



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์

The analysis of decision factors influencing the selection of boat transportation mode in Klong Prawetburirom

ภัสสินทร จิตรา^{1*} เทอดศักดิ์ รongviriyapanich²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

² ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Lapussinton Jitra^{1*} Terdsak Rongviriyapanich²

¹ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok 10800

² Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok 10800

* Corresponding author.

E-mail: s6401081812023@kmutnb.ac.th; Telephone: 06 1093 1990

วันที่รับบทความ 17 มีนาคม 2567; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 19 เมษายน 2567; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 9 กันยายน 2567

วันที่ตอบรับบทความ 10 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์หาพฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้อยู่อาศัยย่านอ่อนนุช ระหว่างยานพาหนะเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน และเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ โดยจำลองสถานการณ์สมมติ หรือ State Preference (SP) จากพฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการเดินทางซึ่งขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของแต่ละบุคคล (Individual) บนพื้นฐานของทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility) ที่ตอบสนองต่อสถานการณ์สมมติ โดยจะนำผลการตัดสินใจไปพัฒนาแบบจำลอง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์สัดส่วนของการเลือกรูปแบบการเดินทางในอนาคต การศึกษาพบว่าแบบจำลอง Binary Logit Model ที่ได้จากการพัฒนาจากข้อมูลสำรวจ สามารถพยากรณ์สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางได้ดังนี้ คือ ผู้ที่ใช้อยู่อาศัยส่วนบุคคลจะเปลี่ยนแปลงมาเลือกใช้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์คิดเป็นร้อยละ 23.4 โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อแบบจำลองมากที่สุดคือ ระยะเวลาการรอคอยเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ ซึ่งคิดความถูกต้องของแบบจำลองเป็นร้อยละ 76.6 ส่วนผู้ที่ใช้รถโดยสารสาธารณะ จะเปลี่ยนแปลงมาใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ คิดเป็นร้อยละ 42.6 โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง/เงินเดือน โดยมีความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 70.9 และจากแบบจำลองสามารถคาดการณ์ได้ว่าหากมีการให้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ ในอนาคตสามารถคำนวณสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงการเดินทางได้ถึงร้อยละ 36.86

คำสำคัญ

การเลือกรูปแบบการเดินทาง แบบจำลองประเภทโลจิตทวินาม เรือโดยสาร

Abstract

This study investigates the determinants underlying individuals' choices between private/public land transportations and boat commuting along Khlong Prawetburirom in the On Nut area. Employing the State Preference framework, which elucidates individual behavior, and drawing upon Utility theory, this research aims to optimize a model that comprehensively examines the factors influencing transportation mode choice. A Binary Logit model was employed to discern the decision ratio, yielding significant findings. Firstly, with a model accuracy of 76.60%, it was observed that

individuals accustomed to private car usage exhibited a willing to transition to boat commuting by 23.4%, primarily influenced by the maximum tolerable waiting time. Secondly, with a model accuracy of 70.9%, individuals reliant on public transportation showed a propensity to switch to boat commuting by 42.6%, with individual travel cost/salary emerging as the most significant factor. The overall analysis indicates that approximately 36.86% of individuals would opt for boat commuting along Khlong Prawetburirom in the foreseeable future. Therefore, this model study highlights critical insights into prospective transportation preferences within the surveyed locale, offering valuable information for transportation development.

Keywords

transportation mode choice; binary Logit model; boat transportation

1. คำนำ

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่ประสบปัญหาการจราจรติดขัดมาอย่างต่อเนื่อง ย่านอ่อนนุชซึ่งอยู่ในกรุงเทพมหานครก็ประสบปัญหาการจราจรติดขัดเช่นกัน เกิดจากการรองรับปริมาณจราจรเข้า-ออกเมืองจากถนนลาดกระบัง ประกอบกับการพัฒนาพื้นที่และการขยายตัวของประชากรของบริเวณพื้นที่ดังกล่าวในปัจจุบัน ถนนอ่อนนุชมีระบบขนส่งสาธารณะให้บริการอยู่ในปัจจุบันทั้งรถโดยสารประจำทาง และรถสองแถว แต่ยังคงมีปัญหาการจราจรติดขัดอยู่ เนื่องจากระบบขนส่งสาธารณะที่กล่าวมาอยู่ในกระแสจราจรร่วมกับรถส่วนบุคคล

คลองประเวศบุรีรัมย์ วางตัวขนานกับถนนอ่อนนุช และถนนลาดกระบังไปบรรจบกับแม่น้ำบางปะกงในจังหวัดฉะเชิงเทราซึ่งเป็นจุดสิ้นสุด โดยเรือโดยสารจัดเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะ การเข้าใจพฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้ที่อาศัยในย่านอ่อนนุช รวมไปถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางจะสามารถนำไปวางแผนพัฒนาการให้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์ให้มีประสิทธิภาพได้ การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์หาพฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้ที่อาศัยในย่านอ่อนนุช ระหว่างยานพาหนะเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน และเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์ โดยจำลองสถานการณ์สมมติ หรือ State Preference (SP) [1] จากพฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการเดินทางซึ่งขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของแต่ละบุคคล (Individual) บนพื้นฐานของทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility) ที่ตอบสนองต่อสถานการณ์สมมติ โดยจะนำผลการตัดสินใจไปพัฒนาแบบจำลอง เพื่อนำไป

ประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์สัดส่วนของการเลือกรูปแบบการเดินทางในอนาคต

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์
- 2) เพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ การเปลี่ยนแปลงการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้ที่อาศัยในย่านอ่อนนุชระหว่างรูปแบบการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารสาธารณะและเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์

1.2 ขอบเขตการวิจัย

- 1) ขอบเขตพื้นที่ทำการศึกษาพฤติกรรมในการเลือกปัจจัยการเลือกใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์ตั้งแต่ท่าเรือพระโขนงถึงท่าเรือตลาดเก่าหัวตะเข้ ของผู้ที่อาศัยในย่านอ่อนนุช
- 2) ประเภทของยานพาหนะที่พิจารณาคือรถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง และเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์
- 3) ใช้แบบจำลองโลจิตทวินาม [2] ในการวิเคราะห์พัฒนาแบบจำลองสำหรับพยากรณ์การเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้ที่อาศัยในย่านอ่อนนุช ระหว่างยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทางปัจจุบัน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางในอนาคต

