใ ี ุห ุๆผุฯน ี ุเ ี ไ ้ ษหผ ถ ี ฟ ี ษ ีฟ น ี ุ ้ฯฯะยย ะ ุ ้ษํโล ุะ ฯฯถ ุๆ ะ ี ้ฯ ี ุหๆส ีสิ Automatic License Plate Recognition; ALPR) ุเ ีถฯ ุ ้ฯฯสุเฝฝฯ ี ไ ้ๆส ีสิ Automatic Vehicle Identification; AVI) ๆ ฟ สุเฝใๆฯ ี ไ ้ ุ ้ฯสเส ทๆผ ้ ฟๆ ํุถ ุ ถ ุ ุ ีถถฯน ั ผ ํ แโ ี ีไ ผถ ุ ฟๆ ํุถ ุ Post-Paid) [3-4]

ๆะถ ุศ สิษสผ ฟๆผ ผ Lane) ใ ไ ุฯสุเฝฝฯ ี ไ ้ ้ ุ ้ฯสเส ั ฟๆ ํุถ ุ ฟฟๆผ ผุ ้ฯฯ M-Flow ฯฯๆส ีสิษผ ใษผ ุะ



รูปที่ 1 ุะ ฯฯถ ุสิษสผๆะถ ุศ ุ ้ษๆฟๆผ ผ Lane) ทๆผ ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (M-Flow)

ถ ุ ฯ เ ผ ใฝ ี ถ ีเทๆผะ ถ ุแถโ ะฝฝ ี ีๆ อ๋ สๆถ ุ ไฯ ํุถ ุทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโ ๆะ เน๊ษ ล ถ ุฝษ ถ ี ้ๆๆถ ฯฯถ ีี ทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโ ๆถ ไ ษ ส ไ ผฟๆผถฯน ั ผุ ้ฯฯ M-Flow ไ ี ้ใ ี ส ้ษ ่ ษ ี ใ ี ุหใะ ษษผ

Kim, B. J. [r ษแถโ ถ ุ ไ ทๆผถ ุ ้ ใฝ ุ ฝ ุ Traffic Flow) ใ ไ ุฯถ ุๆๆถ ฯฯษ ถฯน ั ผ ํ แโ Toll Plaza) ศ ผ ส ้เ ๆๆถทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโ North Carolina ั ฯฯฝ ๆผฟิผสเ ทษ ีถ ุฝ ๆผะ ุํ ีศฝ ุ ฝ ุ ฯเ ถ ุ ๆถ ฟๆผ ผไฯ ํุถ ุฟ ุ ้น ั ผ ไ ี ้ใ ีๆส ุ ถ ุ ถฯน ั ผษ ี ุ ้ฯฯๆส ีสิ ETC) ้ฝ เ สถฯน ั ผ Toll Booth) ี ั สๆ ถ ุ ไ ทๆผถ ุ ้ ใฝ ุ ฝ ุ Traffic Flow) ้ใ ี ุหฯผฯๆถหผ ะ ุ ใ อ๋ ี ทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโษฟ น ีี เ หนๆ ีใผใษ Maximum Queue Length) ุ ้ ี ้ เ ถ ุ ุๆใผใษ Maximum Waiting Time)

Chintaman, S. B., Yogeshwar, V. N., ้ Ashish, D. [6] ษแถโ น ี ฟ ทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโ Toll Plaza) ี ีสใ ี ถ ุฝ ุ ฝ ุ ะ ้ะ ถ Mixed Traffic) ทๆผะ ุ ้ แๆ ษ ี ษ ถ เ ไฯ ํุถ ุ ้ เ ุๆ Service Time and Waiting Time) ถ ุ ุ ้ผ น ี ุเ ้ถ ุฟ ้ ๆน ี ุเ ้ ฯฯฝ ๆผฟิผสเ ท ฯเ ุ ้ษๆ ถ ุ ไฯ ํุถ ุ LOS) ้ฝ เ สถฯน ั ผ Toll Booth) ี ั ษ ีสุผสๆะ ุํ ีศน ี ฟ ทๆผ ี ไ ้ ุ ้ฯฯถ ุฟ ุ ้น ั ผ ํ แโ

อุษ ีๆ ษ ้ฝ ุใ ํ ถโแุผน ุ r ษแถโ ถ ุฝษถ ุใ ี ฝ ุ ฝ ุฯ ํุเศษ ถฯน ั ผ ํ แโษิ ษผ ๆ ุๆผุฯะ ุํ ีศฝ ุ ฝ ุ ั แ ษ ีใ นุ ้ไถ ุฝษ ผส ไ ผสถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯ ผิ ใษ MTC) สถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯๆส ีสิ ETC) ไ ีน ี ั ใ ี ั ใ ถฯส ไ ผฟๆผ ั ผ ํ แโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (MLFF) ั ะ ุ ถ ุ ี VISSIM ภผฝ ถ ั ถ ุแถโ ฯเ ไ ถสิษสผ ุ ้ฯฯ ถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (MLFF) ฝ เ ฟๆผ ๆ ีถผถ ผทๆผษ ถฯน ั ผ ํ แโ ั ใ ี ั ใ ถฯสถฯน ั ผ ํ แโ ฯฯ ผิ ใษ MTC) ฝ เ สใ ี ุห ถ ทะยไ ถ ุสิษทษทๆผ ถ ุฝ ุ ฝ ุ ้ ุๆผุฯะ ุํ ีศฝ ุ ฝ ุฯ ํุเศษ ถฯน ั ผ ํ แโษิ ษผ ั ะ แ ษ

