TRANSPORTATION FOR A BETTER LIFE :
Mobility and Road Safety Managements

PROCEEDING OF ATRANS YOUNG RESEARCHER'S FORUM 2017

Organized by ATRANS
Asian Transportation Research Society (ATRANS)
902/1, 9th Floor, Glas Haus Bldg., Soi Sukhumvit 25,
Klongtoey-Nua, Wattana, Bangkok 10110, Thailand
Tel (66) 2-661-6248 Fax (66) 2-661-6249
Website: www.atransociety.com

Proceeding of ATRANS Young Researcher's Forum2017

ATRANS (SYMPOSIUM) ANNUAL CONFERENCE

TRANSPORTATION FOR A BETTER LIFE:
Mobility and Road Safety Managements

18 AUGUST 2017
RADISSION BLU PLAZA HOTEL
BANGKOK THAILAND

Organized by Asian Transportation Research Society (ATRANS)
www.atransociety.com

Proceeding of 10th ATRANS (Symposium) Annual Conference:

Young Researcher's Forum 2017

"Transportation for A Better Life: Mobility and Road Safety Managements"

18 August 2017

Bangkok, Thailand

Welcome Message from the Chair of ATRANS Annual Conference

& Activity Committee

Dear ATRANS Young Researcher's Forum 2017 participants,

It is a pleasure to welcome you to the 10th ATRANS (Symposium) Annual Conference: Young Researcher's Forum 2017. ATRANS has approached 10 years of its establishment and we shall celebrate this significant moment by making our world a better place to live, utilizing technology for smart mobility and making the roads safer for our journey.

In this tenth year, ATRANS receives magnificent supports from reputedly well-known speakers coming from multidisciplinary area across the continent to share their knowledge, information and valuable experiences with the conference's delegates and the participants on 18th August.

Utilization of technologies for development of transport infrastructure will shape the cities and capable of movement as well as the way of life of mankind. Management of mobility and road safety are the key to sustainable transportation. Everything around us is becoming increasingly digitized. We are permanently connected to a vast global network. What we did on road safety will reveal globally. Losing lives on roads every hour is unacceptable. Safe system approach for Traffic Safety Measures associated with Technological Responses and Infrastructural Measures as well as Education would effectively help mitigate road traffic accidents. Policy Responses and International Best Practices are vital exemplifications that we should take into account when it comes to mobility. These are among other reasons why this year conference's theme is upon "Transportation for a Better Life: Mobility and Road Safety Managements."

On behalf of ATRANS, I wish to express my sincere gratitude to the Young Researcher's Forum Committee who worked relentlessly to make the Young Researcher's Forum 2017 possible. I earnest hope that you all, will enjoy listening to the presentations and have good times spending in our ATRANS Annual Conference and the Young Researcher's Forum.

Tuenjai Fukuda, Dr. Eng.

ATRANS Secretary-General, and

Chair of ATRANS (Symposium) Conference & Activity Committee

August 2017

Welcome Message from ATRANS Young Researcher's Forum Advisory Committee 2017

Dear ATRANS Young Researcher's Forum 2017 participants,

On behalf of the conference committee, I would like to welcome the delegates to the 2017 ATRANS Young Researcher's Forum (AYRF) meeting. This is the greatest annual international event for young researchers in the field of transportation in the Asian region bringing together the students, researchers, academicians, experts, practitioners, policy makers, and so on. I encourage all of you to attend the AYRF session(s) where you will find many interesting papers with different stages of development ranging from results of graduate studies to papers with journal quality. You will also find case studies and applications in various cities in the world, not only developing but developed countries. So, if I were presenters, I would be more than happy to exchange idea, share experience, enjoy the Q&A, and bring back all suggestions and comments to further develop and improve the research.

Last but not least, this event would never be possible without the great efforts contributed by AYRF committee who are young and energetic people helping the behind-the-stage preparation. Special thanks are also due to the reviewers that kindly finished the manuscript reviews within very limited time. I strongly believe that this year's event would mark another page in the history of ATRANS's success as in the previous years.

Best Regards

VaramethVichiensan, Ph.D.

Kasetsart University
Vice-Chair of ATRANS (Symposium) Conference & Activity Committee

August, 2017

Welcome Message from ATRANS Young Researcher's Forum Advisory Committee 2017

Dear ATRANS Young Researcher's Forum 2017 participants,

It is my great pleasure to welcome all distinguish guests to the ATRANS Annual Conference this year. There will be a number of honorable guest speakers will deliver fascinating speeches in this event.

The ATRANS Annual Conference also provides a great opportunity for young researchers to participate in the Young Researcher's Forum to present their papers to the public. As an advisor to the Young Researchers Chapter, I am delighted to tell you that the papers this year are very interesting. A great number of papers were submitted and the topics of these papers will be of your great interests.

In organizing the Young Researcher's Forum, I would like to congratulate our young researcher committee who works very hard to bring us a great event this year.

I hope that we will have a successful conference this year.

Sumet Ongkittikul, Ph.D.

Thailand Development Research Institute (TDRI)
Vice Chair of ATRANS (Symposium) Conference & Activity Committee

August, 2017

Welcome Message from President of ATRANS Young Research's Forum Committee 2017

Dear ATRANS Young Researcher's Forum 2017 participants,

On behalf of ATRANS Young Researcher's Forum Committee, I would like to express my great pleasure to have the opportunity to participate in the organization of this Annual Conference (Symposium), it is a great honor for me and also a big opportunity to exchange experiences with other participants.

The theme "Transportation for A Better Life: Mobility and Road Safety Managements" will provide a platform for young researchers to demonstrate their interests. I hope this conference (symposium) will bring about the exchange of ideas and friendship among the participants through the presentations by our presenters, that will be of great benefit to our current and future society.

Hopefully, the organization of this event will be successful, following the theme. I hope that we will fulfill your desire for knowledge.

Finally, on behalf of ATRANS Young Researcher's Forum 2017 organizing committee, I am grateful to all participants for your interest and participation in ATRANS Annual Conference (Symposium). I wish you would gain a good impression and fruitful experience during the conference.

Songkiat Duandsadee
Khon Kaen University (KKU)
President of ATRANS Young Research's Forum Committee 2017

August 2017

List of ATRANS Young Researcher's Forum 2017 Organizing and Scientific Committee

AYRF Organizing and Scientific Committee		
1	Mr. Songgkiet Duangsadee (President and Conference Materials Unit)	Khon Kaen University
2	Mr. Warut Leejeerajumnean (Vice-President and Head of scientific committee and Paper Coordinators & Page Making & Publishing Unit)	Asian Institute of Technology
3	Ms. Suchada Pongsawat (Vice-President and Head of Organizing committee & Art and Design & Page Making and Publishing Unit)	Burapha University
4	Mr. Sanishka Jayasena (Secretary of the committee & Paper Coordinators & Page Making and Publishing Unit)	Asian Institute of Technology
5	Mr. Thamaru Kondasingha (Paper Coordinators & Page Making & Publishing Unit)	Asian Institute of Technology
6	Ms. Chanida Saisujsaard (Registration Coordinator & Symposium Materials Unit)	Chiang Mai University
7	Ms. Boonyanoot Damnoennuran (Registration Coordinator & Page Making and Publishing Unit)	Chiang Mai University
8	Ms. Kanjana Saengkham (Registration Coordinator & Symposium Materials Unit)	Rangsit University
9	Ms. Surada Pornphraprom (Paper Coordinators & Art and Design)	Burapha University
10	Mr.Borwornpipat Krasaesen (Registration Coordinator)	Khon Kaen University
11	Ms. Ploypraew Petchkong (Paper Coordinators & Art and Design)	Burapha University
12	Ms. Yanirat Krittawethin (Registration Coordinator)	King Mongkut's University of Technology Thonburi
13	Ms. Supphakan Sridan (Registration Coordinator)	King Mongkut's University of Technology Thonburi
14	Ms. Achiraya Sonsai (Registration Coordinator)	King Mongkut's University of Technology Thonburi

List of Mentors of AYRF 2017 Committee

AYRF 2017 Mentors		
15	Mr. Sorrawat Juntub	King Mongkut's University of Technology Thonburi
16	Ms. Amornwadee Yunglung	King Mongkut's University of Technology Thonburi
17	Mr. Piyapat Petchan	King Mongkut's University of Technology Thonburi

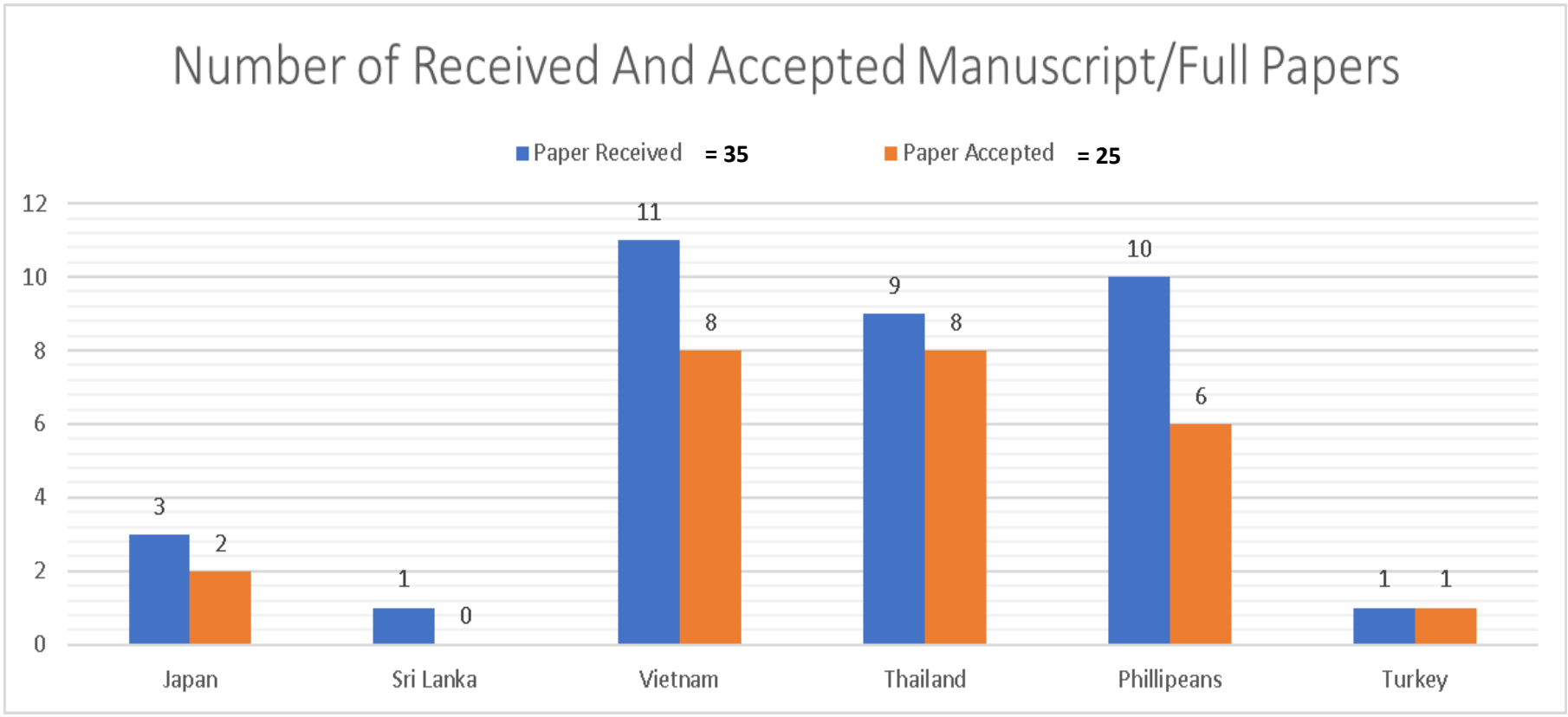
List of Advisory Committee

International Advisory Committee		
1	Dr. Tuenjai Fukuda	Nihon University, Japan
Local Advisory committee		
2	Asst.Prof.Dr. Varameth Vichiensan	Kasetsart University
3	Asst.Prof.Dr. Sittha Jaensirisak	Ubonratchathani University
4	Asst.Prof.Dr.Paramet Luathep	Prince of Songkla University
5	Dr. Sumet Ongkittikul	Thailand Development Research Institute

List of ATRANS Young Researcher's Forum 2017 Paper Reviewers

NO.	Name	Organization
1	Prof. Dr. Atsushi Fukuda	Nihon University, Japan
2	Prof. Dr. Hironori Suzuki	Chiba University of Technology, Japan
3	Prof. Dr. Paibul Suriyawongpaisal	Mahidol University, Thailand
4	Prof. Dr. Alexis Morales Fillone	De La Salle University, Philippines
5	Prof. Dr. Agachai Sumalee	Hong Kong Polytechnic University
6	Assoc. Prof. Dr. Chumnong Sorapipatana	King Mongkut's University of Technology Thonburi
7	Assoc. Prof. Dr. Masahiko Nagai	Yamaguchi University
8	Assoc. Prof. Dr. Chulaporn sota	Khon Kaen University
9	Assoc. Prof. Dr. Sorawit Narupiti	Chulalongkorn University
10	Assoc. Prof. Dr. Thaned Sathiennam	Khon Kaen University
11	Asst. Prof. Dr. Sittha Jaensirisak	Ubonratchathani University
12	Asst. Prof. Dr. Varameth Vichiensan	Kasetsart University
13	Assoc. Prof. Dr. Viroat Srisurapanon	King Mongkut's University of Technology Thonburi
14	Asst. Prof. Dr. Paramet Luathep	Prince of Songkla University
15	Asst.Prof.Dr. Saroch Boonsiripant	Kasetsart University
16	Dr. Apiwat Ratanawaraha	Chulalongkorn University
17	Dr. Rungsun Udomsri	Chiang Mai University
18	Dr. Tuenjai Fukuda	Nihon University, Japan
19	Dr.Thirayoot Limanond	Thai Oil Group
20	Dr. Nuwong Chollacoop	National Metal and Materials Technology (MTEC)
21	Dr. Sumet Ongkittikul	Thailand Development Research Institute (TDRI)
22	Dr. Pattarathep Sillapacharn	Department of Highways, Thailand
23	Dr. Passakon Prathombutr	National Electronics and Computer Technology (NECTEC)

Number of Received and Accepted Manuscripts/Papers



Program of 10th ATRANS Annual Conference on Transportation for a Better Life: Mobility and Road Safety Managements

08:00 09:00	09:00 – 09:10	09:10 – 09:15	09:15 – 09::35
Registration	**Opening Session at Grand Ball Room, 4th Floor** Hosted by Dr. Tuenjai Fukuda, ATRANS Secretary – General and Dr. Nuwong Chollacoop, Vice-Chair of Research Committee		
	Introductory Remarks **Mr. Chamroon TANGPAISALKIT** ATRANS Chairperson, Thailand	Welcome Remarks **Prof. Dr. Kazuhiko TAKEUCHI** President of International Association of Traffic and Safety Sciences (IATSS), Japan	Opening Remarks **His Excellency, Mr. Arkhom TERMPITTAYAPAISITH** **Minister of Transport, Thailand**
09:35 – 09:55	**Coffee break and See exhibition and poster sessions**		
09:55 – 10:15	Keynote lecture by Prof. Dr. Kazuhiko TAKEUCHI		

Plenary Session	Moderator	Invited Speaker 1	Invited Speaker 2	Invited Speaker 3	Invited Speaker 4	Invited Speaker 5
Session 1: Panel Discussion on Mobility *& Road Safety Managements* *(10:15- 12:00)* **Room**: Grand Ball Room (*Each speaker has 10 minutes for presentation)*	**Mr. Silpachai Jarukasemratana,** Former Permanent Secretary of MOT, Thailand	(10:15-10:25) Mobility and Road Safety Managements in Australian Perspective By **Dr. Lori MOOREN** Transport and Road Safety Research, The University of New South Wales, Australia	(10:35-10:45) Road Safety Management in Japan By **Mr. Yasushi NISHIDA** Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis, Japan	(10:45-10:55) Mobility and Road Safety Managements in China By **Prof. Dr. Shengchuan ZHAO**, Dean of School of Transportation and Logistics, Dalian Univ., of Technology, China	(10:55-11:05) Accident and Road Safety Management in India By **Asst.Prof.Dr. Digvijay S. PAWAR** Dept. of Civil Engineering, India Institute of Technology, Hyderabad, India	(11:05-11:15) Accident and Road Safety Managements in Thailand By **Prof.Dr. Pichai TANEERANANON** Prince of Songkla University, Thailand
30 minutes for panel discussion		(11:15-12:00) Panel Discussion				
12:00 – 13:00	**Luncheon provided at 27 Bites on 2nd Floor**					
Parallel Session*: 2A Transport Safety* *(13:10 - 15:10)* **Room**: Grand Ballroom A, 4th Floor (*Each speaker has 15 minutes for presentation)*	**Prof.Dr. Atsushi Fukuda,** Nihon University, Japan	(13:10-13:25) V2X Development for Road Safety in Japan and Its Trial for V2M in Taiwan By **Dr. Chang-Yi LUO**, Toyota InfoTechnology Center Co., Ltd., Japan	(13:25-13:45) Road Accidents and Awareness raising through Public Participatory Approach in Japan By **Prof. Dr. Satoru KOBAYAKAWA** Dept. of Transportation Systems Engineering, Nihon University, Japan	(13:45-14:00) Policy Implication and Practical Approach of Road Safety in Thailand By **Dr. Witaya CHADBUNCHACHAI** Director, WHO Collaborating Center, Khon Kaen Hospital, Thailand	(14:00-14:15) Thailand Road Safety Master Plan and Safe System Approach By **Asst.Prof.Dr. Pongrid KLUNGBOONKRONG** Deputy Director of Sustainable Infrastructure Research and Development Center (SIRDC), Khon Kaen University, Thailand	(14:15-14:30) Management of Road Safety on National Highways By **Mr. Sujin MUNGNIMIT** Director of Highways Safety Bureau, Department of Highways, Ministry of Transport, Thailand
40 minutes for discussion, Q&A		(14:30-15:10) Discussion, Questions and Answer				
15:10 – 15:30	**Coffee break and See exhibition and poster sessions**					

Program of AYRF Paper Presentation Sessions: 2B, 2C, and 2D

Duration	<Session 2>: Parallel Session of ATRANS Young Researcher's Forum Paper Presentation (Each presenter has 10-minute for presentation and 4-minute for questions and answers)		
13:10 – 15:10	**<Session 2B>Topics: 1 – 9(English Session)** Room: Grand Ballroom B, 4th Floor Chaired by Dr.Rungsun Udomsri, ATRANS Board Member *Paper Evaluator: Asst.Prof.Dr.Paramet Luathep, PSU*	**<Session 2C>Topics: 1 – 9(Eng. &TH Session)** Room: Suite 1-2, 3rd Floor Chaired by Asst. Dr. Bhanitiz Aursudkij, Department of Highways (DOH) *Paper Evaluator: Dr.Pattarathep Sillapacharn, DOH*	**<Session 2D>Topics: 1 – 9(Eng. & TH Session)** Room: The Gallery, 3rd Floor Chaired by Dr. Atit Tippichai, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang *Paper Evaluator: Assoc.Prof.Dr.Chulaporn Sota, KKU*
13:10 – 13:24	AYRF17-002 Challenges to Development of Bus System - Evidence from a Comparative Analysis of Surveys in Hanoi By Hiew Minh NGUYEN, Than Tung HA, Thuy Linh LE, and Dr. Thanh Chuong NGUYEN	AYRF17-009TH การประเมินโครงการความช่วยเหลือโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในประเทศเพื่อนบ้านของไทยตามหลักเกณฑ์ OECD/DAC (Evaluating Supportive Transportation Infrastructure Projects for Neighboring Countries by Using OECD/DAC Criteria) By Thitiphat SUBSAAD, Jittichai RUDJANAKANOKNAD	AYRF17-017 Jeepney Service Operation and Demand in Baguio City, Philippines By Lovely L. RANOSA, Prof.Dr.Alexis M. FILLONE and Dr. Mark P. DE GUZMAN
13:24 – 13:38	AYRF17-003 Parking generation rate model and the application for parking planning, the case of Hanoi - Vietnam By Truong Thi My THANH	AYRF17-016TH การศึกษาการปรับปรุงบริเวณทางแยก กรณีศึกษาประตูศรีตรัง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (A Study of Intersection Improvement: A Case Study of Sri Trang Gate, Prince of Songkla University) By Prachya ARUNWET and Dr. Paramet LUATHEP	AYRF17-019 Pedestrianization in Baguio City By Elearina Dolores T. AGUSTIN, Jo Isabella I. BUHAY, Kathleen Kay T. GILBUENA, Maria Sophia C. REYES, Nicanor R. ROXAS Jr., and Maria Cecilia R. PARINGIT
13:38 - 13:52	AYRF17-004 Analysis of children road traffic accidents and proposed measures for children safety improvement in Ho Chi Minh City By Dr. Tuan Anh VU and Dinh Vinh Man NGUYEN	AYRF17-031TH การประเมินความสามารถในการเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัย กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (Evaluation of Walkability in Universities: A Case Study of Prince of Songkla University Campus) By Panupong PUTPAKDEE and Dr. Paramet LUATHEP	AYRF17-020 Evaluating Walking Accessibility to Public Transport Stations in Developing Countries: A Case Study in Ho Chi Minh City By Minh Thong NGUYEN and Dr. Tuan Anh VU
13:52 – 14:06	AYRF17-005 Assessment of Structural Solutions for Urban Bridges in Vietnam By Van Ha MAC	AYRF17-033TH การพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรโดยการเสริมสร้างพลังอำนาจในกลุ่มผู้สูงอายุตำบลบึงกาฬ อำเภอเมืองบึงกาฬ (Model Development of Traffic Accidents Prevention Applying Empowerment Among Elderly in Buengkan Sub-District, Muang Buengkan District, Buengkan Province) By Songkiet DUANGSADEE and Dr. Chulaporn SOTA	AYRF17-024 Determination of Trip Generation Rates of Malls in Dagupan City By Ayerton CHICHIOCO, Kinlon FAN, Shairah QUE, and Pauline RONCAL

Continued AYRF Paper Presentation Sessions: 2B, 2C, and 2D

Duration 13:10 – 15:10	<Session 2>: Parallel Session of ATRANS Young Researcher's Forum Paper Presentation (Each presenter has 10-minute for presentation and 4-minute for questions and answers)		
	<Session 2B>Topics: 1 – 9(English Session) Room: Grand Ballroom B, 4th Floor Chaired by Dr.Rungsun Udomsri, ATRANS Board Member *Paper Evaluator: Asst.Prof.Dr.Paramet Luathep, PSU*	<Session 2C>Topics: 1 – 9(English Session) Room: Suite 1-2, 3rd Floor Chaired by Asst. Dr. Bhanitiz Aursudkij, Department of Highways *Paper Evaluator: Dr.Pattarathep Sillapacharn, DOH*	<Session 2D>Topics: 1 – 9(TH Session) Room: The Gallery, 3rd Floor Chaired by Dr. Atit Tippichai, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang *Paper Evaluator: Assoc.Prof.Dr.Chulaporn Sota, KKU*
14:14 – 14:28	AYRF17-006 The Section of dry port sites to promote the development of multimodal transport and optimization of transport networks By Pham Minh THANG and Truong Hoang CUC	AYRF17-015 Impact Analysis of Aerial Ropeway Transport System as a Form of Mass Transportation in Baguio City By Alessandra F. ESTRELLA, Anna K. MENDOZA, Mel A. MENDOZA, Kim SANCHEZ, Alexis M. FILLONE, Maria C. PARINGIT, and Nicanor ROXAS	AYRF17-035 Analysis of Car Sharing Usage in the Community affected by Earthquake in Japan By Kenta OKUTSU, Prof. Atsushi FUKUDA, and Dr. Tuenjai FUKUDA
14:28 – 14:42	AYRF17-008 Improving Public Transportation Towards Sustainable Development: A Case Study in Haiphong city By Thanh Quang NGUYEN and Prof.Dr. Ha Huu NGUYEN	AYRF17-027 Dynamic Parking Availability Index System By Kris Ivan M. DUMALAOC, Enrico FERNANDO, John B. FRANCISCO, Bernard R. SANCHEZ, and Maria Cecilia R. PARINGIT	AYRF17-032TH การปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยน้ำยางพาราธรรมชาติ (Improving Properties of Asphalt Concrete with Natural Rubber Latex) By Paramet HOMHOUL, Saravut JARITNGAM, and Opas SOMCHAINUEK
14:42 – 14:56	AYRF17-012 Conceptual Framework for Impact Assessment of Freight Transport Management Measures on Production, Logistics and Traffic By Dr. Thi Binh NGUYEN	AYRF17-029 Human Mobility Visualization along with the Plantation Development in Khammouane, Laos By Satomi KIMIJIMA and Masahiko NAGAI	AYRF17-026TH การปรับปรุงคุณสมบัติของดินลูกรังด้วยน้ำยางพารา (Improving Properties of Lateritic Soil with Natural Rubber Latex) By Sutthichai CHAREONKIJ, Sarawut JARITNGAM, and Opas SOMJAINUEK
14:56 – 15:10	AYRF17-021 Evaluation neighborhood accessibility by analyzing travel behavior choice related urban form and destination distance and assessment a model for shifting trips from cars to cycling and transit by building an integrated mobility system for neighborhoods, study case Pendik District, Istanbul By Abdulbasid DOGRU and Ahmet YILDIRUM	AYRF17-030 Characterization of Bus Service in Baguio By Kurt Leighton C. AGUSTIN, Reginald Francis P. NATIVIDAD, Therese Anne B. LIM, and Vince Rae Timothy S. VILLAMAR	AYRF17-034TH มาตรการทางกฎหมายในการเพิ่มความปลอดภัยทางถนนให้กับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม (A Study on legal measures to increase road safety for pedestrians) By Thanachart Paliyavet and Pol.Col. Jinda Klabklai
	AYRF17-011 Impact Assessment of a Wildlife Corridor on a Human Populated Area (No paper presentation) By Dr. Win TRIVITAYANURAK, Laddawan LEELACHAI, and Taweesak POYAROT		

Continued Program of 10th ATRANS Annual Conference on Transportation for a Better Life: Mobility and Road Safety Managements

Parallel Sessions	Moderator	Invited Speaker 1	Invited Speaker 2	Invited Speaker 3	Invited Speaker 4	Invited Speaker 5
Session: 3A ***Smart Mobility*** *(Transport infrastructure and Transit Oriented Development- TOD)* ***(15:30 - 17:30)*** **Room:** Grand Ballroom A, 4th Floor (*Each speaker has 15 minutes for presentation)*	**Prof. Dr. Agachai Sumalee** Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong	**(15:30 – 15:45)** Hybrid Land Use for the Urban Expressway Development **By** **Mr. Kenji OGURA** Senior Director, Hanshin Expressway Co.,Ltd., Japan	(15:45 – 16:00) **Transport infrastructure and Transit Oriented Development- TOD** By **Prof.Dr William H.K. Lam** Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong	(16:00 – 16:15) **Transport infrastructure and Regional Development for Smart Mobility: From the HSR Experience of Japan** By **Mr. Hirouki MIZUI** JICA Expert for High Speed Rail Study Project, Thailand	(16:15 – 16:30) **Walkable Environment for Smart Mobility and Transit Oriented Development- TOD** By **Prof.Dr. Atsushi FUKUDA** Nihon University, Japan	(16:30 – 16:45) **Ride – Sharing for Smart Mobility** By **Dr. Sumet Ongkittikul** Thailand Development Research Institute (TDRI) Foundation, Thailand
45 minutes for Q&A		(16:45-17:30) Discussion, Questions and Answers				
Session 3B: ***Logistics & Disaster Management*** ***(15:30 - 17:30)*** **Room**: Grand Ballroom B, 4th Floor *(Each speaker has 15 minutes for presentation)*	**Dr. Siradol Siridhara** Mahidol University, Thailand	(15:30 – 15:45) Eco-Navigation Planning System for Domestic Vessel "ECoRo" By **Ms. Yoshiko SATO** Engineer of Disaster Mitigation Solutions Department, Japan Weather Association, Japan	(15:45 – 16:00) Truck Operating Cost in Thailand By **Asst. Prof. Dr. Varameth Vichiensan** Kasetsart University, Thailand	(16:00 – 16:15) Disaster Management in Thailand By **Col.Dr. Thai Charnkol** Engineering Battalion Commander, Royal Thai Army, Thailand	(16:15-16:30) Disaster Preparedness and Response in the Philippines: The Case of Earthquakes By **Prof.Dr. Alexis M. Fillone** President of Transportation Science Society of the Philippines	(16:30 – 16:45) How to Distribute Relief Goods at the Large-scale Earthquake: Learning from Japan Earthquake in 2011-2016 By **Prof. Dr. Satoru KOBAYAKAWA** Dept. of Transportation Systems Engineering, Nihon University, Japan
45 minutes for discussion, Q&A		(16:45-17:30) Discussion, Questions and Answers				
Session 3C: ***Transportation-related, Energy and Environment*** ***(15:30 - 17:30)*** **Room**: Suite 1-2, 3rd Floor (*Each speaker has 20 minutes for presentation)*	**Dr. Nuwong Chollacoop** MTEC, Ministry of Science and Technology, Thailand	(15:30 – 15:50) National Urban Mobility Program: Financing, Institutions and Rules for Urban Transport By **Mr. Frederik Strompen** Advisor, Transport and Climate Change, GIZ	(15:50 – 16:10) Impact Assessment of a Wildlife Corridor on a Human Populated Area By **Dr. Win TRIVITAYANURAK** Department of Highway, Ministry of Transport, Thailand	(16:10 – 16:30) ASEAN Fuel Economy Platform By **Mr. Tali Trigg** Project Director of Energy Efficiency and Climate Change Mitigation in the Land Transport Sector in the ASEAN Region, GIZ	(16:30-16:50) Electric Vehicle Charging Station Promotion in Thailand By **Asst. Prof. Dr. Amornrat Kaewpradap**, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT), Thailand	
40 minutes for Q&A		(16:50-17:30) Discussion, Questions and Answers				

Continued Program of 10th ATRANS Annual Conference on Transportation for a Better Life: Mobility and Road Safety Managements

Parallel Session	Moderator	Invited Speaker 1	Invited Speaker 2	Invited Speaker 3	Invited Speaker 4
Session 3D: *Intelligent Transportation System (ITS)* (15:30-17:30) Room: The Gallery, 3rd Floor *(Each speaker has 20 minutes for presentation)*	Assoc.Prof.Dr. Sorawit NARUPITI, Chulalongkorn University, Thailand	(15:30-15:50) Intelligent Use of Probe Data in Map Making By **Mrs. Leen D'HONDT and Mr. Akavudth PHOLPERM** Tom Tom, Smart City and Traffic Info	(15:50-16:10) Video Analytics for Intelligent Transportation Systems By Assoc.Prof.Dr. Matthew N. DAILEY Asian Institute of Technology(AIT), Thailand	(16:10-16:30) Next Generation of Global Navigation Satellite System (GNSS) and its Application in ITS By **Dr. Monsak SOCHAROENTUM** NECTEC, Ministry of Science and Technology, Thailand	(16:30-16:50) ATRANS SAFETY MAP: Mobile Application for Mapping Black Spot Locations By Asst.Prof.Dr. Paramet LUATHEP Prince of Songkla University, Thailand
40 minutes for Q&A	(16:50-17:30) Discussion, Questions and Answers				
17:30 – 18:00	**Presents Certification to AYRF Presenters**	**Presents Best Paper & Presentation Awards**	**Presents Certification to AYRF 2017 Committee**	**Closing Remark**	
19:00 – 21:30	**Reception at ESC Bar by the pool, the Radisson Blu Plaza Hotel(By Invitation only)**				

Remarks: (1) Information of AYRF 2017 Sessions 2B, 2C and 2D are provided in separate program.
(2) Exhibition and Poster Sessions together with morning and afternoon Coffee Breaks are provided during 09:40 – 10:00 and 15:10 – 15:30.

Day 2, 19 August 2017	***Technical Visit* - Air Traffic Control Tower, Suvarnabhum Airport**	
Duration	**Program**	**Remarks**
7:45 – 8:00	Gathering at Radisson Blu Plaza Hotel	**The technical visit under patronage of MOT**can accept only 45 persons. To reserve your seat, early registration is required.
8:00-9:45	Departure from Hotel by Buses and arrival at Suvarnbhumi Airport	
9:45-10:00	Arrival at Air Traffic Control Tower and have a Short break	2 buses are provided **by AP HONDA.**
10:00 – 11:30	Visit Air Traffic Control Tower and Listen to presentation & See practical operation	**Air traffic Control Officials will provide and intro presentation and explanation in English only.**
11:30 - 11:45	Conclusion of technical visit & Group Photo Taken	Light meal and soft drinks are provided on board.
11:45 – 13:45	Leave Air Traffic Control and back to Hotel by buses	

CONTENTS

Welcome Message from the Chair of ATRANS Conference & Activity Committee 2017 I

Welcome Message from Vice-Chair of ATRANS Conference & Activity Committee 2017 II-III

Welcome Message from President of ATRANS Young Research's Forum Committee 2017 IV

List of ATRANS Young Research's Forum (AYRF) Committee 2017 V-VI

List of ATRANS Young Research's Forum Advisory Committee 2017 VI

List of ATRANS Young Researcher's Forum Paper Reviewers VII

Diagram of Number of Received and Accepted Abstracts and Manuscripts VIII

Program of ATRANS Young Researcher's Forum Sessions and its Paper Presentations IX

AYRF Paper Presentations Sessions

AYRF2017-002 1-10
Challenges to Development of Bus System - Evidence from a Comparative Analysis of Surveys in Hanoi

AYRF2017-003 11-19
Parking generation rate model and the application for parking planning, the case of Hanoi – Vietnam

AYRF2017 – 004 20-26
Analysis of Children Road Traffic Accidents and Proposed Measures for Children Safety Improvement in Ho Chi Minh City

AYRF2017-005 27-36
Assessment of Structural Solutions for Urban Bridges in Vietnam

AYRF2017- 006 37-45
The selection of dry port sites to promote the development of multimodal transport and optimization of transport networks

AYRF2017-008 46-57
Improving Public Transportation Towards Sustainable Development: A Case Study in Haiphong city

AYRF2017-009 TH 58-66
Evaluation Supportive Transportation Infrastructure Projects for Neighboring Countries by Using OECD/DAC Criteria

AYRF2017-011 67-74
Impact assessment of a wildlife corridor on a human populated area in Thailand

AYRF2017-012 75-85
Conceptual Framework for Impact Assessment of Freight Transport Management Measures on Production, Logistics and Traffic

AYRF2017-015 86-95
Impact Analysis of Aerial Ropeway Transport System as a Form of Mass Transportation in Baguio City

AYRF2017-016TH 96-104
A Study of Intersection Improvement:
A Case Study of Sri Trang Gate, Prince of Songkla University

AYRF2017-017 105-112
Jeepney Service Operation and Demand in Baguio City, Philippines

AYRF2017-019 113-122
Pedestrianization in Baguio City

AYRF2017-020 123-130
EVALUATING WALKING ACCESSIBILITY TO PUBLIC TRANSPORT STATIONS IN DEVELOPING COUNTRIES:
A CASE STUDY IN HO CHI MINH CITY

AYRF2017-021 131-144
Evaluation neighborhood accessibility by travel behavior choice depend on destination distance and building a model for shifting trips from cars to cycling, Study case; Camlik Neighborhood, Pendik, Istanbul

AYRF2017-024 145-153
Determination of Trip Generation Rates of Malls in Dagupan City

AYRF2017-026TH 154-162
Improving Properties of Lateritic Soil with Natural Rubber Latex

AYRF2017-027 163-172
Dynamic Parking Availability System

AYRF2017-029 173-179
Human Mobility Visualization along with the Plantation Development in Khammouane, Laos

AYRF2017-030 180-189
CHARACTERIZATION OF BUS SERVICE IN BAGUIO

AYRF2017-031TH 189-199
Evaluation of Walkability: A Case Study of Prince of Songkla University, Hat Yai Campus

AYRF2017-TH032 200-205
Improving Properties of Asphalt Concrete with Natural Rubber Latex

AYRF2017-033 206-212
Model Development of Traffic Accidents Prevention Applying Empowerment Among Elderly in BuengkanSubdistrict, MuangBuengkan District, Buengkan Province

AYRF2017-034 TH 213-220
A study on legal measures to increase road safety for pedestrians crossing the crosswalk

AYRF2017-035 221-226
Analysis of Car Sharing Usage in the Community affected by Earthquake in Japan

List of ATRANS Young Research's Forum 2017 XVII

ATRANS ANNUAL CONFERENCE 2017
PROCEEDING OF YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Challenges to Development of Bus System - Evidence from a Comparative Analysis of Surveys in Hanoi

Paper Identification Number: AYRF2017-002

NGUYEN Minh Hieu[1], HA Thanh Tung[2], LE Thuy Linh[3], NGUYEN Thanh Chuong[4]

[1]Doctoral student at University of Paris Est – IFSTTAR – DEST
Lecturer at University of Transport and Communications
Telephone: +33 614 97 70 40; +84 904 294 424
E-mail: minh-hieu.nguyen@ifsttar.fr; minhhieuutc@gmail.com

[2]Doctoral student at Faculty of Transport Economics
University of Transport and Communications
Telephone: +84 983 052 704
E-mail: hathanhtung@utc.edu.vn

[3]Doctoral student at Faculty of Transport Economics
University of Transport and Communications
Telephone: +84 904 568 382
E-mail: lethuylinhgtvt@gmail.com

[4]Associate Professor at Faculty of Transport Economics
University of Transport and Communications
Telephone: +84 913 348 701
E-mail: ntchuong@utc.edu.vn

Abstract

Bus is the sole high-capacity public transport mode in Hanoi. Slow establishment of other means in mass rapid transit (e.g. metro, sky train) imposes a heavy burden on bus system in fulfilling the rapidly growing travel demand of citizens. Development of bus system goes unsustainable. After experiencing a long period of high growth, the passenger ridership has fallen approximately 8% per year since 2014. With objective of clarifying challenges to bus system in users' point of view on service quality, the authors conducted a comparative analysis of two surveys undertaken in 2010 and 2016 respectively with a similar structure. Findings are two main points. *The first* is changes in bus-used pattern and social demographics of passengers. *The second* are challenges verified by survey results included: (1) losing the competitive bus fare which was the biggest advantage in the past, (2) struggling with poor operating speed which is the most serious problem, (3) failing to handle long-existing shortcomings, and (4) unappreciated improvement by the public.