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนาม

กระบวนการศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรม การเลือกใช้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ของผู้อาศัยย่านอ่อนนุช สามารถเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระได้ดังสมการที่ (1)

$$y = c + x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + x_3\beta_3 \dots + x_n\beta_n \quad (1)$$

โดยที่

y คือ ผลรวมของอรรถประโยชน์ทั้งหมด

c คือ ค่าคงที่

x_1, x_2, x_3, x_n คือ ตัวแปรอิสระที่ได้จากข้อมูล

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_n$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระ

การวิเคราะห์แบบจำลองโลจิสติกพหุนาม เป็นการประมาณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่มีตัวแปรทำนายหลายตัว โดยสามารถเขียนได้ดังสมการที่ (2) หรือ (3)

$$Prob_{(event)} = \frac{e^y}{e^y + e^z} \quad (2)$$

$$Prob_{(event)} = \frac{1}{1 + e^{z-y}} \quad (3)$$

โดยที่

y, z คือ ผลรวมของอรรถประโยชน์ทั้งหมด

e คือ ลอการิทึมธรรมชาติ (มีค่าประมาณ 2.71828...)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณภัทร เลขะวัฒนะ, ศิริตล ศิริธร [3] ศึกษาวิเคราะห์หาพฤติกรรม การเลือกรูปแบบการเดินทางของนักเรียนในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยเสนอรูปแบบการเดินทางใหม่คือรถรับส่งนักเรียนโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์สมมติ หรือ Stated Preference (SP) บนพื้นฐานทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility) ที่จะตอบสนองสถานการณ์ทางเลือกใหม่ ค่าความพอใจของทางเลือกใหม่จะถูกนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลอง Binary Logit เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์สัดส่วนของการเลือกรูปแบบการเดินทางตามนโยบายขนส่งสาธารณะในอนาคต จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางได้แก่เวลาในการเดินทางจากบ้านมายังจุดจอดรถรับส่งนักเรียน เวลาในการรอคอยรถ

รับส่งนักเรียนที่จุดจอดรถ และค่าใช้จ่ายในการใช้บริการรถรับส่งนักเรียน

อานุพล กฤษดานิรมิตร [4] ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางของบุคลากรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) วิทยาเขตบางขุนเทียน โดยผู้วิจัยได้เสนอให้มีการจัดรถรับส่งบุคลากร โดยมีเส้นทางเดินรถวิ่งผ่านใกล้กับแหล่งที่พักอาศัยของบุคลากรที่ปฏิบัติงานประจำที่ มจธ. บางขุนเทียน และทำการจัดเก็บค่าโดยสารตามระยะทางที่ใช้บริการ จากการสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกเพื่อหาความน่าจะเป็นที่บุคลากรจะเปลี่ยนมาใช้รถรับส่งบุคลากร มจธ. บางขุนเทียน ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางโดยรถรับส่งบุคลากร มจธ. บางขุนเทียน ของกลุ่มผู้ใช้รถสวัสดิการ ได้แก่ จำนวนครั้งในการต่อรถ ความสะดวกในการเดินทาง และความปลอดภัยในการเดินทาง สำหรับกลุ่มผู้ใช้รถยนต์ส่วนตัวมีปัจจัย ได้แก่ เวลาในการเดินทาง และความง่ายในการเข้าถึงจุดจอดรถรับส่ง

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การรวบรวมข้อมูล

ความเป็นไปได้และการประมาณความต้องการเดินทางด้วยเรือโดยสาร โดยเก็บข้อมูลรายได้ จำนวนยานพาหนะในครอบครอง จำนวนคนทำงานในแต่ละครอบครัว ระยะเวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ของรูปแบบการเดินทางที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แล้วใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์สมมติหรือ Stated Preference (SP) ในการออกแบบระยะเวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทางของเรือโดยสาร โดยวิธี SP เป็นการสำรวจการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางภายใต้สถานการณ์หรือรูปแบบการเดินทางที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นแต่ถูกสมมติขึ้นมาโดยผู้วิจัย เพื่อศึกษาพฤติกรรม การเลือกรูปแบบการเดินทางของบุคคลภายใต้สถานการณ์จำลองนั้น และการตอบสนองต่อสถานการณ์สมมติ โดยในส่วนของสถานการณ์สมมติออกแบบโดยใช้วิธีแบบ Full Factorial Design [5] พิจารณา 3 ปัจจัย ได้แก่ เวลารอคอย ระยะเวลาในการเดินทาง และค่าโดยสาร ที่ผู้ตอบแบบสำรวจจะตัดสินใจใช้หรือไม่ใช้บริการเรือโดยสารคลอง

ประเวศบุรีรัมย์โดยแบ่งระดับของแต่ละปัจจัยดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ระดับปัจจัยในการตัดสินใจใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์ของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล

ปัจจัย	รถยนต์ส่วนบุคคล		เรือโดยสาร	
ระยะเวลารอคอย (นาที)	-		15	30
ระยะเวลาในการเดินทาง (นาที)	60	90	60	90
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)	50	70	22	44

ตารางที่ 2 ระดับปัจจัยในการตัดสินใจใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์ของผู้ใช้รถโดยสารสาธารณะ

ปัจจัย	รถโดยสารสาธารณะ		เรือโดยสาร	
ระยะเวลารอคอย (นาที)	15	30	15	30
ระยะเวลาในการเดินทาง (นาที)	60	90	60	90
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)	20	40	22	44

ผู้ตอบแบบสำรวจจะได้ตอบแบบสอบถามตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้ในปัจจุบัน พิจารณารายปัจจัย 3 แต่ละปัจจัยมีตัวเลือก 2 ระดับ ดังนั้นผู้ตอบแบบสำรวจจะต้องตอบคำถามทั้งหมด 2^3 หรือ 8 สถานการณ์