Ümitcan, Ö., Mustafa, G., ้ Göker, A. [M ษแถโ ะ ุ ้ใ อ๋ ี ทๆผสถฯน ั ผ ํ แโ Toll Booth) ฯฯ ี ีถ ษ ทๆผน ี ฟ Delay Time) ้ เ ถ ุ ษํ ผ Travel Time) ะ ุ ีฯ ีฯ ถฯสถฯน ั ผ ํ แโ Toll Booth) ฯฯ ีี ีถ ฯ ผไ เผ Northern Marmara ะ ุ ้ แส ุถ ษ ี ฟ ะ ุ ถ ุ ี VISSIM ภผฝ ถ ั

ถุแถโ ฯเ น ื ฟ Delay Time) ้เ ถุษ ผ Travel Time) ทๆผส ถฯน ั ผ ำแโ Toll Booth) ฯฯ ื ื ถ ษ ผฝ ถส ถฯน ั ผ ำแโ Toll Booth) ฯฯ ื ถ ะ เ ำ M ำ ส ื ษา ๆถฝ ถ ถุ ำท ษ ้ถุ ษฝ เ ทๆผส ถฯ น ั ผ ฯฯ ื ื ถ ื ั ไถษนๆทเษทๆผถ ุฝุ ฝุ Traffic Bottleneck)

Vittorio, A., Michael, F., ้ Giuseppe, M. [r ษแถโ ษ ถฯ น ั ผ ำแโ ื ุ้ฯฯฟ ุ้น ั ผ ฯฯ ั ใ ั ใ ผุะ ฯฯ Manual Collection System (MCS) ้ Electronic Toll Collection (ETC) ีๆส ุ ใเ สถส ผถ ๆำ ุ้ไถ ุ ไ ทๆผ ี ไ้ Vehicular Flow) ษ ถฯน ั ผ ำแโ ั ฯฯฝ ๆผใ ี ฝุ ฝุ ุ้ษฯฝ ี น ฯเ ะ ุ ื ศฝุ ฝุ ๆ ุ เศ ท ท ูส ุ ื ทๆผั ทฯท ี ไ้ ้ถโศ้ ผถ ี ี ั สๆ หเนๆ ื ทๆผ ี ไ้ พเผะ ุฯฟๆผฝุ ฝุ Transitional Lane) ภผใผั สฯนเ ีใ ื ุห ถ ุ ไ ุ ถ ุ ทๆผษ ถฯน ั ผ ฯฯ Electronic Toll Collection (ETC) ๆผฝ ถถ ุสัษทษทๆผฝุ ฝุ ๆ ุ เศไ ษ ษผ นเ ุเ ผ ั ถ ุฝษถ ุฝุ ฝุ ้ๆถ ฯฯถ ุฝษเ ผ ุ้ฯฯฟ ุ้น ั ผ ฯฯ ั ใ ั ใ ผุะ ฯฯ Manual Collection System (MCS) Electronic Toll Collection (ETC) ุเ ื ถุ ุ้ฯฯๆ ๆะๆผถ ะยไ ษผถ เ

Diaz, C., Madrigal, J., Mappala, A., Palmiano, H., ้ Sigua, R. [r ษแถโ ถ ุฝษใ ุฟๆผ ผถฯน ั ผๆ ถ ุ ๆ ุถใ ุ้ไ ผ ุ้ ฯฯ Manual ุ้ ฯฯ E-Pass ฯ ผ ำแโ South Luzon ะ ุ้ แ ิ ะ ใ ๆ ำ ื เ ถ ุ ไ ๆ ุถ ุ Service Time) ้ษนเ ื ฟ Delay Time) ฯเ ถ ุฝษใ ุ ฟๆผ ผุ้ ฯฯ Manual ุ้ ฯฯ E-Pass นเ ุ ื นเ ื ใๆษน ๆผถะ ุ ื ศ ้ใษใเ ทๆผั ฟฝ ษ ื ถ ะ ุ ๆ ใษใเ ุ้ ฯฯ E-Pass ำ ทใ ื ุห ษนเ ื ฟ ผไ ื ษทๆผุ้ ฯฯ ้ใ ื ุห ำ ื นเ ื ฝทๆผษ ถฯน ั ผ ำแโ ษ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ถ ุแถโ ำฝ ุศ ๆถ ผ ำแโพ ๆผ ุฟ ื ถ ุษ ำ ผ ุ้ ฯฯ ถฯน ั ผ ำแโ ฯฯ Multi-Lane Free Flow (M-Flow) ส ๆษ ผ ใ ผษผ ใษผ ุะ ษ ื ผ ำแโพ ๆผ ุฟะ ผื ถ ุ้ ษทท ษ ฟๆผฝ ุฝ ุ้ ื ผุเ ื M ถำ ื ส ุ ื ้ษ ถฯน ั ผ ำแโ ุเ ื ฝ เ ษ ษถษ ฝสฟสำษ ใท ื ๆ ษ ใท ื ๆ ษ ๆ ุฝศ ุผน ษ ุ้ ท ผษ ุ ว ถ ุ ษ ว ถ ุ ษ ุ ุ ื ษ ุ ุ ื ษ ะ ุ ฟ ๆ ำแษ ษ ุ เษ ื อ ว ษ ุ ื ำ ุ ้ษ ุ ื ำ ุ



รูปที่ 2 ั นุผท ื ผ ำแโ Expressway Network)