Keywords: Bus, Public transport, Survey, Passenger, Challenge, Hanoi

1. Introduction on bus system in Hanoi

The history of bus in Hanoi started by 1960 and the peak was in 1980s when bus network consisted of 28 routes with just over 500 vehicles carrying about 50 million passengers per year. The bus system met approximately 20% of total travel demand.

The period from 1986 to 1992 witnessed a serious crisis of bus. The lowest point of ridership was at only 3 million who were transported on 13 routes in 1992. In contrast to a collapse of bus, motorbike ownership rocketed.

During the following 10 years, thanks to financial support of the local government, bus operation partly recovered. In 06/2001, the authority determined to innovate and reform the bus system. The base for improvement would be an introduction of a state-owned enterprise responsible for operating all routes in Hanoi. Its name is Transerco.

The stage between 2002 and 2010 was the successful pinnacle of bus. It is called "*the first bus revolution*". A principle for bus operation was "*Traveling by bus is faster than by bicycle and cheaper than by motorcycle"*. To attain competitive speed and price, a series of solutions were issued such as offering subsidized low fares, investing high quality and uniform fleet, controlling strictly planning as well as operation.

From 2011 then on, the number of passengers relatively levelled off before showing a steady downward trend since 2014. An approximately 8% decrease each year has aroused worry of both authority and operators.

Table 1Parameters of bus system in Hanoi

Parameters	Unit	2011	2016
Number of routes	Route	82	91
Number of subsidized route	Route	65	72
Ridership per year	10^6 Passenger	440	431
Number of subsidized vehicles	Vehicle	1,104	1,208
Rate of meeting travel demand	%	10.5%	10%
Amount of subsidy	10^6 USD	37.12	44.2
Note: Rate of exchange: 1 USD = 22 000 VND			

Source: Transerco

In one hand, considerable achievements of bus system are undeniable. The biggest is that many passengers have gotten into habits of utilizing bus on a regular basis. A network has been widened. Numbers of routes, vehicles and passengers were 2.4 times, 3.6 times and just over 28 times respectively in 2016 more than ones in 2001. In other hand, in spite of having larger figures (for routes, vehicles), 2016 showed a poor performance on the ridership compared to 2011 (table 1). Consequently, subsidy in 2016 was much higher than that in 2011. Some people keep suspecting the importance of bus in Hanoi. A typical example is that the Department of Transport took action to cut down bus frequencies on some road (Cau Giay, Xuan Thuy and so on) due to the belief that bus was a culprit of traffic congestion.

2. Research method

Hanoi reviews and undertakes planning for bus development every five or six years. Two recent ones were realized in 2010 and 2016. As a reference for bus status, surveys were carried out on network. There was a separate financial part for collecting and analyzing data on bus operation in views of passengers. Especially, the structure of questionnaire across surveys was quite similar, which allows to make comparison the results and highlight noticeable points in bus development process. Based on data of two surveys, the authors undertook a study whose procedures are as follows:
(1) Brief introduction on surveys in 2010 and 2016.
(2) Comparison between main results of two investigations to explore and discuss changes in passengers' characteristics as well as difficulties pertaining bus development.
(3) Conclusion and some recommendations

2.1. Introduction on 2010 survey

The main goals of the survey are: (1) discover who are customers of bus service through response on demographics; (2) measure how service quality is like through answers in term of vehicle, interval, waiting time, punctuality and so on. The investigation is bus user-oriented, and results are bases for improvement of service quality. Customer's view-based approach is wise because passengers are the most powerful who judge directly revenue of companies. In other words, awareness of their opinions on service is the key to gain loyalty and attract target users, thus earn greater profits (Wilson et al. 2012).

The technique for gathering information is face-to-face interview with a questionnaire encompassing three main parts. The first is information on spatial and temporal background of an interview. The second is designed to collect both interviewee's demographics and bus usage. The last is passenger's points of view on aspects of bus service quality. The second part, called classification category, is quite sensitive due to its sensitive enquiry on personal information (Cooper 2006) like income. Thus, it is recommended to be placed at the end of the questionnaire. However, Vietnamese people seem not to pay attention to this. In addition, with the collection of demographics in advance, respondents can be recognized, which allows interviewers to behave appropriately.

Interviews were carried out on all routes across almost all time-windows (morning, noon, afternoon evening on both weekdays and weekend). Only observations with complete response were valid. After data collection process, the size of available data for analysis was 1430 among 1500 spread. The successfully response rate was 95.3%.

2.2. Introduction on 2016 survey

Survey in 2016 is the extended version of the previous one. Principles and structure of the 2010 investigation were followed. However, in the classification group, more options were added in

answers. Besides, in the most important part corresponding to service quality, as a result of newly appeared issues, several changes in questions were implemented. The total size of fit sample was 2000 (the response rate: 95.2%). Compared to 2010 survey, this has a bigger sample size. The motives are the extension of bus network and the desire for gaining a better picture on bus system status.

The formulation of questionnaires in two surveys is relatively similar, therefore percentages of responses to each question are the base for comparison. An advantage of this figure is to concentrate on the associations between levels and thus partially remove the difference of sample size. However, some disadvantages are discussed in last part of the paper.

3. Results and Discussion

3.1. Who are passengers of bus service?

The comparison of descriptive statistics on passengers' demographics between 2010 and 2016 illustrates specific points as follows:

- *Regarding occupation:*

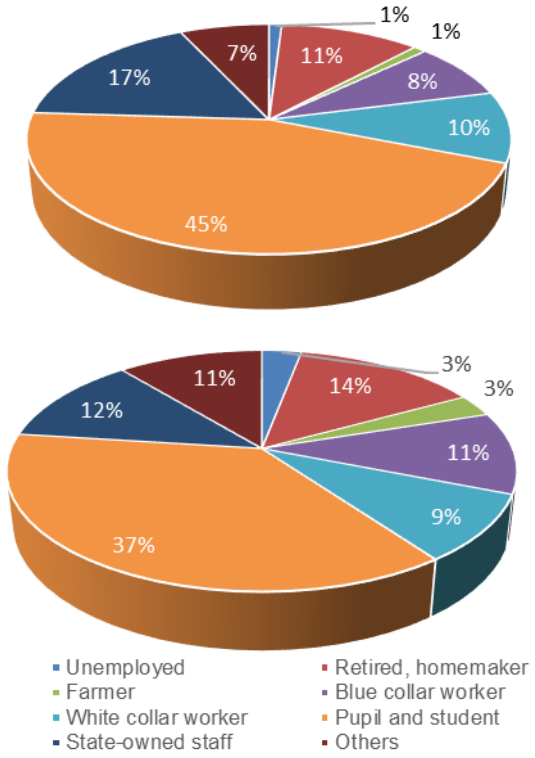


Fig. 1 Occupational distribution in 2010 and 2016

Occupational comparison describes that the common distribution of job groups is relatively similar, however the percentage of each changes considerably. In both years, pupil and student is dominant, yet its figure in 2016 decreased by 8% to stand at 37%. Figures for blue-collar workers and white-collar ones illustrate an inversely proportional relationship. They hovered at about 10%, and bus was used more heavily in 2016 by the former. Interestingly, a retirees' number rising from 11% to 14% in 2016 was larger others except the educational group. The favorite for bus service of people from state-owned sector is down.

- *Regarding age:*

Bus has been preferred by the young rather than other groups. Among these age groups ranging under 25 years of age, in 2016, people between the ages of 25-30 who tend to be students showed smaller bus usage percentage (as opposed to 2010) albeit with the largest of 31%. While there is an increase from 5% to 7% in those aged under 18 who are possibly pupils. Figures for the rest of groups in 2016 were higher than ones in 2015. The difference in each was about 3%. Similar to occupation statistics, patterns of sample in the context of age between 2010 and 2016 are basically similar if regardless the downward trends of educational groups whose people are less than 25 years old.

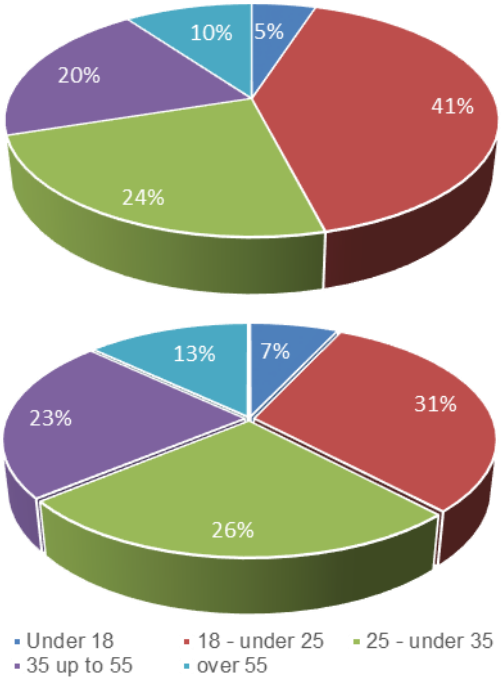


Fig. 2 Age distribution in 2010 and 2016

- *Regarding income:*

Differently from age and profession, there is a significant transferability between income groups. A percentage of people earning under 100$ plummeted from 45% to 25% compared to a slight rise at 3% of earners at level of 100$ to under 200$. In 2016, the latter utilized bus more than all

others. The following category with income ranging from 200$ to under 300$ also showed a considerable increase of 5% to keep the third in list of the heaviest bus users. The remainder's figures grew.

In spite of the changes, a clear point is unchanged. Bus is the public transport mode of the low and average income people. More ones from higher income group (over 450$/month) employed bus. Nevertheless, it is careful to indicate that bus passengers go rich because income is affected radically by policies on a regular rise of basic salary level for labor as well as rate of inflation in economics. The basic salary per month in 2016 was 156% as high as 2010. Hence there is evidence to believe that some of 100$-under 200$ group in 2016 may be stand on the poorest one in 2010.

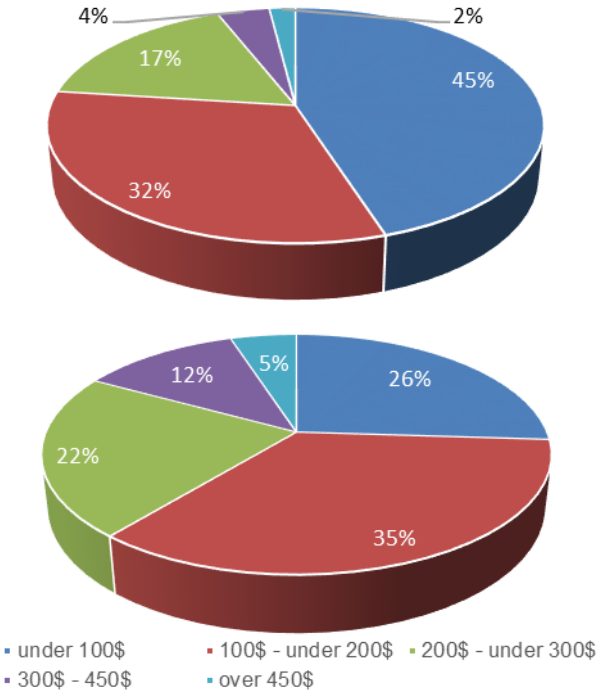


Fig. 3 Income distribution in 2010 and 2016

- *Regarding gender:*

The gender distribution of sample in 2010 was 52%/48% for female and male respectively. This ration in 2016 was 51%/49%. Bus seems to be more popular by woman albeit with marginal difference.

- *Regarding bus usage:*

Generally, bus is used dominantly by frequent users. Ones heavily using bus at frequency of at least three days a week made up approximately half of sample. 1 – 2 day/week group accounted for approximately 8%. In other hand, a significant percentage (just over 42%) belongs to the pools hardly experiencing bus service.

Compared to 2010 when there was a higher percentage of heavy bus utilizers (72.3%), 2016 saw a fall in total ridership and the smaller of frequent users. It was possible that passengers rejecting bus service had enjoyed it frequently. However, this statement is inconclusive and need more evidence.

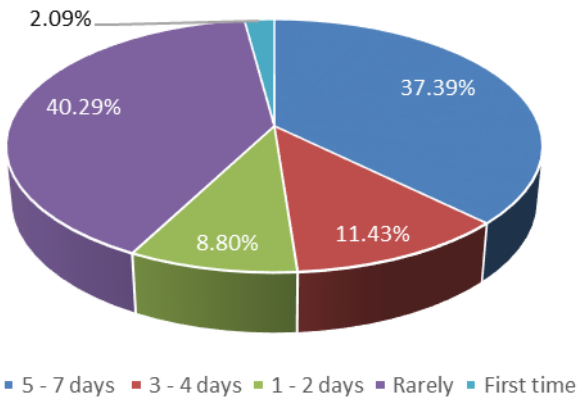


Fig. 4 Bus-used frequency of sample in 2016

3.2. What are trip attributes?

Trip characteristics are vital parameters for both modelling travel demand and planning bus system.

- *Regarding bus trip length*

Bus trip is a movement by bus between two stop points and involved in a particular line. To achieve information on length of a bus trip, instead of requesting the estimation of passengers, they are asked to provide the route number and positions of two stop pertaining to embarking and disembarking respectively.

Table 2 Relations between length of trip and bus usage in 2016 survey

Type of trip	Sample	Frequently using bus		Occasionally/First using bus	
		In sample	*In group*	*In sample*	*In group*
Under 3 km	3.2%	2.3%	*3.9%*	0.9%	*2.1%*
From 3 - under 5 km	11.4%	6.9%	12.0%	4.5%	10.7%
From 5 - under 7 km	9.9%	6.3%	10.9%	3.6%	8.6%
From 7 - under 10 km	12.3%	7.4%	12.8%	4.9%	11.6%
From 10 - under 15 km	17.2%	9.9%	17.2%	7.4%	17.3%
Equal and over 15 km	46.0%	25.0%	*43.3%*	21.1%	*49.7%*
Total	**100.0%**	**57.6%**	**100.0%**	**42.4%**	**100.0%**

Statistics describe that the largest number of passenger (46%) traveled on long distance (more than 15 km) by bus. The second most common was bus trip being 10 – 15 km long with rate of 17.2%. The percentages for three categories ranging from 3 km to 10 km possessed similar figures of from 10% to 12%. The shortest trips less than 3 km made up the smallest rate of only 3.2%. Generally, passengers tend to utilize bus for average and long trips in preference to short trips.

In total shortest trips, the vast majority of shortest trips belonged to those using bus frequently Whereas, for long trips (over 15 Km), there was no obvious difference between figures for people using bus sometimes and frequently. These two comparisons demonstrate that ones, who are not familiar customers of bus, likely prioritize choosing bus for long journeys whereas using other modes for short movements.

- *Regarding O-D trip duration*

O-D trip duration is the total time related to movement by bus, walking from/to stops, and waiting for bus when a passenger reaches destination from origin. We chose observation O-D time in place of on-board time because of three reasons: First, it is easier for passenger to estimate the time of O-D trip based on the difference between the starting time and the arrival time than this information of a trip leg by bus. Second, O-D trip is more comprehensive since it is associated to the relationships between: (1) station distribution and walking time, (2) interval and waiting time, (3) bus speed and on-board time. Third, passengers usually pay more attention to the total of travel time (than time components) which they have to spend with respect to a particular mode choice. Newcomers of bus service with response of "first time" were not asked to answer this question due to highly potential imprecision.

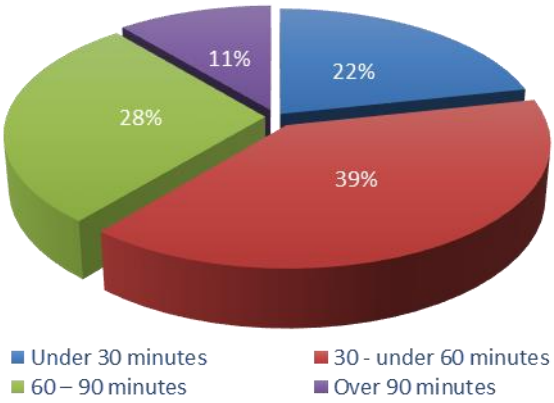


Fig. 5 Distribution of O-D trip time in 2016

The pie chart illustrates that trips lasting 30 – 60 minutes are dominant (39%). Among the reminder, the figure for 60-90-minute trips exceeded other ones. The quickest trips were twofold more than the longest ones. Because the survey in 2010 only observed the time when passengers were on the bus, comparison between 2016 and 2010 is not compatible.

3.3. Passenger's view on bus service quality

In this part, passengers judge the level of components related to service quality. There are five level ranging from "very poor", "poor", "average/accepted", "good", "very good" for passengers' choice.

As can be seen in figure 6, the majority of those questioned gave positive and accepted responses on indicators except for "speed". Speed performance of bus was so poor that its unsatisfactory level is at approximately 50%. It was followed by "punctuality", there are roughly one-third of participants believing that bus did not gain temporal reliability. Safety on board showed the most positive performance with the lowest rate of poor level (17%) and significantly higher ones of good and very good levels. As for the rest, figures for answers on bad and very bad present fairly similar levels of between 20% and 28%.

In 2010, figures for bad responses to each indicator were fairly similar and hovered at about 14%. This means speed of bus has become the worst. Among participants give negative responses, there is 71.6% from the center-directed routes and ring routes in the central business districts. By contrary, 63.2% of people giving accepted and good level are on routes running outside. Hence, there is evidence to state that bad speed was more problematic in inner areas rather than suburbs.

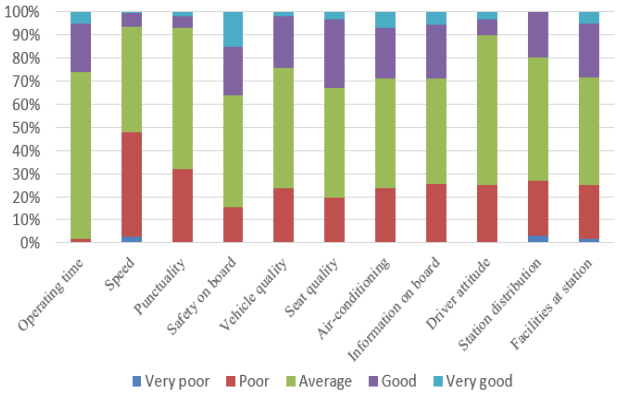


Fig. 6 Passengers' views on components of service quality in 2016

To gain magnitude of reasons explaining for bus choice, passengers were requested to give one main point making them travel by bus.

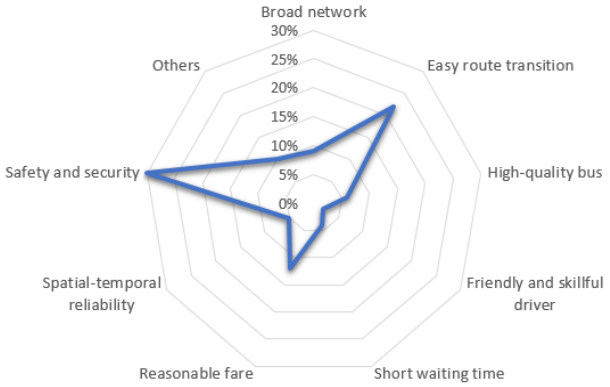


Fig. 7 Main reasons for bus choice

Figure 7 presents that the largest number of passengers appreciated safety and security of bus service. Subsequently, easy transition between routes was chosen by 22% of those surveyed. Interestingly, the percentage of cheap ticket price was just over 12% compared to 42% in 2010 survey. This confirms a great change in customer's point of view on financial aspect of bus service. Bus lost economically competitive ability across others. Among observed criteria, short waiting time, reliability and especially driver's attitude accounted for obviously low votes. However, their proportions in 2010 was higher. The rate of reliability, for example, was 8% in 2010 as opposed to 5% in 2016. This means they have been worst.

3.4. Challenges to bus system

**** Losing the biggest competitive advantage***

In the golden age of bus system, reasonable price was the key to retain and attract numerous commuters. Especially, inflation and constantly rising price of gasoline promoted modal shift to bus. Trips were prioritized to implemented by bus instead of motorbike and bicycle. In a study conducted by M. H. Nguyen and Nguyen (2015), the strongest factor affecting the level of service quality based on passenger's opinion is "cost". This result is in line with findings of survey in 2010 where price played the top role in series of reasons for choosing bus. In order to offer low bus fare, the local government has provided subsidy for bus at a price. Due to substantial increase of operating cost, the authorities decided to increase fare two times in 2012 and 2014. Also from 2014 then on, when raw oil price was controlled, cost of using motorbike, car and new choices like electronic bike was more affordable, no change in bus price has appeared. Consequently, price does not play the decisive role in enticing and retaining customers. This is partly described by the significantly fall in voting for price mentioned above (in part 3.3).

Some believe that cost for using bus is apparently lower than other modes, therefore bus is preferred by many inhabitants. Nevertheless, this opinion is not persuasive. As can be seen in part 3.1, the sample based on income in 2016 is more balanced than that in 2010. Less poor people and more people with average and high earnings use bus. Interestingly, price is the strongest determinant to the former but not the latter (Eboli and Mazzulla 2008), thus effects of price on sample (or passenger in general) is mitigated.

**** Getting stuck in the most serious problem***

Time-consuming trips result in passengers' tiredness and disappointment. They have to spend large amount of time for waiting and travelling instead of relaxing or working, thus they possible seek more time-efficient alternatives. According to Transerco, the average commercial speed of bus in Hanoi is around 17 km per hour and about 15 at peak hours. The downward trend of velocity is a dispensable corollary of more serious traffic congestion (T. C. Nguyen 2016). In many researches on service quality, satisfaction and loyalty, speed (or quickness) is one of the most important factors (Mahmoudi et al. 2010 ; de Oña et al. 2013 ; Stradling et al. 2007). In addition, sluggish trips are even more dangerous than the aforesaid challenge related to less competitive ticket price. Delays in service provision account for unwillingness of passengers to patronize bus system in developing countries (Abane 2011). Unfortunately, the judgement of passengers for speed of bus system in Hanoi is the poorest component (figure 6).

**** Improvement hardly acknowledged by the public***

The government and operator have been trying to improve the service quality however the efforts seem not be appreciated. Bus Hanoi is considered as a model for other domestic cities and provinces. A bunch of old and small buses have replaced by high-occupancy ones with capacity of 60 and 90. They are high-quality with air-conditioning, radio launching subsequent bus stops, low-floor, three doors. In comparison to other bus systems in developing countries, quality of bus in Hanoi would be better. In Bangkok, for example, although quality of buses is substandard (e.g. 40% vehicles are not air-conditioned in scorching weather), they convey 3.5 million trips/day.

The figure is far higher than ones of Metro, BRT, Airport Rail Link (Wu and Pojani 2016). In survey 2016, marginal number of interviewees choosing bus service because of its high-quality (figure 7) and roughly 20% of those dissatisfy with aspects of vehicles (figure 6). This means improvement corresponding to fleet is not appreciated by passengers.

As regards facilities and network, there are twelve transition points. They are six locations dedicated for bus and six interregional stations. Passengers produced favorable responses to route transition with the second largest vote (figure 7). In other hand, several newly introduced routes every year broaden network and corresponding facilities (shelters and bus stops). However, location of bus stops and facilities were assessed under accepted level by roughly 25% of sample (figure 6). Additionally, just under 10%, which is much lower than 30% and 27% for safety, security and straightforward transition respectively, consider wide network as the main reason for bus choice.

To conclude, in spite of progress in broadening network with better vehicles, passengers seem not to be impressed.

**** Deterioration of inherent problems***

There are unaddressed problems which have existed for a long time. And they have gone grave.

- The first is involved in coverage of bus network. Both the local government and Transerco desire to provide an accessible service for great number of inhabitants. To gain it, service should be spread and covered both inner and outer regions.

Table 3 Coverage of bus service

Area of Hanoi	Number of wards	Wards served by bus	Wards without bus	
			Possible access (≤500m)	*Hard access (>500m)*
Inner	168	168 (100%)	-	-
Outer	414	120 (29%)	47 (11%)	247 (60%)

Source: Surveyed and synthesized by the authors

In term of center of Hanoi, table 3 describes that all wards are served by bus however there are mazes of narrow, long alleys which are accessible only by bicycle and motorbike. Some wider ones are feasible for car in one way. To attract more passengers, bus needs to run in these roads. Organizing routes with mini-buses connecting alleys is still questionable.

Whereas, in the outer areas, buses reach the heart of 120 wards among 414 (29%). The overwhelming percentage of non-service (71%) areas is a big challenge. Especially, only 11% of external regions are possible for creating bus. The existing shortcomings of network explains partly for a low vote for "broad network" in figure 7.

- The second is infrastructure designated for bus. It is widely accepted that bus is the most important public transport mode in Hanoi. However, its infrastructure priority is absent. The Vietnamese capital had a pair of bus-reserved curbside lanes with the length of 5 km on Nguyen Trai road. As a result of shortage of right-of-way, speed of bus on the bus-lanes did not improve. Due to demand of median space for constructing the sky-train route 2A, the bus lanes were eliminated. In a literature review on bus lane, if average bus journey times inclusive of delays, stops and associated to only moving are below 20 km/h and 30 km/h respectively, setting bus lane is necessary (Gomes 2006). Compared to these thresholds, bus system with average commercial speed of about 17 Km/h in Hanoi should be equipped with reserved lanes. In planning on bus system development, establishment of bus lanes is a main content, yet it has not been implemented in real.

Locating bus stops and shelters faces difficulties since pavements are quite narrow in some areas and appropriated by street vendors, entrepreneurs. In some cases, aggressive disagreement takes place because appearances of stops or shelters hinder customers from paying attention to and visiting shops. Bad infrastructure is responsible for high rate of negative response to punctuality and speed (figure 6).

- Third is related to labor and technology application. Bus drivers and conductors are usually under high pressure of schedule and heavy traffic. However, this is not the ground for impolite behaviors and unpleasant attitude to passengers. As indicated above, negative responses with respect to labor did not decrease in 2016. Application of technology in bus management and organization has collected limited results. For example, to provide up-to-date information on bus, the distance between a bus and a station is launched in place of waiting time since it is unfeasible for estimating speed in unpredictably dense traffic flows. Hanoi conducted a pilot project where conventional paper tickets were replaced by smart cards in route 32. The test did not generate an expected outcome. Hence, all buses need conductors to sale and verify tickets.

4. Conclusion and recommendations

Durable development of bus system in Hanoi is challenged. Comparison between surveys in 2010 and 2016 highlights:

- *Characteristics of utilizers:* Bus has been preferable by students and pupils who have (fair) low income and travel on a regular basis. Besides, more the old currently utilize it. Bus users travel more and longer than they did.

- *View on bus service quality*: Price is not the strongest merit while speed stands out as the worst spoiling ridership patronage. Attempts to handle problems and enhance service quality are not appreciated as highly as expected. All are challenges which bus system need to address. Some recommendations to deal with these difficulties are as follows:

The first should concentrate on addressing main shortcomings. As mentioned above, "*traveling by bus is faster than by bicycle and cheaper than by motorcycle"* is the key for the first bus revolution. Today, as regards price, cutting down ticket price is unfeasible since it will impose great burden on the locally governmental budget. Additionally, it is likelihood that price decrease is not as effective as improving speed (or reducing trip duration). This is supported by the 2016 survey where the worst issue was poor speed and importance of price in quality lessened. Theoretically, according to O'Sullivan (2009), customers tend to be more sensitive to changes in time cost rather than ones in fare. In this sense, the priority of Hanoi should be to foster the speed in place of offering cheaper fare. In order to gain better performance on velocity, infrastructure is a decisive determinant.

- *Establishment of bus lane:* This is an effective way to promote the whole bus system. The typical example is Korea where thanks to implementation of bus lanes, average bus speeds of inbound and outbound journey rose 16% and 23% respectively (KIM 2003). Regards geometric conditions on the road, a bus lane should be implemented on a road with at least two lanes, it is better if it has 3 or 4 ones. Minimum required space for a bus lane is 3 meters and usually 3.5 meters (Zhu et al. 2012). Deploying exclusive bus lanes can struggle with opposition of riders by private means like car and motorbike. For recommendation, a lane on roads with at least three ones per direction is probably intended for bus. Issuing bye-laws to guarantee utmost protection for busway officially, equipping intersection and on board with surveillance cameras, and patrolmen are vital for successful application of bus lanes (Agrawal, Goldman, and Hannaford 2013).

- *Facilities*: Weather is quite extreme in Hanoi. In winter, it is chilly with temperature ranging from 10 to 20 degrees Celsius along with steady drizzle. In summer, it reaches just over 50 degrees Celsius on the road and approximately 37 in the air. Therefore, provision of shelters at bus stops for passengers against vagaries of severe weather is crucial. To reduce commuters' bad evaluations, arrangement of stops should be cared. Regardless dwell time, more stations there are, smaller walking time passengers take. Based on distinctive conditions in Hanoi, some suggestions are: (1) in central business districts, the distance between two consecutive ones is around 300 – 500 meters; (2) in suburbs, it should not be over 1000 meters; (3) in rural areas, it is within 3 km which is the maximum regulated threshold. The proposed spacing resonates with previous studies and reports on bus stop design standards and guidelines (Institute 1996; National Academies of Sciences 2006). In every stop, there is some basic facilities included: sign with standardized name, schedule of routes running across it. For points equipped shelters, trash and recycling receptacles, lighting, transit system map, digital signage should be available.

- *Intelligent technology application*: To run more smoothly and faster, bus should be benefited by prioritized signals. If bus travel in mixed traffic flows, this priority cannot gain effectiveness. Signal priority in tandem with bus lane needed to be constructed. At lower level, instant temporal and spatial information of vehicle through GPS system is used to inform real time for passengers both at all stops and on-board through monitors.

- *Adjustments of network*: As analyzed above, the network is not balanced, which is reflected partly by high number of long trips and slight vote for "broad network". In one hand, the bus network is a part of the mass rapid transit network. In this way, transition points of higher-occupancy modes (BRT, train) are hearts of network. In other hand, it should be filled out blanks where accessible ability to bus is equals almost zero. In the center, creation of routes using mini-bus reaching narrow roads and dense quarters require more attempts. While, routes connecting wards in suburban and rural areas to existing others at transition points are also necessary. To attract more new utilizers, availability of "parking and ride" points in gateways between center and external regions should be implemented.

- *Other proposals*: To enhance passengers' measurement related to drivers and conductors, application of automatic ticket system allows to eliminate demand for the latter. For both, unwillingness to assist passengers and especially rude behaviors have to be strictly punished. In serious cases, they have to pay by their occupation. To improve reliability and punctuality, adherence to the schedule is essential. For drivers failing to satisfy timetable without plausible reasons, they will be fined heavily.

One of aforesaid challenges is unconfirmed efforts to improve bus quality. The government and operators had better focus on raising awareness of public on strengths and achievements of bus service. In this task, support of the press is determined. Besides, official aid of politicians and promotion of bus companies on their websites, apps are useful.

Limitations: The study utilized basic descriptive statistics (percentage) to describe, summarize and compare data. Thus, statistical reliability of some conclusions is potentially insufficient. Differences in sample size and collection time were not dealt with prior to make comparative analysis. In a survey, questions in classification part are categorical (ordinal or nominal) variables while ones related to service quality are ordinal. Exploring association between characteristic(s) of users and their judgements for aspects of service quality is also useful. To do it, testing the existence of association between variables and its magnitude (if it exists) could be done with the support of types of Chi-square tests and some other statistics (e.g. Cramer's V statistic). For comparison between two surveys, dissimilarities of percentages of responses for the same question in two surveys could be checked to know which are statistically significant. Interestingly, if dimensions between two consecutive response levels of a service quality question are considered the same, calculating mean of judgements before testing (by two-sample T-test) and making comparison will allow to recognize and assess challenges more properly.

Last but not least, the objective of paper is to clarify challenges to current bus system based on survey findings. Therefore, its achievements are not emphasized. To gain a comprehensive picture, we encourage colleagues, researchers and academics to read more reports and documents related to Hanoi bus system.

5. Acknowledgment

The authors would like to give sincere thanks to organizers of ATRANS Young Researcher's Forum 2017. We also highly appreciate constructive criticisms of anonymous reviewer(s).

References

[1] Abane, Albert M. 2011. "Travel Behaviour in Ghana: Empirical Observations from Four Metropolitan Areas." *Journal of Transport Geography* 19 (2): 313–22. doi:10.1016/j.jtrangeo.2010.03.002.

[2] Agrawal, Asha, Todd Goldman, and Nancy Hannaford. 2013. "Shared-Use Bus Priority Lanes on City Streets: Approaches to Access and Enforcement." *Journal of Public Transportation* 16 (4). doi:http://dx.doi.org/10.5038/2375-0901.16.4.2.

[3] Arup, Texas A&M Transportation Institute, KFH Group, Inc, Parsons Brinckerhoff, Inc, and Kittelson & Assoc, Inc. 2013. *TCRP Report 165 - Transit Capacity and Quality of Service Manual. Third Edition*. Washington, D.C. http://www.worldtransitresearch.info/research/4941.

[4] Cooper, Pamela S. Schindler Donald R. 2006. *Business Research Methods: 9th (Nineth) Edition*. 8090th edition. McGraw-Hill Companies, The.

[5] Deng, Taotao, and John D. Nelson. 2011. "Recent Developments in Bus Rapid Transit: A Review of the Literature." *Transport Reviews* 31 (1): 69–96. doi:10.1080/01441647.2010.492455.

[6] Eboli, Laura, and Gabriella Mazzulla. 2008. "A Stated Preference Experiment for Measuring Service Quality in Public Transport." *Transportation Planning and Technology* 31 (5): 509–23. doi:10.1080/03081060802364471.

[7] Edmonton, City of. 2017. *Bus Rapid Transit and Modal Integration*. https://www.edmonton.ca/transportation/bus-rapid-transit.aspx.

[8] Gomes, Joao Miguel. 2006. "The Impacts of Bus Lanes on Urban Traffic Environment." Universidade do Porto.

[9] Institute, Texas Transportation. 1996. *Guidelines for the Location and Design of Bus Stops*. National Academy Press.

[10] ITDP, Institute for Transportation and Development Policy. 2007. "Bus Rapid Transit Planning Guide." New York. https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/52.-Bus-Rapid-Transit-Guide-PartIntro-2007-09.pdf.

[11] Kiesling, Michael, and Matthew Ridgway. 2006. "Effective Bus-Only Lanes" 76(7) (Institute of Transportation Engineers. ITE Journal).

[12] KIM, Hyung Jin. 2003. "PERFORMANCE OF BUS LANES IN SEOUL." *IATSS Research* 27 (2): 36–45. doi:10.1016/S0386-1112(14)60142-4.

[13] Mahmoudi, Seyed Mohammad, Fereydun Verdinejad, Gholamreza J, aghi, and Ali Mokhtari Mughari. 2010. "Analysis and Establishment of Bus Rapid Transit (BRT) on Customer Satisfaction in Tehran." *African Journal of Business Management* 4 (12): 2514–19.

[14] National Academies of Sciences, Engineering. 2006. *Guidebook for Evaluating, Selecting, and Implementing Suburban Transit Services*. https://www.nap.edu/catalog/13955/guidebook-for-evaluating-selecting-and-implementing-suburban-transit-services.

[15] Nguyen, Minh Hieu, and Thi Thuy Linh Nguyen. 2015. "Measuring Urban Bus Service Quality Using Servqual Model in Hanoi." In *Proceeding of 8th Atrans Symposium - Transportation for a Better Life: Harnessing Finance for Safety and Equity in Asean Economic Community*. Bangkok, Thailand.

[16] Nguyen, Thanh Chuong. 2016. "Quality Improvement and Bus System Development in Hanoi Vision to 2025." presented at the The improvement of quality and the development of the public transport system by bus in Hanoi capital vision to 2025, Nikko Hotel, Hanoi, Vietnam, September 16.

[17] Oña, Juan de, Rocío de Oña, Laura Eboli, and Gabriella Mazzulla. 2013. "Perceived Service Quality in Bus Transit Service: A Structural Equation Approach." *Transport Policy* 29 (September): 219–26. doi:10.1016/j.tranpol.2013.07.001.

[18] O'Sullivan, Arthur. 2009. *Urban Economics, 7th Edition*. 7th Revised edition edition. Boston, Mass.: McGraw-Hill Europe.

[19] People's Committee of Hanoi. 2016. "The Transportation Plan in Hanoi up to 2030 with a Vision towards 2050."

