

การจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคโดยโปรแกรม VISSIM เพื่อปรับปรุงมาตรการควบคุม
การจราจรบริเวณจุดตัดผ่านทางรถไฟด้วยสัญญาณไฟจราจรแบบพรีเอมชัน
Traffic Microsimulation Using VISSIM to Improve Traffic Control Measures at
Railway Intersection by Preemption System

ธวัชชัย ปัญญาคิด^{1*}, อัมพล การุณสุนทวงษ์¹

Thawatchai Phanyakit^{1*}, Ampol Karoonsoontawong¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand

*Corresponding author. E-mail: thawatchai.enkku@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อหามาตรการปรับปรุงระบบควบคุมระยะเวลาของเครื่องกั้นทางรถไฟบริเวณสถานีหนองแขมกว้างตัดกับทางหลวงหมายเลข 216 (วงแหวนด้านทิศตะวันออก) จังหวัดอุดรธานี เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเกิดปัญหาการติดขัดของการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนเนื่องจากมีปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในแต่ละปี แต่ในกรณีนี้จะศึกษาเฉพาะเรื่องของระยะเวลาที่กั้นทางรถไฟที่นานเกินไปเท่านั้น โดยจะจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM เพื่อกำหนดตำแหน่งการติดตั้งระบบตรวจจับการมาถึงของขบวนรถไฟ (Detector) ก่อนถึงจุดตัดทางรถไฟด้วยระบบพรีเอมชันเพื่อควบคุมระยะเวลาของเครื่องกั้นให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อลดปัญหาการจราจรที่เกิดขึ้นให้น้อยลงได้ โดยจากการศึกษาทำให้ได้ผลการศึกษาที่สามารถ ลดความยาวแถวคอยของยานพาหนะได้เฉลี่ยร้อยละ 41 ลดเวลาที่ใช้ในการเดินทางได้เฉลี่ยร้อยละ 4 ลดเวลาการสูญเสียเนื่องจากความล่าช้าได้เฉลี่ยร้อยละ 13 และ ลดเวลาสูญเสียเนื่องจากต้องหยุดรอสัญญาณไฟได้เฉลี่ยร้อยละ 47 เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการเดิมซึ่งใช้เจ้าหน้าที่ของการรถไฟ ฯ เป็นผู้ควบคุมเครื่องกั้น

คำสำคัญ: ปัญหาการจราจร จุดตัดทางรถไฟ สัญญาณไฟจราจรแบบพรีเอมชัน

ABSTRACT

The study was conducted to gain improvement measures of time control for crossing gates at the intersection of the railroad crossing between Nong Khon Kwang station with highway 216 (Eastern Ring Road), Udon Thani province. This area has experienced heavy traffic congestion during rush hour because traffic volume has increased every year. In this study, only the gate time issue was highlighted. Traffic microsimulation was carried on by using VISSIM in order to

Received 23-01-2022
Revised 17-03-2022
Accepted 18-03-2022

specify the location for installing a detector to detect trains before reaching the railway intersection using preemption system to obtain high suitability and efficiency in gate time control and to reduce the traffic congestion problem. Compared with the previous measures that the gates were controlled by officers, the results revealed that queue length of vehicles were lower (41%), travel time became shorter (4%), time lost due to delays (13%), and time lost due to being stopped by traffic lights (47%).

Keyword: Traffic problem, Railway intersection, Preemption system

1. บทนำ

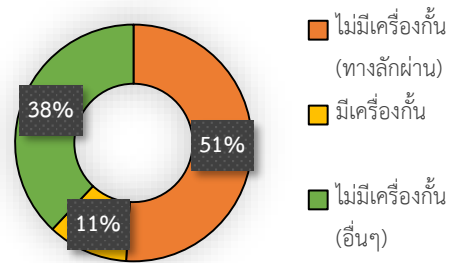
1.1 ทางแยกจุดตัดทางรถไฟ (Railroad crossing)

ทางแยกจุดตัดเป็นตำแหน่งบนโครงข่ายถนนที่เกิดจากการตัดกันของถนนทางแยกจึงมักเป็นบริเวณที่มีการขัดแย้งกันของกระแสการจราจร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีปริมาณการจราจรจำนวนมากวิ่งเข้าสู่ทางแยก ถ้าการจัดการกระแสการจราจรบริเวณทางแยกไม่มีประสิทธิภาพแล้วอาจก่อให้เกิดการจราจรติดขัดและแออัดในปริมาณที่สูงได้ ด้วยเหตุนี้การจัดการระเบียบการเคลื่อนที่ของกระแสการจราจรบริเวณทางแยกจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการออกแบบโครงข่ายถนนในเมือง [1]

จุดตัดทางรถไฟ คือจุดตัดระหว่างถนนทางหลวงกับทางรถไฟ ในปัจจุบันพบว่า มีจุดตัดทางรถไฟมีทั้งสิ้น 2,463 แห่ง ซึ่งการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) ได้ติดตั้งระบบป้องกันอุบัติเหตุเพียงประมาณ 699 แห่งเท่านั้นจึงทำให้เห็นว่ายังมีจุดตัดผ่านมากกว่า 1,000 แห่ง ที่ยังไม่มีการพิจารณาติดตั้งระบบป้องกันอุบัติเหตุนี้ ทำให้ยังคงมีอุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง อย่างไรก็ตามอุบัติเหตุที่เกิดจากจุดตัดทางรถไฟนั้นมีสาเหตุหลัก ๆ