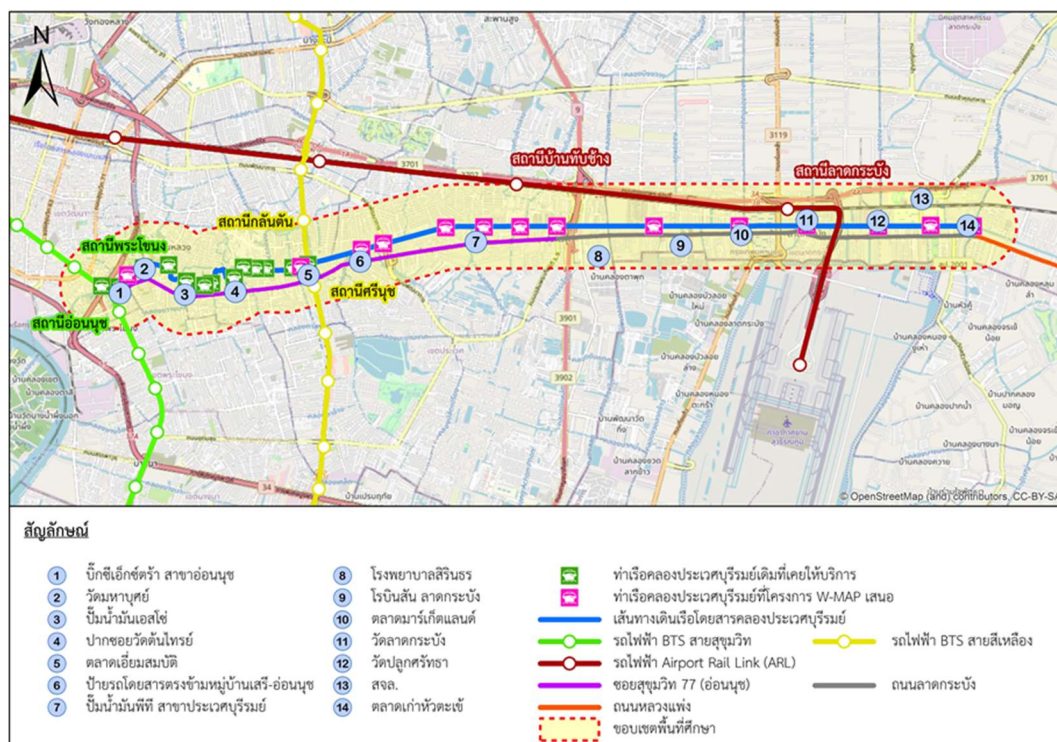
3.2 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง

ตามเกณฑ์การจัดทำมาตรฐานด้านผังเมืองของกรุงเทพมหานคร ของสำนักผังเมือง [6] พบว่าจำนวนประชากรรวมทั้งหมดในพื้นที่ศึกษามีจำนวน 482,696 คน ในการสำรวจข้อมูลใช้การคำนวณกลุ่มตัวอย่างของทาโรยามาเน่ [7] ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทำการคำนวณกลุ่มตัวอย่างออกมาได้ 400 ตัวอย่าง ดังสมการที่ (4)

$$n = \frac{482,696}{1 + (482,696)(0.05)^2} = 400 \quad (4)$$

ในการสำรวจจริงผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนการเก็บข้อมูลจาก 400 ตัวอย่าง เป็น 504 ตัวอย่าง เพื่อใช้ในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นโดยกระจายแบบสำรวจไปยังสถานที่ต่าง ๆ ตลอดแนวเส้นทาง

โดยในส่วนของการตอบคำถามสถานการณ์สมมติผู้ตอบแบบสอบถามจะได้ตอบชุดคำถามตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้ในปัจจุบัน คือแบบสอบถามสำหรับผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลหรือแบบสอบถามสำหรับผู้โดยสารสาธารณะเดินเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรัมย์ จำนวน 14 จุด ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 จุดแจกแบบสำรวจ

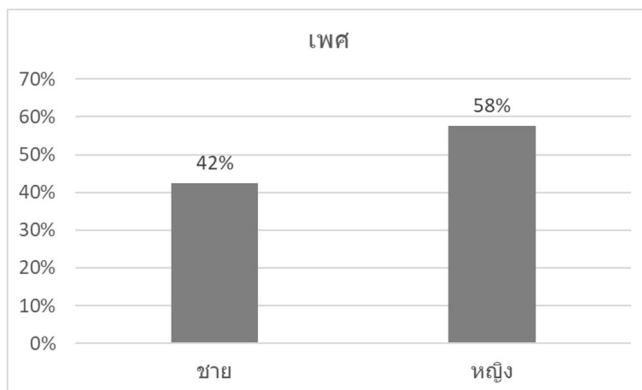
4. ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

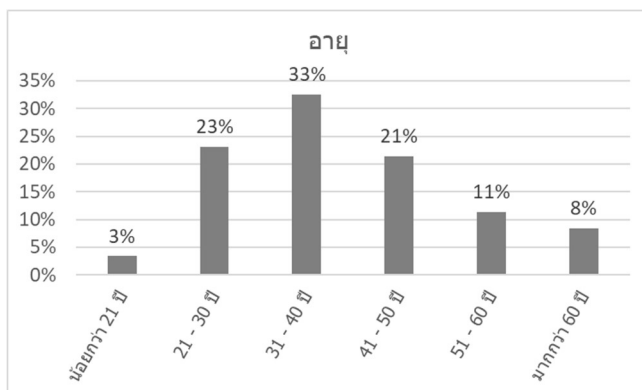
ข้อมูลที่ดำเนินการสำรวจประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน คือ ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม ข้อมูลการเดินทางในปัจจุบัน และ ข้อมูลสถานการณ์สมมติข้อมูลการใช้บริการเรือโดยสารคลอง ประเวศบุรีรมย์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

4.1.1 ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคมเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสำรวจ

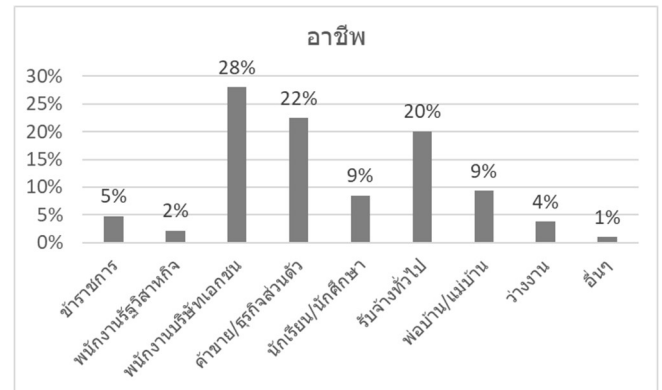
จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างตลอดแนวเส้นทางเรือโดยสาร คลองประเวศบุรีรมย์พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 58 มีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 33 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 28 มีรายได้ 15,001-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30 ดังรูปที่ 2 ถึง รูปที่ 5