[20] Stradling, Stephen, Michael Carreno, Tom Rye, and Allyson Noble. 2007. "Passenger Perceptions and the Ideal Urban Bus Journey Experience." *Transport Policy* 14 (4): 283–92. doi:10.1016/j.tranpol.2007.02.003.

[21] Wilson, Alan, V. A. Zeithaml, M. J. Bitner, and D. D. Gremler. 2012. *Services Marketing : Integrating Customer Focus Across the Firm*. McGraw Hill. http://strathprints.strath.ac.uk/42361/.

[22] Wu, Irene, and Dorina Pojani. 2016. "Obstacles to the Creation of Successful Bus Rapid Transit Systems: The Case of Bangkok." *Research in Transportation Economics*, Transportation and Land Development: A Global View, 60 (December): 44–53. doi:10.1016/j.retrec.2016.05.001.

[23] Zhu, Lin, Lei Yu, Xu-Mei Chen, and Ji-Fu Guo. 2012. "Simulated Analysis of Exclusive Bus Lanes on Expressways: Case Study in Beijing, China." *Journal of Public Transportation* 15 (4). doi:http://dx.doi.org/10.5038/2375-0901.15.4.6.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE 2017
PROCEEDING OF YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Management
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Parking generation rate model and the application for parking planning, the case of Hanoi - Vietnam

Paper Identification Number: **AYRF2017-003**

TRUONG Thi My Thanh[1]

[1]Vietnamese – German Transport Research Centre
Vietnamese – German University
Telephone 84-915252-553, Fax. +84-(0)650-222-0980
E-mail: ttmthanh@vgtrc.vgu.edu.vn

Abstract

Parking planning is the significant organ of urban traffic planning. However, data collection in the field of parking studies is a major challenge. The study aims to propose a process for parking space planning for Asian developing cities, where parking generation rate is a core. The study reviewed contemporary parking planning methods with the analysis of their advantages and disadvantages. It then investigated parking demand pattern, parking inventory, parking occupancy, parking turnover, and parking generation rate at different land-use types in Hanoi, Vietnam. The study revealed that parking infrastructure at office buildings are utilized least efficiently comparing with other land uses such as shopping malls, commercial buildings or condominiums. Therefore, it is necessary to reduce parking supply at the office buildings in order to shift the commuters from private vehicle to public transport. The results of this study would be useful for transport planners and authorities to have an effective approach for parking planning. It is also necessary to formulate effective parking policies to manage parking supply at least effective land-use types.

Keywords: Parking Planning, Parking Generation Rate, Parking Turnover, Parking Occupancy, Parking Duration

1. Introduction

The parking demand forecast is the key of public parking planning and provides the basic data for the size of the parking lot. However, data collection in the field of parking studies is a major challenge. The diversity of parking types and the multiple variations of their vocations contribute to this difficulty [1]. Parking generation rate has been applied worldwide for planning parking supply [2]–[4]. Generation rate model is primarily based on parking generation rate which is similar to the concept of trip generation. A trip is defined as a one-way person movement by one or more modes of travel and having an origin and a destination. Trip generation refers to the production and attraction of trips by origins and destinations, respectively. Parking is a derivative of trip generation, wherein the term parking generation is used to refer as the parking spaces required as a resulting of trip attraction. The practice of transport engineering and planning has employed trip and parking generation rates to determine the number of trips generated by developments, as well as the required number of parking spaces for facilities.

Parking generation is documented and published as parking requirements in many countries [5]–[9], for instance, Car Parking Demand Indices (Germany), Parking Standard (the United Kingdom), Parking Generation (the United States), and Code of Practice (Singapore). However, parking generation method has been developed mostly in car-dominated cities thus the generation rates of each land-use type are mostly defined for the cars. In many Asian developing cities, where motorcycles account for 80-85% of modal splits, those parking generation rates could not be properly applied. Therefore, the investigation of parking generation rates in motorcycle - dominated cities is needed to facilitate

the planning of parking supply. The study aims to propose a process for parking space planning for Asian developing cities, where parking generation rate is a core. The study reviewed parking generation rate method. It then investigated parking demand pattern, parking inventory, parking occupancy, parking turnover, and parking generation rate at different land-use types in Hanoi, Vietnam. With big advantages of transparent data, time saving progression, and easy to be applied, this method is highly recommended for Asian developing cities in parking planning process.

2. Review of parking generation rate

Parking generation, also known as parking supply index, summarizes a collection of parking demand data observations made by land use type. Parking generation provides statistics on the average peak parking demand, when the peak demand occurs, range, and coefficient of variation and standard deviation data. The data presented is an assemblage of observations conducted by various volunteers. The information is commonly about peak parked vehicles per unit of land use (for example, per 1,000 gross square feet, dwelling unit, employee, student, room, etc.).

Parking generation is usually documented and published at city-level of many countries [5]–[10], [3], [11]. In Germany, Car Parking Demand Indices are regulated by Research Society for Roads and Transport [12] for more than thirty land-use types. In the United State, Parking Generation is a document published by the Institute of Transportation Engineers (ITE), regulating the parking generation rate for more than hundreds of land-use types (Institute of Transportation Engineers, 2010). This document is updated every five to ten years, incorporating recent observations that have been submitted to ITE. In the United Kingdom, the parking requirements have been regulated as the parking standard for more than twenty land-use types, which cover the parking for different vehicles including car, motorcycle, bicycle, and light vans (The Planning Service UK, 1999). In Singapore, the Code of Practice outlines the requirements of the Parking Places Rules for the provision of parking places and spaces. It also cites examples of good practices in the industry. Diagrams, sketches, and photographs are used to illustrate some of the parking requirements and practices (Land and Transport Authority, 2011).

The parking generation rate model is conventionally used in forecasting vehicle parking demand and provides basic data for the size of the parking lot. According to construction indices from the planned land in all traffic areas, Parking Generation Rate is set up to calculate parking demand. Therefore, the data is transparent, easy to be understood by Government and communities. The data collection is needed. however, this process is built up in many time period. Parking Generation Rate for each land-use types can be built up by the implementation of small projects, hence small private sectors could be easy to involve in. Hence it is cost and time-saving.

3. Methodology

3.1 An introduction of Hanoi

Hanoi is the capital of Vietnam and the country's second largest city by population with 7.7 million people, area of 3,345 km^2 and the population density of 2,279 person/km^2 (General Statistics Office of Vietnam, 2016). Hanoi after being expanded in 2008 includes 12 districts, one town and 17 suburban districts (peri-urban area). The peri-urban areas are characterized by a high percentage of free land and low density of population and vehicles. Therefore, parking currently is not a big problem. Then, the study only focuses on the urban area with twelve districts as shown in Figure 1.

Based on the development of economics and housing and population density, twelve districts in urban area of Hanoi are divided into three major zones, including the core city center (district of Hoan Kiem), the developed area (district of Dong Da, Ba Dinh, and Hai Ba Trung) and the newly developed area (district of Cau Giay, Tay Ho, Long Bien, Hoang Mai, Thanh Xuan, Bac Tu Liem, Nam Tu Liem, and Ha Dong).

Fig. 1 The map of research area in Hanoi

3.2 Conducting the surveys

3.2.1 Parking turnover rate, parking occupancy

The average turnover rate is the rate of usage of a parking facility and is determined by dividing a total number of vehicles parked in a parking facility into the number of available parking spaces of this facility in a certain period of time. To determine parking turnover rate, the following formula is used:

$$\mu_i = \frac{A_i}{D_i} \quad (1)$$

Where:
μ_i: average turnover rates
A_i: total number of parking vehicles;
D_i: total number of parking spaces

Parking space occupancy refers to the utilization rate of the parking facility and is determined by dividing total parking time of vehicles into total operating time of the parking facility. The following formula is used to determine parking occupancy:

$$\gamma_i = \frac{\sum t_{ij}}{D_i T} \ (j = 1, 2, \cdots D) \quad (2)$$

Where:
γ_i: parking space occupancy
t_{ij}: parking time in each parking space;
T: working time of parking facility.

In order to determine parking turnover rate and parking occupancy in buildings, total parking demand was measured by in-out survey. At first, the occupancy count was taken at the beginning; then the number of vehicles entering the parking lot for each 5-minute was counted. The number of vehicles that leave the parking lot was taken. The final occupancy in the parking lot was also taken.

Parking duration was measured by vehicle license plate survey at three different land-use types, including a shopping mall, commercial buildings, and office buildings. Five parking stalls (total 100 parking spaces) were monitored at a continuous interval of 15 minutes and every license plate number was noted down. The survey was conducted from 5:00 AM to 24:00 PM on a Wednesday and a Sunday. The results of parking demand and parking index are presented in the following section.

3.2.2 Parking generation rate

The parking generation rate is parking demand quantity generated from land use in per unit area, on the basis of land use types. This index is used to calculate the total parking spaces required for a certain land-use such as residence buildings, offices, restaurants, shopping malls… To determine parking generation rate, the following formula is used:

$$a_i = \frac{y}{R_i \times \mu_i} \quad (3)$$

Where:
a_i: refers to parking generation rate, which are the quantities of parking demand per unit area;
y: refers to parking demand in a certain area; unit is parking vehicle;
R_i: refers to the individual area m^2
μ_i: average turnover rates

In order to calculate the parking generation rate, physical information of survey buildings was collected, such as: total number of floor, number of basements (for parking), number of floor for office renting (or residence), construction area of each floor (m^2), renting area in each floor(m^2), total construction area (m^2), total area for office renting

(or residence renting) (m2), out-door parking area (m^2), maximum parking capacity for bicycle, motorcycle and car; number of apartment in each floor and in the whole condominium. Then, the parking generation rates are calculated as such index: number of parking space per $100m^2$ construction area, number of parking space per $100m^2$ renting areas, and number of parking space for each apartment (Figure 2).

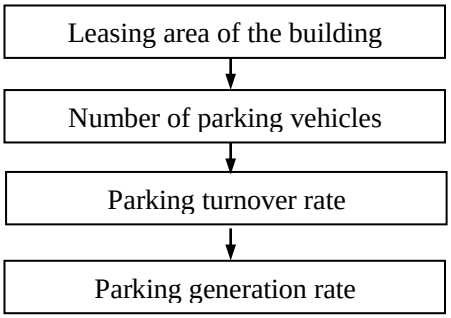


Fig. 2 Analysis flow of parking generation rate

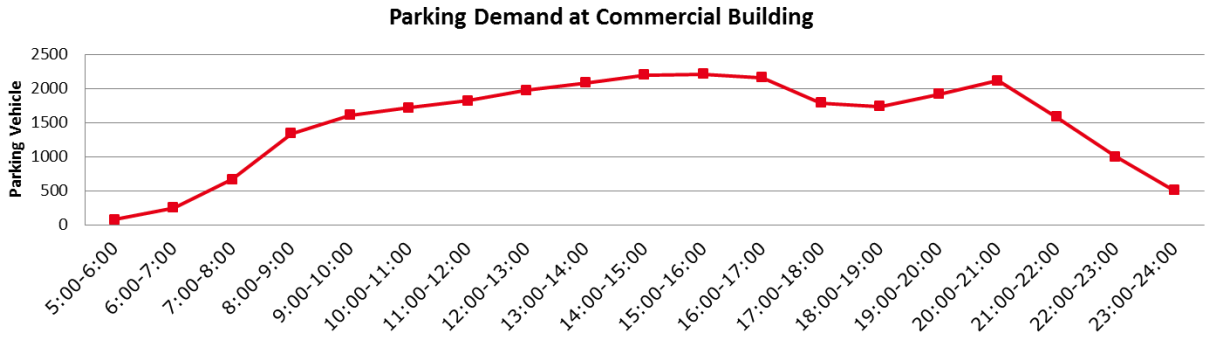


Fig. 3 Parking demand at commercial building in Duy Tan Street
Source: Author's data survey

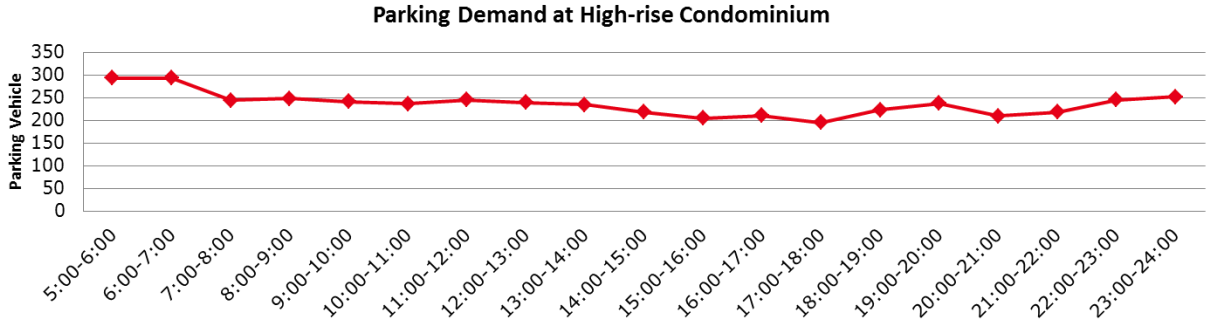


Fig. 4 Parking demand at high-rise condominium in Duy Tan Street
Source: Author's data survey

4. Results

4.1 Parking demand pattern

Off-street parking was investigated at commercial buildings, shopping malls, commercial condominiums and low-income condominiums. The examples of parking demand pattern are illustrated in Figure 3 and Figure 4. It is interesting to see that, parking demand at commercial building is high during working time (9:00 – 18:00) and evening time (18:00 – 21:00). In the meantime, parking demand at condominium does not fluctuate much during day-time.

4.2 Parking inventory

The parking inventory surveys were conducted in three streets in three zones, including Hang Ngang Street (Old Quarter Area), Chua Boc (Developed Area), and Duy Tan Street (New Development Area). The type of parking supply is illustrated in Table 1. As an example, the parking inventory in Duy Tan Street was investigated based on the counting survey. The number of buildings and houses were marked as shown in Figure 5. The parking inventory in Duy Tan Street was counted as an example of the survey (Table 2).

Table 1 Categories of parking facilities

No.	Categories of Parking Facilities
1	**Non-managed on-street and off-street parking facilities**
2	**Managed on-street and off-street parking facilities**
2.1	with user dedication
2.2	with limitation of parking duration free of charge
2.3	with limitation of parking duration for a fee
2.4	without limitation of parking duration for a fee
3	**Parking in underground facilities**
3.1	accessible to the public
3.2	not accessible to the public
4	**Private parking facilities (home)**
4.1	accessible to the public
4.2	not accessible to the public

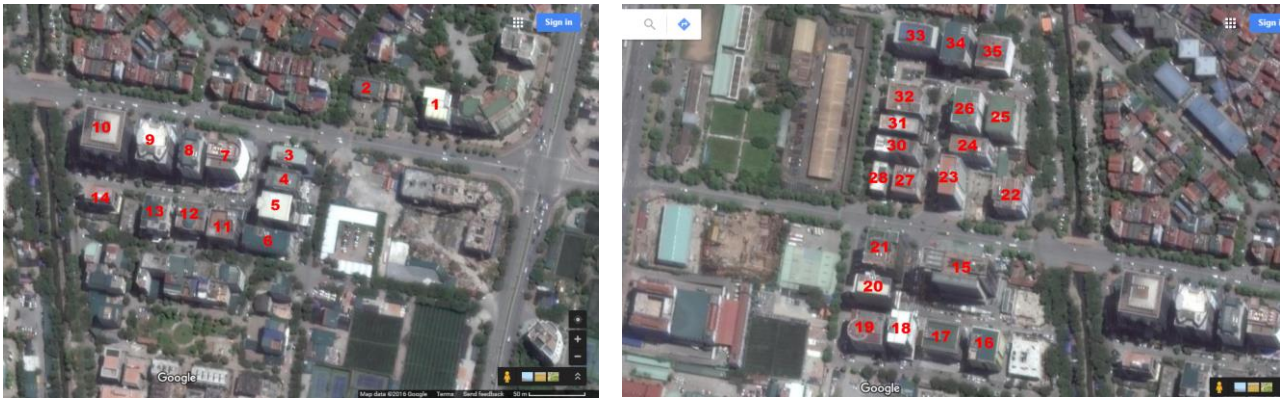


Fig. 5 Location of buildings and houses in Duy Tan Street

Table 2 Example of parking inventory in Duy Tan Street (New Development Area)

No.	Categories	Total Number of Parking Spaces		
		Car	Motorcycle	Bicycle
1	**Non-managed on-street and off-street parking facilities**	**220**	**1,650**	**330**
2	**Managed on-street and off-street parking facilities**	**80**	**120**	**-**
2.1	with user dedication	x	x	x
2.2	with limitation of parking duration free of charge	x	x	x
2.3	with limitation of parking duration for a fee	x	x	x
2.4	without limitation of parking duration for a fee	80	120	-
3	**Parking in underground facilities**	**1,740**	**30,400**	**1,090**
3.1	accessible to the public	x	x	x
3.2	not accessible to the public	1,740	30,400	1,090
4	**Private parking facilities (home)**	**110**	**220**	**110**
4.1	accessible to the public	x	x	x
4.2	not accessible to the public	110	220	110
	TOTAL	2,150	32,390	1,530

Source: Author's data survey

4.3 Parking duration

Parking duration at different parking areas is given in Figure 6. Parking duration was dissimilar at different land-use types and the results also complied with trip purposes. At the office buildings, the majority of vehicles had long parking duration (over 8 hours) with 60%. Parking duration between 4-8 hours took 26%. Only 3% of vehicles parked less than one hour. Results gained at commercial buildings (utilized for both offices and shopping malls) were quite different: 20% of vehicle parked longer than 8 hours; 14% of vehicles had long parking (between 4h-8h); 35% of vehicles had medium parking duration (2h-4h). Parking at the shopping mall was dominated by short duration (between 1h-4h) with 76%; 12% of vehicles had long parking duration (between 4h-8h); and a similar number of vehicles parked less than one hour.

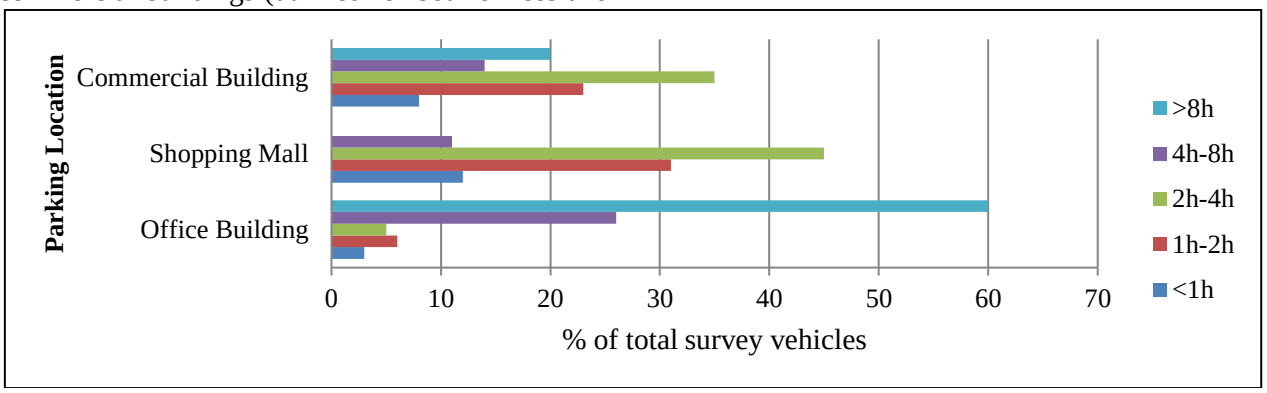


Fig. 6 Parking duration of the surveyed vehicles at different land-use
Source: Author's data survey

4.4 Parking turnover rate and parking occupancy

By conducting the parking surveys of eight land-use areas which were categorized into shopping malls, commercial buildings, office buildings and condominiums, the index of parking turnover rate and parking occupancy were calculated and shown in Table 3. Shopping malls had highest parking turnover rate of 5.7 (on average, 5.7 vehicles can park at one parking space during 24 hours) and also high parking occupancy of 81%. Meanwhile, commercial buildings had lower turnover rate (4.4) but very high parking occupancy (98%). High parking turnover rate of shopping malls is reasonable since parking duration of the shopping trip is short (during 1h-4h).

Very high parking occupancy at commercial building shows the effective utilization of parking facilities. Such buildings are used for both offices and shops, hence parking facilities are used for officers during day-time and shoppers during evening time on weekdays. During weekends, the parking facilities are used for people coming for shopping, entertainments, and recreations. Office buildings had the lowest parking turnover rate (1.1) and parking occupancy (41%) since the parking facilities were mostly used during daytime on weekdays and they were almost empty at weekends.

This data reveals that shared parking could be a good parking management measure for office buildings.

Table 3 Parking turnover and parking occupancy of different land-use types

Parking Type	Parking Turnover Rate	Parking Occupancy
Shopping mall	5.7	81%
Commercial building (office and shop)	4.4	98%
Office building	1.1	41%
High-rise condominium	1.3	51%

Parking facilities should be utilized for not only officers but for other parking users such as customers of café, restaurants or fitness centers.

4.5 Parking generation rate

The information of survey land-use types was summarized in Table 4. The parking generation rate was calculated and shown in Table 5. Office buildings, characterized by low parking turnover and very low parking occupancy, had the highest parking generation rate: each 100m^2 renting area (the real areas utilized for office renting) required 7.79 parking spaces.

On the contrary, shopping malls had the lowest parking generation rate since the (3) g facilities were effectively used in such kind of buildings. The low-income condominium (characterized by small apartments with high residence density) had higher parking generation rate (2.83 parking spaces per 100m^2 used areas) than commercial condominium (1.62 parking spaces per 100m^2 used areas).

Table 4 The information of survey land-use types

No.	Information	MIPEC-Commercial	MIPEC-Shopping Mall	FPT - Office Building	CMC - Office Building	N03 Dich Vong - Low-income Condo	N02 Dich Vong - Low-income Condo	C6 My Dinh - Commercial Condo	C3 My Dinh - Commercial Condo
1	Number of upper-floors	25	25	17	20	17	13	19	19
2	Number of underground-floors (for parking)	2	2	1	2	1	1	1	1
3	Number of floors for office	20	20	15	15	15	12	17	17
4	Number of floors for shopping mall	5	5	-	-	-	-	-	-
5	Construction area per floor (m2)	1,500	1,500	1,500	1,690	3,000	1,200	2,600	1,300
6	Used area per floor (m2)	1,227	1,227	1,227	1,382	2,454	982	2,127	1,063
7	Total construction area (m2)	60,000	60,000	25,500	33,800	51,000	15,600	49,400	24,700
8	Total area for leasing (office/residence)(m2)	49,080	49,080	18,405	20,736	36,810	11,779	36,156	18,078
9	Underground parking area - (m2)	20,000	20,000	4,100	4,300	1,200	850	2,100	1,050
	Capacity	2,600	2,600	1,520	1,650	500	360	730	315
	1. Bicycle	200	200	100	100	-	-	150	75
	2. Motorcycle	1,800	1,800	1,400	1,500	500	350	500	200
	3. Car	600	600	20	50	-	10	80	40
10	Out-door parking area - (m2)	100	100	-	200	500	-	150	-
	Capacity	380	380	-	30	400	-	20	-
	1. Bicycle	50	50	-	-	100	-	-	-
	2. Motorcycle	180	180	-	-	200	-	-	-
	3. Car	150	150	-	30	100	-	20	-
11	Number of apartment per floor					24	10	16	8
12	Total number of apartment in the building					360	120	272	136

Table 4 Parking generation rate of different land-use types

	Commcercial Building	Shopping Mall	Office Building	High-rise Condo	Low Income Condo
Parking space/100m^2 construction area	2.81	1.49	5.63	1.18	2.14
Parking space/100m^2 leasing area	3.44	1.82	7.79	1.62	2.83
Parking space/ apartment				2.15	2.78

5. Conclusions

The study has reviewed different contemporary parking planning methods, then identified their advantages and disadvantages. The study proposes an approach for the planning of parking supply for Asian developing cities. This approach bases on parking generation rate where the data are transparent and easy to be applied.

The study has investigated parking demand pattern, parking inventory, parking generation rate, parking occupancy and parking turnover at different land-use types. The study reveals that parking infrastructure at office buildings are utilized least efficiently comparing with other land uses such as shopping malls, commercial buildings or condominiums. Office buildings have the highest parking generation rate (7.79 spaces/100m2 used area) but the lowest parking turnover rate (1.1) and parking occupancy rate (41%). Therefore, on the one hand, it is necessary to reduce parking supply or increase the parking fee at the office buildings in order to push the commuters using public transport, hence reduce parking demand. On the other hand, parking facilities at office building should be utilized as shared-parking to ensure that parking area be better employed. Office buildings can efficiently share parking facilities with a restaurant or theatres, since offices require maximum parking during weekdays, while restaurants and theatres require maximum parking during evenings and weekends. Parking can be shared among different buildings and facilities in an area to take advantage of different peak periods.

The results of this study would be useful for transport planners and authorities to formulate effective parking policies to manage urban transport in developing countries. Parking policy has traditionally been supply-oriented. Results of the current study confirmed that emphasis should be shifted to a more market-oriented and demand-focused approach.

References

[1] A. Diallo, C. Morency, and N. Saunier, "Methodology of parking analysis," pp. 1–15, 2012.

[2] G. Marsden, "The evidence base for parking policies—a review," *Transp. Policy*, vol. 13, no. 6, pp. 447–457, Nov. 2006.

[3] S. A. Al-Fouzan, "Using car parking requirements to promote sustainable transport development in the Kingdom of Saudi Arabia," *Cities*, vol. 29, no. 3, pp. 201–211, 2012.

[4] E. Ferguson, "Zoning for Parking as Policy Process: A Historical Review," *Transp. Rev.*, vol. 24, no. 2, pp. 177–194, Mar. 2004.

[5] Institute of Transportation Engineers, "Parking Generation 4th Edition," 2010.

[6] Land and Transport Authority, "Code of practice: Vehicle parking provision in development proposals," 2011.

[7] M. Manville, "Parking Requirements," *Access*, vol. 44, no. Spring, pp. 2–9, 2014.

[8] The Planning Service UK, "Parking Standards," 1999.

[9] J. R. F. Regidor, "A Review of Trip and Parking Generation Rates in the Philippines," *Engineering*, vol. 27, no. 1, pp. 1–12, 2008.

[10] S. McDonnell, J. Madar, and V. Been, "Minimum parking requirements and housing affordability in New York City," *Housing Policy Debate*, vol. 21, no. 1. pp. 45–68, 2011.

[11] D. C. Shoup, "The trouble with minimum parking requirements," *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 33, no. 7–8, pp. 549–574, 1999.

{12} FGSV, "Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (EAR)," 2005.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE PROCEEDING OF YOUNG RESEARCHER'S FORUM 2017

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Analysis of Children Road Traffic Accidents and Proposed Measures for Children Safety Improvement in Ho Chi Minh City

Paper Identification Number: AYRF2017 - 004

Anh Tuan VU[1], Dinh Vinh Man NGUYEN[2]

[1]Vietnamese-German Transport Research Centre
Telephone: +84 (0)274 2220990, Fax. +84 (0) 274 2220980
E-mail: drtuan.va@vgtrc.vgu.edu.vn

[2]Vietnamese-German Transport Research Centre
Telephone: +84 (0)274 2220990, Fax. +84 (0) 274 2220980
E-mail: man.ndv@vgtrc.vgu.edu.vn

Abstract

In recent years, the number of road traffic accidents, fatalities and injuries have been decreasing, but the figures of children road traffic accidents have been increasing in Ho Chi Minh City of Vietnam. This fact strongly calls for implementing effective solutions to improve traffic safety for children by the local government. This paper presents the trends, patterns and causes of road traffic accidents involving children based on the analysis of road traffic accident data over the period 2010-2015 and the video-based observation of road traffic law violations at 15 typical schools and 10 typical roads. The results are a scientific basis for the city government to formulate solutions to effectively improve traffic safety for children in Ho Chi Minh City.

Keywords: Child traffic accident, accident pattern, accidents cause, traffic safety policy

1. General Introduction

According to WHO (2015), every year, there was more than 186,000 dead children (under the age of 18) in road traffic accidents worldwide (equal to more than 500 dead children per day). In Vietnam, this figure is close to 2,000 children per year (5 children per day) (Vietnam NTSC, 2015). In which, the proportion of dead children who walk alone accounted for 36%, involving traffic accidents by riding bike and motorcycle accounted for about 20%. In the number of nearly 2,000 deaths, up to 50% of children had head injuries, mainly due to the lack of helmet wearing. According to the Ministry of Health, the rate of traffic accident deaths related to children in Vietnam is about 20 per 100,000 children, while the average in South East Asia is 7.4 per 100,000 children, in Europe is 4.2 per 100,000 children. Thus, Vietnamese children are losing their safety when engaged in traffic at an alarming level, very dangerous.

The review of prior studies shows that there is currently a lack of in-depth and systematic analysis of the causes, nature and characteristics of traffic accidents involving Vietnamese children. Up to now, there have been a few numbers of studies on traffic accidents involving Vietnamese children but only at the level of processing simple statistics from hospitals (Ministry of Health - Traffic Accident Report 2009), or just analyze in some aspects related to traffic safety. For example, La Ngoc Quang (2013) studies the current state of helmets of road users in six provinces of Vietnam including HoChiMinh City (HCMC). Nguyen Thuy Quynh (2010) analyzes the relationship between helmet and traumatic brain injury and the impact of personal and family factors related to child helmet use in Viet Nam.

The purpose of this paper is to present the results of in-depth analysis of the distribution characteristics of child-related traffic accidents over time, space, collision patterns, riders group involving in traffic accidents; the cause, and characteristics of violations on traffic safety regulations of parents and students. Based on the results of the analysis and the review of policy solutions that have been implemented in the country and in the world, the paper proposes some breakthrough solutions to improve traffic safety for children in HCMC. These recommendations can be applied to other cities in Vietnam such as Hanoi, Can Tho city and Da Nang city.

2. Data Collection and Research Methodology

In order to capture the trend and characteristics of traffic accidents related to children, this study uses the detailed traffic accident data collected from the Traffic Police Department (TPD) for 6 years (2010 -2015). To assess the situation and characteristics of traffic violation regulations that could lead to traffic accidents in children, data of this research conducted by video cameras at 15 school gates and 10 typical routes in HCMC. The object to be observed is children (traveling alone or be transported) and the operator of the vehicle. To recommend solutions to improve traffic safety, the study conducted a review of international and domestic experience on traffic safety solutions and policies for children. The research framework is depicted in Figure 1.

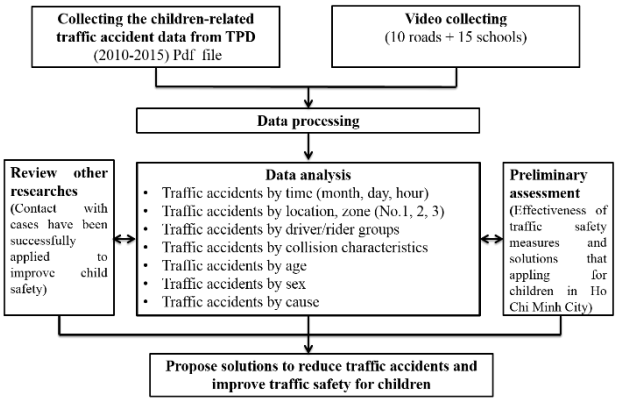


Fig. 1 Research framework

To explore the differences in characteristics and causes of traffic accidents among areas of HCMC, the study divides the city into three zones for analysis (Figure 2).

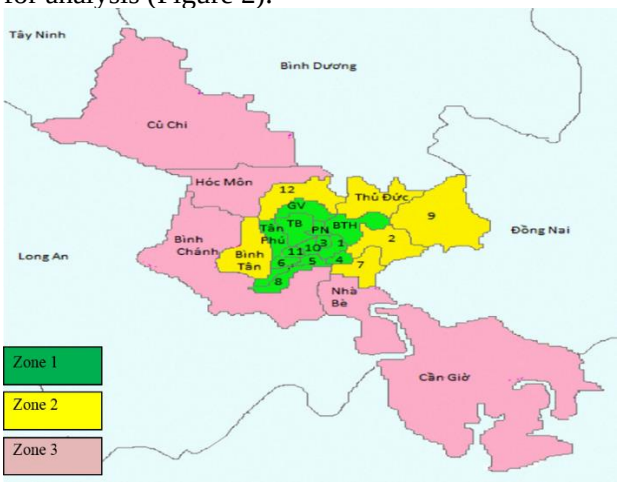


Fig.2 Three zones of HCMC

Table 1 Characteristics of three zones

No.	Criteria	Zone 1	Zone 2	Zone 3
1	**Population (million)**	3.9	2.16	1.34
2	**Area (Km2)**	142	352	1602
3	**Road area (km2)**	8.18	8.48	14.83
4	**Road length (Km)**	853.47	1017.5	2589.24
5	**Length of main road (B ≥7 m)(km2)**	592.42	542.71	300.6
6	**Area of main road (B≥7 m)(km2)**	6.7	6.12	3.31
7	**Road area / Urban area (3/2)%**	6%	2%	1%
8	**Road width (B)**			
8.1	- B<7m(%)	16.65	23.28	60.06
8.2	- 7m ≤B<10m(%)	54.7	34.49	10.81
8.3	- 10m ≤B<12m(%	61.5	22.07	16.43
8.4	- B≥12m(%)	56.89	29.68	13.43
9	**Road type**			
9.1	Urban road (%)	49.92%	44.52%	5.56%
9.2	National highway (%)	0.00%	26.12%	73.88%
9.3	Provincial road (%)	0.00%	0.00%	100%
9.4	Rural district road (%)	0.00%	0.00%	100%
9.5	Town road (%)	0.00%	0.00%	100%
9.6	Others (%)	0.00%	96.96%	3.04%
10	Traffic signalized intersection	479	159	104

Source: HCMC Department of transport, 2013

3. Analysis results of traffic accident data and video recording at 15 school gates and 10 typical routes

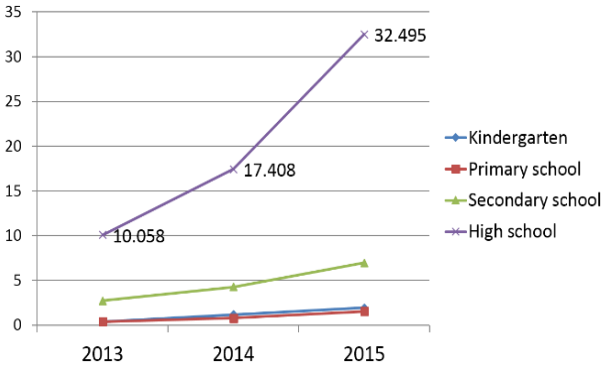
3.1 Remarkable general characteristics

In the period 2010-2015, traffic accidents in general in Ho Chi Minh City tended to decrease across all three categories (number of traffic accidents, number of deaths and number of injuries). But in the period 2013-2015, traffic accidents related to children tend to increase rapidly, for example the number of children killed and injured by traffic accidents increased by 217% and 260 % (Table 2). Calculating road traffic fatality rates for over 100,000 children in different age groups shows that children in high school are the most vulnerable, with a mortality rate of 32.5 (Figure 3), 04 times higher than the rate of road traffic fatalities among adults in HCMC and 8-9 times higher among children in the same age group in developed countries (Table 3).

Table 2 Traffic accident data in HCMC, 2010-2015

Year	Total accidents	Total deaths	Total injuries	Child accidents	Child deaths	Child injuries
2010	1101	837	432	n.a	n.a	n.a
2011	1042	887	495	n.a	n.a	n.a
2012	958	824	388	n.a	n.a	n.a
2013	941	775	349	36	35	15
2014	850	701	322	85	61	55
2015*	771	692	268	104	111	54
Total 2013-2015	2562	2168	939	225	207	124
				8.8%	9.5%	13.2%

Source: HCMC Department of traffic police (PC67), (2015)



Source: HCMC Department of traffic police (PC67), (2015)

Fig.3 Mortality rate by road traffic accident of children in HCMC

Table 3 Rate of fatality per 100.000 people of high school student, 2014

Country	HCMC	Italy	Greece	Belgium
Rate	32.495	3.05	4.55	3.35

Source: WHO - Global status report on road safety 2015

Analysis shows that children in high school are involved in more than 70% of total traffic accidents related to children in HCMC, followed by children in secondary school (nearly 20%) and children are in primary school (5%) and children are in kindergarten (5%) (Figure 4). Boys are more vulnerable than girls, with more than 85% of all child traffic incidents, with girls involved only 15% (Figure 5).