มาจากทัศนวิสัย สภาพแวดล้อม ตลอดจนความบกพร่องของอุปกรณ์บริเวณทางตัดผ่าน หรือเกิดขึ้นเนื่องจากความประมาทเลินเล่อ ความคะนอง และการไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร จากตัวเลขสถิติของการรถไฟแห่งประเทศไทยพบว่าตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ.2545-2556 มีอุบัติเหตุรถไฟชนกับยานพาหนะหรือคนที่สัญจรผ่านจุดตัดทางรถไฟรวมเป็นจำนวนมากถึง 1,912 ครั้ง มีผู้เสียชีวิตรวม 621 ราย และบาดเจ็บ 1,909 ราย หากพิจารณาจากเส้นทางรถไฟในประเทศไทยที่มีความยาวรวมกว่า 4,000 กิโลเมตรพบว่ามีการตัดผ่านเส้นทางรถไฟมากถึง 2,457 แห่ง ซึ่งทางตัดผ่านเส้นทางรถไฟเหล่านี้จะมีระบบป้องกันอุบัติเหตุทั้งแบบที่มีเครื่องกั้นและไม่มีเครื่องกั้น บางแห่งเป็นทางตัดผ่านที่เป็นสะพานหรืออุโมงค์และในจำนวนนี้เป็นทางตัดผ่านของประชาชนในท้องถิ่นอีก 538 แห่ง ซึ่งเป็นทางตัดผ่านที่ผิดกฎหมาย (ทางลักผ่าน) เนื่องจากยังไม่ได้รับการอนุญาตอย่างถูกต้องจากการรถไฟฯ แต่อย่างไรก็ตามให้บริเวณดังกล่าวมักเกิดอุบัติเหตุขึ้นบ่อยครั้ง จากสถิติพบว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในบริเวณจุดตัดทางลักผ่านจะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นถึง 51% บริเวณจุดตัดทางรถไฟที่ถูกกฎหมายแต่ไม่มีเครื่องกั้น 38% และบริเวณบริเวณจุดตัดที่มีอุบัติเหตุบ่อยที่สุดคือบริเวณจุดที่มีเครื่องกั้น 11% แสดงดังภาพที่ 1 [1]

จุดตัดทางรถไฟที่พบเห็นในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ จุดตัดทางรถไฟแบบต่างระดับ จุดตัดทางรถไฟแบบมีเครื่องกั้นจุดตัดทางรถไฟแบบควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร และจุดตัดทางรถไฟที่เป็นทางลัดผ่าน ตัวอย่างจุดตัดทางรถไฟแต่ละชนิดแสดงดังภาพที่ 2-5 [2]



ภาพที่ 1 สถิติอุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟ [2]



ภาพที่ 2 จุดตัดทางรถไฟแบบทางต่างระดับ [2]



ภาพที่ 3 ตัวอย่างจุดตัดทางรถไฟแบบมีเครื่องกั้น [2]



ภาพที่ 4 จุดตัดทางรถไฟแบบควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร (ไม่มีเครื่องกั้น) [2]



ภาพที่ 5 ทางลัดผ่าน [2]

ตามคู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ ในชุดระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่งระยะที่ 2 ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรได้กำหนดเกณฑ์

เบื้องต้นอุปกรณ์ควบคุมทางตัดผ่านทางรถไฟที่เหมาะสมกับค่าคุณควบคุมจราจร (Traffic moment, T.M.) ในเวลา 1 วัน แสดงดังตารางที่ 1 [2]

ตารางที่ 1 เกณฑ์การเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุม

ค่า Traffic Movement (T.M.)	ประเภทของอุปกรณ์ควบคุมทางตัดผ่านทางรถไฟ
< 10,000	เครื่องหมายจราจร
10,000 - 40,000	เครื่องกั้นอัตโนมัติ (ข.1 หรือ ข.2)
40,000 - 100,000	เครื่องกั้นชนิดมีพนักงานเปิด - ปิด (ก.0 - ก.4)
> 100,000	ทางตัดผ่านต่างระดับ

(สนข,2561)

จากข้อมูลของพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดตัดทางรถไฟสถานีหนองขนกกว้างกับทางหลวงหมายเลข 216 (วงแหวนด้านทิศตะวันออก) จังหวัดอุดรธานี แสดงดังภาพที่ 6 พบว่า ค่า T.M. มีค่าเท่ากับ 289,848 ซึ่งมีค่า T.M. มากกว่า 100,000 [3] ซึ่งแยกนี้ควรจัดสร้างทางข้ามแบบต่างระดับ (Overpass) ตามมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 1 เนื่องจากมีค่า T.M. > 100,000 แต่สภาพในปัจจุบันยังไม่ได้ดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐาน อาจจะเนื่องด้วยข้อจำกัดบางประการ ทำให้บริเวณแยกนี้ ในช่วงโมงเร่งด่วนเช้าและเย็นมีปริมาณจราจรที่หนาแน่นมากเมื่อเทียบกับปริมาณจราจรในเวลาปกติ ทำให้มีผลกระทบทำให้เกิดความยาวแถวคอย เวลาที่ใช้การเดินทาง เวลาที่สูญเสียเนื่องจากความล่าช้า เผลี่ยและหยุดรอเมื่อมีขบวนรถไฟมาที่สูงมาก ดังภาพที่ 7 ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเพื่อหามาตรการปรับปรุงสัญญาณไฟจราจรและการจัดการเครื่องกั้นทางรถไฟบริเวณจุดตัดทางรถไฟที่เป็นพื้นที่ดังกล่าวนี้