ถ ุใ ุเฝ ถโศ ้ ผถ ื ื ผ ำแโพ ๆผุฟใ ุไ ๆถ ุ ษ ำ ถ ุ ุ ๆๆ M-Flow ๆไ ุ ๆหผ ถโศ ้ ผถ ื ื ทๆผษ ถฯน ั ผ ้ะ ุ ื ศฝุ ฝุ ะฝผๆ ฟ ส ไ ผฟๆผ ถฯน ั ผษ ุ้ ื ้ ถ ุสัษสผใ ฝุ ฝุ ุะ ๆๆ นุๆฝไ ื ฝุ ฝุ ๆ ผ ูส ุ ื ทๆผถ ้ ใฝุ ฝุ ะ ุ ื ศฝุ ฝุ ฟเผเ ุผษ ๆ ุเศไ ษ ทๆฝ ถษ ถ ุษ ำ ผ ส ผ ถษท ษผ ใษผ ุะ



รูปที่ 3 ถ ุใ ุเฝ ๆใๆๆ เ ๆๆถ ๆๆถ ื ื ษ ถฯน ั ผ ำแโ

ถ ๆๆถ ๆๆถ ื ื ษ ถฯน ั ผ ำแโ ๆ นุผท ื ผ ำแโ ไ ื ุหุๆผุๆถ ุฟผ ุ ้ๆ M-Flow ฝ ะ สๆผ ื ถ ุแถโ ้ ผ ใ ุเฝ ถโศ ้ ผถ ื ื ทๆผษ ถฯน ั ผ ำแโ ะฝผๆ ุเ ื หผ ทๆฝ ถษษ ้ นุผใ ผทๆผ ผ ำแโทๆผ ส ้ษ ๆ ฟ ำฝ ุศ หผนเ ื ไ ื ้ ใ ื ทๆผส ไ ผฟๆผ M-Flow ฝ ้ ำ ื ทษ นเ ื ใ ื ุห ถ ุ ๆผุๆะ ุ ื ศฝุ ฝุ ำ ื ท ส ๆผฝ ถฝ เ ษ นๆ ท ผ ื ถฝผสๆผ ื ถ ุฝ ศฝษถ ื ษ ื ถโศ ้ ถ ี ้ ถ ุไ ุ ถ ุน ื นผถ ๆนษ ๆถสเ ษ ทๆผส ้ถ ื ี ฟ ถ ุๆๆถ ๆๆถ ื ี ษ ื ถ ุน ษ ๆถสเ ษ ฝ ๆ แ ไอถ ุฝษถ ื

Grouping) ้ ีถะุ้ ี Clustering) ส ็ถศ ถ ุ ฝ ุศ ผ
ถศ ใฯษน ๆผถฯ ถโศ ้ถ ีี ้ถ ุไๆุ๊ถ ุ ะฝฝฯ ทๆผ ผ
ำแ โษผ

ุะ ฯฯถ ุไๆุ๊ถ ุทๆผษ ถฯน ั ผำแ
ุะ ฯฯถ ุไๆุ๊ถ ุทๆผษ ่ ใ ็ ุห ฯผส ็ุะ ฯฯทๆๆผถ ุ
ฝษถฯน ั ผษะ ุะ ฯฯ ษถ
ุ้ ฯฯะษ Open System) ็ถ ุไๆุ๊ถ ุๆ ผำแโพ ๆผุฟ
้ ผำแโพ ีี ไ นุ
ุ้ ฯฯะษ Close System) ็ถ ุไๆุ๊ถ ุๆ ผำแโๆ ุ ให
้ ผำแถย ฝ ีโถ
ุุ๊ ผ ้ถโศ ้ ผถ ีี ทๆผษ ถฯน ั ผำแ
ถโศ ้ ผถ ีี ทๆผษ ่ษผ ใษผ ุะ ใ ็ ุห ฯผส ็
ุะ ฯฯทๆผำแ ผถ ุฝ ฝๆุ๊ เศฟๆผถฯน ั ผษะ ุะ ฯฯ
ษถ

ุะ ผสเ I (I-Shape)
ุะ ผสเ Y Y-shape)
ุะ ผสเ X (X-shape)
ถโศ ้ะ ฟ Staggered Toll)