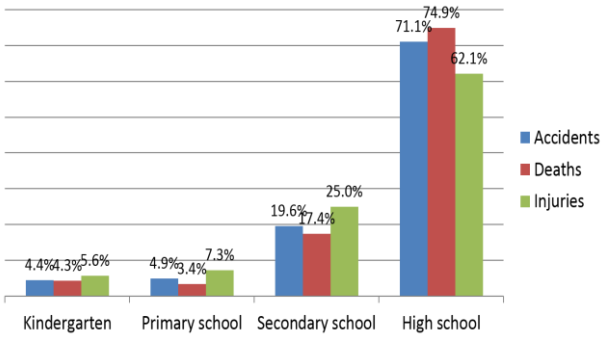


Fig.4 Child-related traffic accident rate by grade

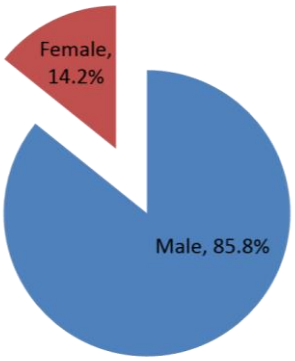


Fig.5 Child-related traffic accident rate by sex

In fact, there are about 80% of traffic accidents involving children between the ages of 13 and 18 occurring when they are riding; Only 20% of cases occur when parents are occupants and children are pillion passengers. In particular, in traffic accidents related to children under 06 years old, the occupant is over age 19, that mean parents who transport their children to school in this case. In traffic accidents of secondary school children, occupants are mainly aged 12-15, meaning they riding by themselves or riding with their classmates then make traffic accidents. In traffic accidents of high school children, occupants are in the 16-18 age group, this means that children are riding when an accident occurs. Therefore, to significantly reduce the number of traffic accidents involving children, the city government needs to focus on groups of children, especially children in high school.

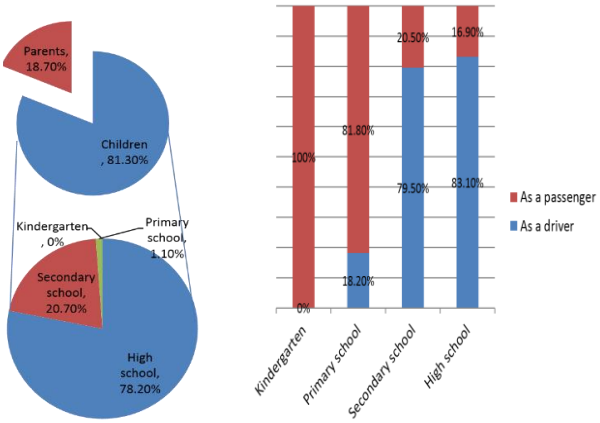


Fig.6 The rate of children-related traffic accident by different traffic participating groups

3.2 Traffic accident characteristics related to children

3.2.1 Traffic accidents distribution by time

Statistics show that child-related traffic accidents occur after school hours and private lessons hours, traffic accidents involving secondary school students occur between 10am and 2pm, traffic accidents involving high school students occur between 6pm and 2am of the following day. Traffic accidents increase over the weekend, traffic accidents involving secondary school students tend to increase on Thursday. May, June, July are the summer months of the year, traffic accidents related to children tends to increase.

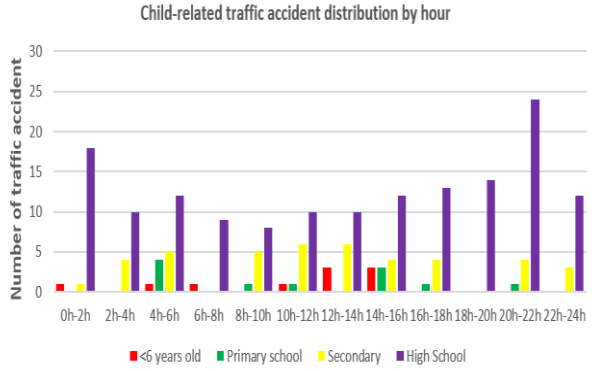


Fig.7 Child-related traffic accident distribution by hour

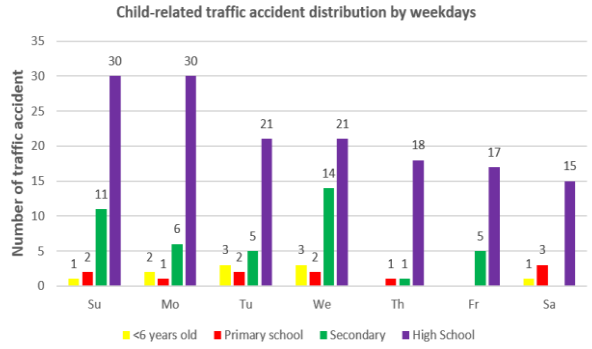


Fig.8 Child-related traffic accident distribution by weekdays

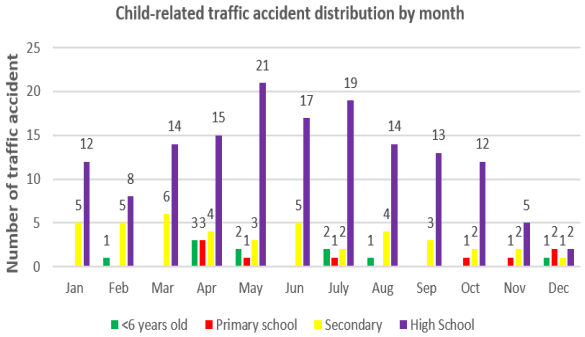


Fig.9 Child-related traffic accident distribution by months

3.2.3 Traffic accident distribution by zone and location

Figures 10 and 11 shows that child-related traffic accidents occur 82% on roads, and 18% at intersections.

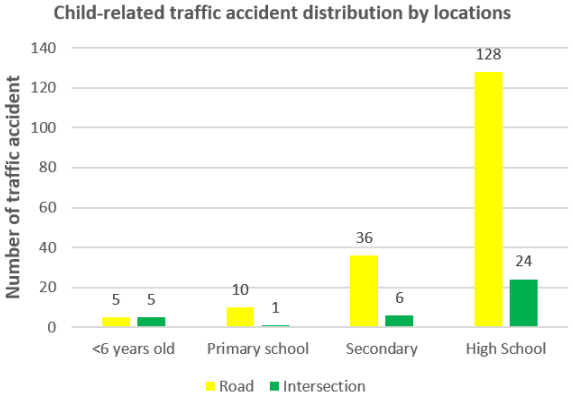


Fig.10 Child-related traffic accident distribution by locations

Traffic accidents have no difference in the number of cases between regions, in which secondary school (20%) and high school (71%) still make up a high proportion compared to other age groups.

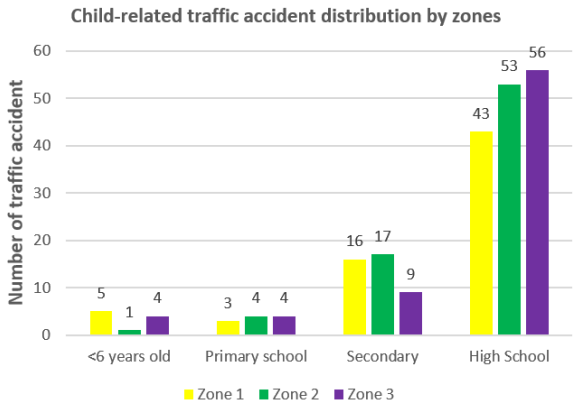


Fig.11 Child-related traffic accident distribution by areas

3.2.3 Child-related traffic accident distribution by main accident causes

By analyzing data from 225 child-related traffic accidents occurring in the period 2013-2015, there are five main causes of traffic accidents related to children: Wrong-way driving; Incorrect turning of vehicle; Driving/riding over the speed limit; Illegal overtaking; Going the wrong place when crossing the road.

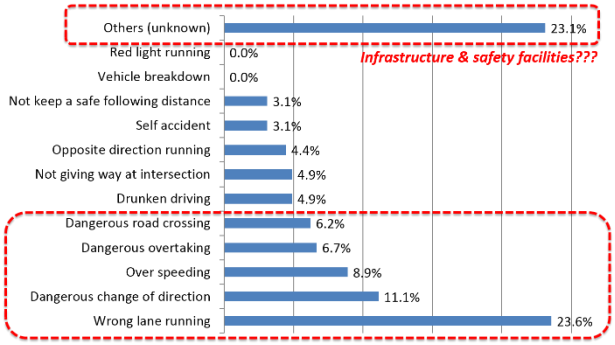


Fig.12 Traffic accident causes related to chilren

3.3 The result of analysis video data on traffic participating of children and parents

The research team collected 6,800 observation camera samples at 15 school gates and 10 typical routes in Ho Chi Minh City. The results show that the rate of walking and cycling to primary school is very little (16.6% walking and 2.1% cycling), while schools are very close to home. Only 4-6% of secondary and high school children go to school with bicycles/electric scooters, and mostly self-driven. More than 10% of high school students ride motorbikes (over 50cc) to school illegally. More specifically, more than 50% of children go to school by motorbike, of which more than 20% drive themselves when they are under 18 (age allowed driving/riding in Vietnam) (Figure 13).

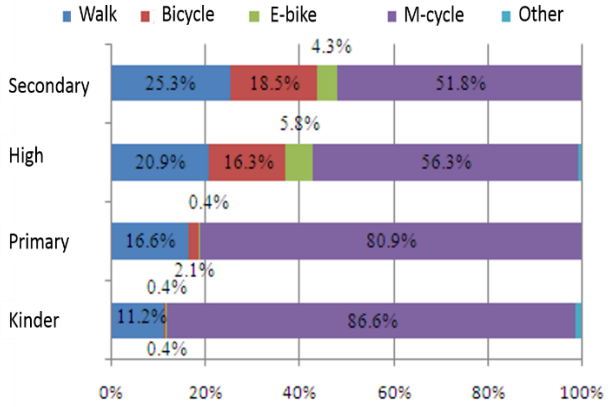
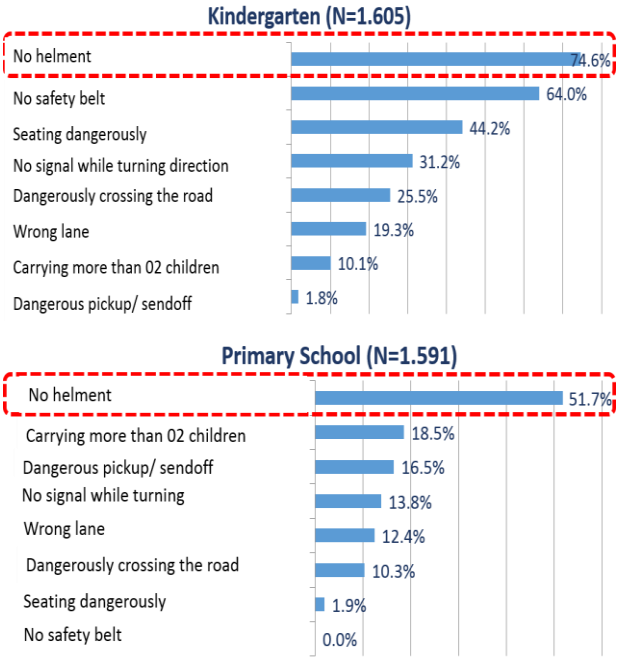


Fig.13 The mode used to go to school

The percentage of students who do not wear helmets when going to school is very high. Specifically, the rate of non-wearing helmet at all levels: is nearly 75% of kindergarten, primary school student is over 50%, secondary school student is over 35% and high school student is above 15% (Figure 14).



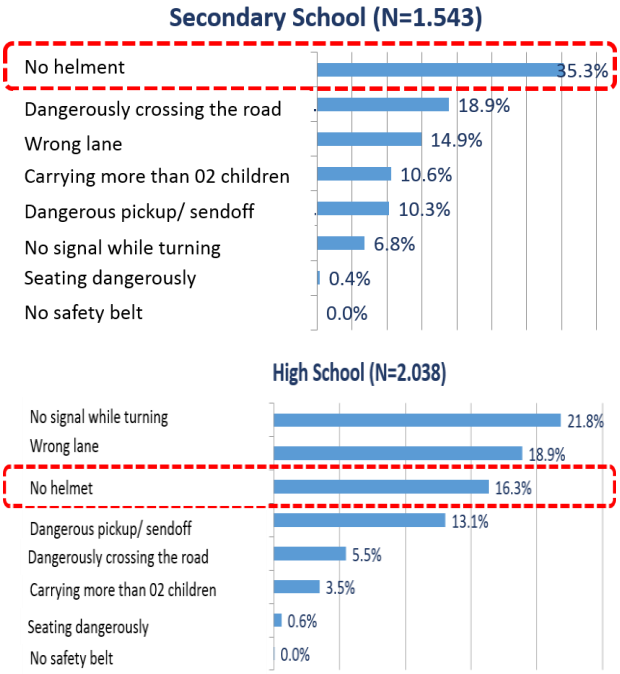


Fig.14 Percentage of students violating traffic safety regulations when going to school

3.4 Summary of analysis results

From the results of the analysis, the article summarizes the striking characteristics of traffic accident and the sense of observance of regulations on traffic safety in children and related subjects (parents) in HCMC as follows:

+ Traffic accidents for children account for nearly 9% of the total number of traffic accidents throughout Ho Chi Minh City and have been on the rise in recent years.
+ High school-aged children are the most vulnerable. This group has a mortality rate of 32.5 / 100,000 children, which is four times higher than the average mortality rate of the city population, and 8-9 times higher than children of the same age in developed countries.
+ Secondary school children are involved in more than 70% of total traffic accidents involving children in the city, followed by children in secondary school age (nearly 20%) and primary school children (5%) and kindergarteners (5%).
+ Boys are more vulnerable than girls. In fact, boys are involved in 85% of traffic accidents involving children, while girls are only 15%.
+ In fact, there are about 80% of child-related traffic accidents occurring when children themselves are in control (especially in the 13-18 age group), with only 20% of cases occurring when an adult or parents is riding a motorcycle with child passenger behind. The future traffic safety improvement program should focus on this target group to dramatically reduce traffic accidents involving children.
+ There are five leading causes of traffic accidents involving children: (1) wrong-way driving, (2) incorrect turning of vehicle, (3) driving/riding over the speed limit, (4) Illegal overtaking, (5) going the wrong place when crossing the road.
+ The rate of walking and biking to school of primary school children is very low (17% on foot and only 2% on bicycles), while almost schools are very close to their home.
+ More than 10% of high school students' self-drive motorcycles over 50cc to school illegally.
+ The rate of non-wearing of helmets in children is very high: kindergarten children is 75%, primary school student is over 50%, secondary school student is 35%, and high school student is over 15%.

4. Conclusion and recommendation

The analysis results show that there is a large difference in the types and causes of traffic accidents, the rate of traffic violation among groups of children differentiated by age and sex. High school and secondary school students are involved in more than 90% of child traffic accidents. This is also a group of children with a high rate of self-control of vehicles when participating in traffic. In order to improve traffic safety for children, especially high school students, in addition to continuing to implement solutions already applied in the country, the HCMC authorities should study the experiences and solutions that have successfully applied in other countries around the world.

From the results of the analysis in this article, the study proposes 03 groups of breakthrough solutions to improve traffic safety for children for HCMC and another provinces reference:

(1) Amend the traffic traffic law, strengthen surveillance patrols to dramatically reduce traffic safety violations in children and parents.

It is necessary to strengthen the patrol, supervision and punishment of children driving motorcycles, not wearing helmets, speeding over, riding in the wrong way, wrong lane. At the same time, the government should consider amending the road traffic law so that helmets may be required for 3-5-year old.

(2) Promote culture of walking and cycling for children, especially primary and secondary school students

To do that, it is necessary to reestablish the pavement order, to renovate the sidewalk pavement. Study and build bicycle lanes so that children can ride bicycles safely and comfortably to school.

(3) Implementing the School Zone Safety Project

According to the experience of many countries (Japan, Korea, Singapore and other European countries), in order to successfully implement the safe school project, it is necessary to set up the traffic safety board at the school level headed by the headmaster. This committee is responsible for coordinating with the traffic police and local authorities to divide the entrance, reorganize the sidewalks, design the waiting areas and pick up children in the different grades; arrange safety equipment (signboards, paint lines, decks, ...); arrange staff to regulate and supervise traffic order and safety in the area of school gates; and arranges bus routes for students while enhancing public transport services that connect to schools.

In addition, in order to improve the sense of compliance with traffic rules, safe traffic participation regulations for children and their parents need to be renewed the IEC activities to improve the sense on traffic safety for chilren and parents.

References

[1] Vu Anh Tuan (2015) Survey analyzes the psychological factors of dangerous motorcycle driving behaviors in HCMC (*Khảo sát phân tích yếu tố tâm lý của những hành vi điều khiển xe máy nguy hiểm ở Tp.HCM*), *Reported at the Symposium "Drivers Behavior when using alcohol"* held by the Vietnam Traffic Safety Forum on July 8, 2015 in Hanoi

[2] Vu Anh Tuan (2015) Motorcycle Accidents in Vietnam, *Presentation at UNECE's Roundtable Meeting on Safety of Two-Wheeled Vehicles*, Geneva, 23-26 March 2015.

[3] Tran Quang Vuong, Vu Anh Tuan (2014) *Traffic accident analysis at intersections with signal lights* (*Phân tích tai nạn giao thông tại nút giao có đèn tín hiệu*), Report presented at International Conference ATRANS, 21.8.2014, Bangkok.

[4] Tran Quang Vuong, Vu Anh Tuan (2013) *Analysis of distribution characteristics and causes of traffic accidents in HCMC* (*Phân tích đặc điểm phân bố và nguyên nhân TNGT đường bộ ở Tp.HCM*), Journal of Transport Science & Technology, Vol. 7+8-9/2013, ISSN: 1859-4263, page 98-101.

[5] Vu Anh Tuan and Shimizu Tetsuo (2007), Towards development of motorcycle driver re-education programs: Modeling of motorcycle driver's undesired behaviors, *Proceedings of the 11th World Conference on Transport Research*, 2007.

[6] Vu Anh Tuan (2006) Understandings of the undesirable motorcycling behaviors in Vietnam, *Proceedings of the 12th International Student Seminar on Transport Research (ISSOT)*, sponsored by International Association of Traffic Safety Sciences (IATSS), Bangkok-Thailand, October 2006.

[7] People's Police Newspaper (2015) Traffic accidents are the leading cause of death in children. *Web: http://cand.com.vn/Giao-thong/Tai-nan-giao-thong-la-nguyen-nhan-hang-dau-gay-tu-vong-o-tre-em-349433/*

[8] La Ngoc Quang (2013) The situation of helmets of motorbike traffic participants in 6 provinces (*Thực trạng đội mũ bảo hiểm của người tham gia giao thông bằng xe máy tại 6 Tỉnh*), *Report presented at the Vietnam Traffic Safety Conference*, June 2013

[9] Nguyen Thuy Quynh (2010) *Analysis of traumatic brain injury in adolescents hospitalized for traffic accidents among children under 19 and factors related to child helmet use in traffic* (*Phân tích tình hình chấn thương sọ não nhập viện do tai nạn giao thông của trẻ em dưới 19 tuổi và các yếu tố liên quan đến đội mũ bảo hiểm của trẻ khi tham gia giao thông*), Research Report of Public Health University

ATRANS ANNUAL CONFERENCE 2017
PROCEEDING OF YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Management
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Assessment of Structural Solutions for Urban Bridges in Vietnam

Paper Identification Number: AYRF2017-005

Van Ha MAC

Division of Urban Transport and Coastal Engineering, Faculty of Civil Engineering
University of Transport and Communications
Telephone (+84) 98 822 9662
E-mail: macvanha@utc.edu.vn

Abstract

In recent years, along with development processes, some large urban areas of Vietnam (Hanoi and Ho Chi Minh city) are overloaded with traffic jams, especially during peak hours. This situation is caused by many reasons such as the percentage of area using for transport is not enough in comparision with area of the whole city, density and amount of transport vehicles are too large, transport infrastructure system is not well provided. Therefore, construction, renovation and improvement the system of transport infrastructures are urgently required to commensurate with the speed of urban development. Because of restrictions on investment, the tunnels were rarely used to improve the transport system in urban areas of Vietnam, whereas the bridges were often used to cross intersections or creat high road lines. When bridges are constructed in urban areas, structural and technological solutions are often chosen so that they ensure fast construction, small occupied area of the construction plan, low maintenance work and high aesthetics. In this paper, the assessment of structural solutions for urban bridges in Vietnam is studied, which will contribute to assess structural solutions and add bases in choosing structural types when construction of bridges in urban areas.

Keywords: Transport system, Bridge, Urban transport, Urban bridge, Viet Nam, Intersection, Interchange

1. General Introduction

According to statistical data of the Japan International Cooperation Agency (JICA), only after nine early months in 2011, over 41.000 automobiles were newly registered in Ha Noi , total number of registered cars in this local increased nearly 400.000, approximately 22% of the car of Vietnam[3]. So, these cars and nearly 4.000.000 motorcycles had created pressure on the transport system of the Capital[3]. In oder to reduce traffic jams in the city, the Hanoi Transport Sector has proposed and implemented many specific solutions from 2011, one of them is construction of cross-bridges using steel at some intersections such as Tay Son – Chua Boc intersection cross-bridge, Lang Ha – Thai Ha intersection cross-bridge, Tran Duy Hung – Nguyen Chi Thanh intersection cross-bridge, Nguyen Chi Thanh – Lieu Giai intersection cross-bridge, Thu Duc intersection cross-bridge, Hang Xanh intersection cross-bridge…., construction of high road lines, intersection cross-tunnels, urban railway lines using tunnels and bridges. In addition, Vietnam has started applying modern foundations such as NS Eco-Pile technology to reduce adverse impacts of construction process in urban areas. Despite their high initial cost because construction machines must be bought or hired from foreign countries, this technology has many advantages such as decreasing number of piles, fast construction, narrow construction area, less vibration and less noise. Different types of abutments and piers are applied, which ensure bearing capacity as well as airy space and meet basic requirements in terms of aesthetics by using bearing cover, steel wrapped pier, creating aesthetic ledges, column shaft pier, W-shaped pier, V-shaped pier.

Besides technical problems, the aesthetics of the plan, construction time… need to be considered to ensure high feasibility of bridge projects. However, when bridges are constructed in urban areas, besides reasonable planning work, landscape organization, functional areas, creating green spaces, recreation service areas,… for surrounding space of bridge, under-space of bridge as well as two sides of bridge, designers need to choose suitable solutions for structure of bridge, including superstructures, abutments and piers, foundations and auxiliary structures. On that basis, they will create bridges with harmonious architecture, which contribute to solve traffic problems, unable to separate from surrounding

space, improve the quality of life, construct civilized and prosperous urban areas.

The choosen structural solutions of bridge in urban area must be provided accordance with the overall planning and actual traffic demand of each region, meets the requirements of technology, economic, aesthetic,… This study mainly focuses on structural solutions of bridge, which were applied recently in the two biggest cities of Vietnam - Hanoi and Ho Chi Minh City (HCM City). Typical structural solutions are surveyed, synthesised, analyzed in this paper, and the evaluation and recommendation about solutions of suitable structure for bridges, that will be constructed in the in the future are given.

2. Urban transport and characteristics of urban bridges in Vietnam

2.1 Urban transport in Vietnam

In Vietnam, traffic jams in big cities such as Hanoi and HCM city is very alarming and complicated. Although the Transport Sector has given many solutions to reduce congestions and achieved many positive results, but number of traffic jam points are still quite large. According to Final Report about summarizing works in 2012 and deployment tasks in 2013 of the Ministry of Transport, Hanoi had 124 traffic jam points in 2011, 67 points in 2012, reduction rate was 46% while the HCM City had 120 points in 2011,76 points in 2012 and reduction rate was 36.6%[7].

Fig. 1 Traffic jams in big cities of Vietnam[2]

There are some main causes of traffic jams situation in big cities of Vietnam such as the rate of using personal transport vehicles is high, fast urbanization rate while urban transport infrastructure is lacking and incomplete, the quality of public passenger transport is low. In addition, many construction works are encroached, so traffic width of roads is reduced.

Up to now, most of old traffic jam points have been solved completely, partially addressed or had plan to solve. However, many other traffic jam points have been appearing and the situation of traffic jams is still very complex[1].

2.2 Characteristics of urban bridges in Vietnam

Before 2011, hollow beam-slab bridges by prestressed reinforced concrete were often constructed in Vietnam, for example Nga Tu So intersection cross-bridge, Mai Dich intersection cross-bridge, Nam Chuong Duong intersection cross-bridge, Nguyen Tri Phuong cross-bridge,… These bridges have small span length; the number of piers per unit of bridge length is large; the circulation area under bridge is small due to large occupied area of piers; the traffic layout is difficult to organize, the sight distance is obstructed, most of its structures are not capable to re-use, structures of abutment, pier and foundation are large because of large self weight of bridge. The space under bridges is often used as parking leading to the reduction of aesthetics, obstruct sight distance, unsafe traffic.

Fig. 2 Nga Tu So cross-bridge using hollow beam-slab by prestressed reinforced concrete[2]

Fig. 3 Mai Dich cross-bridge using hollow beam-slab and parking under bridge[2]

Since 2011, many bridges including bridges of urban railway lines, bridges of high road lines, intersection cross-bridges and bridges of belt roads have been constructed in urban areas (Hanoi and HCM city). For intersection cross-bridges in the inner city, steel box girder bridge structures, light steel croos-bridges were mainly applied that ensure the mobility. Belt roads have been planned, and structural solutions of reinforced concrete such as solid beam-slab, hollow beam-slab, box girder,… were applied. Figure 4 - 9 show some bridges that has been constructed or are being constructed.

Fig. 4 Nguyen Chi Thanh – Lang intersection cross-bridge using steel box girder[2]

Fig. 5 Nguyen Chi Thanh – Kim Ma cross-bridge using steel box girder[2]

Fig. 6 Cau Giay intersection cross-bridge on 2 belt road using hollow beam-slab[2]

Fig. 7 High line of 3 belt road using Super-T girder[2]

Fig. 8 Cat Linh – Ha Đong urban railway line using concrete box girder[2]

Fig. 9 Ben Thanh – Suoi Tien urban railway line using concrete U girder[2]

Both steel structures and reinforced concrete structures were used for new bridges in recent time. In order to assess structural solutions that were used to construct bridges in urban areas, the author will conduct analysis and evaluation of typical structural solutions which were applied for urban bridges of Vietnam in recent time in the next section.

3. Analysis of structural solutions for urban bridges in Vietnam

3.1 Solutions of superstructures

Superstructural solutions to urban bridges are quite diverse, in which the amount of steel bridges are more than concrete bridges in places of

intersection cross-bridges that have been constructed in recent time. Hollow beam-slab section, box girder section, Super-T beam, U-shaped beam are typical sections of reinforced concrete bridges. Concrete span structures were applied in some bridge projects (Table 1).

Table 1 Some typical bridges using prestressed reinforced concrete beam in recent time[2]

Girder section	Typical projects	Location	Length of bridge part (m)	Completed year	Note
Super-T	High line of 3 belt road (part of Mai Dich – Bac Ho Linh Dam)	Hanoi	8.527	2011	Cutting beam end
Box	Cat Linh – Ha Đong urban railway line	Hanoi	13.000	2017	Constant-height beam
U-shaped	Nhon – Ha Noi Station urban railway line	Hanoi	9.600	2017	
	Ben Thanh – Suoi Tien urban railway line	HCM City	16.460	2017	
Hollow beam-slab	Mai Dich intersection cross-bridge	Hanoi	248,3	2003	
	Cau Giay intersection cross-bridge	Hanoi	271	2015	

Hollow beam-slab bridges in urban areas of Vietnam are usually constructed by cast-in-place concrete technology, so it will be convenient to create architectural shape for bridge, especially for curved bridge. The beam-slab has many advantages such as high aesthetics, low construction height of bridge, simple structural compositions and easy construction. The beam-slab was often used for intersection cross-bridges in big cities of Vietnam before 2010. Besides, we can use precast or casted in place concrete solid beam-slab for the small span bridge.

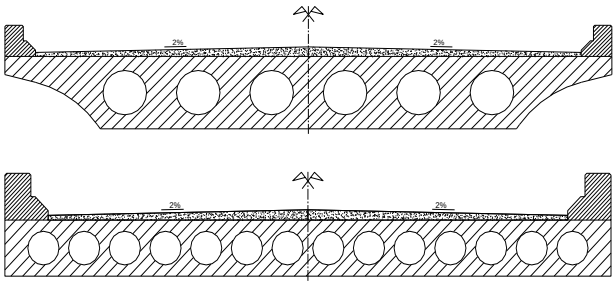


Fig. 10 Hollow beam-slab section

The number of Super-T intersection cross-bridges is not large, but the number and length total of Super-T girder is quite large due to very long high line of 3 belt road using this type of girder. The construction cost of the Super-T is relatively low and provides high efficiency in economic terms, but cracks usually occur at the beam end. The Super-T beam is usually applied with the shape of cutting beam end to reduce the height and length of the bridge.

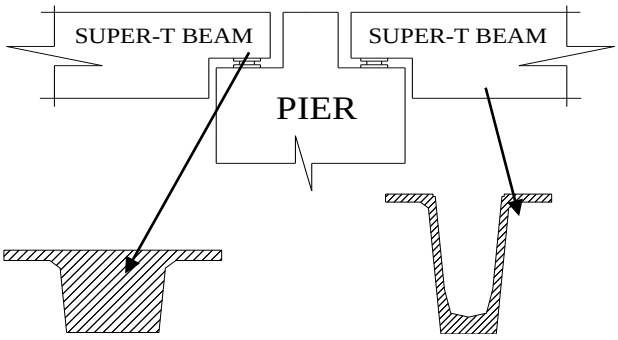


Fig. 11 Super-T girder was cut beam end

The box girder is often applied for bridges, that require high spanning ability and load bearing capacity. This structure is frequently constructed by different methods such as precast, concreting on flasework or balanced cantilever method. Except railway bridges, urban railway bridges and urban highway cross-bridges that require high spanning ability, we can use Super-T beam because the concrete box girder usually has large architectural height, increases level of spherical surface and length of the bridge.

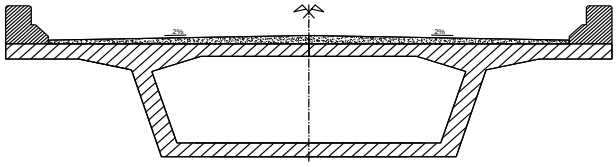


Fig. 12 Prestressed reinforced concrete box girder

U-shaped beam has not been applied frequently in Vietnam. Currently, in Hanoi and HCM City two urban railway projects that are Nhon - Hanoi (Hanoi), Ben Thanh - Suoi Tien (HCM City) using U-beam structurare are being constructed. In these situations, this type of beam has the many advantages like reducing the architectural height, clearance height, railway noise and creating urban aesthetic.

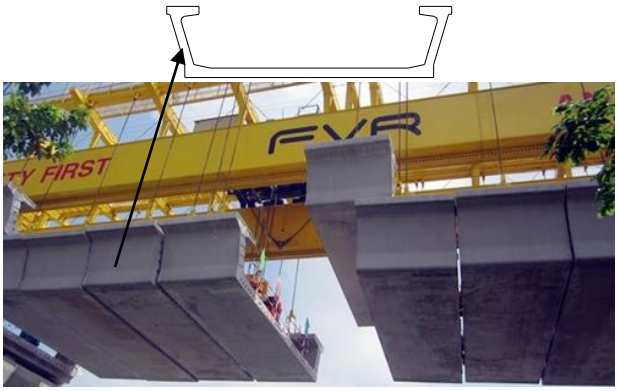


Fig. 13 Typical U-shaped section was applied for urban railway line[2]

Many steel bridges have been constructed from 2011 until now in the inner urban areas of Hanoi and HCM City. Beams with constant-height and changing-height are the main used types. Besides, light steel bridges have also been constructed and they are effective to solve the problem of traffic jams. Light steel bridges use I-beam section with small height. I-beams are placed close together. These bridges allow only light load vehicles passing by such as motorcycle, motorcar.

Composite box girder bridge has outstanding advantages such as large span length, large torsion stiffness that would be suitable for curved bridge, high aesthetics, high durability and easy maintenance capabilities. The steel box girder structure is more complex than the I-beam, thus skilled workers are required to accomplish the fabrication and erection processes. On the other hand, the cost of construction equipment and installation works of steel box girder bridges are higher than I-beam bridges. However, the steel box girder span needs less main girder, cross girder, bracing in comparision with I-beams. It reduces manufacturing cost, the time of field erection work and general cost. In addition, many companies in the transport sector of Vietnam have mastered steel box girder manufacturing and construction processes. Therefore, the manufacturing cost will not be a big problem when construction this bridge.

Table 2 Some typical bridges using steel girder in urban areas of Vietnam in recent time[2]

Girder section	Typical projects	Location	Length of bridge (m)	Completed year	Note
Steel box girder	Le Van Luong - Lang Ha intersection cross-bridge	Hanoi	315,1	2012	Constant-height beam
	Nguyen Chi Thanh – Tran Duy Hung intersection cross-bridge	Hanoi	315,7	2012	
	Tran Khat Chan – Dai Co Viet intersection cross-bridge	Hanoi	352,4	2013	
	Thu Duc intersection cross-bridge	HCM City	570,0	2013	
	Hang Xanh intersection cross-bridge	HCM City	390,0	2013	
	Nguyen Tri Phuong – Ly Thai To intersection cross-bridge	HCM City	384,0	2013	
	Cay Go intersection cross-bridge	HCM City	330,0	2014	
	Nguyen Chi Thanh – Lieu Giai intersection cross-bridge	Hanoi	276,0	2013	Changing-height beam
	Hoang Minh Giam – Nguyen Chanh intersection cross-bridge	Hanoi	595,7	2016	
	Long Bien intersection cross-bridge	Hanoi	809,7	2016	
	O Dong Mac – Nguyen Khoai intersection cross – bridge	Hanoi	231,0	2017	
I girder	Tay Son-Chua Boc intersection cross-bridge	Hanoi	227,0	2012	Light steel bridge
	Lang Ha-Thai Ha intersection cross-bridge	Hanoi	220,0	2012	
	Lang Cha Ca cross-bridge	HCM City	244,2	2013	Constant-height beam

One of the great advantages of the steel box girder bridge is more aesthetic than the I-beam bridge because its bracing, stiffener systems and other components are "hidden" inside the box. The steel box gider does not cause the confusing feeling, reduces the risk of dirt and direct corrosion under the impact of the environment, thereby it can reduce the cost of coating systems, inspection and maintaining works.

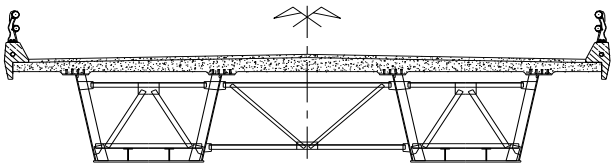


Fig. 14 Typical section of steel box girder bridge

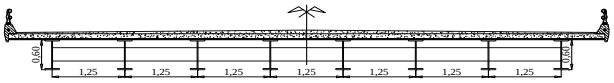


Fig. 15 Typical section of light steel bridge using I beam

Urban bridges are significant efficiency. They contribute to solve traffic problems. These beam solutions are also quite appropriate. As a general trend, although initial construction cost of the steel structures is higher than concrete structures, the number of constructed urban steel bridge is increasing because of its advantages. Steel box girders were used for the most in urban bridge in recent time.

3.2 Solutions of abutments and piers

For urban bridges of Vietnam, structure of abutments and piers has different characteristics in comparision with abutments and piers of bridges in suburban areas. The U-shaped abutment and low height abutment using retaining wall were mainly applied. Low height abutments ensure better the ventilation in surrounding space of bridges.

Fig. 16 Abutment of Lang Ha-Thai Ha cross-bridge[2]

Shaft wall, coping and footing sizes of abutment in the inner urban areas are also smaller than suburban areas because operator loads are smaller. Especially in the light steel bridges that were applied recently in Hanoi, the static load of the superstructure is small, so structures of abutment and foundation are quite simple.

The shape of pier in urban bridges is more diverse than abutment. Steel pillars pier of the light steel bridge, columns pier and steel wrapped columns pier, narrow shaft pier and steel wrapped narrow shaft pier were usually applied to urban bridges. Longitudinal V-shaped pier increases the span length. It is not detrimental for the beam and also increases the length of the beam.

Fig. 17 Pier of Lang Ha – Thai Ha cross-bridge[2]

Fig. 18 Pier of Nguyen Chi Thanh –Lang cross-bridge[2]

Fig. 19 Pier of Hoang Minh Giam – Nguyen Chanh intersection cross-bridge [2]

Fig. 20 Horizontal V-shaped Pier of cross-bridge Long Bien[2]

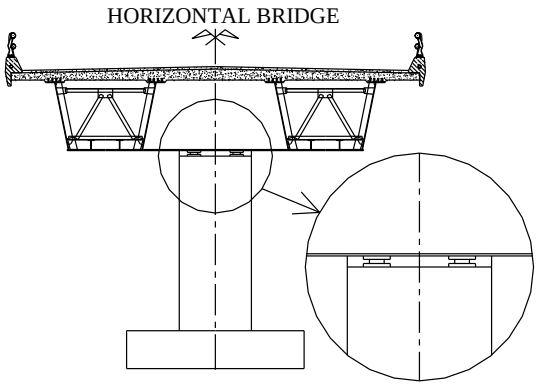


Fig. 21 Cover method of bearing on pier

Because of the narrowness of urban areas, large traffic volume, some multilevel interchanges were constructed to solve traffic jam situations. The bridge on the top level often has the highest pier and the largest slenderness ratio. These piers are usually made from reinforced concrete with solid shaft form. A typical pier is shown in Figure 22.

Fig. 22 High column pier using reinforced concrete[2]

In some cases, the aesthetics of the bridge is the most important factor for choosing plan. Some urban bridges have high aesthetic pier such as W-shaped pier of Hoang Hoa Tham cross-bridge, horizontal V-shaped pier of Tran Khat Chan - Dai Co Viet intersection cross-bridge.