ภาพที่ 6 พื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 7 สภาพการจราจรของพื้นที่ศึกษา

1.2 ระบบพรีเมียมชั่น (Preemption system)

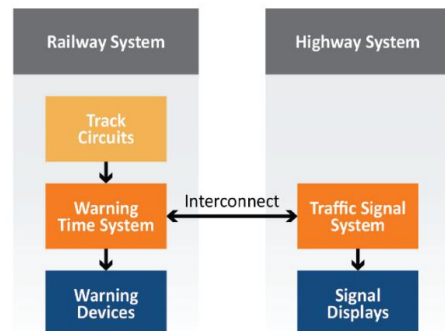
ระบบสัญญาณไฟจราจรแบบพรีเมียมชั่น (Preemption of traffic signals) เป็นระบบที่ติดตั้งบนทางรถไฟ เพื่อให้มีระบบการตรวจจับขบวนรถไฟที่กำลังเดินทางเข้าใกล้จุดตัดถนนทางหลวง ซึ่งการตรวจจับนั้นจะใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ตั้งแต่ระบบแบบง่าย ๆ ไปจนกระทั่งระบบขั้นสูงที่ใช้ทำนายระยะเวลาที่ขบวนรถไฟจะมาถึงบริเวณจุดตัดทางรถไฟโดยใช้ความเร็วของขบวนรถไฟมาพิจารณาใช้

คาดการณ์ในการตรวจจับตำแหน่งของขบวนรถไฟ และเวลาที่รถไฟจะวิ่งมาถึงจุดตัดทางรถไฟ

ระบบสัญญาณไฟจราจรแบบพรีเอมชัน บริเวณจุดตัดทางรถไฟนั้น มีความสำคัญทั้งในด้านความปลอดภัยและการขนส่งบริเวณจุดตัดทางรถไฟ โดยจะมีการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบเวลาแจ้งเตือนทางรถไฟและระบบสัญญาณจราจรทางหลวง จุดประสงค์ในการเชื่อมต่อนี้เพื่อที่จะรับรองว่าไม่มีพาหนะโดยอยู่บนทางรถไฟเมื่อรถไฟมาถึงบริเวณจุดตัดซึ่งมีวิธีการหลายอย่างที่สัญญาณจราจรสามารถที่จะป้องกันไม่ให้พาหนะอยู่ในเขตทางรถไฟแต่ประสิทธิภาพจะมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับการจัดการด้านเวลาและความถูกต้องในด้านข้อมูลที่มาจากหน่วยงานทางรถไฟ [4]

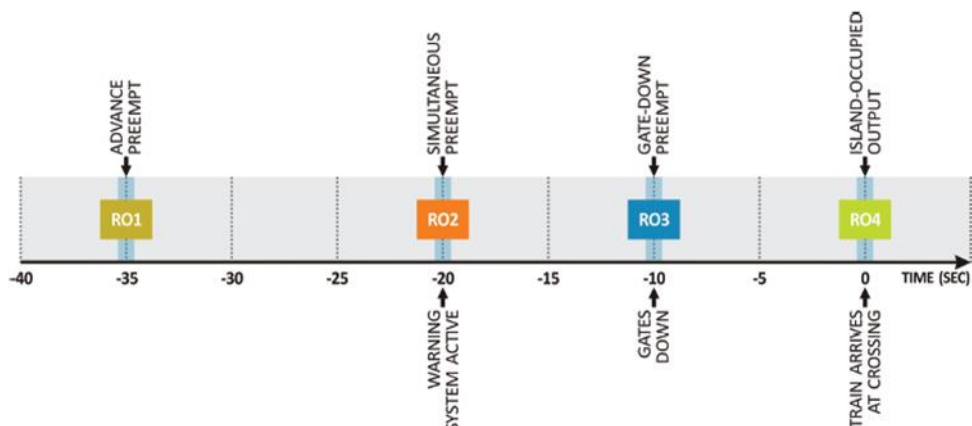
รูปแบบการทำงานของระบบ (Concept of operation) จะสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการต่าง ๆ ที่ระบบสามารถทำงานได้บริเวณจุดตัดทางรถไฟ โดยภาพที่ 8 แสดงถึงส่วนประกอบสำคัญของระบบทางรถไฟและทางหลวง การเชื่อมต่อประสาน

ระหว่างระบบทั้ง 2 แสดงให้เห็นถึงการสื่อสารซึ่งสามารถหรือเกิดขึ้นได้



ภาพที่ 8 ส่วนประกอบสำคัญของระบบสัญญาณไฟพรีเอมชันของทางรถไฟกับทางหลวง [4]

อุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟจราจรในบริเวณทางแยกแบบมีสัญญาณก่อนที่รถไฟจะมาถึงระบบการแจ้งเตือนถูกสั่งให้ทำงานโดยสัญญาณไฟบริเวณทางแยกโดยจะเริ่มกะปริบเป็นช่วง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบพื้นฐานของระบบสัญญาณพรีเอมชันแสดงดังภาพที่ 9 [4]



ภาพที่ 9 ระบบสัญญาณพรีเอมชัน [4]

1.3 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Micro-simulation model)