รูปที่ 4 ุะ ผ ้ถโศ ้ถ ีี ทๆผษ ถฯน ั ผำแ

ฝ เ ฟๆผถฯน ั ผำแ

ฝ เ ฟๆผถฯน ั ผำแโษผ ใษผ ุะ ใ ็ ุห ฯผส ็
ท ษถ ถฯน ั ผำแ ษะ ุะ ฯฯ ษถ

ษ ถฯน ั ผำแท ษ ถภผีฝ เ ฟๆผถฯน ั ผ
ๆ ีถเ ฟๆผ

ษ ถฯน ั ผำแท ษถ ผภผีฝ เ ฟๆผถฯน ั ผ
ๆ ุ้ไ ผ Mฟๆผ

ษ ถฯน ั ผำแท ษไยภผีฝ เ ฟๆผถฯน ั ผ
็ ถเ Mฟๆผ



รูปที่ 5 ท ษ ถฯน ั ผำแ

ะุ๊ ีศฝ ุ ฝๆุ๊เศษ ถฯน ั ผ
ะุ๊ ีศฝ ุ ฝๆุ๊เศษ ใษผไ ไ หผน ็สๆผถ ุฟ ผำแ
ษี พ ้ ฟ เผ ุผษ Peak Hour) ภผใ ็ ุห ฯผะุ๊ ้ ีี ทๆผ
ษ ส ็ทๆ ีี ะุ๊ ีศฝ ุ ฝ ุษะ ุะ ฯฯ ษถ
ษ ถฯน ั ผะุ๊ ีศฝ ุ ฝ๊ส ะุ๊ ีศฝ ุ ฝ๊ส ถเ
น ฟ ีผ
ษ ถฯน ั ผ ีะุ๊ ีศฝ ุ ฝ๊ะ ถ ผะุ๊ ีศฝ ุ ฝๆ ี
ุ้ไ ผ น ฟ ีผ
ษ ถฯน ั ผ ีะุ๊ ีศฝ ุ ฝ๊ไ ะุ๊ ีศฝ ุ ฝ
ีถเ น ฟ ีผ
ุ้ษฯถ ุไๆุ๊ถ ุทๆผษ ถฯน ั ผำแ Level of
Service: LOS)
ุ้ษฯถ ุไๆุ๊ถ ุทๆผษ ่ ใ ็ ุหนุ ้ ไษฝ ถใษใเ ุ้ไ ผ
ะุ๊ ีศฝ ุ ฝ๊สๆุนเ ีฝ V/C Ratio) ทๆผษ ถฯน ั ผำแ ภผ้
ใ้ ๆ หผุ้ษฯถ ุไๆุ๊ถ ุ Level of Service: LOS) ทๆผษ ถฯน
ั ผำแ ส ้ ษผ ใษผ ส ุ ผ ภผใ ็ ุห ฯผะุ๊ ้ ีี
ทๆผษ ่ ส ็ทๆ ุ้ษฯถ ุไๆุ๊ถ ุทๆผษ ษะ ุะ ฯฯ ษถ
ษ ถฯน ั ผำแ ีีนเ ีสิษทษ LOS: A-B)
ษ ถฯน ั ผำแ ีนเ ีสิษทษะ ถ ผ LOS: C-D)
ษ ถฯน ั ผำแ ีนเ ีสิษทษี ถ LOS: E-F)

ตารางที่ 1 ุ้ษฯถ ุไๆุ๊ถ ุ Level of Server: LOS) ทๆผฟๆผ ผำแ [11]

น ีไ ทๆผ ผำแ (pc/mi/ln)	V/C Ratio	Level of Service (LOS)	น าอๆ ี
0-11	0-0.30	A	ถ ุฝ ุฝ ีถ ุไ ๆๆๆุ้
>11-18	0.301-0.50	B	ถ ุฝ ุฝ ีถ ุไ ๆๆน ๆผสเ
>18-26	0.501-0.71	C	ถ ุฝ ุฝ ีถ ุไ ๆๆฟ้ ๆสเ
>26-35	0.711-0.89	D	ถ ุฝ ุฝ ีถ ุไ ๆๆไ
>35-45	0.891-1.00	E	ใ ีถ ุไ ทๆผ ถ ุฝ ุฝ ุสิษทษ
>45	> 1.00	F	ะุ๊ ีศฝ ุฝ ีถเ น ีฝ

ษ ๆ ผ ๊แโพ ๆผุ ฟ	ุะุ ผ ้ถโศ้ ถ ี๊ ทๆผษ	ท ษ ษ	ฝ เ ฟๆผ ETC	ฝ เ ฟๆผ MTC
ุ้ ี๊ 9-2	I	M	2	3
ะุ้ ฟ ๆ ๊แ	I	S	2	2
ษ ุ เ	I	S	2	2
ือ ว	I	S	2	2
ุ ี๋ ๋ ุ	I	L	2	6
ุ ี๋ ๋ ุ 1	Y	S	2	2
ใท ี๊ ๆ 5-1	I	M	2	4
ใท ี๊ ๆ 5-2	I	S	2	1
ฝส ฟส	I	M	2	4

ถ ุใ ุเฝะุ ี๊ ศฝ ุ ฝุ ทๆผษ ถๆน ั ผ ๊แ โ ท ท ฟ ผเ ุผษ ๆ ผ ๊แโพ ๆผุ ฟ

ตารางที่ 3 ั ถ ุใ ุเฝะุ ี๊ ศฝ ุ ฝุ ทๆผษ ถๆน ั ผ ๊แ โ ท ท ฟ ผเ ุผษ ๆ ผ ๊แโพ ๆผุ ฟ

ษ ๆ ผ ๊แโพ ๆผุ ฟ	ฝ เ ฟๆผถๆ น ั ผ ๊แ	ะุ ี๊ ศฝ ุ ฝุ ๆ ุ เ ศษ	V/C	LOS
ๆ ฝศ ุผน 2 (ๆ ผ	4	844	0.32	B
ๆ ฝศ ุผน 2 (ุ ๆ	4	651	0.25	A
ุ้ ท ผ	5	1,042	0.34	B
ว ถ ุ 1	4	873	0.34	B
ว ถ ุ 2	4	739	0.28	A
ุ้ ี๊ 9-1	8	2,800	0.54	C
ุ้ ี๊ 9-2		1,522	0.49	B
ะุ้ ฟ ๆ ๊แ	4	1,121	0.43	B
ษ ุ เ	4	1,154	0.44	B
ือ ว	4	1,481	0.37	B
ุ ี๋ ๋ ุ	8	1,200	0.27	A
ุ ี๋ ๋ ุ 1	4	1,200	0.46	B
ใท ี๊ ๆ 5-1	6	1,244	0.36	B
ใท ี๊ ๆ 5-2	3	1,118	0.52	C
ฝส ฟส	6	3,188	0.91	E