Fig. 23 Horizontal V-shaped and W-shaped piers[2]

Structural solutions of abutment and pier of urban bridges that were constructed recently satisfy aesthetic requirements while they still ensure bearing capacity. However, abutment, pier and span structures are the main components, which create the landscape of bridges. As a result of it, they contribute to improve and renovate urban landscape. Therefore, we need to propose new abutment solutions to satisfy artistic requirements.

3.3 Solutions of foundations

Currently, most of urban bridges use bored cast-in-place pile foundation structure. This type of pile is very popular and has been used for a long time. However, this pile has some disadvantages such as big construction space, long construction time, inability for re-use, causing noise, vibration and during the construction process it creates sewage and sludge lead to non-aesthetics. Recently, a new pile foundation technology - large diameter screw pile has started applying in Hanoi.

Large diameter screw pile technology has been recognized as one of advanced technology and friendly with environment. The large diameter screw pile is a steel pipe pile with helical blade, that are mounted at pile tip. The center of wing is opened with 0.5Dp diameter (Dp: diameter of steel pile)[5]. The diameter of steel pile Dp ranges from 400 mm to 1,600 mm. The outer diameter of helical blade Dw ranges from 1,5Dp to 2,0Dp but it does not exceed 2400 mm[5]. The helical blade of the large diameter screw pile plays a very important role in this technology in both bearing capacity and construction. The large diameter screw pile has the larger bearing capacity than the bored pile due to the helical blade.

In addition, the large diameter screw pile has an other advantage that it can be applied in narrow construction sites. This technology reduces noise and the amount of construction equipment,

has low vibration and affect harmful to groundwater. Furthermore, this technology does not cause environmental pollution and create sewage, sludge during the construction process because it does not use water and cement. Thereby it has the high economic efficiency and friendly with environment.

Hoang Minh Giam - Tran Duy Hung intersection cross-bridge is the first project in Vietnam that applied this technology. This is a large intersection, where frequently occur traffic jams. The construction of this bridge required very urgent in both time and occupied area of the construction site. Therefore, the large diameter screw pile has been selected to meet the above requirements. The diameter of steel pipe pile of this bridge is 600 mm, helical blade is 900mm. Besides, large diameter screw pile has been produced in Vietnam recently, so it helps reducing the price for the investors and contractors.

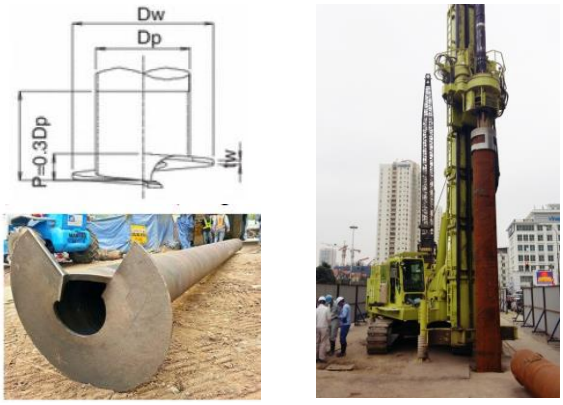


Fig. 24 Structure and the construction process of large diameter screw pile[9]

3.4 Calculation of foundation structures

Author conducted the calculation using software model for a bridge with length of span structure part is 146m, two alternatives are continuous steel box girder bridge and simple Super - T girder bridge. Parameters of alternatives are shown in Table 3. Calculation models are shown in Figure 25 and Figure 26.

Table 3 Parameters of bridge alternatives

Parameters	Steel box girder	Super-T girder
Length of span structure (m)	146	146
Bridge diagram (m)	40x66x40	4x36,5
Type of diagram	Continuous	Simple
Width of bridge (m)	16	16
Bridge clearance diagram (m)	4x3,5	4x3,5

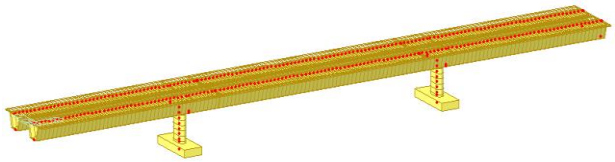


Fig. 25 Calculation model of steel box girder bridge using FEM software

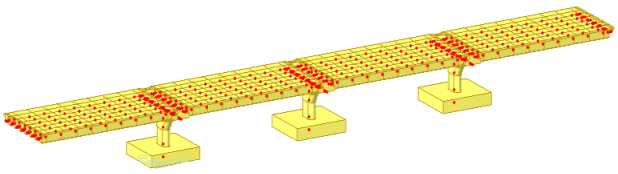


Fig. 26 Calculation model of super – T girder bridge using FEM software

Results of internal forces combination at the bottom section of pile cap are shown in Table 4.

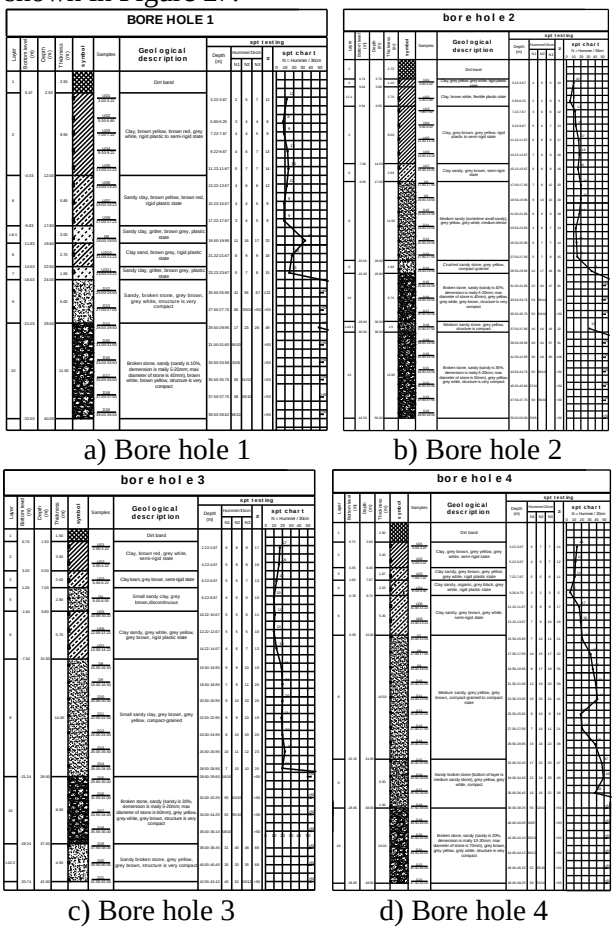
Table 4 Combination of internal forces at the bottom section of pile cap[6]

Rection	Steel box girder	Super - T girder
Axial force, F_z (kN)	29230,5	29581,0
Longitudinal shear, H_x (kN)	0	98,8
Horizontal shear, H_y (kN)	15	973,6
Longitudianl moment, M_x (kN.m)	6710,7	9062,7
Horizontal moment, M_y (kN.m)	0	7820,8

The results of internal forces combination at the bottom section of pile cap show that the internal forces of two alternatives are nearly equal, so if we use the same pile type for these two alternatives, the number of piles used in two bridge alternatives will be similar. However, steel box girder bridge alternative has 3 continuous spans 40x66x40m, 2 piers, Super-T girder bridge alternative has 4 simple spans 36,5m, 3 piers. Super-T girder bridge alternative will have more 1 pier than steel box girder bridge. Therefore, abutments and piers system, foundations of steel box girder bridge alternative could be constructed faster than Super – T girder bridge.

Using internal forces from the above example, calculations with two types of pile foundation that are large diameter screw pile and bored pile has performed. Geological conditions of

Hanoi were used for calculation and these are shown in Figure 27.



a) Bore hole 1 b) Bore hole 2

c) Bore hole 3 d) Bore hole 4

Fig. 27 Typical Bore hole in Hanoi[8]

Using the formula to calculate the bearing capacity of large diameter screw piles according to Specifications of Highway Bridges - Japan Road Association (JRA 2012), the bearing capacity of single pile is determined by the formula (1)[4,8].

$$R_u = q_d A_w + U\sum L_i f_i \qquad (1)^{[4,8]}$$

Where:

R_u : Ultimate bearing capacity of pile determined from ground (kN)

q_d : Ultimate bearing capacity factor per unit area at pile tip (kN/m^2)

A_w : Blade area (m^2);

$$A_w = \frac{\pi D_w^2}{4} \qquad (2)^{[4,8]}$$

D_w : Blade outside diameter (m)

U : Pile circumferential length (m)

L_i : Thickness of layer where circumferential surface friction force is taken into account (m)

f_i : Maximum circumferential surface friction force factor where circumferential surface friction force is taken into account (kN/m^2)

In this calculation, diameter pile, pile layout and piles length of two alternatives are similar. Number of pile in each alternatives is shown in Table 5.

Table 5 Results of pile number[6]

Bore hole	Alternative	Pile number (Pile)	Note
No. HK1	Bored pile	8	Tip level of large diameter screw pile is less 1,6m than tip level of bored pile
	Large diameter screw pile	4	
No.HK2	Bored pile	8	
	Large diameter screw pile	4	
No. HK3	Bored pile	6	
	Large diameter screw pile	4	
No. HK4	Bored pile	6	
	Large diameter screw pile	4	

Obtained results show that if geological conditions, diagram layout, pile diameter are the same, length piles are equal, number of large diameter screw pile alternative is only from 0.50 to 0.67 times number of bored piles. Moreover, in the conventional case, the construction time of large diameter screw piles is half of construction time of bored pile, so the progress of construction of the large diameter screw pile foundations and bridges will be shortened significantly.

4. Conclusions and Recommendations

Vietnam is the developing country with restrictive investment funding for transport, so intersections have the narrow space. We can use the bridges to reduce construction cost instead of the tunnels.

Each structural solution of bridges has advantages, disadvantages and different scope of application. We need to choose appropriate structural solutions in particular cases. Through obtained results, author gives following conclusions and recommendations:

For bridges of urban belt roads, the big load bridge, bridges of high road lines, we can use

concrete hollow beam-slab, concrete box girder, Super-T girder,… In cases, large span length and high aesthetics of bridge are not required, concrete hollow beam-slab is prefered. If bridge has a large total length, Super – T could be applied to reduce the construction cost.

For intersection cross-bridges in the inner urban areas that are constructed to solve temporary traffic, require fast construction, large span length and high aesthetics, we can apply the steel structural solution. In case of bridges are constructed at coastal cities, we can use closed section such as steel box girder instead of open sections to reduce the corrosive effects of enviroment to structures. In addition, we can also use the new structural solutions such as hybrid structural beams, steel box girder with corrugated sheet steel,…

For abutments and piers structure, we can choose slender type such as column shaft, W-shaped, V-shaped pier... with rounded section to increase the aesthetic of bridges. Besides, bearings and piers could be covered by steel sheets.

For foundations structure in urban areas, we could use technology which has high bearing capacity, fast construction time, less vibration and noise. The large diameter screw pile foundation is a typical technology that meets these requirements and could be the first priority.

References

[1] Dr. Vu Duc Sy, Prof. Nguyen Xuan Dao, Dr. Nguyen Van Nam (2015), *Situations and solutions for reducing traffic congestion in big cities of Vietnam*, Journal of Transportation, No.11, Viet Nam;

[2] Internet;

[3] Japan International Cooperation Agency (JICA), People's Committee of Ha Noi (2007), *The program about overall urban development of Hanoi*, Viet Nam;

[4] Japan Road Association (2012), *Specification for highway bridge - Part IV: Substructure*, Japan;

[5] Kohka Fukumura, Masataka Tatsuta, Nobuyuki Matsui, Nguyen Thi Tuyet Trinh (2013), *Assess bearing capacity of NS ECO-PILE through test results*, Conference about Geotechnics for Sustainable Development, Viet Nam;

[6] Ministry of Transport (2005), *Bridge Design Standard 22TCN 272-05*, Viet Nam;

[7] Ministry of Transport (2012), *Report about summarizing works in 2012 and deployment tasks 2013*, Viet Nam;

[8] Prof. Nguyen Thi Tuyet Trinh, Eng. Mac Van Ha (2014), *Study on Applicability of Large Diameter Rotation Pile in Geological Conditions of Hanoi*, Journal of Viet nam Bridge and Road, No.6, pp.15-20, Viet Nam;

[9] Prof. Nguyen Xuan Khang, Msc. Nguyen Chi Minh (2016), *Study and recommandation of the method designing mixed components of empty plastic concrete for drainage according to the conditions of Viet Nam*, Journal of Transportation, No.9, Viet Nam.

The selection of dry port sites to promote the development of multimodal transport and optimization of transport networks

Paper Identification Number: AYRF2017- 006

Phạm Minh THẮNG[1], Trương Hoàng CÚC[2]

[1]Department of Transport
Hai Phong People's Committee
Telephone +84.225.3823361, Fax. +84.225.3821855
E-mail: pmthang3785@gmail.com

[2]Department of Civil Engineering, Faculty of International business and logistics
Viet Nam maritime university
Telephone +84.43.547343
E-mail: hoacuctrang95@gmail.com

Abstract

Dry port is a focal organization of inland transport which directly linked to the seaport. Customs procedures are completed at dry port and shipping companies usually issue only one bill of lading for goods transported from one country's dry port to a seaport or one location somewhere in another country. Hence, dry port facilitates international trade, allowing local shippers, producers and residents to have access to the international market. Selecting a suitable location to develop dry port can help streamline transportation, accelerate the development of multimodal transport. Dry ports at strategic locations where the vary transport modes converge allowing goods to be effectively transshipped between modes of transportation, thereby ensuring optimal use of the entire network as a whole. Therefore, transportation costs and transit time will be reduced. Shifting modes of transport from road to rail and waterways help to reduce the pressure on road transport and reduce traffic congestion. In this respect, dry ports contribute directly to sustainable transportation. Based on the concept, function and the actual operation of dry port around the world, this research will point out system of criteria to choose a position which can develop dry ports efficiently in economy, organization and arrangement of transport.

Keywords: Dry port, Sea port, Multimodal transport, Logistics, International commerce.

1. Introduction

Due to the increasing freight volumes passing via seaports checkpoints, seaports have been reported facing drastic problems of inability to handle import and export containers in regular rate, which would definitely result in the congestion and delay of lorries and other kinds of haulage vehicles at the finite seaport terminal space.

Dry port, emerged as one kind of solution to such situation, instead of extending the port scale under limited land use. The place located with dry port (sometimes inland port) can solve not only the congestion embarrassment faced by connected seaport, but also can improve economic development of the hinterland by integrating the logistics network and ameliorating the access between dry port and seaport. Hence, the location planning of dry port has been a pivot in this research field.

In this paper, a literature review about kinds of characteristics of dry port is illustrated including definition discrepancy, and functions of dry port. And then the location selection method and many case study of dry port around the world is followed as the third part.

2. Dry port Concept

2.1 Definition

The Dry Port is a rather new concept, therefore this name is rarely known even in the logistics industry. Moreover, sometimes different definitions are used to describe the concept. Therefore, it is necessary to review existing Dry Port definitions, analyze the concept more deeply and find specific features, differentiating Dry Ports from other transport terminals.

There are several kinds of intermodal terminals that appear to be similar to a Dry Port by

their functions and facilities, for example inland ports, inland clearance depots, conventional intermodal terminals, etc.

An intermodal road-rail terminal can simply be described as a place equipped for the transshipment and storage of intermodal loading units (ILUs) between road and rail. There are intermodal terminals in a great variety of shapes and sizes (see, e.g., Woxenius, 1998) and a number of value-added services such as stuffing and stripping, storing and repair of ILUs might be offered. As suggested by Höltgen (1995), intermodal terminals can be classified according to some basic functional criteria like transport modes, transhipment techniques, network position or geographical location. Nevertheless, the transhipment between traffic modes is the characterising activity.

A specific class of terminals has evolved around the need for connecting inland conurbations with seaports. Depending on the role and the offered services, the transport industry operates this kind of terminals under different names. From a legal point of view, it is of particular importance if customs services are provided. The UN Economic Commission for Europe (UN ECE, 1998) defines an Inland Clearance Depot as:

A common-user inland facility, other than a port or an airport, with public authority status, equipped with fixed installation and offering services for handling and temporary storage of any kind of goods (including container) carried under Custom transit by any applicable mode of inland surface transport, placed under Customs control and with Customs and other agencies competent to clear goods for home use, warehousing, temporary admission, re-export, temporary storage for onward transit and outright export.

India introduced Inland Container Depots (ICDs) in 1983 and the Indian Customs (2004) bases its definition of an ICD on the UN ECE definition above, but restricts it to containers. India also uses the term Container Freight Station (CFS), which differs from an ICD since containers are stuffed and stripped there. Hence, an ICD is a consolidation node for containers whereas a CFS aggregates individual consignments into containers. A CFS function might be added to an ICD. ICDs are normally located outside the port towns but there are no site restrictions regarding CFSs. CONCOR, the intermodal branch of Indian Railways, currently operates 41 ICDs and plans for further 13 (Indian Railways, 2004). The ICD Tughlakabad in Delhi alone handled some 500 000 TEU in 2003 (Thorby, 2004).

In Europe there has been a focus on business areas offering a wide range of logistics services. In a survey, Cardebring and Warnecke (1995) define an Intermodal Freight Centre as: A concentration of economically independent companies working in freight transport and supplementing services on a designated area where a change of transport ILUs between transport modes can take place.

An Inland Freight Terminal is, according to UN ECE (1998), "any facility, other than a port or an airport, operated on a common-user basis, at which cargo in international trade is received or dispatched". According to The US National Association of Development Organizations (2002), an Inland Port is located inland, generally far from seaport terminals. They supply regions with an intermodal terminal or a merging point for different traffic modes involved in distributing merchandise that comes from ports.

However, the Dry Port is the most advanced of these, mainly because this concept includes at least the following functions: cargo transshipment from rail to road or the other way around, temporary storage of goods, consolidation and distribution activities, a variety of value-added services and customs clearance service.

There is no official Dry Port definition registered. Therefore, several versions can be found in the literature. Transport terminals having different functions than the ones named in the literature are sometimes containing the term Dry Port in their official name.

Tsilingiris and Laguardia (2007) describe the Dry Port concept as an inland intermodal terminal that is directly connected via rail and/or truck to one or more water ports, and which can substitute certain port services in certain areas. The authors stress that the main aim of establishing a Dry Port is to perform certain container handling operations that have undesirable temporal and financial implications when done at a congested seaport. They also propose the main advantages of a Dry Port:

- In a Dry Port container handling costs should be lower in as much as the land and the labor cost is lower.
- The spacious facilities together with the intermodal-centric design of the inland port accelerate the operations which are leading to positive monetary implications.

• From a network design point of view, the utilization of Dry Ports can decrease the generalized cost of dispatching containers.

Tsilingiris and Laguardia (2007, p.3) notice that because of the certain services that a Dry Port provides, it may appear to be similar to the distribution center. However, there is a main feature that separates the mentioned terms - a Dry Port is linked to the water port and can therefore substitute certain water port services, while a distribution center does not necessarily link to a port (for example, the goods can be moved from the port directly to a Dry Port and only then the goods are cleared under customs). Moreover, an inland distribution center is not necessarily linked to and dependent on sea ports, while a Dry Port is.

Leveque and Roso (2002, p.50) emphasize that the Dry Port is a particular type of inland intermodal terminal, together stressing the importance of port's functions employment at the Dry Port:

"A Dry Port is an inland intermodal terminal directly connected to a seaport, with high capacity traffic modes, where customers can leave/collect their goods in intermodal loading units, as if directly to the seaport."

Additionally, to the basic services, transshipment, that a conventional inland terminal provides, such services as freight storage, consolidation, storage of empty containers, maintenance and repair of containers, customs clearance, and other services should be available at full-service Dry Ports.

The definition suggested by United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP, 2006, p.2) describes a similar, yet more detailed concept:

Dry Port refers to a defined inland location for the consolidation and distribution of goods that has functions similar to those of a seaport, and which includes customs clearance services. Seaport functions that could be expected to be typically present at these Dry Ports include container (and possibly bulk) handling facilities; intermodal infrastructure connections; a geographical grouping of independent companies and bodies dealing with freight transport (including, for example, freight forwarders, shippers and transport operators); and the provision of accompanying services such as customs inspections, tax payment, storage, maintenance and repair, banking and information communication technology connections.

Furthermore, it is necessary to highlight that Dry Ports are existing as the mean for organizational and business strategies in a logistics chain:

"Dry Ports might be considered as "extended gates" for seaports, through which transport flows can be better controlled and adjusted to match conditions in the port itself. Thus the terminals can help to improve land access to ports in both physical and psychological terms. This means that a "Dry Port" is more related to the organization and the service and business needs of the transport system, than related to a physical plant" (InterBaltic, 2008).

The given definitions are similar, especially that they all stress the similarity of port's and Dry Port's functions and transshipment function. Additionally, a Dry Port is described usually as container-oriented terminal; however, bulk handling function should not be strictly excluded in all the cases, but considered if there is a need for it in certain area. To generalize the main idea of a Dry Port concept and to have the leading definition for this report, the following definition has been established:

A Dry Port is an intermodal terminal situated in the hinterland servicing a region connected with one or several ports by rail and/or road transport and is offering specialized services between the Dry Port and the overseas destinations. Normally the Dry Port is container-oriented and supply all logistics facilities, which are needed for shipping and forwarding agents in a port.

2.3 Function and Benefit

The main objectives of a Dry Port are:

• To function as an extra hinterland space for the port/ports and a terminal, where the port can outsource its functions;

• To act as a high quality terminal while improving the efficiency and effectiveness of the logistics chain;

• To promote a modal shift.

In order to implement the latter objectives, the following functions should be performed in a dry port:

a. Transshipment of cargo between different transportation means: This function requires having special equipment in a terminal to be able to transfer units from one mode to another. Good co-ordination of transshipment operations is necessary in order to make the operations less time-consuming. In the Dry Port case it is most often

the shift from rail to road or vice-versa. In exceptional cases a Dry Port may also include a waterway connection, when the cargo from port to the Dry Port is shipped by barge.

b. Sorting: When the goods are transported by a ship, containers have to be sorted in the receiving port since a number of supply chains, which have different points of destination, are concentrated in one ship. However, in order to have more space in the port area, which is sometimes very congested, distribution functions of port can be outsourced to the inland terminal – Dry Port. In this way ports are enabled to limit the possible port-related diseconomies of scale appearing from the growing volume of maritime transshipment.

c. Storing: The storing of goods can take different time periods in a Dry Port. When it is mainly used for distribution service, then the goods are stored for a long time period. Moreover, the space in a Dry Port hinterland can be used for the long-term storage of empty containers and waiting units. When the goods are transshipped from one transport mode to another in a Dry Port, or the goods are supported by other services, they are stopped for a shorter period of time, short-term storing is used.

Storing service is very important for the transport networks as some regions naturally receive more containers than they send and vice versa. Dry Ports can thus be connected and used to regulate the imbalance of containers flows.

d. Management of container flows to different ports: This function is relevant when a Dry Port has the connections and communication with several relatively close and the same type of ports (regarding the type of cargo they are handling). When one port at a certain time is too busy to accept the cargo, the shuttle train may be directed to a less congested port.

e. Consolidation of individual container flows: The containers from different shippers can be transported to a Dry Port, loaded on one shuttle train and transported to the port or far inland destination,

f. Reduction of pre- and post-haulage of road transport and expansion of rail transport: Dry Ports are usually linked to the ports by rail. That brings the possibility to consolidate the goods from different shippers at a Dry Port and transport them further to the port by rail. In this way Dry Ports are promoting traffic on railways rather than roads, which could bring significant environmental benefits.

g. Offering special- and extra services: One of the most important special services is customs clearance. When it is done in a Dry Port instead of the seaport the waiting time is reduced in the port. Usually this time is long and causing congestion. Some Dry Port functions listed earlier (functions nr. 2, 3 and 4) can actually only be fulfilled, when the port is congested. Maintenance of units is also counted as extra service. This service is more relevant if a Dry Port provides a storage of empty containers that gives enough time for the maintenance of the unit. Many other extra services may be provided in the Dry Port.

Implementation of a dry port in a seaport's immediate hinterland increases the seaport's terminal capacity and with it comes the potential to increase productivity since bigger container ships will be able to call at the seaport. With dry port implementation, a seaport's congestion from numerous trucks is avoided because one train can substitute for some 35 trucks. With a reduced number of trucks on the roads, congestion, accidents, road maintenance costs and local pollution are reduced as well. A dry port may also serve as a depot, empty containers storage. Road carriers would lose some market share but in some countries where long trailers are not allowed to pass through cities for safety reasons, a dry port implementation is a good solution, if not indispensable, from their perspective as well. The benefits of distant dry ports derive from the modal shift from road to rail, resulting in reduced congestion at seaport gates and their surroundings, as well as reduced external environmental effects along the route. Apart from environmental benefits, a distant dry port also brings a competitive advantage to a seaport since it expands the seaport's hinterland to the area outside its traditional hinterland by offering shippers quality services. New logistics solutions created by the establishment of dry ports in rural areas make the areas more attractive for the establishment of new businesses, resulting directly in the development of the area and in new job opportunities for the local inhabitants.

The benefits of dry ports are summarized as follow:

Table 1 Dry port classification

Seaports	1) Less congestion, 2) Increased capacity, and 3) Expanded hinterland
Seaport cities	1) Lower road congestion, and 2) Land use opportunities
Rail operators	1). Economies of scale, and 2). Gain market share
Road operators	Less time in congested roads and terminals
Shippers	1). Improved seaport access, and 2). Green marketing
Society	1). Lower environmental impact, and 2). Job opportunities

Source: Adapted from Roso (2009)

2.3 Classification

The classifications presented below are synthetically merged in Table 2, highlighting the interdependence between the main functions performed in the transport chain by a dry port. (according to the classification by Notteboom) and its physical distance from the seaports (according to the classification by Roso,

Table 2 Dry port classification

Configuration	Distance from the seaport	Main Function
Close dry port	< 50km	Satellite Terminal
Midrange dry port	> 50km, ≤ 500km	Load Center
Distant dry port	> 500km	Transshipment

Source: Adapted from Roso (2009)

The distant dry port configuration is the most common one: the dry port is located at a long distance from the interested seaport(s), higher than 500 km. This situation is associated to the maximum economies of scale for the railway operators and provides high-capacity direct connections for a wide geographical area, typically interesting one or more cities. The outcomes of such a configuration include a relevant modal shift towards railway transportation, reducing the port congestions and providing the shippers with a high quality service at low costs. Railway operators take advantage of distant dry ports, together with the shippers, that obtain a lower environmental impact assessment for their products, and the seaport cities, that reduce their congestion load.

Midrange dry ports are located within a distance from the seaport(s) that is commonly covered by road transport (from 50 to 500 km) and are based on the presence of additional railway connections towards conventional inland intermodal terminals. A midrange dry port assumes the function of a consolidation point for several railway services. and technical equipment for security and custom inspection can be concentrated in a single facility. A midrange dry port can provide services for a high number of shippers, including those located in proximity of the seaports, and there is the possibility to consolidate the loads directed to a container vessel in dedicated trains.

In the close dry port configuration, the dry port is located at a short distance (lower than 50 km) from a seaport, whose level of congestion is therefore strongly decreased. It can consolidate the loads collected from and directed to the shippers that are located outside the urban areas. It assumes the function of container buffering and provides the chance to load the containers in sequence on the service shuttles in such a way to synchronize with the vessel loading process.

2.2 Activities and Facilities

Activities, procedures and operations in the dry port may be divided into the following main groups:

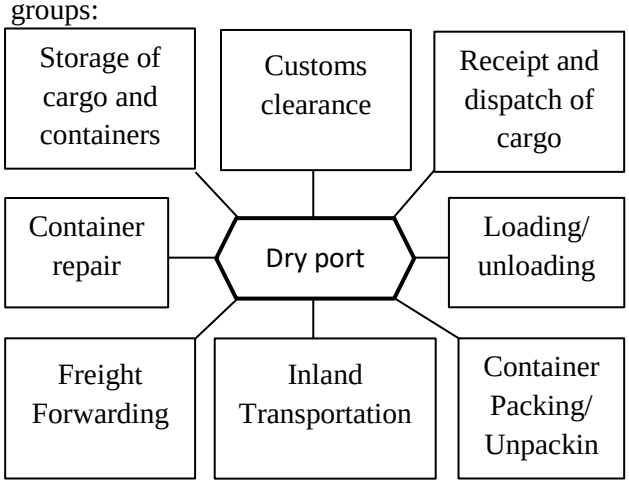


Fig. 1 Functional Structure of Dry ports

Against this framework, it is useful to have a clear-cut conceptual plan for the activities that are to be performed, laying down the sequence of operations. This sequence should, of course, be as simple as possible; duplication of activities and delays should be avoided. The operations of the dry

port revolve around the following centers or activity:

The rail siding: the place where containers are loaded on and unloaded off trains. Arrival and dispatch of trains also takes place at this location.

The container yard: the place where containers are stacked prior to dispatch by rail or prior to delivery to the customer.

The container freight station (CFS): the area where containers are packed and unpacked and aggregation/segregation of cargo takes place.

The Customs examination bay: the designated place where containers are placed for examination by customs. The sequence is described below. The basic functions of a dry port is to receive import containers arriving on trains, to unload and stack them, inform the importer, carry out the customs examination, and after completion of paperwork, load the container onto a road vehicle for delivery to the importers' premises. For exports, containers usually arriving by road vehicle are stacked and upon completion of export customs formalities, are dispatched by rail to the sea port with a combined transport document (CTD) issued by the shipping line or combined transport operator, also known as a multi-modal transport operator. All charges are collected at the dry port; likewise all paperwork is completed at this point and the exporter/importer needs to do nothing at the sea port.

The facilities provided at a dry port can vary considerably. Minimum facilities would provide:

- Customs control and clearance;
- Temporary storage during customs inspection;
- Container-handling equipment for 20-foot and 40-foot containers;
- Offices of an operator, either the site owner, lessor or contractor;
- Offices of clearing and forwarding agents;
- Complete enclosure, fencing and a security system;
- Reliable and efficient communication facilities;
- Container freight station with stuffing and unstuffing services.

An alternative to providing on-site offices for clearing and forwarding agents is for them to be accessible on radio call. Stuffing and unstuffing (packing and unpacking) services are often provided directly by forwarding agents or the operator.

A dry port with a more comprehensive set of facilities would include:

- Offices of shipping line agents;
- Railway goods office;
- Road haulage brokerage;
- Cargo packing services;
- Consignment consolidation services;
- Unit train assembly and booking services;
- Container clearing services;
- Computerized cargo-tracking services;
- Container repair facilities;
- Clearing and fumigation services (atmospheric and vacuum);
- Refer refrigeration points;
- Weigh bridges.

This list of facilities covers dry ports designed to handle primarily break-bulk loads in small consignments, full-container loads (FCLs) and less-than-container loads (LCLs) selected for customs inspection. It is considered inappropriate to have on the immediate site of the dry port long-term storage and repair facilities for trucks or rail wagon or locomotive mzunte- nance. A generalized functional structure of an inland clearance depot or dry port is shown in Figure 1.

3. Methodology

3.1 The trend of developing dry ports in the world

In some Asia countries, dry ports are used primarily for reducing congestion of cargo at seaports. Therefore, the volumes of container through seaports are the basis for determining the number of dry ports rather than GDP growth factors. According to the synthesis of study in the ESCAP, for every million TEUs through the seaport there will have a dry port. In India the use of dry ports is very common with each dry port being approximately 140 thousand TEUs through seaports.

In Europe and the United States, to determine the quantity and location of dry ports, the reliance on the size and population density of new cities is an important factor. For example, in Europe, when a city has an output value (purchasing power) over $2.5 billion and these whole areas which is the centered with the purchasing from USD 30-50 billion, there will be a dry port on average. When GDP with high population density, the dry ports tend to be larger

and generally a dry port is built in the range of 10,000 square Km. The size of the port is not synchronous: The volume of containers passed ranges from 40 thousand TEUs to 1.9 million TEUs each year; the land area is about 30-200 ha. Countries with high rates of urbanization tend to have more dry ports but the scale is smaller. In Spain there are 23 dry ports, Belgium has nine ports, Switzerland has four and Slovenia has three dry ports. Even some smallest countries have at least one dry harbor. The principle of operating under the common market of Europe has helped the operation of the domestic dry port is relatively favorable, they can provide services cross- borders therefore this help businesses to choose the right place to build without taking into account the risks of international factors.

3.2 Location Selection criteria

While establishing a Dry Port, the choice of location makes an important impact on future performance, especially, considering that it is an intermodal terminal, having rail connection with the port. The intermodal transportation can be attractive for the shippers when the overall expenses are the same or smaller than the ones of road transport. When road substitution by rail was considered a decade ago, it was said that it was worth to carry out intermodal transport based on rail when the distance was not shorter than 500 km. Furthermore, the costs of intermodal transport were said to necessarily be the same or lower than the road transport.

On the other hand, today, when considering the implementation of the rail connections, the criteria considered previously should not be leading. At present, more attention is paid to the external costs of different transport means and their environment-friendliness, and to the overall transport corridor costs and added value. For example, research on Dry Ports cases in India show that even though shippers at present often choose to use Dry Ports located closest to their productions site, this does not minimize transport cost. The additional costs appear because of government policies and lack of value-added services to shippers in a Dry Ports.

The location of a dry port can be evaluated according to theoretical, technical and economic potentials, in order to justify the new terminal and railway infrastructure. The theoretical potential could be expressed in the volume of road traffic and the volume of maritime rail containers predicted for certain year in the future and concerning certain transportation distance.

Technical potential should be evaluated after examination of infrastructure requirements. It concerns the calculation with the assumption of certain minimum train length and train frequency, while disregarding transshipment and road feeder movement costs. Economic potential is founded on the "real" costs of infrastructure and external costs.

These measures should tell to what extent intermodal transport may substitute road transport. Moreover, the calculation of economic potential should help to make a decision on internationalization and on taxation measures.

The location of a Dry Port depends on the needs of the port and the concentration areas of the shippers or receivers of the goods. The length of the rail connection (the distance between a Dry Port and port) can be defined according to the aspects of intermodal terminal allocation. Moreover, the evaluation of Dry Port implementation should be done not only according to the costs but also added value, which a Dry Port can give to the goods, customers and logistics chains should be taken into consideration

In the process of site selection, we should fully consider the characteristics of dry ports combining quantitative and qualitative decision-making methods. This method avoids the defect of traditional single method in site selection. Additionally, other more comprehensive factors are also taken into account to make the decision more scientific and reasonable. The main purpose of the article is to list all the factors affecting site selection of dry port.

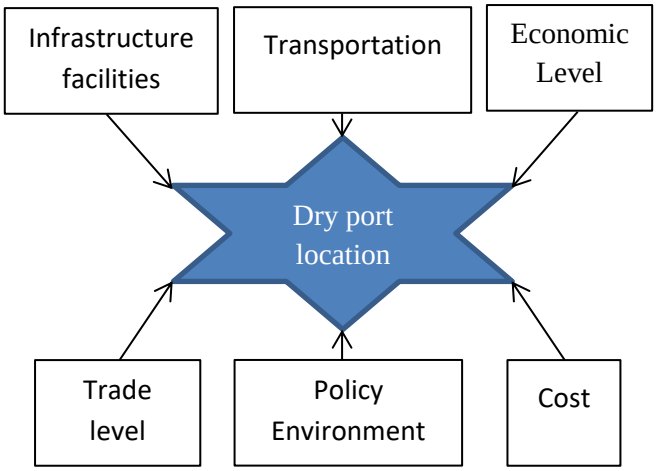


Fig. 2 The determining factors for dry port location

When we are selecting sites for dry ports, a variety of factors should be taken into consideration:

a. Transportation:

Multimodal transport: Modes of transport available

Transport distance: The distance between central and road

Region scale of freight volume: Region freight volume

Traffic flows between inland centers of production and consumption and the ports.

b. Economic Level:

GDP: Each year GDP growth speed

Commercial and industrial output value: Ratio of planned finished relative index of actual production rate and planned production rate.

c. Infrastructure Facilities:

Transport infrastructure in the vicinity or the proposed site.

Security of infrastructure facilities: Whether city's floor control facility, quake proof facility and fire control facility are complete.

Logistics center: Whether there are logistics centers in the area or nearby area.

d. Trade level:

Mutual complimentary of Resource: Along the bridge, countries have high trade dependence and mutual complimentary of resource.

Import and export trade:Total annual import and export trade volume of the bridge countries along

e. Policy environment:

Policy-oriented Policy support to the countries along the Continental bridge

Regional cooperation environment: Economic, political and cultural cooperation in Continental bridge region

Scope for future: Site development and expansion.

f. Cost:

Transportation cost: Freight from goods supplying place to inland port+ freight from inland port to port

Land cost: Local area's average land price

Possible reduction in ton per kilometer costs with the introduction of a dry port and the consequential reduction in related unit transport costs.

Transportation occupies the most important factor followed by trade level, land prices, salaries and other costs that may have a great impact on site selection. In the process of dry port location, each candidate is scored. Places with higher scores will be selected for dry port construction.

3.3 Principles for the development of dry ports

In development of dry port which related to an international role, the following principles need to be paid attention:

- Port location: Need to be located in a potential area to be distributed. These include industrial zones, manufacture centers and special economic zones. And they need to be located as close as to the main axes as railways, roads, and Inland waterways, airports - airports.