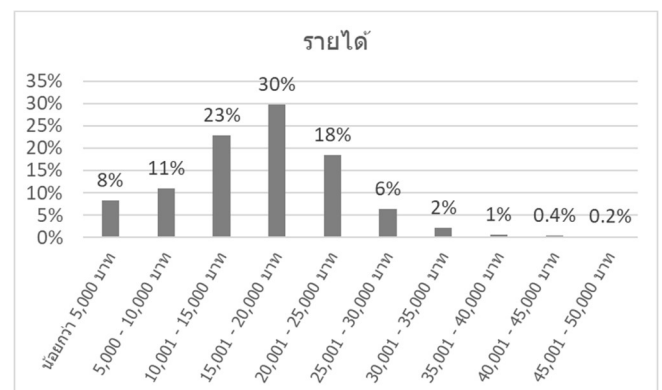
รูปที่ 2 ร้อยละเพศของผู้ตอบแบบสำรวจ



รูปที่ 3 ร้อยละอายุของผู้ตอบแบบสำรวจ



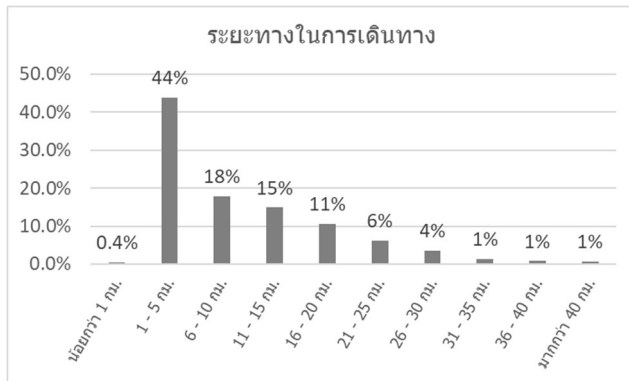
รูปที่ 4 ร้อยละอาชีพของผู้ตอบแบบสำรวจ



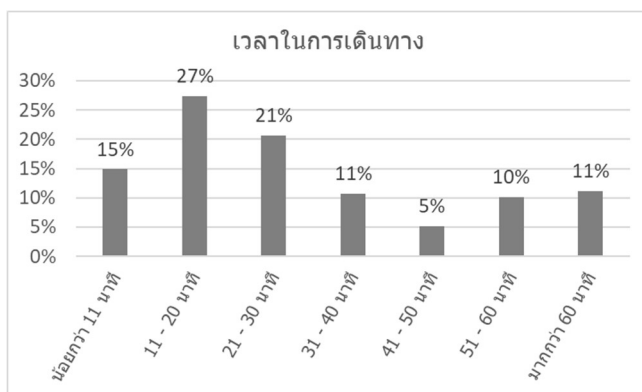
รูปที่ 5 ร้อยละรายได้ของผู้ตอบแบบสำรวจ

4.1.2 ข้อมูลการเดินทางปัจจุบันของผู้ตอบแบบสำรวจ

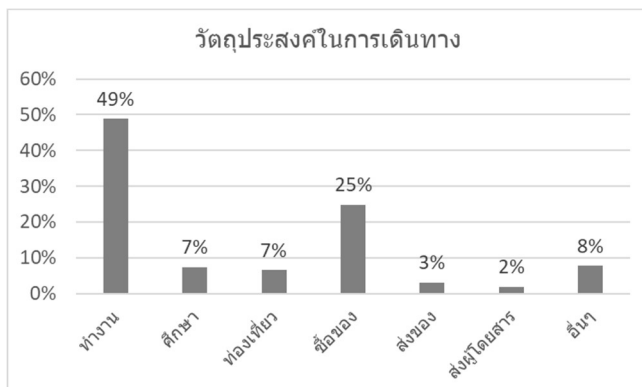
ข้อมูลการเดินทางของกลุ่มตัวอย่างในปัจจุบันพบว่า ส่วนใหญ่มีระยะเดินทางอยู่ในช่วง 1-5 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 44 ใช้เวลาในการเดินทาง 11-20 นาที คิดเป็นร้อยละ 27 โดยมีวัตถุประสงค์ในการเดินทางเพื่อไปทำงาน คิดเป็นร้อยละ 49 เดินทางด้วยรถโดยสารสาธารณะหรือรถสองแถวเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 34 มีค่าใช้จ่ายในการเดินทาง 21-50 บาท คิดเป็นร้อยละ 31 ดังรูปที่ 6 ถึง รูปที่ 10



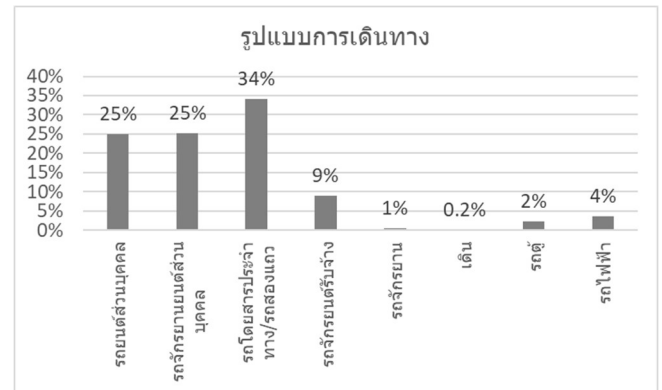
รูปที่ 6 ร้อยละระยะทางในการเดินทางของผู้ตอบแบบสำรวจ



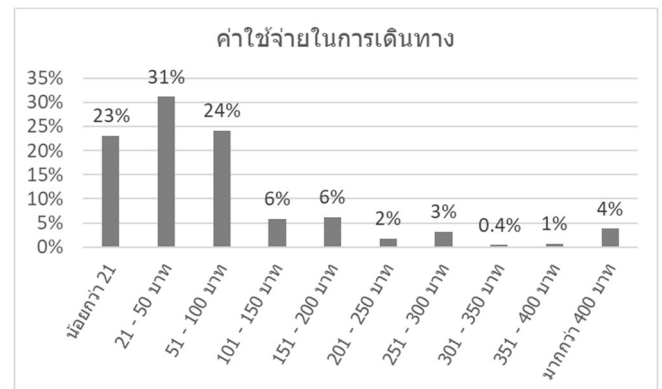
รูปที่ 7 ร้อยละเวลาในการเดินทางของผู้ตอบแบบสำรวจ