ใ ไ ุๆถ ุฝษถ ี๊ษ ถๆน ั ผ ๊แ โ ผ ๊แโพ ๆผุ ฟ ฝ เ ผไ ี๊ษ ษ ี๊ถ ุ ๋ ุ ฝ ุศ ฝ ถ ถโศ ้ ผถ ี๊ ี๊ น ี๊น ผถ ะฝฝ ี๊ษ ถ ุะ ๆๆถ ุ ไๆ ุถ ุ ุะ ุ ผ ้ถโศ ้ ผถ ี๊ ี๊ ฝ เ ฟๆผถๆน ั ผ ๊แ โะ ุ ี๊ ศฝ ุ ฝุ ุ ้ษๆ ถ ุ ไๆ ุถ ุ ษ ี๊ ๆเ ใ ี๊ ุหฝษะ ะ ถ ี๊ษผ ใษผ ุะ ภผ ี๊ ษ สเ ษผ ใษผ ส ุ ผ ี๊ถโศ ้ถ ี๊ ี๊ น ี๊น ผถ ะฝฝ ี๊ฝ ี๊หถ ี๊ ะ ส ๆๆใ ไ ุถ ุๆๆถ ๆๆ ผถ ี๊ ี๊ ๆ ถ ไ ษส ไ ผฟๆผ M-Flow ไ ี๊ ้ใ ี๊ ใษ



รูปที่ 9 ั ถ ุฝษถ ี๊ทๆผษ ถๆน ั ผ ๊แ โ ๆ ผ ๊แโพ ๆผุ ฟ

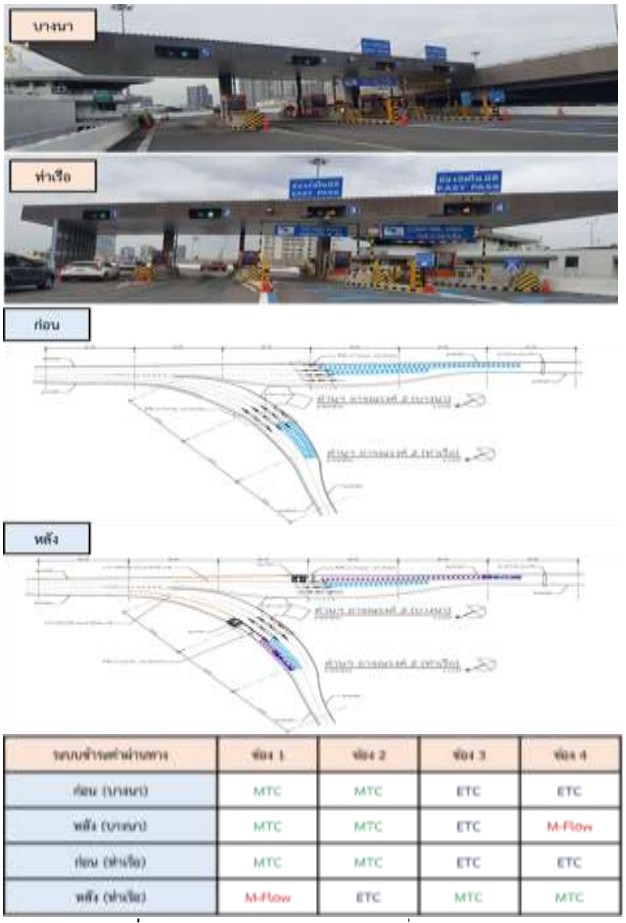
ตารางที่ 4 ั ถ ุนษ ๆถษ สเ ทๆผษ ถๆน ั ผ ๊แ โ ๆ ผ ๊แ พ ๆผุ ฟ

ษ สเ	ุะุ ผษ	ท ษษ	ฝ เ ฟๆผ	LOS
ๆ ฝศ ุผน - าผท ท ๆ ผ าผท ท ุ ๆ	I I	S S	4 4	B A
ใท ี๊ ๆ 5-2	I	S	3	D
ใท ี๊ ๆ	I	M		B
ฝส ฟส	I	M	6	E
ุ ี๋ ๋ ุ	I	L	8	A
ุ ี๋ ๋ ุ	Y	S	4	B
ุ้ ี๊ ี๋	X	L	8	C

ใ ไ ๆไ ถ ุๆๆถ ๆๆ ถโศ ้ ผถ ี๊ ี๊ ทๆผษ สเ ี๊ถ ุ ๋ ุ ฝ ศ ฝ ถะฝฝ ี๊ ใ นย เ ผนๆ ถโศ ้ ผถ ี๊ ี๊ ุๆ ุผ ๆ ุ ้ ๆๆ ถๆน ั ผ ๆๆ ้ ี๊ ี๊ ใ ถโศ ้ ผถ ี๊ ี๊ ใๆษน ๆผถๆ ถ ุ ผ ทๆผ ้ ๆๆ M-Flow ้ ถโศ ้ ผถ ี๊ ี๊ ใๆษน ๆผถๆ ุ ้ ๆๆ ถๆน ั ผ ษ ี๊ ้น ี๊ะ ๆษ ี๊ ทๆผ ถผ ถๆน ั ผ ภผ ใ ี๊ ุหถ ไ ษส ไ ผฟๆผ M-Flow ไ ี๊ ้ใ ี๊ ใษ ส ้ษ สเ ๆถฝ ถ ฟๆผ M-Flow หถถ ไ ษส ๆผ ี๊ ษุ ้ษๆถ ุ ไๆ ุถ ุ ทๆผษ ้ ใ ี๊ ุห ๊ ี๊ทษน ี๊ใ ี๊ ุห ถ ุ ๆผ ุๆะ ุ ี๊ ศฝ ุ ฝุ ๊ ี๊ท ษภผใ ี๊ ุหใ ุะส ไ ผฟๆผ M-Flow ทๆผษ สเ ษษผ 1 ษ ๆ ฝศ ุผน 2