- Transport connections: dry ports may include well-drained infrastructure. The technique for gathering, distributing and transshipping with a mode of transport or connect with different modes of transportation such as roads, railways, inland waterways and air freight.

- Capacity: Dry ports should be built with enough capacity to ensure the efficiency, reliability and economy of container transport and other cargo transport. Port capacity should be determined by a reasonable forecast of weight of container and cargo. Dry port must ensure for future expansion.

- Customs: Dry ports need to have permanent customs clearance and provide technical infrastructure for the operation of the customs which service for customs clearance.

- Vehicles and equipment: Equipped with reasonable quantities and other means, loading and unloading equipment and other goods; creating favorable conditions for loading, unloading, storing containers and cargos efficiently.

4. Conclusion

In recent years, the dry ports construction developed rapidly, although it started late. But it focused on the discussion of the domestic dry port construction so far, and involved constructing transnational dry port projects.

Many papers propose to build dry ports relying on railway container logistics centers or the existing logistics parks. But more factors are still needed to consider when selecting site for dry ports.

Except the location selection research of dry port, to work in a systematic and sustainable way, deep investigation is still needed in its development process, such as public regulation, cooperation of public and private sectors, legal and financial framework, operative manners, impact to relative industry, logistics and supply chain

optimization, seaport selection, influencing factors and sensitive analysis, etc.

References

[1] Lina Trainaviciute (2009) *The Dry Port-Concept and Perspectives*, FDT – Association off Danish Transport and Logistics Centres.

[2] Fang Li, Xiaoning Shi, Hao Hu (2011) *Location selection of dry port based on AP clustering – the case of Southwest China*, Journal of system and management sciences, Vol.1 No.5 pp.93-105..

[3] Teodor Garbriel Crainic, Paolo Dell Olmo, Nocoletta Ricciardi, Antonino Sgalambro (2013) *Modeling Dry port based freight distribution planning*, CIRRELT.

[4] United Nations conference on Trade and Development (1991) *Handbook ond the management and Operation off dry ports*.

[5] Roso, V., Woxenius, J. and K. Lumsden (2009). *The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland*, Journal of Transport Geography, vol. 17, pp. 338-345.

[6] Tsilingiris, P.S. and Laguardia, T.C. (2007) *Dry vis-à-vis water ports: partners or competitors*. 1st International Scientific Conference ompetitiveness and Complementarity of Transport Modes – Perspectives for the Development of Intermodal Transport, Chios, Greece.

[7] Höltgen, D. (1995) *Terminals, intermodal logistics centres and European infrastructure policy*, European Centre for Infrastructure Studies.

[8] UNESCAP (2006) *Cross - Cutting Issue for Managing Globalization Related to Trade and Transport: Promoting Dry Ports as a Means of Sharing the Benefits of Globalization With Inland Location*" Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Committee on Managing Globalization, Third session, Part I, 12-14 September 2006, Bangkok

[8] UNCTAD (1991) *Handbook of the Management and Operations of Dry Ports*. Geneva

Improving Public Transportation Towards Sustainable Development: A Case Study in Haiphong city

Paper Identification Number: AYRF2017-008

Nguyen Quang Thanh[1)], Prof.Dr. Nguyen Huu Ha[2)]

[1)]Department of Transportation in Haiphong city, Vietnam
Doctoral Student of Vietnam Maritime University
Tel: (84 225) 365 2479, Fax: (84 225) 385 9990
E-mail: mrthanh.pmuhp@gmail.com

[2)]Faculty of Transport Economics, University of Transport and Communications
Tel: (84.4) 3 766 3311, Fax: (84.4) 3 766 9613
E-mail: dr.nguyendhgt@yahoo.com.vn

Abstract

The Southeast Asia cities which have not found an efficient management plan for controlling the rapid increase in personal vehicles. The cities are experiencing severe traffic congestion and other problems including air pollution, loss of personal, high cost of transport and poor quality of life. In order to meet the transport demand for their ever-growing urban population, the cities will have no other choice but to consider promoting and developing a sustainable public transportation system. This contributes effectively to restrict the use of private vehicle and reduce environmental pollution. In Vietnam, many locations nationwide lack public transportation systems. Additionally, in the locations where public transportation systems do exist, they may be inadequate and in need of improvements. Therefore, the share of public transport is less than 20%. Many people view public transportation as unreliable, unattractive, unclean, and not worth the wait. This indicates that the public transportation demand is not being met by the current infrastructure and means. The level is low mostly due to public transport has not improved. This leads to the fact that public transport is less competitive than other means. Policy recommendations for effectively reaching the goal involve improving current public transportation systems, encouraging the use of public transportation systems, discouraging the use of private vehicles, and changing urban plans and city designs.

The paper presents an analysis of current situations of public transportation in Vietnam, and to focus on the case study in Haiphong city. Then, the study presents solutions for improving public transportation in Haiphong city in particular and in Vietnam in general.

Keywords: Vietnam, public transportation, transport demand, improvement, sustainable development.

1. Introduction

The present rate of motorcycles in Vietnam is among the highest in the world and comparable to the level of car ownership in highly developed countries. Vietnam has 431 motorcycles per 1,000 inhabitants.

In Hai Phong, the second largest city in the North of Vietnam, the number of motorcycles reached approximately 950,000 in the last of 2016. Hai Phong has 472 motorcycles per 1,000 inhabitants. The large share of motorcycles is a main reason which leads into serious problems of a low quality of life, congestion, environmental pollution and economic burden.

In which, congestion is increasing and building more roads to facilitate private transport is costly and never enough. In the end, the increasing transport demand cannot be served only by private transport, at least not in cities. In addition, the accessibility of the city is at stake and that might affect its development in the future.

Figure 1: Congestion in Vietnam

Public transport should play an important role in keeping the city accessible, serving the increasing transport demand and thus contributing to the development of the city and its inhabitants. This is reflected in the Development Plan of Hai Phong Public Bus Transport of the City Government (2014).

In Hai Phong, public transport is mainly buses. The city is designing and building new BRT routes to serve development of bus network. It will be 4 BRT routes in Hai Phong in 2020. However, the quality of the bus service is not up-to-date and lags behind in comparison with the increasing quality of services in other sectors (e.g. supermarket, shops and banks). Vehicles are old and not well maintained, the schedule is not fixed but depends on the number of available buses and information on routes, frequencies and fares is lacking, incomplete and sometimes incorrect. This is the main reasons for not using the bus. A low quality of service cannot attract people.

Table 1: The target of Hai Phong public transport development up to 2020

Stage	Number of buses (bus)	Transport output (passengers/day)	Level (%)
2012 - 2016	190 - 200	72,000	5-10
2016 - 2020	320 - 330	190,000	10-15

Source: Project on Development of Hai Phong Public Bus Transport during the stage 2012-2016 and orientation up to 2020 [1]

Based on the Adjusted Development Plan [2], in 2020, share of public transport is going to reach 10- 15% of travelling demand. The city's ambitions, plans and targets envisage a substantial role of public transport in serving the increasing transport demand. In contrast to the set targets, reality shows a different picture in which less than 2% of transport demand is served by the bus. This contradiction between planning and reality indicates that a improvement is needed for sustainable development. Improvement should focus on network extension, enhancing quality service and passenger information, operation technology, fare structure and subsidy. It strongly requires political will, sufficient budget and an adequate performance.

2. Current situation of Bus system in Haiphong

2.1. Bus Network

In 2016, there are 12 routes with 110 buses currently in operation throughout the city. Total length of route is over 340 km, the average length of each line is about 28 km. Most of main routes are radial from urban area to the suburbs. However, the route network has not been distributed all over the urban areas to the road routes with huge travel demand, there are still many limitations in connectivity of routes; leading to the ineffective operation.

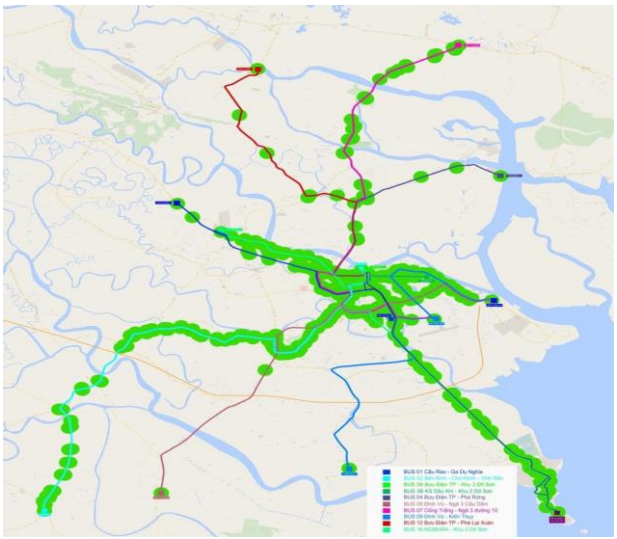


Figure 2: Operative area of bus system [3]

2.2. Operators

Currently, there are 5 operators who manage 12 current bus routes. At present, the opening of new bus lines depends on the initiative of the operators. They can present a proposal for a new line that is subject to approval by Hai Phong People's Committee. At the same time, the city has little or no influence on the performance of the bus operators. Not because they are private but because they do not receive any subsidy.

Bus operations and operators are arranged under direct concessionaire contracts [3].

The average number of passengers per year was 20,507,295. Bus's average annual production increases by 4.3%. On an urban population of 890,000 that is less than 4% bus trip per inhabitant, indicating that the grand majority uses other means of transport. The main competitor of public

transport in Hai Phong is the motorcycle, accounting for 90% of available vehicles.

Table 2: Bus company & Bus route in Hai Phong

Route	Number of bus	Length of route (km)	Start period	Operator
01	8	21	7/2004	Haiphong Road company
02	13	30	5/2005	
03	8	18	10/1998	Quoc Hung company
04	05	26	8/2005	
05	10	29	3/2006	Quang Dong company
06	10	30	3/2006	
07	12	36	9/2006	Thinh Hung company
08	10	30	8/2006	Quang Dong company
09	10	35	8/2006	
10	10	30	8/2006	
11	7	27	10/2006	Tan Viet company
12	7	33	10/2006	
Total	**110**	**345**		**05**

Source: HP-DOT, 2016 [4]

2.3. Infrastructure

Bus stops:

There are 520 bus stops, of which there are 103 bus stops with shelters, 405 bus stops with sign boards and 12 bus stops with painted lines.

Bus stations:

Total area of stations is 3.23 ha, in which the area itself is 0.3 ha, an area of 2.5 ha is from the city and an area of 0.43 hectares is rented. Location of stations are distributed irrationally and it's a major reason that affects service quality, raises the cost of operation and reduces business efficiency of bus transport enterprises.

Infrastructure for bus operation does not meet the entire network.

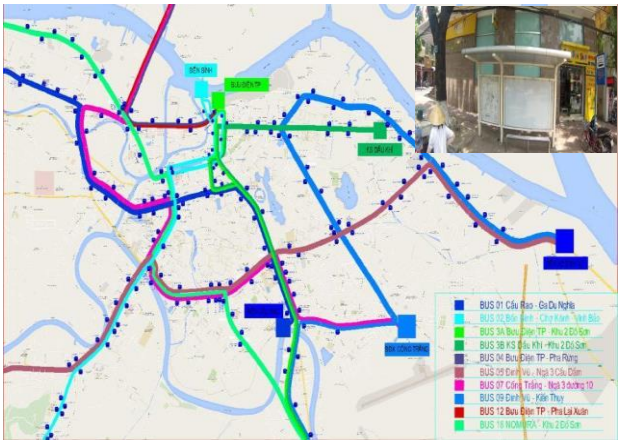


Figure 3: Current Bus stops in the city center [3]

Figure 4: Bus stop and bus station

2.4. Fleet

There are 05 bus transport operators in Hai Phong city with total vehicles of 110. Types of vehicles B40, B50, B55 account for the largest share as about 53.0%. The bus fleet is 8- 11 years old and has low emission standard. Currently, some vehicles are too old, producing black smoke when running. It is one of causes of environmental pollution in urban area. In 2015, the city bought 20 new buses to upgrade the fleet to types of vehicles B80. However, the quantity and quality are still not enough to meet the requirements of bus operation.

Figure 5: Bus fleet in Hai Phong city [3]

2.5. Passenger information

At present, passenger information is limited to information on the bus stops. Stops signs indicate the route but do not mention the frequency or the times of the first and last trip.

A limited number of stops are provided with a shelter that includes a route map. Unfortunately, the route map is not up-to-date anymore. In the future, real-time information is to be based on GPS (Global Positioning System). At present, only part of the fleet is provided with GPS.

2.6. Fares

Currently, there are 2 types of fares: single ticket, monthly ticket which are given by bus enterprises themselves after registering with the state agencies (the State does not issue the fare). The single ticket is not fixed on the network, it is change by the length of bus trip and by the operation companies. In 2015, the fare changes from 10,000 VND for the short routes up to 30,000 VND for the longest route of the bus route number 07. The monthly fare varies from 150,000 VND – 450,000 VND for the routes.

In current fare structure, there are still no exemption policies built in subsidy routes for preferential subjects such as War Invalids, sick soldiers, the disabled, pupils, students.

Table 3: Bus fare in Hai Phong city (thous.VND)

Bus line number	Single ticket		Monthly ticket	
	2015	2016	2015	2016
1	7-10	10	150-200	220
2	12-20	12-20	250	250
3	10-17	10-17	450	450
4	10-17	10-17	450	450
5	10-20	10-18	400	400
6	10-15	8-15	400	400
7	10-30	10-28	450	450
8	10-20	10-18	400	380
9	7-15	7-15	200-400	200-400
10	7-15	7-15	200-400	200-400
11	10-15	10-15	400	400
12	10-18	10-18	350	350

Source: HP-DOT, 2016 [4]

2.7. Bus management and subsidy

Institutional management:

At present, the Governmental management for all modalities of public transport, as well as inter-provincial public transport, is at responsibility of the Hai Phong Department of Transport (HP-DOT) which is under the People's Committee (PPC). HP-DOT is responsible for organizing the route structures for public transport services in Haiphong.

A common feature for cities in Vietnam, and Hai Phong is not exception, is that the bus operation runs by an state enterprise under DOT. Management is limited to administrative procedures such as registration and licensing and the management of subsidies to Haiphong Road Company (HPRC) for operating bus lines 1 and 2. HP-DOT has little influence on the level of service (scheduling and frequency), fare setting, or compliance with relevant regulations in the operation of public transport, instead, the routes, the bus scheduling and frequency, fare setting are calculated and then proposed by the very operators/investors and consequently approved by the DOT, on behalf of the PPC [6].

Operation subsidy:

Currently, Hai Phong city is supporting the cost of operation on 02 bus routes (routes No.01, 02) of HPRC. The support level has increased over the years, in 2016, total support level is 15 billion Vietnam dong [4].

3. Evaluation of public transport based on transport demand

The collected data on transport demand was conducted in 2013 - 2015 and some important data is still missing. In order to deeply understanding current situation of Hai Phong transport and identify 'desire lines' (potential new bus lines) to meet the future transport demand, a survey of HP-DOT on factors of mode transport choice was conducted in 2016 [4].

Totally 500 bus passengers and private mode users were asked to reveal their responses. The survey would be useful for forecasting, planning and designing a future bus network and setting its operational service qualities in order to attract a great deal of passengers. Some results and interpretation are presented below:

Target groups for public transport:

As survey results, the percentage of age share 16-24 of passenger is highest. The group of age 25-55 is also a high percentage. The percentage of student/ pupil is highest and takes around 40% - 50% of bus user. Second rank is worker and farmer group around 14% - 28%. The percentage of small

business/ free labor is around 18 - 20%. The group of officer and company staff is around 8-16%.

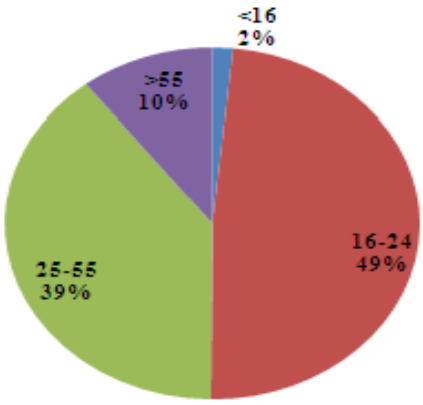


Figure 6: Age share of passenger

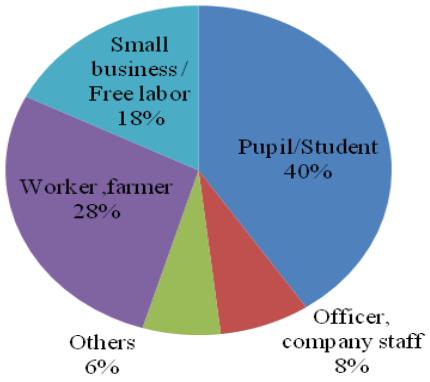


Figure 7: Occupation share of interviewed passenger

Travel behavior:

The total trip cost (by Vietnam dong), total trip length, time spend for waiting the bus, often of bus user are shown in figures below.

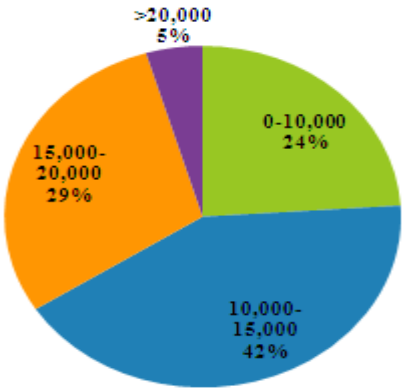


Figure 8: The total trip cost of bus user

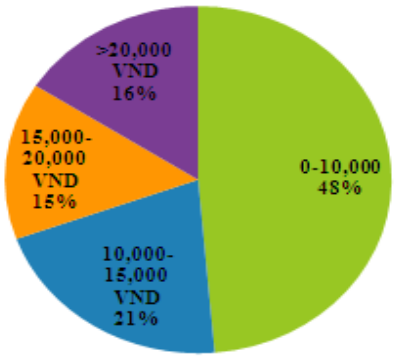


Figure 9: The total trip cost of private mode users

Most trips using the bus have distance over 10 km while for private modes 50% of the trips is under 10km.

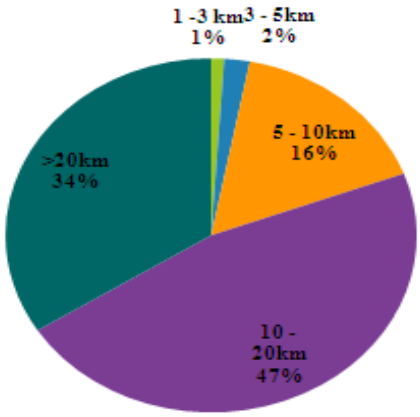


Figure 10: The trip length of bus user

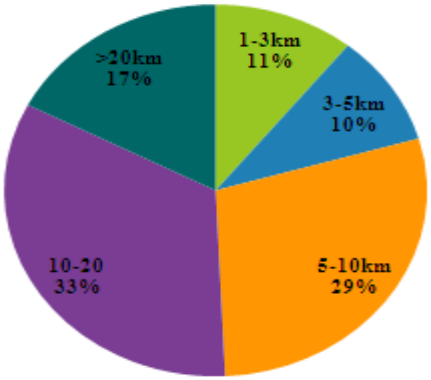


Figure 11: The trip length of private mode users

69% bus user spends more than 15 minutes for waiting the bus. Only 8% has waiting time under 5 mins.

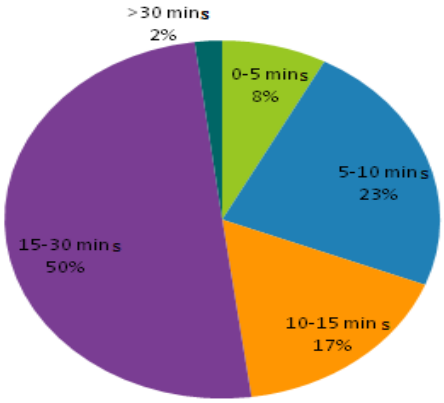


Figure 12: Time spend for waiting the bus

More than a half of bus user answers that they use bus only 0-2 times per week.

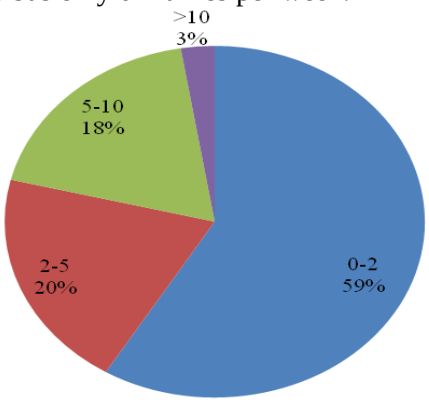


Figure 13: Often of bus trip

User' opinion on the present bus service:

51 % people thinks that the maximum bus fare should be 15,000 VND while 46% of people believes that the maximum ticket price can be 20,000 VND or higher.

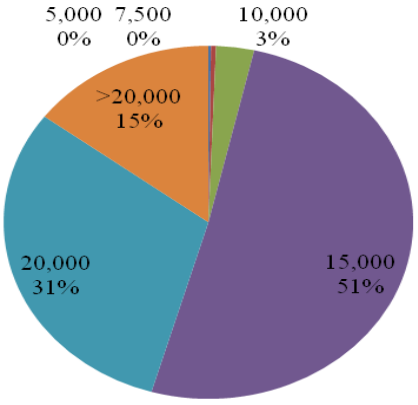


Figure 14: Idea of bus user on maximum bus fare

The users were asked about the most important to improve the bus service, the maximum accepted bus fare, opinion on increasing/reducing of bus fare.

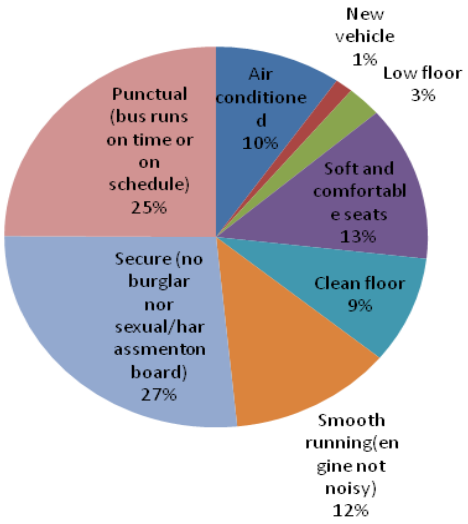


Figure 15: The most important issues to improving bus service

92% people answer that they will change to riding bus if the travel time by bus is same as for shorter than the travel time of their private mode.

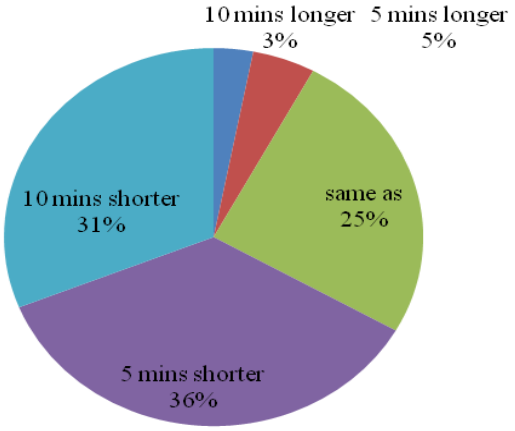


Figure 16: Idea of private mode on shifting to using bus

Travel speed:

Another important expense of bus operative level is travel speed. It reflects the ability to effectively exploit the bus. A survey on travel speed of bus pointed out that the average speeds are almost the same. It is around 15km/h – 20km/h in morning hour, 20km/h – 30km/h in afternoon hour.

The average operation speed of bus routes is not so different between peak-hour/off-peak hour

or departure trip/return trip. The average operation speed of bus routes in Hai Phong city is around 21km/h. The average speed of bus is relatively slow. This is a big effect on waiting time of bus users, punctuality and attraction of bus service.

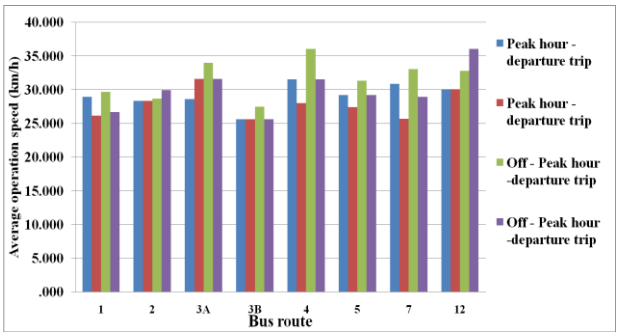


Figure 17: Average operation speed in morning hour and off peak hour

Number of passenger on routes:

An additional survey on counting number of passengers boarding and alighting per bus journey for all bus routes. At the survey period, there are only 10 operated bus routes. The counting was conduct for bus trips of each bus line in two-time durations: 06:00 – 08:00 & 13:30 – 15:30. It pointed out that the bus lines No.1, No.2, No.3A, No.3B and No.5 have around 30 passengers/ bus trip. The lines No.4, No.7 and No.12 have under 20 passengers per bus trip. In average, there is only approximately 20.1 passengers/ bus trip.

A few specific conclusions are:

The number of passengers per bus ride is steadily increasing and also in 2016 it was higher than in previous years.

Main target groups for public transport are pupils and students, workers and farmers and small business/free labor.

51% of the interviewed indicate that the maximum fare should be no more than 15,000 VND.

Safety is certainly a good selling point, but the high price, low quality and limited availability disqualifies the bus as a serious alternative.

At present, bus transport serves less than 2 percent of the transport demand and is therefore practically irrelevant. The fact that the bus network does not cover the entire city plays an important role. People are prepared to walk up to 500m to a bus stop, but not more.

Main issues for improvement are:

Bus fare;

Punctuality (fast and convenient, running on time, on schedule);

Safety and security (no burglary, no sexual harassment);

Smooth running (low noise engine).

4. Solutions for improvement of public transport

4.1. How to improve public transport?

The ability to implement and operate successful public transport networks, often starting with no organized system. International experience provides cities like Hai Phong with ample examples to guide decision making in order to create a successful, high quality, cost effective public transportation network and toward sustainability. The first step is improvement of public transport.

Key instruments for improvement of public transport are:

Supplying a convenient service and eenhancing passenger information:

The passengers often have demand to be picked up from houses to stations and vice versa. Beside of saving cost, passengers feel safety if the picking up is implemented by bus service staffs avoiding to miss the bus. In addition, a high-quality, easily accessible and timely passenger information system is essential for increasing public transport ridership.

Electronic ticketing and fare integration:

The present fare level seems to be a compromise between what is affordable to the public and what is needed for a financially sustainable operation. At the moment, it seems neither fully affordable nor fully sustainable. It should be integrated and ensured rationality. Keeping the fares low for those who need it and raising the fares for those who can afford it.

Subsidy for public transport operation:

Good quality urban transport has a price. In order to keep the fare at an affordable level, bus operation needs to be subsidized, as is the case in most cities in the world.

Development of an integrated network and Bus Rapid Transit system (BRT):

Public transport is already quite developed in many cities of Vietnam as Hanoi, Ho Chi Minh City and hardly developed in Da Nang and Can Tho,

while Hai Phong has a position in between. This pattern coincides with the differences in population density. A high density favors public transport. especially Massive Traffic and BRT. BRT is a serious option for Hai Phong. BRT might be introduced on a number of main transport corridors.

4.2. Supplying a convenient service and enhancing passenger information

Today, ssome corporations in transport sector introduced transport services "door" to "door". This is a useful service which will pick up passenger from their location and taking them to destination, is the reason why passenger selected bus services. To implement this transport services we have to understand the passenger's demand as well as set up travelling schedules and supply the service for each stages. Such service arrangement shall create the good condition for passengers, reduce the waiting time for the ticket purchasing, saving time for travelling [7].

Besides, the safety is the top subject in the transport services in general and in bus service in particular. The safety must be guaranteed for passengers in the whole journey. Passengers have to be taken care, healthy guaranteed during travelling. This travelling time can be estimated from the moment a passenger leaves home to arrive destination, to be insurance immensity for all risks or bad service quality.

In addition, the more passenger information options that are provided, the more accessible public transportation becomes. This is performed as receiving and settling information quickly. By building the system to receive information, transfer and analysis data from Head General corporations to branch enterprises. Receiving passenger's information from the devices mounted in the seats. Data shall be transferred to an analysis center, that will issue decision to improve services quality. This activities are applied for each bus station and all of bus system.

We mention two levels of information with regard to timeliness of information, static passenger information and dynamic passenger information.

Static media provides the passenger with planned service information, such as stations and stops, routes, service numbers, times, trip durations, and fares. Static information systems can be provided direct to the customer, at stations and stops and on vehicles.

Direct to ccustomer: This information is available to allow customers to plan their trip before leaving home.

At Stops and Stations: This information allows customers to find their way once they are already at a station, so that they know where to stand, what bus to get on and where they are going.

On vehicles: This information will allow customers to know the route that they are on, where the bus stops, transfer locations and may also include a system map.

Figure 18: Example of static passenger information system

Dynamic information changes in real-time to update passengers regarding current information based on facts on the ground. This includes service updates, real-time vehicle arrivals, real-location stop announcements and station-to-station or origin to destination directions. Dynamic information systems can be also provided direct to the customer, at stations and stops and on vehicles.

Direct to customer:

Computer information provided over the internet in an interactive format: Trip planners, real-time vehicle arrivals to stations, updated service alerts regarding service changes;

Mobile information, which can be offered in the same manner as computer information on a smart phone or in SMS form.

At Stops and Stations:

Electric signage, which are visual notifications using LED screens;

Public address systems, which are audio announcements;

Information Kiosks, which are centers that provide interactive information.

On vehicles:

Electric signage, which are visual notifications using overhead LED screens;

Public address systems, which are audio announcements;

Dynamic screens are display screens that provide additional information beyond the electric signage.

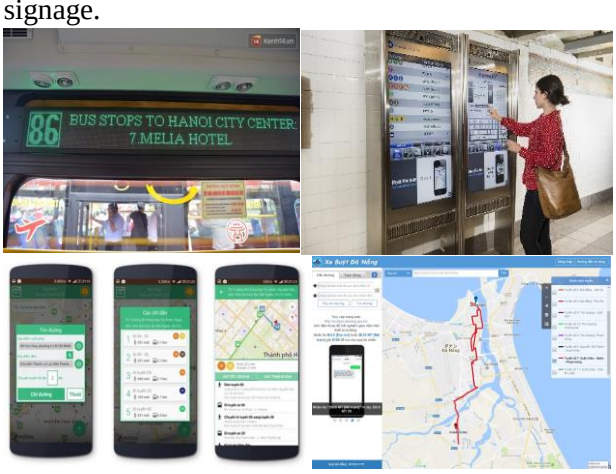


Figure 19: Example of Dynamic passenger information system

4.3. Electronic ticketing and fare integration

Fares should be affordable, attractive and financially sustainable. An integrated network requires integrated fares in which people can change lines without paying double. An advanced fare structure requires an automated fare collection system (AFC).

Improvement of the fare structure should focus on:

Fare integration: paying per journey instead of paying per trip (removing the penalty of changing lines);

Fare differentiation: introducing fare reduction for designated groups who need it.

Fare structure should be built basing on both of frequency of users and passenger's trip length, integrating with incentives for pre-defined and identifiable vulnerable groups (pupils, student, pensioners, disables). And the fare structure should be applicable for all bus operators no matter what they are state-owned or private companies.

We mention an alternative of new fare structure applicable equally over all bus lines as follows:

Single tickets: full fare is 10,000 VND for uniform single ticket and 15,000 VND for 2-trip tickets.

Incentives: 50% reduction of uniform single ticket applicable for students and pensioners

Monthly cards: full fare for 1-line users is 300,000 VND/ month, and 450,000 VND/ month for entire network users.

Moreover, by introducing a full scale integrated-automated and electronic ticketing system, but maintaining the option to pay cash on board at a higher fare, the Haiphong system can be fully integrated with seamless transportation, provide a wider set of fare options and reduce operational costs.

The current system in Haiphong is a trip based fare system where customers pay a flat fare per ride. An AFC system also has the potential to reduce fraud and cut operation costs due to the reduced need for ticketing staff, efficient accounting and data collection.

An basic AFC has several components:

Charging station: Fare media, Media loader, Media reader, Back office systems, Clearing house…

Fare media options: Magnetic stripe card, Smart Card. Open-fare system…

Figure 20: Example of an automated fare collection system

4.4. Subsidy for public transport operation

A subsidy resource is to ensure that public transport operation is affordable to the customers as well as financially sustainable for the operators. Fares and subsidies need to match the operation costs of the service plan that is developed by the transport planners. Operating costs and fare revenues are calculated on the basis of inputs from the transport planning. The gap between costs and revenues need to be bridged by means of subsidy. In case the available subsidy budget is not sufficient, the service plan or fares will have to be adjusted.

Subsidy for public transport activity should be implemented by 2 modes: Direct subsidy (City's budget subsidizes directly the enterprises to offset the differences of expense and revenue of ordering routes) and indirect subsidy (the State supports bus investment by the modes: lending the enterprise

with preferential interest rate; supporting lending interest rate for vehicle investment; exempting land rents for building parking area, workshop of repair and maintenance...).

It is recommended to introduce one, integrated subsidy mechanism for bus operation and fleet that compensates for the gap between fare revenues and the costs of fleet, operation and maintenance. Providing subsidy without any contract should be avoided. Competitive tendering and performance-based contracts are the instruments for making sure that any subsidy is well spent and to increase the quality as well as the efficiency.

Besides as the choice of the fare level and fare structure has consequences for the level of subsidies needed a decision can only be taken later, after establishing the available budget for subsidizing the bus operation.

4.5. Development of an integrated network and Bus Rapid Transit system (BRT)

Development of an integrated network:

The city should introduce a diverse, integrated and balanced public transit system that meets the transportation needs of everyone in the city. Improving the necessary infrastructure and facilities (road network, stops, stations, means) to extend the coverage of the system in the city.

The network should be extended in order to cover the city in such a way that people have a bus stop within 500-meter distance. The plans should present a step-wise extension of the bus network, including bus terminals and interchange points.

Public transport network should be integrated in the urban fabric and offer good connections to main attraction points like schools, universities, hospitals, shopping malls and industrial parks.

Bus Rapid Transit system (BRT):

BRT is an advanced public transport system which is growing in popularity in Asia and worldwide. It is one which utilizes some form of prioritization and specialization in order to increase efficiency and quality of service.

Pilots of Bus Rapid Transit are being developed in Hanoi, Ho Chi Minh city, Binh Duong, Da Nang. And in Hai Phong the introduction of four BRT lines is envisaged in the Adjusted Bus Development Plan (2014).

Comparison of BRT operation with cities abroad (Case in Seoul, Korea):

In Seoul, there are four basic bus service lines: trunk and metro lines efficiently connecting its inner sections and outskirts areas; and branch and circulatory lines running within the city boundaries. With the adoption of bus-only median lanes linking main urban centers to many secondary centers and city outskirts, Seoul buses have become faster and more convenient than cars.

In addition, Seoul city has adopted a semi-public operation system that combines the public interest of government and the operation efficiency of private business. Bus arrival information made available to the public via monitors at bus stops and an smartphone app; and bus-only lanes created to make buses run faster. As a result of these and other improvements, people have started to gradually leave their cars behind and to take buses instead.

Through this system the City also manages bus line and fare adjustments and operations revenues in cooperation with participating bus companies, which contribute to higher transparency in the operation of the bus businesses and thus higher-quality bus service.

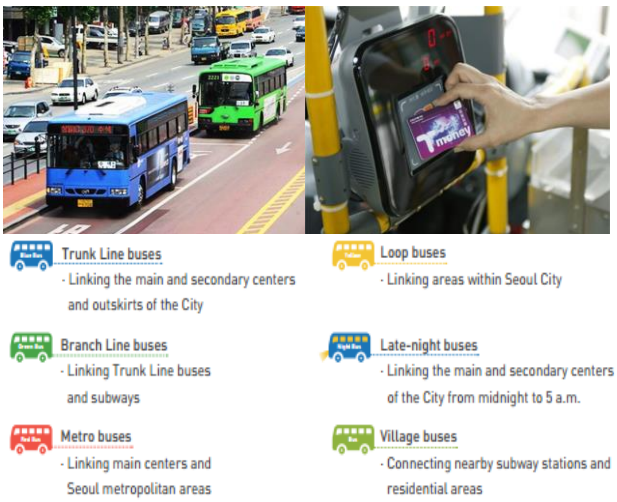


Figure 21: BRT system in Seoul

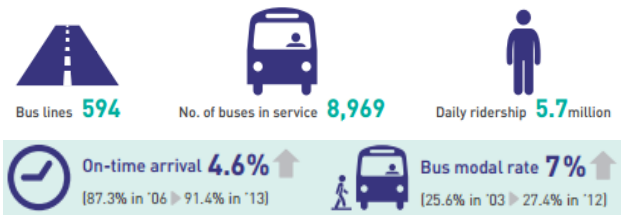


Figure 22: Effective operation of BRT system in Seoul [9]

Hai Phong has a similar population and density to cities who have established successful

BRT networks of different sizes. Next step in Hai Phong would be to find a possible donor and to conduct a pre-feasibility study to determine in detail which system characteristics and infrastructural solutions suit best to the conditions in Hai Phong and which corridor should be developed as the first BRT line.

The cities that implemented large public transport improvements have often been developed from minimal service. An advanced public transport system establishment to be coupled with significant urban improvements, transit integration and future development. And an overhauled system can lead to greater coverage, more efficiency, better service and better overall quality of life for citizens.