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค หมายถึง การจำลองพฤติกรรมเคลื่อนที่ในลักษณะแบบพลวัต (Dynamic) ของยานพาหนะแต่ละประเภท แบบรายคันในโครงข่ายถนนแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเป็นเครื่องมือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยจำลองสภาพการจราจรของรูปแบบการเดินทางประเภทต่าง ๆ ในสถานการณ์ต่าง ๆ และช่วยประเมินประสิทธิภาพการจราจรในเชิงเวลาและพื้นที่ในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ ในปัจจุบันโปรแกรมแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค มีอยู่ด้วยกันหลายโปรแกรม ตัวอย่างเช่น PTV VISSIM, CORSIM, AIMSUN, PARAMICS เป็นต้น สำหรับโปรแกรม VISSIM เป็นแบบจำลองสภาพการจราจรที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท PTV ประเทศเยอรมัน ถือเป็นแบบจำลองที่กำลังได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยจุดเด่นของแบบจำลองนี้ คือความสามารถในการจำลองสภาพการจราจรในเขตเมืองที่มีรูปแบบการเดินทางหลายรูปแบบ ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์รถโดยสาร รถไฟ และคนเดินเท้า รวมทั้งความยืดหยุ่นในการปรับแก้ค่าตัวแปรพื้นฐานให้สอดคล้องกับพฤติกรรมทางและความสามารถในการแสดงผลของแบบจำลองเป็นภาพเคลื่อนไหวสามมิติโปรแกรม VISSIM เป็นแบบจำลองในระดับจุลภาคที่อาศัยพฤติกรรม การขับขี่ของผู้ขับขี่เป็นฐานในการจำลอง (Behavior based) โดยทำการคำนวณพฤติกรรมและสถานะขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแบบจำลองทุก ๆ ช่วงเวลา (Time step) ในระดับวินาทีภายใต้เงื่อนไขสภาพการจราจร เช่น จำนวนช่องจราจร พฤติกรรม

การขับขี่ของผู้ขับขี่ที่สัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภทในกระแสจราจร รอบของสัญญาณไฟจราจร และรูปแบบการควบคุมจราจร เป็นต้น ดังนั้นโปรแกรม VISSIM จึงถือเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานด้านการจราจรของโครงการด้านการขนส่งและจราจรในเขตเมืองอย่างมาก [5]

2. วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษานี้ประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM เพื่อเปรียบเทียบแต่ละมาตรการโดยใช้ระบบควบคุมระยะเวลาของเครื่องกับสัญญาณไฟจราจรบริเวณจุดตัดทางรถไฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการจราจรบริเวณโดยจะเปรียบเทียบมาตรการใหม่ กับมาตรการที่ใช้อยู่ ณ ปัจจุบัน (ที่ใช้พนักงานรถไฟเป็นผู้ควบคุม) โดยจะเปรียบเทียบสภาพการจราจร ได้แก่

- (1) ความยาวแถวคอยสูงสุด (Queue length maximum)
- (2) เวลาที่ใช้การเดินทางเฉลี่ย (Average travel time of all vehicles)
- (3) เวลาสูญเสียเนื่องจากความล่าช้าเฉลี่ย (Average delay time of all vehicles)
- (4) เวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุดเฉลี่ย (Average stopped delay per vehicles in seconds)

การคัดเลือกช่วงถนนตัวแทนสำหรับการศึกษานี้ ได้ให้ความสำคัญกับทั้งทางหลวงที่มีจุดตัดทางรถไฟที่มีปริมาณจราจรสัญจรค่อนข้างสูง โดยคัดเลือกทางหลวงที่ตัดกับทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ (ช่วงขอนแก่น-หนองคาย) เนื่องจากยังไม่มีแก้ไขปรับปรุงที่จุดตัดทางรถไฟเสมอ

ระดับดินให้เป็นสะพานรถยนต์ยกระดับ (Over pass) และทางลอด (Box under pass) เหมือนทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ (ช่วงชุมทางถนนจิระ-สถานีขอนแก่น) แต่อย่างไรก็ตามมีปัญหาเรื่องการจราจรบริเวณจุดตัดทางแยกเหล่านี้สูงมาก ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกจุดตัดทางรถไฟบริเวณแยกสถานีหนองขอนกว้างกับทางหลวงหมายเลข 216 (วงแหวนด้านทิศตะวันออก) จังหวัดอุดรธานี มาเป็นตัวแทนเพื่อการศึกษา ภายใต้เกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้

- ทัศนวิสัยการมองเห็นที่ชัดเจน
- ผิวจราจรสภาพปกติไม่ชำรุด
- เป็นช่วงถนนที่ค่อนข้างตรงไม่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมในการขับขี่
- ไม่มีลักษณะทางกายภาพหรือกิจกรรมที่เป็นสาเหตุให้ช่วงถนนไม่เป็นปกติหรือไม่มีความปลอดภัย เช่น โรงเรียน โรงงาน หรือสวนสาธารณะ

2.1 การรวบรวม ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ และการจราจรของพื้นที่ศึกษา

สำหรับขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและการเปรียบเทียบ โดยปกติแล้วข้อมูลที่จะจำเป็นต้องนำเข้าสู่แบบจำลองจะประกอบไปด้วย

- (1) ข้อมูลลักษณะกายภาพ (Geometry data)
- (2) ข้อมูลความต้องการในการเดินทาง (Demand data)
- (3) ข้อมูลการควบคุมการจราจร (Control data)
- (4) ข้อมูลสำหรับการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration data)
- (5) ข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง (Validation data)

การเก็บข้อมูลภาคสนามอ้างอิงวิศวกรรมจราจร (Traffic engineering) [6] โดยแบ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาในการสำรวจข้อมูล [6]

ช่วงเวลาการสำรวจข้อมูล	
7.30 น. - 8.30 น.	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (Morning peak)
16.30 น. - 17.30 น.	ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (Evening peak)