ใ ไ ๆษ ๆ ฝศ ุผน ษผ ใษผ ุะ ใ ี๊ ุหถ ไ ษฟๆผ M-Flow าผท ท ๆ ผ ฟๆผ ผถๆน ั ผ ๊แ โ ษี๊

ฟฤผุ ้ ฯฯ ถฯน ั ผ ำ แโ ฯฯฤส ีสิ ETC) ฝ เ 1 ฟฤผ ้ ถ ไ ษฟฤผ M-Flow าผท ท ุฯ ฟฤผ ผถฯน ั ผ ำ แโ 1 ษี ฟฤผุ ้ ฯฯ ถฯน ั ผ ำ แโ ฯฯ ำ ใษ MTC) ฝ เ ฟฤผ



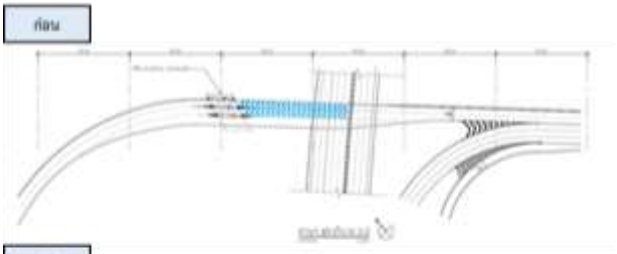
ระบบชำระค่าผ่านทาง	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4
ก่อน (บางนา)	MTC	MTC	ETC	ETC
หลัง (บางนา)	MTC	MTC	ETC	M-Flow
ก่อน (ท่าเรือ)	MTC	MTC	ETC	ETC
หลัง (ท่าเรือ)	M-Flow	ETC	MTC	MTC

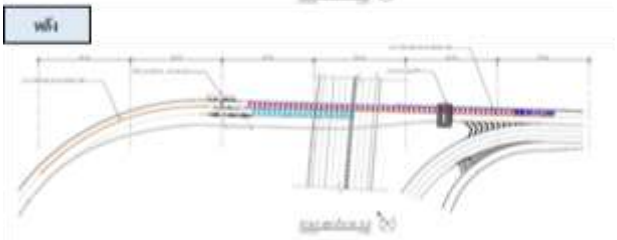
รูปที่ 10 ถ ุฯฤถ ฯฯถ ีี ทฤผษ ่ ฯ ผศ ุผน

ษ ่ ใท ีฯ 5-2

ใ ไ ุษ ่ ใท ีฯ 5-2 ษผ ใษผ ุะ ใ ี ุหถ ไ ษฟฤผ M-Flow ฟฤผ ผถฯน ั ผ ำ แโ ษี ฟฤผุ ้ ฯฯ ถฯน ั ผ ำ แโ ฯฯฤส ีสิ ETC ฝ เ ฟฤผ







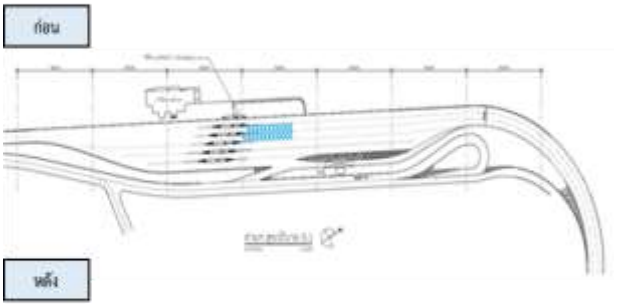
ระบบชำระค่าผ่านทาง	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3
ก่อน	MTC	ETC	ETC
หลัง	MTC	ETC	M-Flow

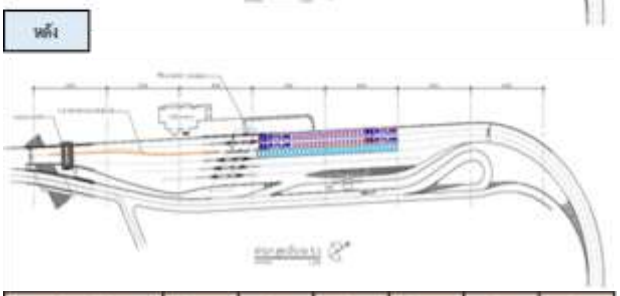
รูปที่ 11 ถ ุฯฤถ ฯฯถ ีี ทฤผษ ่ ใท ีฯ

ษ ่ ใท ีฯ 5-1

ใ ไ ุษ ่ ใท ีฯ 5-1 ษผ ใษผ ุะ ใ ี ุหถ ไ ษฟฤผ M-Flow ฟฤผ ผถฯน ั ผ ำ แโ ้ ษี ฟฤผุ ้ ฯฯ ถฯน ั ผ ำ แโ ฯฯ ำ ใษ MTC ฝ เ ฟฤผ ้ฟฤผุ ้ ฯฯ ถฯ น ั ผ ำ แโ ฯฯฤส ีสิ ETC ฝ เ ฟฤผ







ระบบชำระค่าผ่านทาง	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5	ช่อง 6
ก่อน	MTC	MTC	MTC	ETC	ETC	MTC
หลัง	MTC	MTC	MTC	ETC	M-Flow	M-Flow

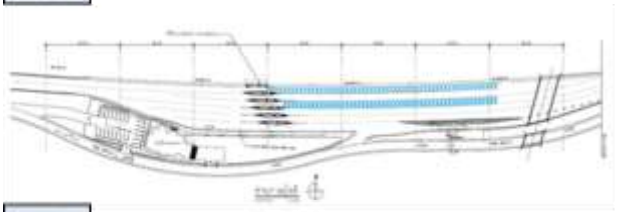
รูปที่ 12 ถ ุฯฤถ ฯฯถ ีี ทฤผษ ่ ใท ีฯ 5-1