5. Conclusions and recommendations

Development of public transportation is an indispensable trend and it must be sustainable and environmentally friendly. Improvement public transportation towards sustainability is not only operators task but also public transport authorities's response. It is a process that takes many years, needs a clear roadmap and should perform step by step.

The necessity of subsidy applies to both public and private operation. Therefore, any subsidy mechanism should apply to both public and private operators. Transit revenues are insufficient to cover the cost of development, operation and maintenance of the transit system. Therefore, it is essential that other sources of funding be sought to support public transportation. On other words, for the public transport in Hai Phong to be successful, subsidy is indispensable.

On the other hand, the city government also should prepare an overall plan of mobilizing extra financing resources like parking fee, advertisement on bus and bus stations that would generate funds for subsidizing public transport. By far the most promising source of revenues are parking fees, applied to parking lots and along the streets in the city centre and levied to cars as well as motorcycles. In many cities, elsewhere in the world paid parking is a sizable source of revenues. Parking fees were also introduced in Hanoi and Ho Chi Minh City. Especially parking fee is as a source of revenues for covering expenses on public transport and the subsidy for bus operation. In addition, parking fees offer a powerful instrument for influencing people's mode choice and discouraging the use of private vehicles.

Besides, to reach the target of bus share 10 -15% in 2020, the city should implement the bus service improvements (increased frequencies, increased speeds through bus priority signals and priority bus lanes), adjust and integrate the fares and charge parking fees on every private vehicle trip in the city centre, especially motorcycle parking. Measures to improve bus speeds and adjust fares will be critical to the success of the bus system and parking regulations shall be revised accordingly.

References

[1] HP-PC (2012). *Hai Phong Public Bus Transport Development Project, stage 2012-2016, vision to 2020.* Final Report. Haiphong Department of Transportation.

[2] HP-DOT (2014). *Master Plan of Hai Phong Public Bus Network Development*. Hai Phong Department of Transport.

[3] HP-DOT (2015). *Haiphong Urban Transport Development Project, Report 1 on Review of the Existing Bus Transport, Forecasts and Desired Lines 2025.* Haiphong Department of Transport.

[4] HP-DOT (2016). *Report on Bus Operation in 2016.* Haiphong Department of Transport.

[5] Nguyen Quang Thanh (2015). *An Efficient Solution to Promote Public Transportation toward Sustainable Development: A Case Study in Haiphong city.* Proceeding of 8th ATRANS Symposium: Young Researcher's Forum 2015.

[6] Nguyen Quang Thanh (2016). *A Marketing Solution to Enhance Service Quality of Public Transportation: A Case Study in Haiphong city.* Proceeding of 9th ATRANS Symposium: Young Researcher's Forum 2016.

[7] Dr. Joon-ho Ko (2017). *Public Transit and TDM in Seoul.* Presentation in Bus Rapid Transit and Transfer System Workshop of CityNET, Seoul-Korea, 4/2017.

[8] Dr. Park Youngwook (2017). *Seoul Bus Operation.* Presentation in Bus Rapid Transit and Transfer System Workshop of CityNET, Seoul-Korea, 4/2017.

[9] Doddy Hendra Wijaya (2009). *Study of service quality in public bus transport: customer complaint danling and service standards design.* Case study TransJakarta bus way and varmlandstrafik AB bus, Karlstads University.

การประเมินโครงการความช่วยเหลือโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในประเทศเพื่อนบ้านของไทยตามหลักเกณฑ์ OECD/DAC

Evaluation Supportive Transportation Infrastructure Projects for Neighboring Countries by Using OECD/DAC Criteria

หมายเลขบทความ: AYRF2017-TH009

ฐิฏิพัศถ์ ทรัพย์สอาด[1], จิตติชัย รุจนกนกนาฏ[2]

Thitiphat Subsaard, Jittichai Rudjanakanoknad

[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทรศัพท์ 094-415-6628
Email: pauleponly@gmail.com

[2] สถาบันขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทรศัพท์ 0-2218-6417
Email: jittichai.R@chula.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการเสนอแนะแนวทางการให้ความช่วยเหลือโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในประเทศพม่า, สปป.ลาว และกัมพูชาที่ประเทศไทยได้สนับสนุน โดยได้ศึกษาข้อมูลหลักเกณฑ์ของโครงการที่ให้ความช่วยเหลือ, ข้อมูลการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ, การพิจารณาการประเมินความช่วยเหลือ, การดำเนินงานและอุปสรรคของการให้ความช่วยเหลือในปัจจุบัน ซึ่งศึกษาจากกรายงานต่างๆและการสัมภาษณ์เชิงลึกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการให้ความช่วยเหลือทั้งหน่วยงานของประเทศไทยและองค์กรความช่วยเหลือระหว่างประเทศ จากนั้นทำการวิเคราะห์และประเมินโครงการโดยการประยุกต์ใช้มาตรฐาน OECD/DAC ซึ่งในการประเมินนี้จะมีความสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) ความสอดคล้อง 2) ประสิทธิภาพ 3) ประสิทธิผล 4) ผลกระทบ 5) ความยั่งยืน ผลการวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์พบว่าปัจจัยที่สำคัญในการสนับสนุนโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งคือผลประโยชน์ของประเทศไทยทั้งรูปแบบการเงินและเศรษฐกิจ ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จและล้มเหลวของโครงการ คือ นโยบายและความเห็นพ้องของรัฐบาลทั้งฝั่งประเทศผู้ที่ให้ความช่วยเหลือและผู้รับความช่วยเหลือ งานวิจัยนี้มีข้อเสนอให้ประเทศไทยเพิ่มการให้ความช่วยเหลือโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งแก่ประเทศเพื่อนบ้านมากขึ้น เพื่อการเชื่อมโยงในระดับภูมิภาคซึ่งจะส่งผลดีต่อประเทศไทยในด้านเศรษฐกิจและความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ

คำสำคัญ: โครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่ง, มาตรฐาน OECD/DAC, นโยบายความช่วยเหลือด้านการคมนาคมขนส่ง

Abstract

This research presents guideline to assist transportation infrastructure projects in Myanmar, Cambodia, and Lao PDR that Thai organizations have involved or partly involved. This research was studied from guideline for the assistance projects critical, priority of assistance project, evaluation of the assistance projects, operation assistance projects and obstacles that occurred and result in present studied from various reports and in-depth interviews with agencies associated assistance in Thailand and international organizations. The projects were reviewed by the OECD / DAC project evaluation method, which consists of five topics: 1) objective correspondence 2) project efficiency 3) project effectiveness 4) impact 5) sustainability. The interview analysis shows that the main contribution to these project initiatives is national benefit on financial and economic. Also, the main factor that determines the success or failure of these projects are policy and consensus of both nations. This research suggests that Thai organizations would greater involve in supporting neighboring countries on Transport infrastructure.

Keywords: Transportation Infrastructure, OECD/DAC Evaluation, Transportation Policy

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการให้ความช่วยเหลือโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในประเทศเพื่อนบ้านโดยเฉพาะโครงการบนโครงข่ายทางหลวงระหว่างประเทศ หรือการสนับสนุนยุทธศาสตร์ประเทศ เช่น เขตเศรษฐกิจพิเศษ, เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกส่งผลให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เพิ่มมากขึ้นและเกิดการเชื่อมโยงทางเศรษฐกิจ โดยที่ผ่านมาได้มีโครงการที่ให้ความช่วยเหลือกับประเทศเพื่อนบ้านเกิดขึ้นหลายโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับ สปป.ลาว, พม่าและกัมพูชา ได้มีโครงการความช่วยเหลือต่างๆเกิดขึ้นทั้งจากการให้ความช่วยเหลือ ทางวิชาการและทางการเงินของรัฐบาลไทย โดยมีหน่วยงานหลักที่ให้ความช่วยเหลือด้านการเงินหรือให้เปล่าแก่ประเทศที่ขอรับความช่วยเหลือ ได้แก่สำนักงานความร่วมมือพัฒนาเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้าน (สพพ.)และสำนักบริหารโครงการ ทางหลวงระหว่างประเทศ กรมทางหลวงทั้งนี้โครงการ ความช่วยเหลือจะมุ่งเน้นไปยังการพัฒนาโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งที่นับเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศและเพิ่มประสิทธิภาพของการเชื่อมโยงระหว่างภูมิภาค

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถนนและสะพานซึ่งในงานวิจัยนี้จะศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลกรณีศึกษา ตัวอย่างโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งใน สปป.ลาว พม่า และกัมพูชา โดยศึกษาความช่วยเหลือจากหน่วยงานของภาครัฐ, องค์กรความช่วยเหลือและกลุ่มประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือที่สำคัญในเอเชีย ซึ่งจะศึกษาข้อมูลพื้นฐานของแต่ละโครงการ เช่น วัตถุประสงค์ของโครงการ, ลักษณะโครงการ

โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทของประเทศไทยที่ให้ความช่วยเหลือโครงการ อาทิเช่น ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการที่ให้ความช่วยเหลือ, การบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ, ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ระหว่างการดำเนินโครงการและความยั่งยืนของโครงการ

จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โครงการโดยอาศัยการประยุกต์ใช้มาตรฐาน OECD/DAC เพื่อวิเคราะห์และประเมินโครงการพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในประเทศเพื่อนบ้านเพื่อให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจระหว่างประเทศที่มีประสิทธิภาพอีกทั้งยังเป็นแนวทางสำหรับการกำหนดหลักเกณฑ์การให้ความช่วยเหลือโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งระหว่างประเทศที่เหมาะสมในอนาคต

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหลักเกณฑ์การให้ความช่วยเหลือโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในประเทศเพื่อนบ้านโดยมุมมองขององค์กรที่ให้ความช่วยเหลือและรัฐบาลต่างประเทศและจัดทำแนวทางการกำหนดนโยบายของไทยเพื่อพิจารณาประเมินโครงการช่วยเหลือโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในประเทศเพื่อนบ้าน

2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการประเมินผลโครงการจากมาตรฐาน OECD/DACซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินผลโครงการที่ถูกกำหนด ขึ้นโดยองค์กรความร่วมมือทางเศรษฐกิจและพัฒนา (Organization for Economic and Cooperation and Development หรือ OECD)โดยคณะกรรมการ ความช่วยเหลือเพื่อการพัฒนา (Development Assistance Committee หรือ DAC) โดยจะมีหัวข้อสำคัญ 5 ประการ ซึ่งสำนักงานความร่วมมือพัฒนาเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้าน ได้นิยามเกณฑ์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้ (สำนักงานความร่วมมือพัฒนาเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้าน, 2554)

1) ความสอดคล้อง (Relevance) เป็นการประเมินความสอดคล้องในด้านวิธีการดำเนินโครงการจนถึงกิจกรรมต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินโครงการกับวัตถุประสงค์, เป้าหมายและนโยบายของโครงการ รวมถึงการประเมินผลลัพธ์ของโครงการว่าสามารถเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายของโครงการหรือไม่

2) ประสิทธิภาพ (Efficiency) การประเมินความสามารถในการจัดสรรทรัพยากรของโครงการ ซึ่งนำมาพิจารณา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความยั่งยืนของโครงการ ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ และค่าใช้จ่ายของโครงการ

3) ประสิทธิผล (Effectiveness) การประเมินความเหมาะสมของปัจจัยที่จะทำให้โครงการช่วยเหลือสามารถบรรลุผลตามแผนการดำเนินงาน หรือวัตถุประสงค์ของโครงการ

4) ผลกระทบ (Impact) เป็นการประเมินผลลัพธ์ของโครงการทั้งผลลัพธ์ทางตรงและทางอ้อม และทั้งเชิงบวกและเชิงลบ ที่ส่งผลต่อเทคโนโลยี, เศรษฐกิจ, สังคม, วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ว่าสามารถเป็นไปตามที่คาดการณ์หรือไม่ และผลกระทบดังกล่าวสามารถสร้างความแตกต่างจากเดิมอย่างไร หรือ ส่งผลกระทบต่อคนอย่างไรบ้าง

5) ความยั่งยืน (Sustainability) เป็นการประเมินการบริหารจัดการโครงการเมื่อโครงการสิ้นสุดไปแล้ว โดยพิจารณาจากการดำเนินโครงการและการบำรุงรักษาโครงการ รวมถึงหน่วยงานที่รับผิดชอบ และปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อความยั่งยืนของโครงการ

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำมาตรฐาน OECD/DAC มาประยุกต์ใช้สำหรับการประเมินโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในแต่ละโครงการ

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitive Research)โดยใช้การเก็บข้อมูลจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการให้ความช่วยเหลือโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งของประเทศไทย,องค์กรความช่วยเหลือระหว่างประเทศและกลุ่ม ประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือที่สำคัญในเอเชียแก่ประเทศ สปป. ลาว, พม่าและกัมพูชารวมถึงการสัมภาษณ์เชิงลึกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและได้สำรวจ

ข้อคิดเห็นของหน่วยงานภาคเอกชนด้านการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศเพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาการประเมินโครงการความช่วยเหลือด้านการคมนาคมขนส่งในการวิเคราะห์ข้อมูลทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์โครงการตัวอย่างโดยใช้การประเมินผลโครงการมาตรฐาน OECD/DAC เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของโครงการ ซึ่งในแต่ละด้านจะมีรายละเอียดดังนี้

ในด้านความสอดคล้องของโครงการจะพิจารณาจากยุทธศาสตร์ความสอดคล้องระหว่างประเทศรวมถึงความสอดคล้องนโยบายหลักในการพัฒนาโครงข่ายการคมนาคมระหว่างประเทศและภูมิภาคเป็นหลัก ได้แก่ยุทธศาสตร์ความร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้าน ความ สอดคล้อง กับ กรอบอนุภูมิภาค (ACMECS, GMS), แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559), ความสามารถในการขยายเศรษฐกิจและการลงทุนรวมถึงความสัมพันธ์อันดีระหว่างประเทศเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงกัน ระหว่างประเทศส่งผลถึงการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการค้าการลงทุน ในภาพรวมของภูมิภาคที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ด้านความมีประสิทธิภาพของโครงการจะเปรียบเทียบระหว่างการดำเนินโครงการกับแผนงานที่วางไว้ โดยจะมองถึงภาพรวมของโครงการว่ามี การดำเนินงานสอดคล้องกับแผนงานหรือไม่ ซึ่งจะมีตัวชี้วัดคือ ความสามารถในการดำเนินงานตามขอบเขตที่กำหนด, ความสามารถในการดำเนินงานตามระยะเวลาที่กำหนด

ด้านความมีประสิทธิผลของโครงการ จะเป็นการพิจารณาการประเมินผลสำเร็จ ในที่นี้คือการขยายเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณโครงการนั้นๆ และพื้นที่ใกล้เคียง ที่คาดการณ์หลังจากที่โครงการเสร็จสิ้นแล้ว โดยส่งผลต่อการค้า และการลงทุนและพิจารณาว่าโครงการสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้หรือไม่

ด้านผลกระทบของโครงการ จะพิจารณาว่าเกิดส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างไรหลังจากการสร้างโครงการเสร็จสิ้นด้านความยั่งยืนของโครงการพิจารณาจาก ความสามารถในการบริหารจัดการโครงการ ว่าสามารถดำเนินการเพื่อให้โครงการดำรงอยู่จนกว่าสิ้นสุดอายุโครงการหรือไม่

4. ผลการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่เกี่ยวข้องการให้ความช่วยเหลือโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งในประเทศเพื่อนบ้าน โดยจะพิจารณาเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มองค์กรการเงิน ระหว่างประเทศ ได้แก่ World Bank, ADB 2) กลุ่มประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือที่สำคัญในเอเชีย ได้แก่ ประเทศจีน, ญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ 3)กลุ่มหน่วยงานที่ให้ความช่วยเหลือของประเทศไทย ได้แก่ สพพ. และกรมทางหลวง และข้อคิดเห็นจากการสัมภาษณ์เชิงลึกภาคเอกชน โดยสอบถามในประเด็นข้อมูลหลักเกณฑ์ของโครงการที่ให้ความช่วยเหลือ, ข้อมูลการจัดลำดับความสำคัญของโครงการที่ให้ความช่วยเหลือ ,การพิจารณาการประเมินความช่วยเหลือโครงการ, การดำเนินงานในการให้ความช่วยเหลือ, ปัญหาและอุปสรรคของการให้ความช่วยเหลือในปัจจุบัน

ในประเด็นข้อมูลหลักเกณฑ์ของโครงการที่ให้ความช่วยเหลือกลุ่มองค์กรการเงินระหว่างประเทศจะเน้นในด้านการเริญเติบโตทางเศรษฐกิจเพื่อลดปัญหาความยากจนของประเทศและเพิ่มคุณภาพชีวิต รวมถึงการพัฒนาที่ยั่งยืนกลุ่มประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือ ที่สำคัญในเอเชียโดยส่วนมากจะให้ความช่วยเหลือในระดับทวิภาคี ซึ่งจะขึ้นกับ GNI/capital ของประเทศที่รับความช่วยเหลือ โดยจะเน้นโครงการที่อยู่ในแผนพัฒนาหลักในการเชื่อมโยงระหว่าง ประเทศ

ส่วนหลักเกณฑ์การให้ความช่วยเหลือโครงการของประเทศไทยจะผลประโยชน์ทั้งด้านการเงินและเศรษฐกิจโดยตรงหรือโดยอ้อมและต้องเป็นโครงการที่เสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีกับประเทศเพื่อนบ้าน โดยจะเน้นโครงการที่เชื่อมโยงในกรอบภูมิภาคอาเซียน

ในส่วนประเด็นข้อมูลการจัดลำดับความสำคัญของโครงการที่ให้ความช่วยเหลือ กลุ่มองค์กรการเงินระหว่างประเทศ จะพิจารณาจากความต้องการของประเทศที่ขอรับความช่วยเหลือ โดยเน้นโครงการในด้านการให้ความช่วยเหลือในด้าน โครงการโครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะโครงการโครงสร้างพื้นฐานที่อยู่บนเครือข่ายของ GMS กลุ่มประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือที่สำคัญในเอเชีย โดยส่วนมากจะพิจารณาลำดับความสำคัญจากโครงการผลประโยชน์ที่ได้ร่วมกันในระดับภูมิภาค

ส่วนประเทศไทยจะลำดับความสำคัญของ โครงการจากการได้รับผลประโยชน์ของประเทศหรือการผ่านมติ ครม. ในประเด็นการพิจารณาการประเมินความช่วยเหลือโครงการในของกลุ่มองค์กรการเงินระหว่างประเทศและกลุ่มประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือที่สำคัญในเอเชียจะมีแนวทางในการพิจารณาเพื่อประเมินความช่วยเหลือของตนเอง ส่วนประเทศไทยจะพิจารณาจากการที่ประเทศไทยได้ รับผลประโยชน์เป็นหลักในประเด็นด้านการดำเนินงานในการให้ ความช่วยเหลือในของกลุ่มองค์กรการเงินระหว่างประเทศและกลุ่ม ประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือที่สำคัญในเอเชีย จะมีการดำเนินการให้ความช่วยเหลือดำเนินตามแนวทางตามมาตรฐาน ของแต่ละองค์กรเป็นหลักและผลประโยชน์ที่ประเทศที่ขอรับความช่วย เหลือจะได้รับในภาพรวมส่วนในด้านแนวทางความช่วยเหลือด้านโครง สร้างพื้นฐานจะพิจารณาจากภาพรวมเศรษฐกิจของประเทศเป็นหลัก และโครงการที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงของภูมิภาค ส่วนประเทศไทยจะดำเนินการให้ความช่วยเหลือตามใบคำร้องของประเทศที่ขอรับความช่วยเหลือและเป็นโครงการที่ประเทศไทยได้รับผลประโยชน์ ในประเด็นปัญหาและอุปสรรคของการให้ความช่วยเหลือในของกลุ่มองค์กรการเงินระหว่างประเทศและกลุ่มประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือที่สำคัญ ในเอเชียจะมีปัญหาในด้านสถานการณ์ทางการเมืองของประเทศและการเปลี่ยนแปลงนโยบาย ส่วนประเทศไทยมีปัญหางบประมาณที่ไม่เพียงพอ

ในด้านข้อคิดเห็นจากการสัมภาษณ์เชิงลึกภาคเอกชน พบว่าประเทศไทยยังไม่จำเป็นที่จะให้ความช่วยเหลือโครงสร้างพื้นฐานด้าน

คมนาคมขนส่งแก่ประเทศเพื่อนบ้านมากเท่าใดนักและรัฐบาลไทยควรจะให้ความสำคัญและแก้ไขปัญหาของประเทศและผู้ประกอบการไทยเป็นลำดับต้น เนื่องจากปัญหางบประมาณที่มีจำกัด หากจะให้ความช่วยเหลือควรจะเป็นโครงการที่เอื้อประโยชน์โดยมากแก่การค้าและขนส่งของไทย และในปัจจุบันนโยบายของรัฐบาลจะเน้นแค่โครงการโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการในการพัฒนาการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ ควรจะมีการเพิ่มด่านชายแดนหรือพิธีการทางศุลกากร อีกทั้งในหลายเส้นทางยังมีปัญหาในด้านกฎหมายทำให้ไม่เกิดความเชื่อมโยงกัน

5. ผลการวิจัย

ในการนำเสนอจะข้อยกตัวอย่างโครงการจำนวน 4 โครงการ จากทั้งหมด 16 โครงการ

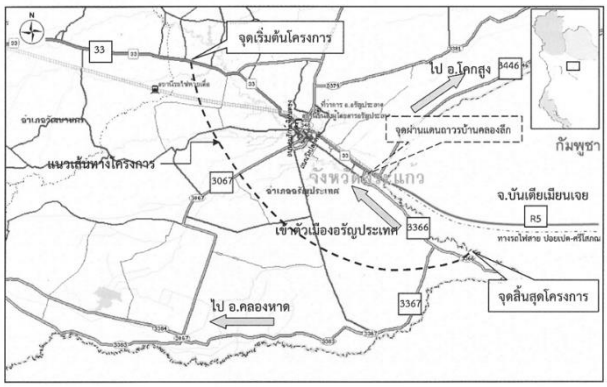
5.1ข้อมูลทั่วไปของโครงการตัวอย่างและสถานะของโครงการในปัจจุบัน

5.1.1โครงการโครงข่ายทางหลวงเชื่อมจุดผ่านแดนที่บ้านหนองเอี่ยม-สตึงบท (กรมทางหลวง, 2558)

ในปัจจุบันการค้าบริเวณชายแดนระหว่างประเทศไทย-กัมพูชา บริเวณจุดผ่านแดนถาวร อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้จุดผ่านแดนดังกล่าวเกิดความ หนาแน่นและไม่มีความสะดวกในการขนส่งสินค้าและคน เนื่องจากมีความหนาแน่นเป็นจำนวนมากส่งผลให้เกิดการติดขัดของการจราจรบริเวณด่านพรมแดนจากรถที่มาขนส่งสินค้า และนักท่องเที่ยวที่มาซื้อสินค้าบริเวณตลาดโรงเกลือ

ดังนั้นทั้งประเทศไทยและประเทศกัมพูชาจึงมีความเห็นร่วมกันว่า ควรจะเปิดจุดผ่านแดนแห่งใหม่ภายใต้เพื่อแยก คนและสินค้าออกจากกัน เพื่อแก้ไขปัญหาความแออัดของจุดผ่านแดน ความสะดวกของรถขนส่งสินค้า และความปลอดภัยของคน โดยการขยายพื้นที่แห่งใหม่บริเวณชายแดน คือ บริเวณ บ.สตึงบท ต.ปอยเปต อ.โอโจรว จ.บันเตียเมียนเจย ในประเทศกัมพูชา เพื่อสนับสนุนศักยภาพจุดผ่านแดนถาวรแห่งใหม่ในการรองรับการส่งออกและการนำเข้าสินค้าระหว่างประเทศและด่านคลองลึกเป็นด่านสำหรับนักท่องเที่ยวและการค้าขายของคนในพื้นที่ โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 3,563.52 ล้านบาทภายใต้ขอบเขตงานโครงการโครงข่ายทางหลวง เชื่อมโยงจุดผ่านแดนที่บ้านหนองเอี่ยน - สตึงบทขยายเส้นทางจราจรเป็น 4 เลนจุดเริ่มต้นโครงการบริเวณทางหลวงหมายเลข 33 ถึง บ.หนองเอี่ยน ต.ท่าข้าม อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว กับพื้นที่ บ.สตึงบท ต.ปอยเปต อ.โอโจรว จ.บันเตียเมียนเจย ประเทศกัมพูชา สำหรับสถานะปัจจุบันคืออยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้างซึ่งจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2561

ในด้านปัญหาที่สำคัญและเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินโครงการคือปัญหาด้านข้อจำกัดของพื้นที่ในการพัฒนาโครงการ เนื่องจากพื้นที่โครงการไม่เพียงพอทำให้ต้องมีการเวนคืนพื้นที่เพื่อพัฒนาโครงการส่งผลให้ประชาชนบางส่วนไม่ยอมรับโครงการและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากพื้นที่โครงการมีทางผ่านใกล้โบราณสถานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมศิลปากรจึงต้องมีการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

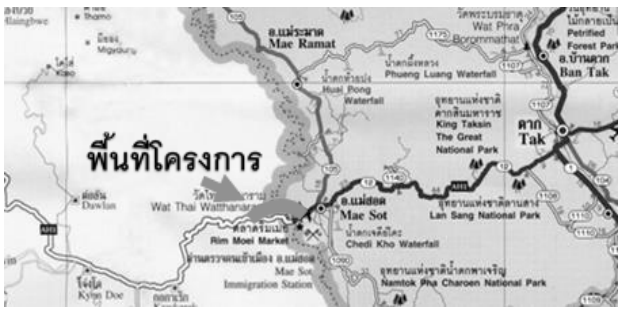


รูปที่ 1 แผนที่ตั้งโครงการ
ที่มา: กรมทางหลวง

5.1.2 โครงการก่อสร้างทางสะพานข้ามแม่น้ำเมยแห่งที่ 2 อ. แม่สอด (กรมทางหลวง, 2558)

เนื่องจากการค้าชายแดนมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการพัฒนาภูมิภาคมากขึ้นทำให้สร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจแก่ประเทศไทยและส่งเสริมความสามารถในการค้าระหว่างไทยและประเทศเพื่อนบ้าน โดยเฉพาะการค้าชายแดนผ่านด่านแม่สอด จังหวัดตากและประเทศพม่าส่งผลให้พื้นที่ชายแดนแม่สอดเป็นพื้นที่ เศรษฐกิจสำคัญที่รัฐบาลให้การสนับสนุนโดยการผลักดันให้เกิดเขตเศรษฐกิจแม่สอด ทำให้มีมติเห็นชอบจากครมในการก่อสร้างสะพานมิตรภาพ ไทย-พม่าแห่งที่ 2 โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 3,670 ล้านบาท ภายใต้ขอบเขตโครงการก่อสร้างทางสะพานข้ามแม่น้ำเมยแห่งที่ 2 อ. แม่สอดสำหรับสถานะปัจจุบันคืออยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2561

ในด้านปัญหาที่สำคัญและเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินโครงการคือปัญหาด้านเขตพรมแดนระหว่างประเทศไทยและพม่าที่ยังไม่มีความแน่นอนและชัดเจนดังนั้นการออกแบบในการวางตำแหน่งสะพานใน เบื้องต้นจะต้องประสานงานอย่างใกล้ชิดกับผู้แทนทั้ง 2 ฝ่ายเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบทั้งในด้านกฎหมายและเทคนิคในอนาคต



รูปที่ 2 แผนที่ตั้งโครงการ
ที่มา: กรมทางหลวง

5.1.3 โครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟเชื่อมต่อระหว่างจังหวัดหนองคาย-ท่านาแล้ง สปป. ลาว (สพพ., 2555)

โครงการรถไฟท่านาแล้งมีความสอดคล้องกับแผนการพัฒนาและปรับปรุงระบบโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งของ สปป.ลาว เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจของ สปป.ลาว ให้มีการเจริญเติบโตและลดความยากจนของประชาชน อีกทั้งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันของประเทศและภูมิภาค โครงการเป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาเส้นทางรถไฟผ่านทวีปเอเชียไปทวีปยุโรปซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพด้านการค้า, การบริการ, การลงทุน และการท่องเที่ยวระหว่างประเทศสมาชิกให้มีความสะดวกในการ คมนาคมขนส่งเพื่อการขยายตัวของเศรษฐกิจระหว่างประเทศ โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 197 ล้านบาทภายใต้ขอบเขตงานก่อสร้าง ทางรถไฟเชื่อมต่อระหว่างจังหวัดหนองคาย–ท่านาแล้ง สปป.ลาว ระยะทางรถไฟ 3.5 กิโลเมตรสำหรับสถานะปัจจุบันคือก่อสร้าง แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2550

ในด้านปัญหาที่สำคัญและเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินโครงการคือปัญหาด้านการเชื่อมต่อจากสถานีท่านาแล้งไปยังเวียงจันทร์ สปป.ลาวที่ยังไม่ได้มีการมีการก่อสร้างเพิ่มเติมทำให้ขาดความต่อเนื่องของการคมนาคมขนส่งระหว่างประเทศไทยและสปป.ลาว ทั้งในด้านสินค้าและคน ซึ่งส่งผลให้ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

รูปที่ 3 แผนที่ตั้งโครงการ
ที่มา: สพพ.

5.1.4 โครงการก่อสร้างถนนจากภูดู่ (อ.บ้านโคก จ.อุตรดิตถ์) ถึง เมืองปากลาย แขวงไชยะบุรี สปป.ลาว (สพพ., 2558)

เนื่องจากรัฐบาลไทยมีนโยบายในการส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่และเศรษฐกิจของเมืองคู่แฝดเพื่อสนับสนุนการยกระดับจุดผ่อนปรนทางการค้าชายแดนให้เป็นจุดผ่านแดนถาวรและจะส่งเสริมการขยายตัวด้านการค้าชายแดน, การลงทุนและการท่องเที่ยวทั้งประเทศไทย และสปป.ลาว อีกทั้งโครงการนี้เป็นโครงการเชื่อมโยงกับโครงการที่ให้ ความช่วยเหลือของ สพพ.ก่อนหน้านี้จึงจะเป็นการเพิ่ม ประสิทธิภาพระบบคมนาคมขนส่งระหว่างภาคเหนือตอนล่าง (จังหวัดอุตรดิตถ์) ของไทยและนครหลวงเวียงจันทน์ของ สปป. ลาว ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 718 ล้านบาท ภายใต้ขอบเขตงานโครงการจะมีการก่อสร้าง ประกอบด้วย งานก่อสร้างอาคารด่านฝั่งลาว และงานก่อสร้างถนนจากภูดู่-เมืองปากลาย มีระยะทางรวมประมาณ 32 กิโลเมตร โดยแบ่งได้เป็น 2 ส่วน 1) เส้นทางหลักของโครงการ มีจุดเริ่มต้นด่านช่องภูดู่ จังหวัดอุตรดิตถ์และมีจุดสิ้นสุดที่บ้านแก่งสาว เมืองปากลาย สปป. ลาว ระยะทางรวม 27.6 กิโลเมตร 2) เส้นทางท้องถิ่นระยะทางรวม 4.3 กิโลเมตร แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ - ช่วงที่ 1 บริเวณบ้านผาแก้ว ระยะทาง 1.8 กิโลเมตร - ช่วงที่ 2 บริเวณบ้านบ่มเลา ระยะทาง 2.5 กิโลเมตร สำหรับสถานะปัจจุบันคือก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2557

ในด้านปัญหาที่สำคัญและเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินโครงการคือปัญหาด้านการนำเข้าวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักรจากประเทศไทยที่ไปใช้ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์โดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งทาง สปป. ลาวเกรงว่าจะมีการลักลอบนำไปจำหน่าย

รูปที่ 4 แผนที่ตั้งโครงการ
ที่มา: สพพ.