สำหรับการแบ่งประเภทของยานพาหนะเพื่อความสะดวกในการพัฒนาแบบจำลองได้แบ่งประเภทของยานพาหนะออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ รถจักรยานยนต์และรถสามล้อเครื่อง รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถยนต์กระบะหรือรถปิกอัพและรถบรรทุกหนัก แสดงดังตารางที่ 3 [6]

ตารางที่ 3 การแบ่งประเภทยานพาหนะ

ประเภทยานพาหนะ				
				
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์นั่ง	รถยนต์กระบะ	รถบรรทุก
	สามล้อเครื่อง	ส่วนบุคคล	รถปิกอัพ	ทุกหนัก

2.2 ข้อมูลความต้องการในการเดินทาง (Demand data)

ข้อมูลความต้องการในการเดินทาง (Demand data) ใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยกล้องวิดีโอ บันทึกสภาพการเคลื่อนตัวของยานพาหนะบนพื้นที่

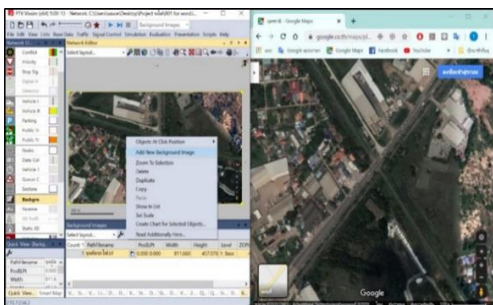
ศึกษา ข้อมูลที่ทำการสำรวจ ได้แก่ ปริมาณจราจรบนพื้นที่ศึกษา (Turning movement) สัดส่วนปริมาณจราจร (Vehicle composition) และความยาวแถวคอยสูงสุด (Max q-length) แสดงดังภาพที่ 10



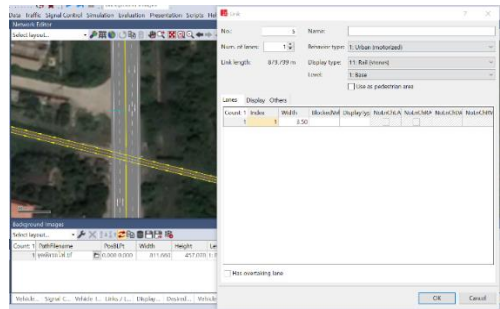
ภาพที่ 10 การเก็บข้อมูลผ่านกล้อง VDO

2.3 การจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรม VISSIM

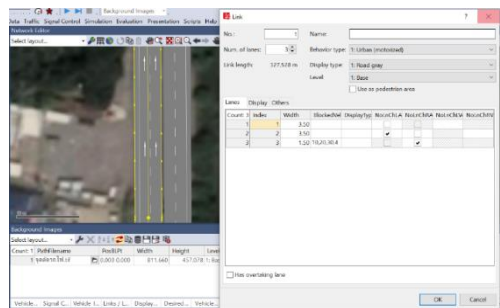
(1) นำภาพถ่ายทางอากาศเข้าสู่แบบจำลองนำภาพถ่ายทางอากาศเข้าสู่แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคจาก Google map แสดงดังภาพที่ 11 จากนั้นทำการกำหนดมาตราส่วน (Scale) เพื่อใช้ในการอ้างอิงระยะและทำการสร้างเส้นทาง (Link) แสดงดังภาพที่ 12 จากนั้นทำการลากเส้นถนนโดยเลือกที่ (Links & connectors) แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 11 การนำไฟล์รูปจาก Google map มาใส่ในโปรแกรม VISSIM

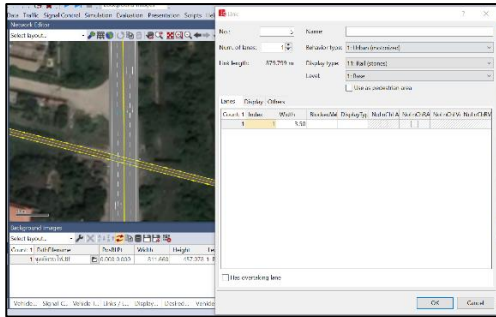


ภาพที่ 12 การสร้างเส้นถนน (Links & connectors)



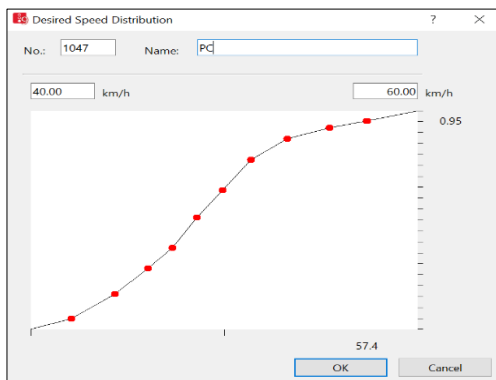
ภาพที่ 13 การสร้าง link เส้นทางรถไฟลงในโปรแกรม