รูปที่ 8 ร้อยละวัตถุประสงค์ในการเดินทางของผู้ตอบแบบสำรวจ

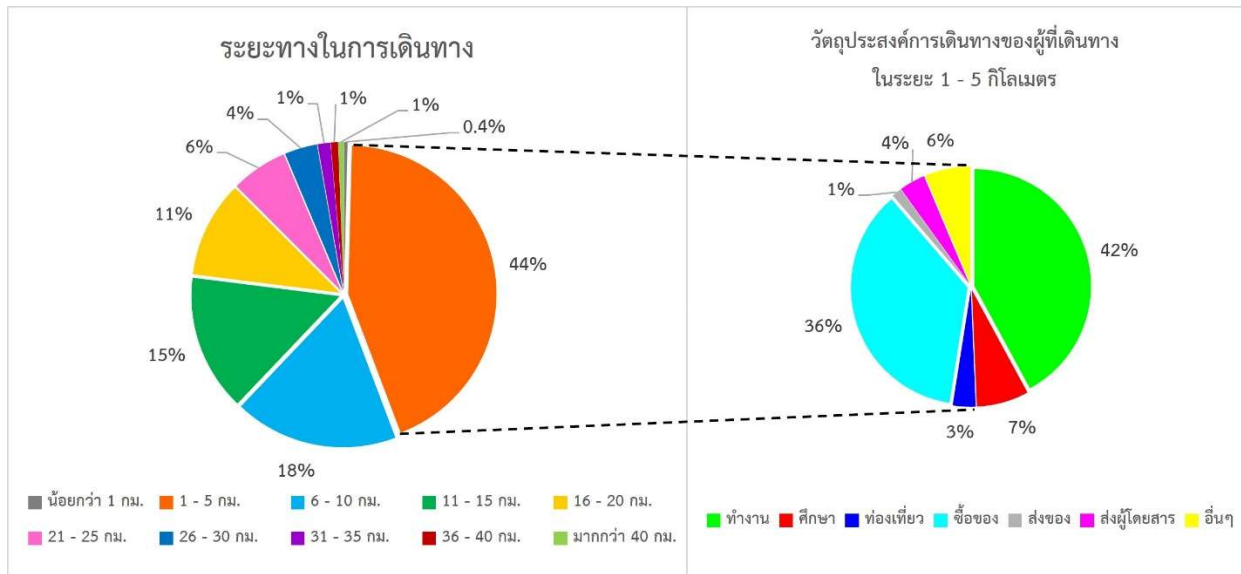


รูปที่ 9 ร้อยละรูปแบบการเดินทางของผู้ตอบแบบสำรวจ



รูปที่ 10 ร้อยละค่าใช้จ่ายการเดินทางของผู้ตอบแบบสำรวจ

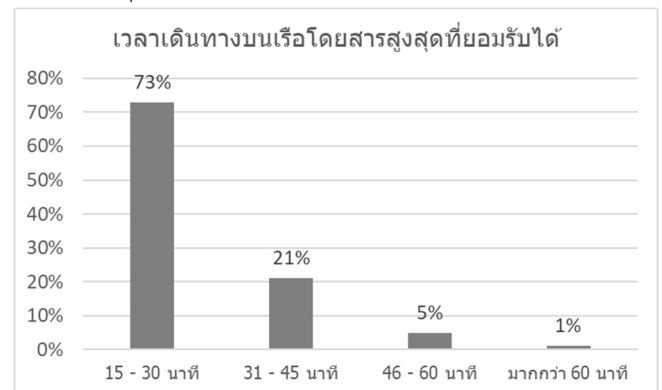
ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสำรวจส่วนใหญ่ที่เดินทางในระยะทาง 1-5 กิโลเมตร โดยมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ในการเดินทาง ดังรูปที่ 11



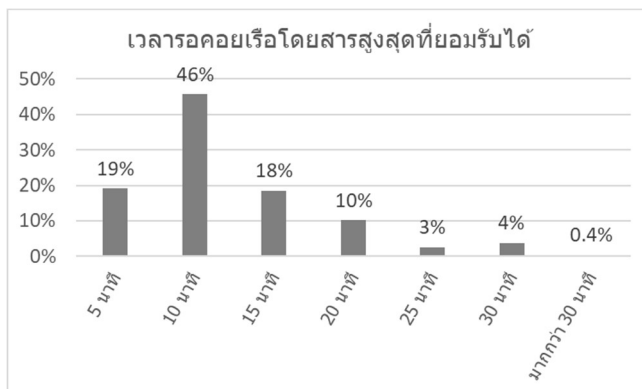
รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางในการเดินทางของผู้ตอบแบบสำรวจส่วนใหญ่กับวัตถุประสงค์การเดินทาง

4.1.3 ข้อมูลการใช้บริการเรือโดยสารที่จะให้บริการในอนาคต

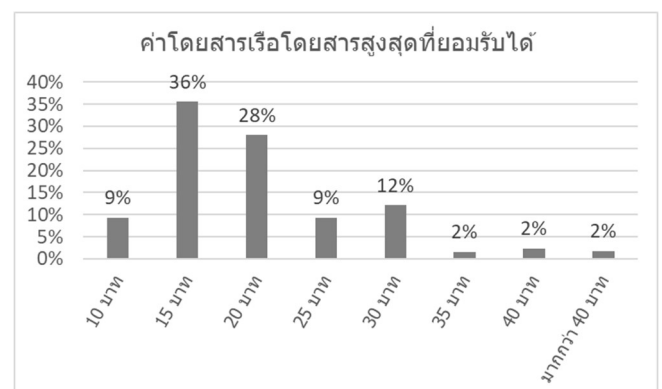
ข้อมูลจากผู้ตอบแบบสำรวจพบว่า เวลารอคอยเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ส่วนใหญ่คือ 10 นาที คิดเป็นร้อยละ 46 เวลาเดินทางบนเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้อยู่ในช่วง 15-30 นาที คิดเป็นร้อยละ 73 และมีค่าโดยสารเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ คือ 15 บาท คิดเป็นร้อยละ 36 ดังรูปที่ 12 ถึง รูปที่ 14



รูปที่ 13 ร้อยละเวลาเดินทางบนเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ของผู้ตอบแบบสำรวจ



รูปที่ 12 ร้อยละเวลารอคอยเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ของผู้ตอบแบบสำรวจ



รูปที่ 14 ร้อยละค่าโดยสารเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ของผู้ตอบแบบสำรวจ

ข้อมูลจากผู้ตอบแบบสำรวจต่อสถานการณ์สมมติของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลและรถโดยสารสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการตอบแบบสอบถามสถานการณ์สมมติของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล

ชุดคำถาม	รถยนต์ส่วนบุคคล			เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์			รูปแบบการเดินทางที่เลือก	
	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)	ระยะเวลา รอคอย (นาที)	ระยะเวลา เดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)	ระยะเวลา รอคอย (นาที)	ระยะเวลา เดินทาง (นาที)	รถยนต์ส่วนบุคคล	เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์
1	50	0	60	44	15	90	245	7
2	50	0	90	22	30	90	216	36
3	70	0	90	22	15	90	138	114
4	70	0	60	22	30	60	160	92
5	70	0	90	44	15	60	126	126
6	70	0	60	44	30	90	234	18
7	50	0	90	44	30	60	191	61
8	50	0	60	22	15	60	185	67

ตารางที่ 4 ผลการตอบแบบสอบถามสถานการณ์สมมติของผู้ใช้รถโดยสารสาธารณะ

ชุดคำถาม	รถโดยสารประจำทาง			เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์			รูปแบบการเดินทางที่เลือก	
	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)	ระยะเวลา รอคอย (นาที)	ระยะเวลา เดินทาง (นาที)	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)	ระยะเวลา รอคอย (นาที)	ระยะเวลา เดินทาง (นาที)	รถโดยสารสาธารณะ	เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์
1	20	30	60	44	15	90	220	32
2	20	30	90	22	30	90	153	99
3	40	15	90	22	15	90	114	138
4	40	30	60	22	30	60	116	136
5	40	30	90	44	15	60	51	201
6	40	15	60	44	30	90	238	14
7	20	15	90	44	30	60	138	114
8	20	15	60	22	15	60	152	100

4.2 การสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์การเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์

ผู้ศึกษาใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการวิเคราะห์เพื่อหาสมการถดถอยแบบทวินาม (Binary Logit Model) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแบบจำลอง เพื่อประมาณการณค่าคงที่ ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัย และค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ เพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีความเหมาะสมและสามารถยอมรับได้โดยนัยสำคัญ ซึ่งวิธีการเลือกตัวแปรเข้าในแบบจำลองจะใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Forward

Stepwise โดยที่นำตัวแปรทั้งหมดที่ได้จากการเก็บข้อมูลเศรษฐกิจ-สังคม รายละเอียดการเดินทาง และการตอบสนองต่อสถานการณ์สมมติมาพัฒนาแบบจำลองเพื่อหาตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเปลี่ยนมาใช้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ โปรแกรมจะวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อแบบจำลองภายใต้เงื่อนไขต่างๆ เช่น การวิเคราะห์และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง เลือกค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระจากแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธี Forward Stepwise เป็นต้น

4.2.1 การพยากรณ์การเลือกรูปแบบการเดินทางเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์สำหรับผู้โดยสารคน

ตารางที่ 5 SPSS : Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
รถยนต์ส่วนบุคคล (PC)	0
เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ (Boat)	1

ตารางที่ 6 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยวิธี Forward Stepwise ของผู้โดยสารคน

แบบจำลอง	ตัวแปร	β	S.E.	Wald	Sig
1	Costmax	-0.052	0.003	302.909	0.000
2	Costmax	-0.057	0.003	307.392	0.000
	SP_TT	-0.032	0.003	95.690	0.000
3	Costmax	-0.114	0.008	222.285	0.000
	SP_Cost	-0.038	0.004	86.242	0.000
	SP_TT	-0.041	0.004	107.568	0.000
4	Costmax	-0.077	0.010	62.110	0.000
	SP_Cost	-0.045	0.004	103.049	0.000
	SP_TT	-0.044	0.004	111.822	0.000
	WTmax	-0.081	0.016	26.336	0.000
5	Costmax	-0.065	0.010	41.357	0.000
	SP_Cost	-0.047	0.004	112.573	0.000
	SP_TT	-0.045	0.004	109.554	0.000
	WTmax	-0.067	0.016	17.720	0.000
	SP_WT	-0.023	0.007	11.275	0.001
6	Costmax	-0.070	0.010	46.032	0.000
	SP_Cost	-0.047	0.004	107.137	0.000
	SP_TT	-0.045	0.004	109.619	0.000
	WTmax	-0.074	0.016	20.221	0.000
	SP_WT	-0.028	0.007	15.339	0.000
	TT	-0.009	0.002	14.973	0.000
7	Costmax	-0.059	0.011	29.921	Costmax
	SP_Cost	-0.050	0.005	112.320	SP_Cost
	SP_TT	-0.046	0.004	111.259	0.000
	WTmax	-0.073	0.016	20.421	0.000
	SP_WT	-0.022	0.007	8.956	0.003
	TT	-0.010	0.002	16.442	0.000
	Salary	-	0.000	7.714	0.005
		0.00002			

การวิเคราะห์และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง จากการที่โปรแกรมทำการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ โปรแกรมจะสร้างแบบจำลอง Logit Response Function โดยโปรแกรมจะเลือกตัวแปรที่มีค่า Score มากที่สุดและค่า Significance น้อยที่สุดเข้าไปในแบบจำลองก่อนเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นแบบจำลองก็จะเลือกเอาตัวแปรอิสระที่มีค่า Score ลดลงเข้าไปในแบบจำลองตามลำดับ โดยการเลือกตัวแปรอิสระเข้าไปในแบบจำลองนั้น ตัวแปรอิสระต้องมีค่า Significance น้อยกว่า 0.05 เท่านั้น ถ้าตัวแปรอิสระตัวใดมีค่ามากกว่า 0.05 จะไม่นำค่าตัวแปรอิสระเข้ามาวิเคราะห์ในแบบจำลอง ดังตารางที่ 6

การวิเคราะห์ค่าสัดส่วนหรือร้อยละของความผันแปร เป็นการแสดงค่าตัวแปรค่าพารามิเตอร์ (β) ที่ได้จากแบบจำลองซึ่งมีทั้งหมด 7 แบบจำลอง โดยอยู่ในสมมติฐานของการทดสอบคือ $H_0 : \beta_1 = 0$ และ $H_1 : \beta_1 \neq 0$ แบบจำลองที่ 7 เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด พิจารณาจากค่าของ Nagelkerke R Square ต้องมีค่ามากที่สุดเนื่องจากค่า Nagelkerke R Square หรือเรียกว่า Pseudo R^2 เป็นค่าที่ใช้วัดความเหมาะสมของ Logistic Regression Model ว่าสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลเชิงปริมาณได้ดีเพียงใด ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสัดส่วนหรือร้อยละของความผันแปรใน Logit Regression Model โดยวิธี Forward Stepwise ของผู้โดยสารคน