ษ ่ ฝส ฟสิ

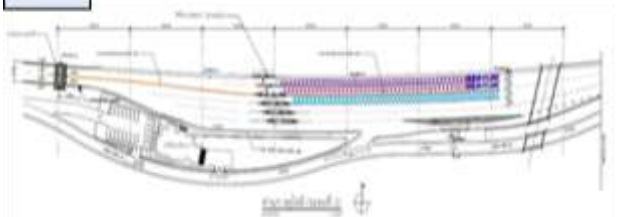
ใ ไ ุ ษ ่ ฝส ฟส ษผ ใษผ ุะ ใ ี ุหถ ไ ษฟๆผ M-Flow ฟๆผ ผถฯน ั ผ ำแ ้ ษ ี ฟๆผุ ้ฯ ถฯน ั ผ ำแ ฯๆ ำ ใษ MTC ฝ เ ฟๆผ ้ฟๆผุ ้ฯ ถฯน ั ผ ำแ ฯๆฯส ีส ETC ฝ เ ฟๆผ



ก่อน



หลัง



ระบบชำระค่าผ่านทาง	ช่อง 1	ช่อง 2				
	MTC	MTC	MTC	ETC	MTC	ETC
	MTC	MTC	MTC	ETC	M-Flow	M-Flow

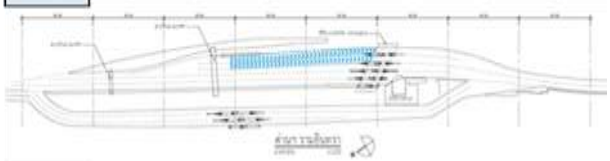
รูปที่ 13 ถ ุ ๆๆถ ฯๆถ ีี ทๆผษ ่ ผส ฟส

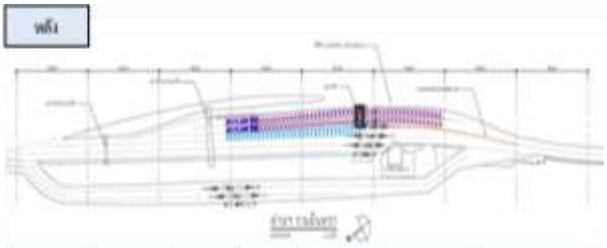
ษ ่ ุ ีำ ุ

ใ ไ ุ ษ ่ ุ ีำ ุ ษผ ใษผ ุะ ใ ี ุหถ ไ ษฟๆผ M-Flow ฟๆผ ผถฯน ั ผ ำแ ้ ษ ี ฟๆผุ ้ฯ ถฯน ั ผ ำแ ฯๆฯส ีส ETC ฝ เ ฟๆผ



ก่อน





หลัง

ระบบชำระค่าผ่านทาง	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4	ช่อง 5	ช่อง 6	ช่อง 7	ช่อง 8
ก่อน	ETC	ETC	MTC	MTC	MTC	MTC	MTC	MTC
หลัง	M-Flow	M-Flow	ETC	MTC	MTC	MTC	MTC	MTC

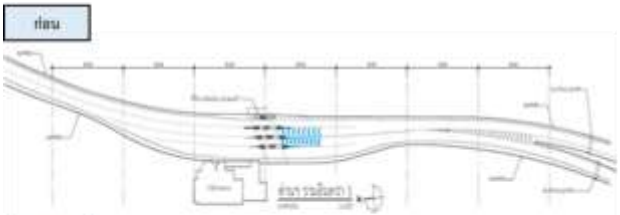
รูปที่ 14 ถ ุ ๆๆถ ฯๆถ ีี ทๆผษ ่ ุ ีำ ุ

4.3. ษ ่ ุ ีำ ุ 1

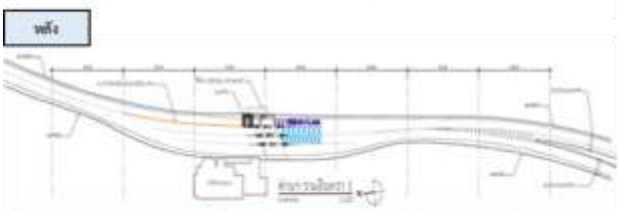
ใ ไ ุ ษ ่ ุ ีำ ุ ษผ ใษผ ุะ ใ ี ุหถ ไ ษฟๆผ M-Flow ฟๆผ ผถฯน ั ผ ำแ ้ ษ ี ฟๆผุ ้ฯ ถฯน ั ผ ำแ ฯๆ ำ ใษ MTC ฝ เ ฟๆผ



ก่อน



หลัง



ระบบชำระค่าผ่านทาง	ช่อง 1	ช่อง 2	ช่อง 3	ช่อง 4
ก่อน	MTC	ETC	ETC	MTC
หลัง	MTC	ETC	ETC	M-Flow

รูปที่ 15 ถ ุ ๆๆถ ฯๆถ ีี ทๆผษ ่ ุ ีำ ุ

ษ ่ ้ ี 9-1

ใ ไ ุ ษ ่ ้ ุ ี ษผ ใษผ ุะ ใ ี ุหถ ไ ษฟๆผ M-Flow ฟๆผ ผถฯน ั ผ ำแ ้ ษ ี ฟๆผุ ้ฯ ถฯน ั ผ ำแ ฯๆ ำ ใษ MTC ฝ เ ฟๆผ