จากในตาราง สามารถกำหนดองค์ประกอบของถนนผ่านตัวเลือกต่าง ๆ ได้ดังนี้ (1) ชื่อถนน (Name) (2) จำนวนช่องทางจราจร (No. of lanes) (3) ชนิดของพฤติกรรมใช้ถนน (Behavior type) (4) รูปแบบ การแสดงผล (Display type) (5) ความกว้างช่องจราจร (Lane width) (6) ความกว้างช่องจราจรหลายขนาด (Various lane widths) (7) เลนต้องห้าม (Lane closure) (8) ห้ามเปลี่ยนเลน (No lane change) (9) เปลี่ยนทิศทางการวิ่งของรถ (Change direction) เมื่อวาดถนนผิดทิศ ซึ่งจะส่งผลให้รถไม่สามารถเดินบนถนนเส้นนั้น ๆ ได้ (10) ใช้เป็นช่องคนเดิน (Use as pedestrian area) จากนั้นนำตัววางรถไฟที่โปรแกรมมีให้เลือกใช้ โดยใช้วิธีเดียวกับการสร้างเส้นถนน แต่เลือกคำสั่ง Display type: Rail แสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การนำมารองรถไฟมาวางในรูปแบบ

(2) การกำหนดความเร็วของยานพาหนะ (Desired speed distribution) กำหนดพฤติกรรม การใช้ความเร็วของผู้ขับขี่ยานพาหนะแบบอิสระ (Free flow) ที่ 15 Percentile หรือ 85 Percentile ของยานพาหนะแต่ละประเภท แสดงดังภาพที่ 15

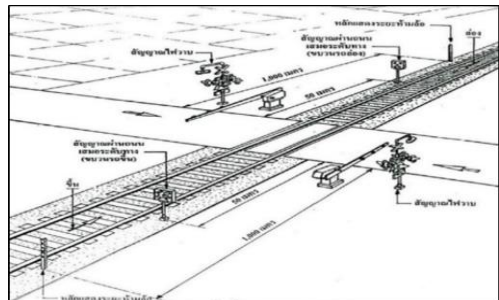


ภาพที่ 15 การสร้าง Desired speed distribution

2.4 ประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อประเมิน มาตรการ

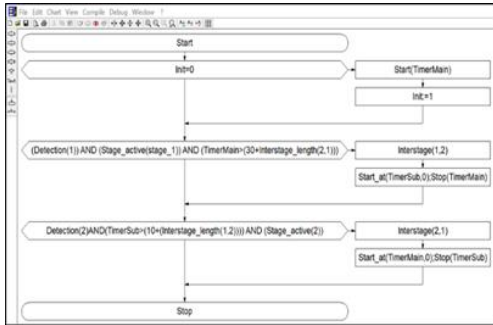
ทำการเปรียบเทียบการจัดการจุดตัดทาง รถไฟในรูปแบบเดิม คือ ใช้พนักงานรถไฟควบคุม เครื่องกั้นบริเวณจุดตัดทางทางรถไฟให้เป็น แบบจำลองฐานสำหรับการเปรียบเทียบ (Base

model) ด้วยเงื่อนไขที่สมมติฐานว่ามีอุปกรณ์ ตรวจจับ (Detector) เพื่อแจ้งการมาถึงระยะที่ กำหนด 1,000 เมตร ตามมาตรฐานข้อบังคับและ ระเบียบการเดินรถของการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2549 แสดงดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 เครื่องกั้นถนนแบบคานอัตโนมัติใช้เป็น Base model (ที่มา: รพท, 2549)

หลังจากได้แบบจำลองฐาน (Base model) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการประยุกต์ใช้ แบบจำลองฐานเพื่อปรับปรุงมาตรการควบคุม เครื่องกั้นด้วยวิธีการใหม่ คือ วิธีการติดตั้งระบบ อาณัติสัญญาณไฟแบบพรีเอมชัน (Preemption system) โดยวางระบบตรวจจับ (Detector) จำลอง การมาถึงของขบวนรถไฟทั้งหมด 3 จุด ซึ่งควบคุม ระบบการทำงานด้วยโปรแกรม VISSIM และใช้ รูปแบบการจัดการจราจรอย่างเป็นลำดับขั้นตอน (Flow chart) โดยระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับ จุดที่ 1 และ 2 ห่างกัน 200 เมตร อุปกรณ์ตรวจจับ จุดที่ 2 ห่างจากทางแยก 600 เมตร และอุปกรณ์ ตรวจจับจุดที่ 3 ห่างจากทางแยก 150 เมตร ทั้งขาขึ้น และขาล่อง แสดงดังภาพที่ 17-18



ภาพที่ 17 ชุดคำสั่งการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการมาถึงของรถไฟด้วย VISSIM program

รายละเอียดการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับขบวนรถไฟ และชุดคำสั่งสัญญาณไฟจราจรได้ว่า เมื่อเริ่มระบบทำงาน (Start) อุปกรณ์ตรวจจับ (Detector) จะทำการตรวจจับขบวนรถไฟที่วิ่งผ่าน โดยกำหนดค่าตัวแปรว่า ถ้าหากรถไฟวิ่งผ่านให้ค่าตัวแปรมีค่าเท่ากับ 1 ถ้าหากไม่มีให้มีค่าเท่ากับ 0

(Init = 0, 1) โดยอุปกรณ์ตรวจจับขบวนรถไฟจุดที่ 1 (Detector 1) มีหน้าที่ตรวจจับการมาถึงของขบวนรถไฟและให้สัญญาณไฟสีเขียวเพื่อเตือนการมาถึงรถไฟแต่ยังไม่มีกั้นการจราจร จากนั้นเมื่อขบวนรถไฟผ่านอุปกรณ์ตรวจจับขบวนรถไฟจุดที่ 2 (Detector 1) ระบบจะทำการยืนยันการมาถึงรถไฟอีกครั้ง และเริ่มทำการปิดกั้นกระแสจราจรสายหลักที่ตัดผ่านเพื่อความปลอดภัยและสลับเฟสสัญญาณไฟเขียวให้ขบวนรถไฟ (Interstage 1, 2) สุดท้ายอุปกรณ์ตรวจจับขบวนรถไฟจุดที่ 3 (Detector 3) มีหน้าที่ตรวจจับขบวนรถไฟเมื่อผ่านจุดตัดไปแล้วและเริ่มให้สัญญาณไฟเขียวแก่กระแสจราจรสายหลัก (Interstage 2, 1) ระยะที่ติดตั้งอุปกรณ์สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 18