แบบจำลอง	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	1585.496	0.235	0.313
2	1479.596	0.290	0.386
3	1382.959	0.337	0.449
4	1354.495	0.350	0.466
5	1343.210	0.355	0.473
6	1328.262	0.362	0.482
7	1320.413	0.365	0.487

การวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ของสัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อตัวแปรอิสระ (Omnibus Test of Model Coefficients) ดูจากค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ โดยใช้สมมติฐานคือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_n$ และ $H_1 : \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ อย่าง

น้อย 1 ตัวไม่เท่ากับศูนย์จากค่า Significant มีค่า 0.000 แสดงว่าแบบจำลองปฏิเสธ H_0 ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองมีผลต่อตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัว ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ของสัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อตัวแปรอิสระ (Omnibus Test of Model Coefficients) โดยวิธี Forward Stepwise ของผู้ใช้งานส่วนบุคคล

แบบจำลอง	Chi-square	df	Sig
1	378.883	1	0.000
2	484.783	2	0.000
3	581.420	3	0.000
4	609.884	4	0.000
5	621.169	5	0.000
6	636.117	6	0.000
7	643.966	7	0.000

การเลือกค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระจากแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธี Forward Stepwise จากแบบจำลองที่ 7 เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด มีค่าความถูกต้องของการทำนายคิดเป็นร้อยละ 76.6 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ว่ามีความเหมาะสมแล้ว จึงนำค่าสัมประสิทธิ์มาสร้างสมการอรรถประโยชน์ดังสมการที่ (5)

$$Utility_{(PC/Boat)} = -0.00002Salary - 0.01TT - 0.073WTmax - 0.059Costmax - 0.05SP_Cost - 0.022SP_WT - 0.046SP_TT \quad (5)$$

โดยที่

$Utility_{(PC/Boat)}$ คือ ผลรวมของอรรถประโยชน์ทั้งหมด

$Salary$ คือ เงินเดือน (บาท)

TT คือ ระยะเวลาในการเดินทาง (นาที)

$WTmax$ คือ ระยะเวลารอคอยเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ (นาที)

$Costmax$ คือ ค่าโดยสารเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ (บาท)

SP_Cost คือ สถานการณ์สมมติค่าโดยสารเรือโดยสาร (บาท)

SP_WT คือ สถานการณ์สมมติระยะเวลารอคอยเรือโดยสาร (นาที)

SP_TT คือ สถานการณ์สมมติระยะเวลาเดินทางบนเรือโดยสาร (นาที)

การใช้สมการอรรถประโยชน์พยากรณ์ความน่าจะเป็นในการเลือกใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ของผู้ใช้งานส่วนบุคคลดังสมการที่ (6)

$$P_{Boat} = \frac{1}{1 + e^{u(PC-Boat)}} \quad (6)$$

แทนค่า (5) ลงใน (6) จะได้สัดส่วนที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางมาใช้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์คิดเป็นร้อยละ 23.4

4.2.2 การพยากรณ์การเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์สำหรับผู้โดยสารสาธารณะ

ตารางที่ 9 SPSS : Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
รถโดยสารสาธารณะ (Bus)	0
เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ (Boat)	1

ตารางที่ 10 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยวิธี Forward Stepwise ของผู้โดยสารสาธารณะ

แบบจำลอง	ตัวแปร	β	S.E.	Wald	Sig
1	SP_TT	-	0.003	187.250	0.000
		0.041			
2	SP_TT	-	0.003	196.909	0.000
		0.046			
	SP_Cost	-	0.004	83.994	0.000
3	SP_TT	-	0.004	196.448	0.000
		0.052			
	SP_Cost	-	0.004	85.296	0.000
		0.041			
	Distance	-	0.005	56.759	0.000
		0.038			

ตารางที่ 10 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยวิธี Forward Stepwise ของผู้โดยสารสาธารณะ (ต่อ)

แบบจำลอง	ตัวแปร	β	S.E.	Wald	Sig
4	SP_TT	-	0.004	191.474	0.000
		0.053			
	SP_Cost	-	0.004	67.186	0.000
		0.034			
5	Distance	-	0.005	51.751	0.000
		0.037			
	SP_WT	-	0.007	34.708	0.000
		0.044			
6	SP_TT	-	0.004	193.638	0.000
		0.054			
	SP_Cost	-	0.004	70.105	0.000
		0.035			
7	Distance	-	0.006	73.110	0.000
		0.053			
	SP_WT	-	0.007	35.562	0.000
		0.044			
8	CostSalary	1.243	0.254	23.885	0.000
	SP_TT	-	0.004	193.51	0.000
		0.054			
9	SP_Cost	-	0.004	70.143	0.000
		0.036			
	Distance	-	0.008	25.447	0.000
		0.042			
10	SP_WT	-	0.007	34.963	0.000
		0.044			
	CostSalary	1.601	0.314	26.024	0.000
11	Cost	-	0.002	3.983	0.046
		0.005			

แบบจำลองที่ 6 เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด พิจารณาจากค่าของ Nagelkerke R Square ต้องมีค่ามากที่สุดเนื่องจากค่า Nagelkerke R Square หรือเรียกว่า Pseudo R2 เป็นค่าที่ใช้วัดความเหมาะสมของ Logistic Regression Model ว่าสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลเชิงปริมาณได้ดีเพียงใด ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าสัดส่วนหรือร้อยละของความผันแปรใน Logit Regression Model โดยวิธี Forward Stepwise ของผู้ใช้รถโดยสารสาธารณะ

แบบจำลอง	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	1739.316	0.147	0.196
2	1648.071	0.200	0.267
3	1587.018	0.234	0.312
4	1549.727	0.254	0.338
5	1522.872	0.268	0.357
6	1518.859	0.270	0.360

การวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ของสัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อตัวแปรอิสระ (Omnibus Test of Model Coefficients) ดูจากค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ โดยใช้สมมติฐานคือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_n$ และ $H_1 : \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ อย่างน้อย 1 ตัวไม่เท่ากับศูนย์จากค่า Significant มีค่า 0.000 แสดงว่าแบบจำลองปฏิเสธ H_0 ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองมีผลต่อตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัว ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์ของสัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อตัวแปรอิสระ (Omnibus Test of Model Coefficients) โดยวิธี Forward Stepwise ของผู้ใช้รถโดยสารสาธารณะ