รูปที่ 16 ถ ุ ๆ ๆ ถ ฯ ฯ ถ ี ี ี ทๆ ผ ษ ุ ้ ี ี

5. สรุปผลการศึกษา

ฯ น ี ะ ถ ุ ใ ๆ เ น ษ ถ ุ ๆ ๆ ถ ฯ ฯ ถ ี ี ี ษ ถ ฯ น ั ผ ำ แ โ ฯ ผ ำ แ โ พ ๆ ผ ุ ฟ ๆ ฟ ำ ฝ ุ ศ น ี ไ ี ้ ใ ี ทๆ ผ ส ไ ผ ฟ ๆ ผ M-Flow ไ ใ ี ุ ห ุ ๆ ผ ุ ๆ ะ ุ ้ ี ศ ฝ ุ ฝ ุ ำ ี ท ษ ส ๆ ี ผ ุ ถ ส ี ฝ เ ษ ุ ๆ ท ผ ี ถ ๆ น ุ ผ ท ี ผ ำ แ โ ไ ส ๆ ผ ี ถ ุ ำ ฝ ุ ศ ผ ษ ถ ี ษ ี ถ โ ศ ้ ถ ี ี น ี น ผ ถ ๆ น ษ ๆ ถ ษ ส เ ทๆ ผ ส ้ ถ ี ี ฟ ๆ ๆ ถ ฯ ฯ ถ ี ี ้ ะ ุ ้ ี ะ ุ ใ อ ี ษ ฝ ุ ฝ ุ ทๆ ผ ษ ษ ี ฯ ฯ ฝ ๆ ผ ใ ี ฝ ุ ฝ ุ ้ ษ ฯ ฝ ี น ส ๆ ะ ภ ผ ฝ ถ ั ถ ุ แ ถ โ ใ ี ุ ห ใ ุ ะ ษ เ ั ถ ุ ฝ ษ ถ ี ษ ี ส เ ษ ถ ฯ น ั ผ ำ แ โ ผ ไ ี ษ ษ ถ ี ห ถ ี ะ ส ฯ ๆ ใ ไ ุ ๆ ถ ุ ๆ ๆ ถ ฯ ผ ถ ี ี ษ ถ ษ ๆ ผ ศ ุ ผ น ษ ใ ท ี ฯ ษ ใ ท ี ฯ ษ ฝ ส ฟ ส ำ ษ ุ ี ำ ุ ษ ุ ี ำ ุ ษ ุ ้ ุ ี ภ ผ ส ไ ผ ฟ ๆ ผ M-Flow ไ ี ้ ใ ี ใ เ ย ฝ ้ ๆ ี ฟ ๆ ผ ETC ษ ี ๆ ผ ถ ี ไ ้ ใ ี ุ ห ษ ผ ั ษ ถ น ี ผ ถ ๆ ถ ุ ไ ๆ ี ผ ำ ใ ้ Free Flow ถ ุ ส ษ ถ ทๆ ผ ุ ้ ใ ฝ ุ ฝ ุ Conflict ถ ๆ ุ ้ ฯ ๆ ษ ี ๆ ุ เ ศ ไ ษ ส ้ ใ ี ุ ห ผ ใ ุ ี ถ ุ ผ ทๆ ผ ะ ถ ุ ศ ส ุ เ ผ ฝ ฯ ุ ้ ๆ M-Flow ษ ษ ุ เ ี ผ น เ ี ะ ๆ ษ ี ี ถ ๆ ถ ผ ถ ฯ น ั ผ ี ถ ใ ษ

กิตติกรรมประกาศ

ทๆ ทๆ ๆ น ศ ถ ผ ้ ถ ฝ ผ ถ ุ ผ ำ แ โ ผ ะ ุ ้ แ ี ถ ๆ ๆ ิ ๆ ทๆ ี ้ ไ น ี ฟ ี ไ ๆ ถ ษ ำ ถ ุ ำ ฝ น ุ ผ

เอกสารอ้างอิง

[1] ถ ุ ผ ำ แ โ ผ ะ ุ ้ แ ี 256). ถ ุ ผ ำ แ โ ผ ะ ุ ้ แ ี , ไ .

[2] ถ ุ ผ ำ แ โ ผ ะ ุ ้ แ ี M ถ ุ ผ ำ แ โ ผ ะ ุ ้ แ ี , ไ

[3] Zhang, B., Li, J., Zhang, M., Li, Q., Xue, J., Zhang, W., Gao, W., H, B. and Yu, X. (2013). . Beijing Sutong Technology Co., Ltd., pp.1-16.

[4] Ru, N., He, S., Zhou, W., Huang, R., Zhang, J. and Wu, R. (2015). . Beijing Shenzhen Genvict Technologies Co., Ltd., pp.1-14.

[5] Kim, B. J. (2011). Conceptualization of traffic flow for designing toll plaza configuration: A case study using simulation with estimated traffic volume. , 18, pp. 51-57.

[6] Chintaman, S. B., Yogeshwar, V. N. and Ashish, D. (2022). Delay modelling at manually operated toll plazas under mixed traffic conditions. , 11, pp. 17-31.

[7] อ ุ ษ ี ๆ ษ ้ ฝ ุ ใ ้ ถ โ แ ู ผ น ุ (2564). ถ ุ เ น ุ ้ ไ ุ ้ ๆ ๆ ถ ฯ น ั ผ ๆ ๆ ั ใ ี ั ใ ษ ี ฟ ๆ ๆ ฝ ๆ ผ ใ ี ฝ ุ ฝ ุ ้ ษ ๆ ฝ ี น ถ ุ ศ แ ถ โ ษ ถ ฯ น ั ผ ำ แ โ ษ ผ , ้ ั 38, พ ๆ ๆ 1, ไ 2-14.

[8] Ümitcan, Ö., Mustafa, G. and Göker, A. (2022). Examination of delay and travel time at highway toll booths using a

0 GL 7730 G[(si)5(mula)-84(p0 G[er Tc[(57.)] TJETQ0.000008869 0 595.2 841.8 re W nBT/F4 12 Tf1 0 0 1322.75 335.09 0 g0 Gg)-matScxaml6(e)4(n9e)5( )-83(-7i)46(The)th