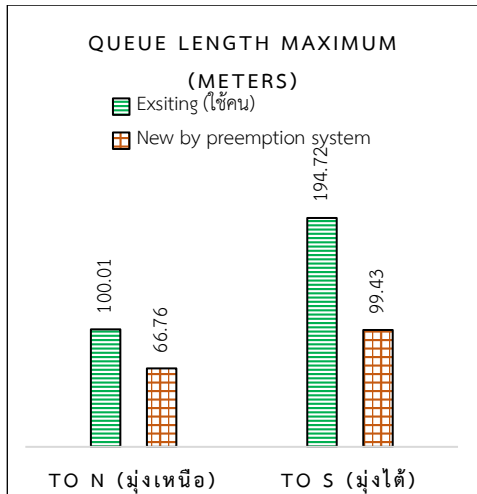


ภาพที่ 18 ระยะติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการมาถึงของขบวนรถไฟ (Detector 1, 2, 3)

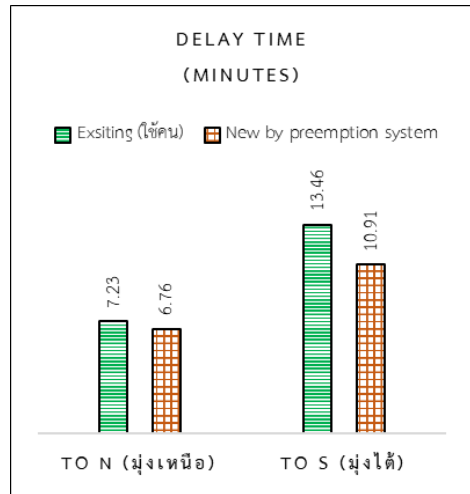
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่าระบบฟรีเอ็มชันเป็นมาตรการที่สามารถควบคุมระยะเวลาของเครื่องกั้นและสัญญาณไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการเดิมที่ใช้อยู่แสดงดังภาพที่ 19-22

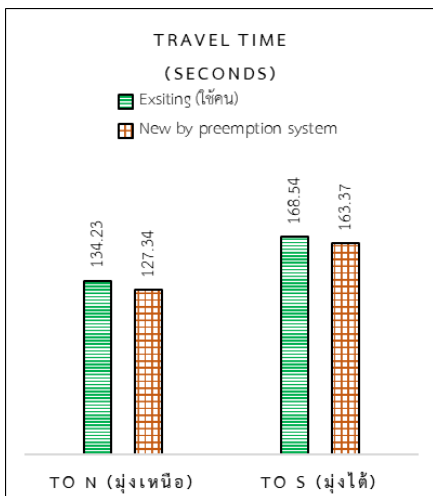
ผลการศึกษาแสดงภาพที่ 19 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความยาวแถวคอยสูงสุดทั้งสองทิศทางมุ่งเหนือและใต้ (Average queue length maximum) ลงได้ เฉลี่ยร้อยละ 41 เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการเดิมที่ควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ของการรถไฟที่อยู่ป้อมควบคุมบริเวณจุดตัดทางรถไฟบริเวณนี้



ภาพที่ 19 ความยาวแถวคอยสูงสุด (Queue length maximum)

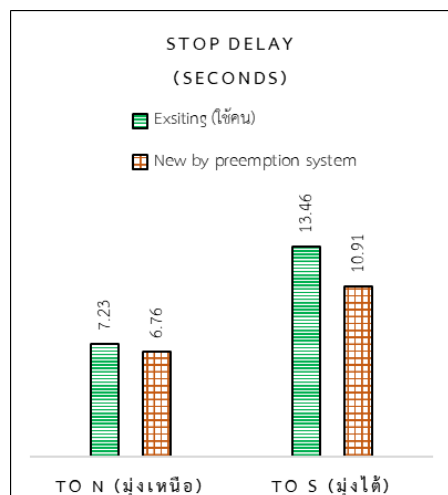


ภาพที่ 21 เวลาสูญเสียเนื่องจากความล่าช้าเฉลี่ย (Delay time of all vehicles)



ภาพที่ 20 เวลาที่ใช้การเดินทางเฉลี่ย (Travel time of all vehicles)

จากภาพที่ 20 สามารถลดเวลาที่ใช้การเดินทางทั้งสองทิศทาง (Average travel time of all vehicles) ได้เฉลี่ยร้อยละ 4



ภาพที่ 22 เวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุด (Stopped delay)

จากภาพที่ 22 สามารถลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการหยุดทั้งสองทิศทาง (Average stopped

delay per vehicles in seconds) ลงได้เฉลี่ยร้อยละ 47 เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการเดิมที่ใช้อยู่

4. สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์หาระยะเวลาปิดกั้นทางรถไฟที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดพบว่าสภาพการจราจรในกรณีที่ตั้งระบบอัตโนมัติสัญญาณไฟอัตโนมัติ (Preemption system) มีค่าความล่าช้าและระยะเวลาในการเดินทางรวมทั้งโครงข่ายน้อยกว่าสภาพการจราจรในปัจจุบันส่งผลให้มีสภาพการจราจรที่คล่องตัวกว่า ซึ่งจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เพื่อออกแบบระบบอัตโนมัติสัญญาณไฟอัตโนมัติ (Preemption system) ในบริเวณทางแยกที่มีจุดตัดทางรถไฟร่วมด้วยได้เพื่อเป็นการลดการติดขัดของกระแสจราจรที่เป็นผลมาจากการหยุดรอรถไฟ

แบบจำลองระดับจุลภาคของการหาประสิทธิภาพของจุดตัดทางรถไฟที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ได้ผ่านการปรับแก้และตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งมีความถูกต้องและมีลักษณะที่ใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงในระดับหนึ่งแต่ทั้งนี้การพัฒนาแบบจำลองนี้ได้อ้างอิงข้อมูลจากการลงพื้นที่สำรวจจริงสำหรับข้อมูลด้านการจราจรและข้อมูลด้านกายภาพ ซึ่งถ้ามีการพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาแทนควรใช้ข้อมูลการจราจรที่เป็นข้อมูลปัจจุบันจะเป็นผลดีต่อการวิเคราะห์

จากการพัฒนาแบบจำลองในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของจุดตัดทางรถไฟ โดยใช้โปรแกรม VISSIM พบว่าการใช้งานโปรแกรมนี้สามารถใช้ได้ง่ายสะดวกต่อการพัฒนาแบบจำลองการประมวลผลการแสดงผล รวมทั้งการวิเคราะห์ผลข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับนำมาใช้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

ของจุดตัดทางรถไฟที่จุดอื่น ๆ ของการรถไฟแห่งประเทศไทยได้นอกเหนือจากพื้นที่ที่ได้ศึกษานี้ต่อไปและถ้าเป็นไปได้ควรเพิ่มเติมอุปกรณ์ตรวจจับ (Detector) ในตำแหน่งก่อนที่รถไฟวิ่งเข้าจุดตัดเพื่อป้องกันอุปกรณ์ตรวจจับในจุดอื่นไม่ทำงานเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น

เนื่องด้วยในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับเทคโนโลยีตรวจจับวัตถุประเภทต่าง ๆ ณ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ตรวจจับยานพาหนะหลากหลายรูปแบบให้เลือกใช้ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับขดลวดเหนี่ยวนำ (Inductive loop) อุปกรณ์ตรวจจับด้วยภาพ (Image processing) อุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสง (Laser detector) และอุปกรณ์ตรวจจับด้วยคลื่น (Microwave detector) ดังนั้นการจะนำไปใช้ควรมีการศึกษาความเหมาะสมของอุปกรณ์ประเภทนั้น ๆ ให้เหมาะสมกับประเภทของงานที่จะต้องนำไปติดตั้ง

การทำงานของระบบสัญญาณไฟจราจรบริเวณจุดตัดทางรถไฟนั้นมีความสำคัญทั้งในด้านความปลอดภัยและเวลาการขนส่ง แต่ปัญหาของแต่ละทางแยกนั้นอาจมีความแตกต่างกัน ในทางปฏิบัติการของแบบจำลองสัญญาณจราจรระดับจุลภาคบริเวณจุดตัดทางรถไฟควรมีการพิจารณาถึงวัตถุประสงค์เหล่านี้เป็นพื้นฐานสำคัญด้วย เช่น ควรศึกษาเกี่ยวกับมาตรการที่ควรนำมาใช้ และปัญหาบริเวณจุดตัดทางรถไฟที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่ง จาก รศ.ดร.อำพล การุณสุนทวงษ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการดำเนินการ

และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี ที่ได้อำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ
ช่วงของการดำเนินการเป็นอย่างดี และขอขอบคุณ
คุณธนพล พรหมรักษา นักศึกษาปริญญาเอก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้
ให้คำแนะนำในการปรับแก้แบบจำลองด้วยโปรแกรม
VISSIM จนทำให้การศึกษานี้สามารถสำเร็จลุล่วงไป
ได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] มูลนิธิไทยโรดส์ และศูนย์วิจัยอุบัติเหตุแห่ง
ประเทศไทย, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย,
2556, รายงานสถานการณ์อุบัติเหตุทางถนน
ของประเทศไทย พ.ศ. 2555-2556, กรุงเทพฯ,
หน้า 20-30.
- [2] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและ
จราจร (สนข), กระทรวงคมนาคม, 2553,
โครงการศึกษาจัดทำแผนแก้ไขอุบัติเหตุบริเวณ
จุดตัดทางรถไฟกับถนนสำหรับทางรถไฟ
- ระยะไกล, รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final
Report), กรุงเทพฯ, หน้า 6-8.
- [3] สำนักอำนวยความสะดวก, กรมทางหลวง,
2558, สรุปรบริเวณทางรถไฟตัดผ่านทางหลวง
ประจำปี พ.ศ. 2558, กรุงเทพฯ, หน้า 7.
- [4] The Transportation Research Board
(TRB), 2017, Traffic Signal Preemption at
Intersections Near Highway– Rail Grade
Crossing, Washington D.C., USA, Chapter
2, pp. 7-18.
- [5] Park B. and Schneeberger, J.D., 2003,
Microscopic Simulation Model
Calibration and Validation Case Study of
VISSIM Simulation Model for a
Coordinated Actuated Signal System,
Washington, DC., pp. 50-150.
- [6] สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์, 2551, วิศวกรรมจราจร
(Traffic Engineering), ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา,
หน้า 140-143.