แบบจำลอง	Chi-square	df	Sig
1	225.063	1	0.000
2	316.308	2	0.000
3	377.361	2	0.000
4	414.652	2	0.000
5	441.507	2	0.000
6	445.520	2	0.000

การเลือกค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระจากแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธี Forward Stepwise จากแบบจำลองที่ 6 เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด มีค่าความถูกต้องของการทำนายคิดเป็นร้อยละ 70.9 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ว่ามีความเหมาะสมแล้ว จึงนำค่าสัมประสิทธิ์มาสร้างสมการอรรถประโยชน์ดังสมการที่ (7)

$$\begin{aligned}
 Utility_{(Bus/Boat)} = & -0.042Distance - 0.005Cost \\
 & +1.601CostSalary \\
 & -0.036SP_Cost \\
 & -0.044SP_WT \\
 & -0.054SP_TT
 \end{aligned} \quad (7)$$

โดยที่

$Utility_{(Bus/Boat)}$	คือ ผลรวมของอรรถประโยชน์ทั้งหมด
$Distance$	คือ ระยะทางในการเดินทาง (กิโลเมตร)
$Cost$	คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)
$CostSalary$	คือ $(30 \times \text{ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง}) / \text{เงินเดือน}$
SP_Cost	คือ สถานการณ์สมมติค่าโดยสารเรือโดยสาร (บาท)
SP_WT	คือ สถานการณ์สมมติระยะเวลารอคอยเรือโดยสาร (นาที)
SP_TT	สถานการณ์สมมติระยะเวลาเดินทางบนเรือโดยสาร (นาที)

การใช้สมการอรรถประโยชน์พยากรณ์ความน่าจะเป็นในการเลือกใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ของผู้ใช้เรือโดยสารสาธารณะดังสมการที่ (8)

$$P_{Boat} = \frac{1}{1 + e^{u(Bus-Boat)}} \quad (8)$$

แทนค่า (7) ลงใน (8) จะได้สัดส่วนที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางมาใช้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์คิดเป็นร้อยละ 36.86

ตารางที่ 13 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงการเลือกรูปแบบการเดินทางก่อนและหลังมีการให้บริการเดินเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์

รูปแบบการเดินทาง	ก่อนให้บริการ	หลังให้บริการ
รถยนต์ส่วนบุคคล	49.80%	22.77%
รถโดยสารสาธารณะ	50.20%	40.38%
เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์	-	36.86%

5. อภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้อยู่อาศัยย่านอ่อนนุชที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลพบว่า เงินเดือน, ระยะเวลาในการเดินทาง, ระยะเวลารอคอยเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้, ค่าโดยสารเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้, สถานการณ์สมมติค่าโดยสารเรือโดยสาร, สถานการณ์สมมติระยะเวลาเดินทางบนเรือโดยสาร เป็นปัจจัยที่สามารถทำให้ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเปลี่ยนมาเลือกใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ได้ ส่วนผู้ใช้รถโดยสารสาธารณะพบว่า ระยะทางในการเดินทาง, ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง, ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อเงินเดือน, สถานการณ์สมมติค่าโดยสารเรือโดยสาร, สถานการณ์สมมติระยะเวลาเดินทางบนเรือโดยสาร เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางที่จะทำให้เปลี่ยนมาเลือกใช้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์

แบบจำลอง Binary Logit Model ที่ได้จากการพัฒนาจากข้อมูลสำรวจ สามารถพยากรณ์สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางได้ดังนี้ คือ ผู้ที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะเปลี่ยนแปลงมาเลือกใช้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์คิดเป็นร้อยละ 23.4 โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อแบบจำลองมากที่สุดคือ ระยะเวลารอคอยเรือโดยสารสูงสุดที่ยอมรับได้ ซึ่งคิดความถูกต้องของแบบจำลองเป็นร้อยละ 76.6 ส่วนผู้ใช้รถโดยสารสาธารณะ จะเปลี่ยนแปลงมาใช้เรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ คิดเป็นร้อยละ 42.6 โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือค่าใช้จ่ายในการเดินทาง)/เงินเดือน โดยมีความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 70.9 และจากแบบจำลองสามารถคาดการณ์ได้ว่าหากมีการให้บริการเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์ ในอนาคตสามารถคำนวณสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงการเดินทางได้ถึงร้อยละ 36.86

หากหากต้องการนำผลการศึกษาไปใช้งานจริง ควรมีการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ และการลงทุน เพื่อหาความเหมาะสมในการลงทุนโครงการ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรพิจารณาปรับปรุงทางเท้าเข้า-ออกท่าเรือ ให้มีความสะดวกสบาย และปลอดภัยมากยิ่งขึ้น เช่น ปรับปรุงทางเท้า-ออกท่าเรือให้เป็นมาตรฐาน ติดตั้งไฟส่องสว่าง กล้องวงจรปิด

ให้เพียงพอ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และเชื่อมต่อการเดินทางด้วยเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์กับระบบขนส่งอื่นที่มีในปัจจุบัน นอกจากนี้มีอุปสรรคในการเดินเรือโดยสารคลองประเวศบุรีรมย์คือประตูระบายน้ำลาดกระบังซึ่งอาจต้องพิจารณาเป็นจุดเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสารเพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางที่เกิดจากการรอเวลาเปิดปิดประตูระบายน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองบรรณาธิการ วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม หน่วยงานทั้งทางภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ในด้านข้อมูลวิทยุที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Louviere J. *Stated choice methods: analysis and applications*: Cambridge University Press; 2000.
- [2] วิโรจน์ รุโงปการ. *การวางแผนการขนส่งเขตเมือง*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา; 2544.
- [3] Lekawatthana N, Siridhara S. Development of travel mode choice model between school bus and other vehicles. *SWU Engineering Journal*. 2014;9(1): 61-67.
- [4] อานุกุล กฤษดานิรมิตร. *การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางของบุคลากร มจร*. บางขุนเทียน [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2553.
- [5] Hideo A. Basic function for supporting an implementation of choice experiment in R. *Journal of Statistical Software*. 2012; 50:1-24.
- [6] Department of City Planning and Urban Development. Available from: <https://webportal.bangkok.go.th/cpud> [Accessed 15 th March 2024].
- [7] Yamane T. *Statistics: An Introductory Analysis*. New York: Harper and Row; 1973.