5.2 การวิเคราะห์และประเมินผลโครงการตัวอย่าง

จากการศึกษาข้อมูลเชิงลึกของโครงการตัวอย่างโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและการสืบค้นข้อมูลนั้น จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินผลโครงการด้วยเกณฑ์ OECD/DAC ตามหัวข้อในข้างต้น โดยประเมินสถานะโครงการ ณ ปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1โครงการโครงข่ายทางหลวงเชื่อมจุดผ่านแดนที่บ้านหนองเลี่ยม-สตึงบท

สำหรับสถานะปัจจุบันของโครงการอยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้างซึ่งจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการค้าชายแดนประเทศไทยและประเทศกัมพูชาบริเวณตลาดโรงเกลือที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว จนทำให้จุดผ่านแดนดังกล่าวเกิด

ความหนาแน่นและไม่มีความสะดวกต่อผู้ใช้บริการ ซึ่งการเกิดโครงการจะทำให้มีผลประโยชน์ คือ 1) ผลประโยชน์จากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ 2) ผลประโยชน์จากการประหยัดเวลาในการเดินทาง 3) ผลประโยชน์จากการลดมูลค่าความเสียหายจากอุบัติเหตุบนถนน ซึ่งตรงกับความเห็นร่วมระหว่างประเทศไทยและกัมพูชาที่จะสนับสนุนให้เกิดโครงการ

จากข้อมูลโครงการสามารถวิเคราะห์และประเมินผลโครงการตามมาตรฐาน OECD/DAC ได้ดังนี้

1. ความสอดคล้อง

โครงการมีความสอดคล้องกับกรอบความร่วมมือทางเศรษฐกิจในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขงเพื่อสนับสนุนการเชื่อมโยงการคมนาคมขนส่งระหว่างประเทศแนวพื้นที่เศรษฐกิจอื่นๆ จึงถือว่าผ่านในด้านความสอดคล้อง

2. ประสิทธิภาพ

โครงการสามารถดำเนินตามขอบเขตงานที่วางไว้ และสามารถดำเนินตามระยะเวลาที่กำหนด จึงถือว่าผ่านในด้านประสิทธิภาพ

3. ประสิทธิผล

เนื่องจากสถานะปัจจุบันของโครงการคืออยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้างซึ่งจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2561 จึงทำให้ไม่สามารถประเมินประสิทธิผลของโครงการได้

4. ผลกระทบ

ผลกระทบด้านสังคมพบว่าโครงการนี้มีผลทำให้คุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่บริเวณโครงการดีขึ้นและยังส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศกัมพูชาอีกด้วย ในด้านผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโครงการทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น หรือ IEE จึงถือว่าผ่านในด้านผลกระทบ

5. ความยั่งยืน

โครงการมีการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจของโครงการเป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการใช้ทรัพยากรเมื่อเทียบกับผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจที่ได้รับจากโครงการ แต่ไม่มีผลการติดตามความยั่งยืนของโครงการ จึงถือว่าไม่ผ่านในด้านความยั่งยืน

จากการประเมินตามหลักเกณฑ์ OECD/DAC ทั้ง 5 ประการพบว่าโครงการโครงข่ายทางหลวงเชื่อมจุดผ่านแดนที่บ้านหนองเลี่ยม-สตึงบทไม่ผ่านการประเมินในภาพรวมโดยผู้วิจัย

5.2.2 โครงการก่อสร้างทางสะพานข้ามแม่น้ำเมยแห่งที่ 2 อ. แม่สอด

สำหรับสถานะปัจจุบันของโครงการอยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้างซึ่งจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ.2561ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อสนับสนุนการค้าชายแดน ที่มีบทบาทสำคัญในการสนับ สนุนการพัฒนาภูมิภาคส่งผลถึงความมั่นคงทางเศรษฐกิจแก่ประเทศไทย โดยเฉพาะการค้าชายแดนผ่านด่านแม่สอด จังหวัดตากและประเทศพม่าส่งผลให้เป็นพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญที่รัฐบาล ให้การสนับสนุนทำให้มีมติเห็นชอบจากครม.ของไทยและประเทศพม่า ในการก่อสร้างสะพานมิตรภาพไทย-พม่า แห่งที่ 2

จากข้อมูลโครงการสามารถวิเคราะห์และประเมินผลโครงการตามมาตรฐาน OECD/DAC ได้ดังนี้

1. ความสอดคล้อง

โครงการสอดคล้องกับความร่วมมือทางเศรษฐกิจในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง, ยุทธศาสตร์ความร่วมมือทางเศรษฐกิจอิรวดี–เจ้าพระยา–แม่โขง,ความริเริ่มแห่งอ่าวเบงกอลและการสนับสนุนการจัดตั้งเขต เศรษฐกิจพิเศษแม่สอด จึงถือว่าผ่านในด้านความสอดคล้อง

2. ประสิทธิภาพ

โครงการสามารถดำเนินตามขอบเขตงานที่วางไว้ และสามารถดำเนินตามระยะเวลาที่กำหนด จึงถือว่าผ่านในด้านประสิทธิภาพ

3. ประสิทธิผล

เนื่องจากสถานะปัจจุบันของโครงการคืออยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้างซึ่งจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2561 จึงทำให้ไม่สามารถประเมินประสิทธิผลของโครงการได้

4. ผลกระทบ

ผลกระทบด้านสังคมพบว่าโครงการนี้มีผลทำให้คุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่บริเวณโครงการดีขึ้น และยังส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศพม่าอีกด้วย ในด้านผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโครงการได้จัดทำ IEE และ EIA เพื่อรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบของโครงการต่อสิ่งแวดล้อม จึงถือว่าผ่านในด้านผลกระทบ

5. ความยั่งยืน

โครงการมีการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจของโครงการเป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการใช้ทรัพยากร เมื่อเทียบกับผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจที่ได้รับจากโครงการ แต่ไม่มีผลการติดตามความยั่งยืนของโครงการ จึงถือว่าไม่ผ่านในด้านความยั่งยืน

จากการประเมินตามหลักเกณฑ์ OECD/DAC ทั้ง 5 ประการพบว่าโครงการก่อสร้างทางสะพานข้ามแม่น้ำเมยแห่งที่ 2 อ. แม่สอดไม่ผ่านการประเมินในภาพรวมโดยผู้วิจัย

5.2.3โครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟเชื่อมต่อระหว่างจังหวัด หนองคาย-ท่านาแล้ง สปป. ลาว

สถานะปัจจุบันคือก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2550 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศไทยและสปป.ลาว โดย สปป.ลาวเป็นประเทศผู้ผลิตอุตสาหรรรมที่สำคัญรวมถึงแรงงานต่างชาติ ทำให้ประเทศไทยสามารถใช้วัตถุดิบและแรงงานจาก สปป. ลาว ในขณะเดียวกันการเชื่อมโยงโครงข่ายทางรถไฟจะทำให้สปป.ลาว มีทางออกทางทะเลเพื่อกระจายสินค้าไปยังประเทศต่างๆ

จากข้อมูลโครงการสามารถวิเคราะห์และประเมินผลโครงการตามมาตรฐาน OECD/DAC ได้ดังนี้

1. ความสอดคล้อง

โครงการมีความสอดคล้องกับแผนการพัฒนาและปรับปรุงระบบโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งของ สปป.ลาว อีกทั้งยังสอดคล้องกับกรอบความร่วมมือเพื่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจในภูมิภาค (ASEAN, GMS, ACMECS)จึงถือว่าผ่านในด้าน ความสอดคล้อง

2. ประสิทธิภาพ

โครงการสามารถดำเนินตามขอบเขตงานที่วางไว้ แต่ไม่สามารถดำเนินตามระยะเวลาที่กำหนด คือเกิดการล่าช้าของโครงการเนื่องจากภาวะเศรษฐกิจฟองสบู่แตกในภูมิภาคเอเชีย เมื่อ พ.ศ.2540จึงทำให้โครงการเชื่อมต่อเส้นทางรถไฟ สายนี้ต้องชะงักลง จึงถือว่าไม่ผ่านในด้านประสิทธิภาพ

3. ประสิทธิผล

โครงการมีการขนส่งสินค้าขนาดใหญ่หรือจำนวนมากโดยการขนส่งทางรางทำให้เกิดการพัฒนาบริเวณพื้นที่โดยรอบและเพิ่มรายได้แก่ชุมชนแต่ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่คาดการณ์ไว้ในตอนแรกเนื่องจากขาดการเชื่อมต่อจากสถานีท่านาแล้งไปยังเมืองเวียงจันทร์ สปป. ลาว ซึ่งไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ จึงถือว่าไม่ผ่านในด้านประสิทธิผล

4. ผลกระทบ

ผลกระทบด้านสังคมพบว่าโครงการนี้มีผลทำให้คุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่บริเวณโครงการดีขึ้น และยังส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของ สปป. ลาวอีกด้วย ในด้านผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโครงการไม่ได้มีการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม จึงถือว่าไม่ผ่านในด้านผลกระทบ

5. ความยั่งยืน

หลังจากดำเนินการก่อสร้างเสร็จสิ้นจนถึงปัจจุบัน โครงการอยู่ภายใต้การบริหารงานของกระทรวงโยธาธิการและขนส่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบหลัก ซึ่งได้บำรุงรักษาและบริหารโครงการเป็นอย่างดี จึงถือว่าผ่านในด้านความยั่งยืน

จากการประเมินตามหลักเกณฑ์ OECD/DAC ทั้ง 5 ประการ พบว่าโครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟเชื่อมต่อระหว่างจังหวัดหนองคาย-ท่านาแล้ง สปป. ลาว ไม่ผ่านการประเมินในภาพรวมโดยผู้วิจัย

5.2.4 โครงการก่อสร้างถนนจากภูดู่ (อ.บ้านโคก จ.อุตรดิตถ์) ถึง เมืองปากลาย แขวงไชยะบุรี สปป.ลาว

สำหรับสถานะปัจจุบันคือก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่และเศรษฐกิจของเมืองคู่แฝดและส่งเสริมการขยายตัวด้านการค้าชายแดน, การลงทุนและการท่องเที่ยวทั้งประเทศไทยและสปป.ลาว อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพระบบคมนาคมขนส่งระหว่างภาคเหนือ ตอนล่าง (จังหวัดอุตรดิตถ์) ของไทยและนครหลวงเวียงจันทน์ของ สปป. ลาวให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากโครงการเชื่อมโยงกับ โครงการที่ให้ความช่วยเหลือของ สพพ. ในก่อนหน้านี้

จากข้อมูลโครงการสามารถวิเคราะห์และประเมินผลโครงการตามมาตรฐาน OECD/DAC ได้ดังนี้

1. ความสอดคล้อง

โครงการสอดคล้องกับกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 ของ สปป.ลาว ปี พ.ศ. 2554-2558 และสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ 5ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2555-2559 จึงถือว่าผ่านในด้านความสอดคล้อง

2. ประสิทธิภาพ

โครงการสามารถดำเนินตามขอบเขตงานที่วางไว้ และสามารถดำเนินตามระยะเวลาที่กำหนด จึงถือว่าผ่านในด้านประสิทธิภาพ

3. ประสิทธิผล

โครงการทำให้เกิดการสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการขยายตัวด้านการค้าชายแดน, การลงทุนและการท่องเที่ยว ทั้งในฝั่งประเทศไทย และ สปป.ลาว มากขึ้นนอกจากนี้โครงการนี้เป็นเส้นทางที่มีความ ได้เปรียบสามารถช่วยลดระยะทางคมนาคมขนส่งและประหยัดเวลาการเดินทางทำให้ลดต้นทุนด้านโลจิสติส์ และส่งเสริมด้านการท่องเที่ยว โดยเป็นเส้นทางเชื่อมโยงทางวัฒนธรรมระหว่างล้านนาล้านช้าง และแหล่งมรดกโลกสามารถสร้างการจ้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนบริเวณพื้นที่และใกล้เคียงของโครงการ ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้ จึงถือว่าผ่านในด้านประสิทธิผล

4. ผลกระทบ

โครงการมีผลกระทบด้านการโยกย้ายที่อยู่อาศัยของประชากรเพียงเล็กน้อยเท่านั้นแต่เนื่องจากประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณดังกล่าวให้ความร่วมมือในการโยกย้ายที่อยู่อาศัยเป็นอย่างดี จึงไม่มีปัญหาการเวนคืนที่ดินและพบว่าโครงการนี้มีผลทำให้คุณภาพ ชีวิตของประชาชนในพื้นที่บริเวณโครงการดีขึ้น และยังส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศทั้งสอง แต่ในด้านสิ่งแวดล้อมโครงการไม่ได้ทำ EIA จึงถือว่าไม่ผ่านในด้านสิ่งแวดล้อม

5. ความยั่งยืน

หลังจากดำเนินการก่อสร้างเสร็จสิ้นจนถึงปัจจุบัน โครงการอยู่ภายใต้การบริหารงานของกระทรวงการคมนาคมขนส่งใน ประเทศกัมพูชา แต่ สพพ. ไม่ได้ติดตามผลความยั่งยืนของโครงการ จึงถือว่าผ่านในด้านความยั่งยืน

จากการประเมินตามหลักเกณฑ์ OECD/DAC ทั้ง 5 ประการ พบว่าโครงการก่อสร้างถนนจากภูดู่ (อ.บ้านโคก จ.อุตรดิตถ์) ถึง เมืองปากลาย แขวงไชยะบุรี สปป.ลาวไม่ผ่านการประเมิน ในภาพรวมโดยผู้วิจัย

จากการวิเคราะห์และประเมินผลโครงการตัวอย่างโดยผู้วิจัยทั้ง 4 โครงการในด้านต้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1ผลการสรุปการวิเคราะห์และประเมินผลโครงการตัวอย่าง ตามมาตรฐาน OECD/DAC

โครงการ	มาตรฐาน OECD/DAC				
	1	2	3	4	5
โครงการโครงข่ายทางหลวงเชื่อมจุดผ่านแดนที่บ้านหนองเลี่ยม -สตึงบท	ผ่าน	ผ่าน	-	ผ่าน	ไม่ผ่าน
โครงการก่อสร้างทางสะพานข้ามแม่น้ำเมยแห่งที่ 2 อ. แม่สอด	ผ่าน	ผ่าน	-	ผ่าน	ไม่ผ่าน
โครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟเชื่อมต่อระหว่างจังหวัดหนองคาย-ท่านาแล้ง สปป. ลาว	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
โครงการก่อสร้างถนนจากภูดู่ (อ.บ้านโคก จ. อุตรดิตถ์) ถึง เมืองปากลาย แขวงไชยะบุรี สปป.ลาว	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน

* - คือ ยังไม่สามารถระบุได้

**มาตรฐาน OECD/DAC 1 คือ ความสอดคล้อง, มาตรฐาน OECD/DAC 2 คือ ประสิทธิภาพ ,มาตรฐาน OECD/DAC 3 คือ ประสิทธิผล, มาตรฐาน OECD/DAC 4 คือ ผลกระทบ, มาตรฐาน OECD/DAC 5 คือ ความยั่งยืน

6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยที่สำคัญในการสนับสนุนโครงการความช่วยเหลือโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่ง ได้แก่ผลประโยชน์ด้านการเงินและเศรษฐกิจที่ประเทศไทยจะได้รับจาก โครงการ ส่วนปัจจัยสำคัญที่รองลงมาคือด้านความ สัมพันธ์ระหว่างประเทศ ทั้งนี้สังเกตได้ว่าโครงการที่ดำเนินตาม นโยบายของกรมทางหลวงโดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับโครงการ ระหว่างประเทศจะต้องมีการผ่านมติครม.โดยเฉพาะโครงการที่สำคัญต่อประเทศ เช่น โครงการบนโครงข่ายทางหลวงระหว่างประเทศ, เขตเศรษฐกิจพิเศษหรือความต้องการของพื้นที่และภาคเอกชน โดยโครงการส่วนมากของกรมทางหลวงจะเกิดอุปสรรคในด้านความยั่งยืนของโครงการเนื่องจากกรมทางหลวงยังไม่มีหน้าที่ในการรับผิดชอบถึงความยั่งยืนของโครงการ ส่วนโครงการที่ดำเนินตามนโยบายของ สพพ. จะเป็นรูปแบบการให้ความช่วยเหลือที่เน้นการให้ความช่วยเหลือระหว่าง 2 ประเทศโดยส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับโครงการที่ประเทศไทยมีส่วน ได้ผลประโยชน์เป็นหลักโดยเฉพาะการได้ผลประโยชน์ทางด้านการค้า และการลงทุน โครงการส่วนมากของ สพพ.จะเกิดอุปสรรคในด้านผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการเนื่องจากบทบาทของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีมากยิ่งขึ้นทำให้โครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งโดยส่วนใหญ่จะต้องมีการทำรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่ง สพพ. ยังไม่มีการดำเนินการเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก

โดยที่ผ่านมา สพพ.ได้ใช้มาตรฐานสิ่งแวดล้อมของประเทศที่ขอรับ ความช่วยเหลือและยังไม่มีมาตรฐานในด้านการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมของตนเอง จะเห็นได้จากผลการประเมินโครงการตัวอย่างทั้ง 4 โครงการซึ่งโครงการที่ดำเนินการให้ความช่วยเหลือโดยกรมทางหลวง ได้แก่ โครงการโครงข่ายทางหลวงเชื่อมจุดผ่านแดนที่บ้านหนองเลี่ยม-สตึงบทและโครงการก่อสร้างทางสะพานข้ามแม่น้ำเมยแห่งที่ 2 อ. แม่สอดนั้น ผลจากการประเมินโครงการของทั้งสองโครงการคือ ไม่ผ่านการประเมินโดยผู้วิจัยเนื่องจากโครงการไม่ผ่านการประเมินในด้านความยั่งยืนของโครงการในขณะที่โครงการที่ดำเนินการให้ความช่วยเหลือของ สพพ.ได้แก่โครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟเชื่อมต่อระหว่าง จังหวัดหนองคาย-ท่านาแล้ง สปป.ลาวไม่ผ่านการประเมิน โดยผู้วิจัยเนื่องจากโครงการไม่ผ่านการประเมินในด้านความประสิทธิผล, ประสิทธิภาพและผลกระทบของโครงการเนื่องจากโครงการประสบ ปัญหาภาวะเศรษฐกิจฟองสบู่แตกในภูมิภาคเอเชีย เมื่อ พ.ศ.2540 จึงทำให้โครงการเชื่อมต่อเส้นทางรถไฟสายนี้ต้องชะงักลง จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโครงการ รวมถึงในด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการไม่ได้มีการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม จึงถือว่าไม่ผ่านในด้านผลกระทบ และโครงการก่อสร้างถนนจากภูดู่ (อ.บ้านโคก จ.อุตรดิตถ์) ถึง เมืองปากลาย แขวงไชยะบุรี สปป.ลาว ไม่ผ่านการประเมินโดยผู้วิจัยเนื่องจากโครงการไม่ได้มีการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม จึงถือว่าไม่ผ่านในด้านผลกระทบ

จากการวิเคราะห์การประเมินโครงการ พบว่าการให้ความช่วยเหลือโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งโดยหน่วยงานภาครัฐไทยยังไม่ผ่านเกณฑ์ในการวิเคราะห์การประเมินโครงการ โดยหลักเกณฑ์ OECD/DAC เนื่องจากรัฐบาลไทยไม่มีการกำหนดนโยบายการให้ความช่วยเหลือในด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งแก่ประเทศเพื่อนบ้านอย่างเป็นรูปธรรมและความชัดเจนในภาพรวม และขาดการจัดทำแผนของโครงการในระยะกลางและระยะยาว รวมถึงการให้ความช่วยเหลือของหน่วยงานไทยยังเน้นไปที่รายโครงการ ซึ่งโดยมากจะเป็นเป้าหมายในระยะสั้นมากกว่าการเชื่อมโยงในหลายโครงการหรือการมองภาพรวมของการพัฒนาในประเทศที่เป็นเป้าหมายในระยะยาวจึงส่งต่อความยั่งยืนของโครงการที่ให้ความช่วยเหลือ รวมถึงบทบาทของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีมากยิ่งขึ้น

ทำให้โครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งโดยส่วนใหญ่จะต้องมีการทำรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะนโยบายเกี่ยวกับการประเมินโครงการความ ช่วยเหลือโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งแก่ประเทศเพื่อน บ้าน คือ

1) นโยบายการให้ความช่วยเหลือในระยะสั้นและระยะยาว

กำหนดยุทธศาสตร์และนโยบายในระยะสั้นและระยะยาวของการให้ความช่วยเหลือเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของประเทศผู้รับและควรมีการให้ความช่วยเหลือเชิงรุกโดยพิจารณาถึงผลประโยชน์ของประเทศไทยเป็นหลักโดยให้ความช่วยเหลือแก่โครงการที่ขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ความร่วมมือทางด้านเศรษฐกิจและการค้าของประเทศไทย อาทิเช่น ยุทธศาสตร์ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ, ยุทธศาสตร์ของประเทศ (เขตเศรษฐกิจพิเศษ), Eastern Economic Corridorและเน้นการให้ความช่วยเหลือโครงการ ที่ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงของอนุภูมิภาคซึ่งจะส่งผลให้ประเทศไทยเกิด ความเชื่อมโยงทางเศรษฐกิจและสังคมเพื่อให้เกิดการขยายตัวทางการค้า และการลงทุนแก่ประเทศไทยซึ่งจะส่งผลถึงความยั่งยืนของโครงการที่ ให้ความช่วยเหลืออย่างเหมาะสม เนื่องจากโครงการโครงสร้างพื้นฐานในด้านการคมนาคมขนส่งเป็นโครงการในระยะยาว จะส่งผลต่อภาพลักษณ์ของประเทศไทย และควรมีการให้ความรู้ทางวิชาการแก่บุคลากรของประเทศผู้รับ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดูแลรักษาโครงการที่ให้ความช่วยเหลือ รวมถึงการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนเพื่อให้เกิดประโยชน์โดยตรงกับความต้องการของผู้ใช้ประโยชน์ที่แท้จริง

2) นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากที่ผ่านมาการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงสร้างพื้นฐานก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งทรัพยากรธรรมชาติโดยมากได้หายไป หรืออยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรมและเกิดภาวะมลพิษที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน นอกจากนี้ปัญหาความขัดแย้งในการแย่งชิงกันใช้ ทรัพยากรธรรมชาติจะรุนแรงมากขึ้นตามการขยายตัวของประชากรและการพัฒนาในแต่ละประเทศดังนั้นการพัฒนาโครงการโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งจะต้องมุ่งให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมี ประสิทธิภาพตลอดจนมีการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมหรือ เงื่อนไขในการใช้ทรัพยากรระหว่างประเทศทำให้หน่วยงานไทยควรจะ ต้องมีการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยในการพิจารณา ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมทางหลวง (2558). *รายงานขั้นสุดท้าย การศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ วิศวกรรมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการก่อสร้างทางสะพานข้ามแม่น้ำเมยแห่งที่ 2 อ.แม่สอด พร้อมโครงข่าย.*

[2] กรมทางหลวง (2558). *รายงานสรุปผู้บริหาร งานบริการด้านวิศวกรรมการสำรวจและออกแบบรายละเอียดโครงข่ายทางหลวงเชื่อมโยงจุดผ่านแดนที่บ้านหนองเอี่ยน – สตึงบท.*

[3] สำนักงานความร่วมมือพัฒนาเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้าน (2554). *รายงานประจำปี 2554.*

[4] สำนักงานความร่วมมือพัฒนาเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้าน (2555). *รายงานขั้นสุดท้าย โครงการศึกษาผลกระทบ ผลประโยชน์และความคุ้มค่าของโครงการความช่วยเหลือทางการเงินของ สพพ. โครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟเชื่อมต่อระหว่างจังหวัดหนองคาย-ท่านาแล้ง สปป.ลาว.*

[5] สำนักงานความร่วมมือพัฒนาเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อนบ้าน (2558). *รายงานปิดโครงการ โครงการก่อสร้างถนนจากภูดู่ (อ.บ้านโคก จ.อุตรดิตถ์) ถึงเมืองปากลาย แขวงไชยะบุรี สปป.ลาว.*

Impact assessment of a wildlife corridor on a human populated area in Thailand

Paper Identification Number: AYRF2017-011

Win TRIVITAYANURAK[1], Laddawan LEELACHAI[2], Taweesak POYAROT[3], Wichian KONGTONG[4]

[1] Office of Environment and Public Involvement
Department of Highways
Telephone/Fax 0-2354-6777
Email: win.trivitayanurak@gmail.com

[2] SEA Consult Engineering Co., Ltd
Telephone 0-2695-4970-3, Fax 0-2693-3488
Email: laddawun.l@sea-consult.co.th

[3] A21 Consultant Co., Ltd.
Telephone 0-2117-1721 Fax 0-2510-2554
Email: taweesak@a21.consultant.com

[4] Retired Government Official; National Research Council of Thailand (NRCT)
Telephone 08-1573-6914
Email: Wichian_nrct@yahoo.com

Abstract

Conflicts between human usage of roads and wildlife habitat have been gaining attention in the recent decades with growing body of knowledge on the issue. Vehicle-animal collision is the visible and tangible impact to road users. Impacts to wildlife, including road aversion, habitat fragmentation, and in-breeding, leading to reduced ecosystem biodiversity and lower resilience which are less visible but very significant. With pressures on both the socio-economic development side and environmental protection and promotion side, development of new and existing roads need to consider ways to facilitate connectivity and movement of wildlife across the roads. Throughout Thailand, there are numerous potential sites for bridging forests each with differing degree of closeness between forests alongside highways. While some have forest patches adjacent to the highway, like the corridor on National Highway 304 in Prachinburi Province connecting Khao Yai and Thaplan National Parks, others have existing land uses such as agriculture, resident, temples, in the same corridor. This paper presents the study of wildlife corridor on National Highway 317 in Chantaburi Province where the proposed corridor encompasses human use areas including fruit orchards and communities. The approximately 2-kilometer-long corridor would connect the Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary with the Khlong Kruewai Chalearm Phrakiat Wildlife Sanctuary where there are elephant population in both forests. There will be challenges in human coexistence in the corridor for free movement of elephants. With the proposed design for wildlife crossing over and under National Highway 317 along with guide fences lining the boundaries of the wildlife corridor, impacts of the project are assessed and measures are proposed to ensure that existing residents can safely coexist while animals can thrive sustainably.

Keywords:1) Wildlife corridor, 2) elephant, and 3) sustainable highway

1. Introduction

Natural habitat has not been receiving much weight in the context of highway development decision in comparison to economic aspect. Consequently, highway development has created vast spreading network providing linkages between human populated nodes while leaving natural habitats extensively fragmented. The remaining roadless areas are expected to undergo further fragmentation with the length of roads projected to increase by 60% in 2010 to 2050 globally (Ibisch et al., 2016).

While losses from animal-vehicle collision are the visible and tangible impacts to road users, a host of less visible impacts to wildlife include traffic mortality, habitat loss and degradation, pollution, altered microclimate and hydrological conditions, and increased activity in adjacent areas (COST 341). The influences are not localized to the roadside but widespread both in land and in

water (Torres, 2016; Trombulak and Frissell, 2000).

In the recent decades, there have been growing body of knowledge and experiences on the impacts of habitat fragmentation and the consequential loss to ecosystem services, these natural habitats can otherwise provide. We are in the time that lesson learnt and success stories start to accumulate and emerge in several countries, i.e. European countries, USA, Canada, Malaysia (Markle et al., 2017; Jacobson, 2005; Yaap et al., 2016, Beier and Noss, 1998; Gregory et al., 2014).

As for Thailand, after over 10 years of culmination, the first of its kind wildlife corridor project by the Department of Highways is being constructed on the National Highway 304 along the section bordering Khao Yai National Park on the left side and Thap Lan National Park on the right side in the World Heritage Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex. Apart from the wildlife corridor on NH304, there were a small number of wildlife crossing structures implemented on various highways as mitigation measures set forth by environmental impact assessment (EIA) studies. Evidence of their effectiveness or the lack thereof still requires further observations. Stepping away from project-based efforts, there was a country-wide feasibility study on ecological corridors for major forest groups by the Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation (DNP) in 2012. The DNP study laid out potential ecological corridors bridging between and within 288 conservation areas in 19 forest groups.

2. Objectives

The main objectives are two-fold, bridging ecosystems and facilitating free movement for 2 key species, namely, Asian Elephant (*Elephas maximus*) and Tiger (*Panthera tigris*). The ecological corridor study also highlighted Eastern forest group as high priority area by ranking the identified ecological corridors, among which involves the corridor currently separated by NH317. This provides the motivation for the wildlife corridor study on NH317 by the Office of Environment and Public Involvement, Department of Highways under the 2016 fiscal budget. The proposed wildlife corridor over NH317 is interspersed by human populated residents and orchards. The fruit orchards (i.e. durian, banana) experienced elephants more or less every harvest season.

Thus the existing conditions pose socio-economic challenges to the project. This paper presents highlights from the wildlife corridor study by the DOH addressing both the ecological and human use aspects of the wildlife corridor development proposal. Impact assessment and mitigation measures will be presented along with challenges and outlook for future greener highways.

3. Project site

The project site is situated on NH317 which links Sa Kaeo Province to Chantaburi Province in North-South direction. The study examines the section of NH317 between station km. 27+000 and km. 30+250 bordering between Makham District and Pong Namrom District in Chantaburi Province. About 2 kilometers to the east of the NH317 lies the Khlong Kruewai Chalearm Phrakiat Wildlife Sanctuary (Patch 1) and around 500 meters to the west of the NH317 situated the Khlong Kruewai Chalearm Phrakiat Wildlife Sanctuary (Patch 3). Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary is located approx. 4 kilometers away in northwest direction. The premise of this study is to connect these protected areas.
In terms of NH317 presence in the highway network, NH317 connects the lower northeastern region to the eastern region. In the context of the Eastern Economic Community (EEC), NH317 is part of the strategic transportation network supporting the EEC. It should be noted that at the time of the study NH317, including the section of interest, is being widened from 2-lane to 4-lane.

4. Scope and methodology

The wildlife corridor study encompasses 5 major components, namely, 1) ecosystem survey, 2) alternatives study, 3) engineering, 4) environmental impact assessment, and 5) public involvement. Ecosystem survey incorporates existing data, reports, and records review (especially elephant incident records), interviews, and field survey. The survey covers the possible area for the proposed wildlife corridor. Alternative study utilizes the information obtained from the ecosystem survey to propose possible wildlife corridors. Through selection process involving economic, engineering, environmental and social impacts

aspects, the more appropriate solution is determined. Engineering work includes engineering survey, preliminary design of the wildlife corridor structures, related systems design, e.g. drainage, utilities, safety facilities, and cost estimation.

Also traffic management is proposed. Environmental and social impact assessment are considered for all environmental factors following the Guideline for Preparation of Environmental Impact Statement by Office of Environment and Public Involvement, DOH (2010), categorized in four groups, namely, physical resources, biological resources, human use values, and quality of life.

The impact assessment goes through first screening leaving only those environmental resources with possible impacts, then existing condition data collection and detailed impact assessment covering all the project development stages (pre-construction, construction, and operation) are performed. Mitigation measures and action plans are then proposed. The final component is public involvement. Stakeholders are identified and consultations are conducted through series of meetings.

The sequences of consultations are project introduction (public meeting) – discussing alternatives (focus group) – presenting the appropriate design (public meeting) – discussing impacts and draft mitigation measures (focus group) – project summary (public meeting). Public meetings are targeted at all stakeholders to disseminate project information and receive comments from a wide audience. Focus group meetings, on the other hand, are targeted at specific key stakeholders affected by the project which are emphasis on discussions from the affected persons. Public announcements of events and communication channels through project's web site, Facebook, local and major newspaper are among the public relation actions carried out in the project.

5. Wildlife situation

For the wildlife situation of the study area, the spotlight is on elephants. The study compiled elephant location data from various sources. Elephant incidents records provided by the Khlong Kruewai Chalearm Phrakiat Wildlife Sanctuary officers covers the year 2012 - 2016.

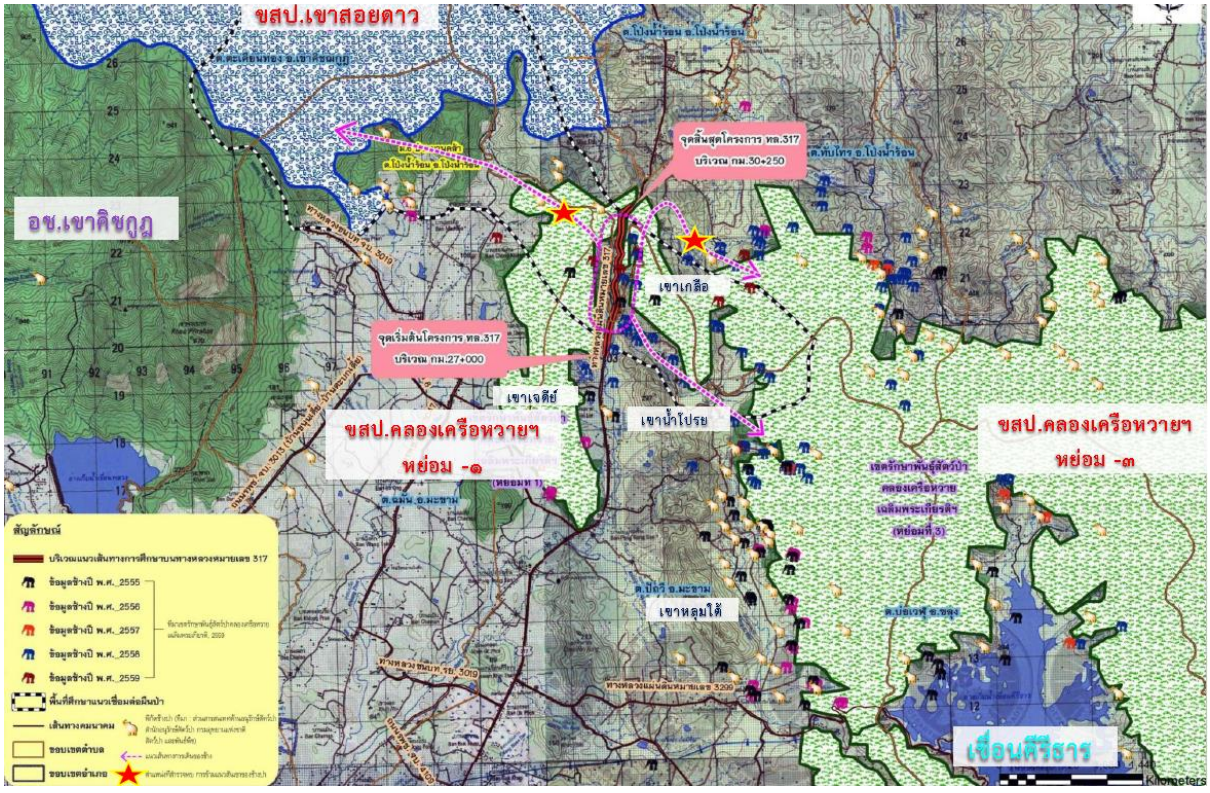


Figure 1 Compilation of elephant location records and analyzed elephant route across the NH317

Note that this is just the incidents of elephant – human conflicts that the officers dealt with outside the Wildlife Sanctuary, not indicative of the number of elephants inhabiting the Wildlife Sanctuary.

Additional elephant siting records were obtained from Wildlife conservation information center, Bureau of Wildlife Conservation, DNP.

Lastly, field survey of elephant footprints, dung, and surrounding flora, especially food source plants, and interviews with local residents provided specific locations where elephants utilized the area nearby and alongside NH317 and where elephants crossed NH317.The appropriate location for the wildlife crossing structures is situated between station km.29+562 and km.30+181 near the Chao Mae Khao Kleu Shrine. The rolling hills area has lush forest areas bordering both sides of the NH317 and has nearby no houses or orchards thus poses no conflict to the locals.

An analysis of elephant siting records along with topographic features, land uses, and streams yielded the elephant route in the study area (Figure 1). The identified elephant route is an important piece of information shaping the wildlife corridor design, specifically the location for wildlife crossing structure.

6. Wildlife corridor design

The decision for location of the wildlife crossing structures across the NH317 was resultant of the alternatives study and public consultation. The site previously proposed by DNP in their 2012 ecological corridor study at Khlong Chai (station km. 27+500), despite evidences of elephant frequently traversing this stream, were avoided for the reason of social impacts to local residents with legal land ownership.

The appropriate location for the wildlife crossing structures is situated between station km.29+562 and km.30+181 near the Chao Mae Khao Kleu Shrine. The rolling hills area has lush forest areas bordering both sides of the NH317 and has nearby no houses or orchards thus poses no conflict to the locals. The fact that there was no elephant crossing records along this road section is because the NH317 geometric design has become an obstacle to elephant crossing.

Hence, the rolling hills feature which was altered in the NH317 right-of-way, namely, high embankment in sag segment and mountain cutting in the crest segment, will be converted back to resemble natural feature prior to NH317.

Figure 2 The design of a viaduct for animal underpass and a shallow tunnel for animal

The proposed wildlife corridor comprises wildlife crossing structures and animal guide fences. The wildlife crossing structures composes 3 continuous sections:

1) a viaduct for wildlife underpass on km.29+562 – km.29+773 (211 meters),

2) a shallow tunnel on km.29+773 – km.29+953 (180 meters), and

3) a viaduct for wildlife underpass on km.29+953 – km.30+181 (280 meters) (Figure 2).

The present embankment and MSE wall along the sag segment will have to be removed followed by flora reintroduction along the wildlife underpass to create natural ecosystems. The design dimension considers elephant scale to ensure proper clearance of the underpass both in terms of height and width between piers. Another important component is the animal guide fences vital to lead the animal to cross NH317 at the introduced underpass/overpass. There will be 4 fences stretching out from the edge of the NH317 where the wildlife crossing structures begin/end toward the wildlife sanctuary areas (Figure 3). These fences encapsulate the wildlife corridor boundary to form a free ranging corridor for elephants along with other wild animals. The decision for the alignment of the fences follow the boundary of the agricultural land reform (sor-por-kor) areas (i.e. the corridor is completely outside the agricultural land reform areas) to avoid socio-economic impacts to those with legal land entitlement. Elephant fence design will be applied for the guide fences.

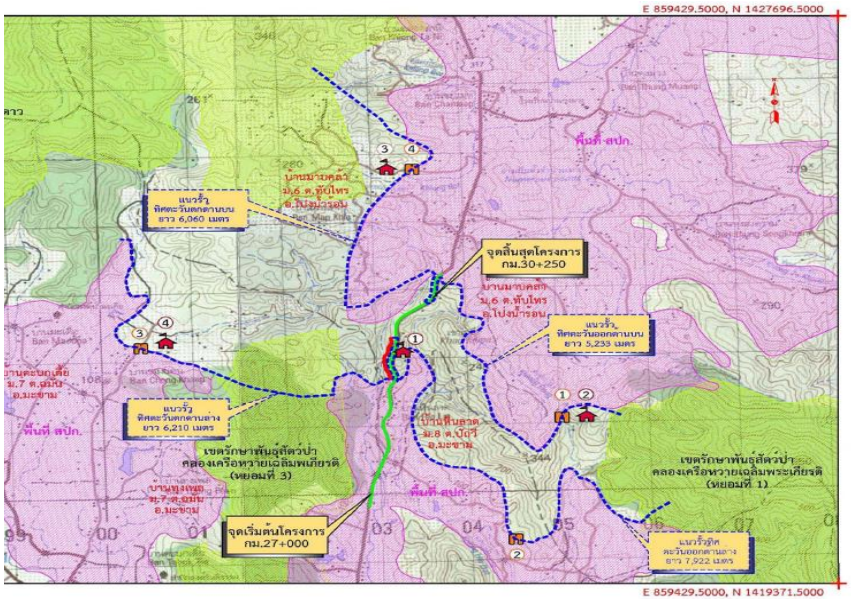


Figure 3 The proposed wildlife corridor comprising the crossing structure on NH317 and guide fences encapsulating the corridor

7. Impact assessment result

Impacts of the proposed project can be categorized by key stakeholder groups. Presented here are the important impacts to those directly affected, namely:

1) people in the proposed wildlife corridor,

2) people outside the wildlife corridor,

3) local DNP staffs and Royal Forest Department (RFD) staff.

While the study by DOH considers the whole range of environmental impact issues in pre-construction/ construction/ operation phases, this paper does not present pre-construction/construction phases issues that are typical of any road construction project. For example, traffic disruption, accidents, dust dispersion, noise, vibration, soil erosion, water pollution. The main impacts to the key stakeholder groups are in the operation phase reflecting the changes to how they live or work in the study area with the development of the proposed wildlife corridor.

The impacts assessment result is presented as follows:

1) Impact to the people in the proposed wildlife corridor

There are 18 households in the propose corridor that will be directly affected because they are in the area designated for free movement of elephants along with other wild animals. Although elephants will most likely pass with same seasonality as present, they will likely experience more frequent incidents,

i.e. fruits/trees eaten or damaged, damage to property, direct encounter, as the elephants are confined in the wildlife corridor.

Therefore, their risk of losses to their properties and lives will likely increase. The risk of losses can range from increased loss of harvest and annoyance to injury or death. The risk perception and tolerance of each individual differs as reflected in the socio-economic survey result. The survey revealed that 60 percent chose to remain in the corridor as they felt they can handle the coexistence of elephants just like before. The other 40 percent expressed concern that they cannot live with elephants and they do not welcome the project. With the guide fences lining the corridor to prevent elephants from wandering off, those people in the corridor are also fenced in. They would have to go through allocated gates. Also since there will be changes to how they go about in and out of the corridor, this added difficulty might alter their social relationship with others outside the corridor. The added complexity to the impacts for this group is that, if in case of relocation, compensation may not be possible. The status of the area is either a wildlife sanctuary area or a forest under the Forest Act B.E.2484. In other words, the residents in the proposed corridor do not have legal ownership to the land. Their rights to claim the land may be an issue that will need investigation.

2) Impact to the people outside the wildlife corridor

For those outside the fences of the wildlife corridor, their risk of losses due to elephants is significantly decreased.

3) Impact to local DNP and RFD staff

Mainly the impacts to the government agency staff, namely, DNP and RFD, are added duties. While the implementation of wildlife corridor is entirely in line with the mission of the DNP, the local staff will be the ones bearing the new workload. The new responsibilities will involve the wild animals and also people in the corridor. Start from the construction phase, these staff may have to assist the construction crew about safe conduct in case of elephant encounter. When the corridor is in operation, there will be new wildlife monitoring work and also poaching prevention. The monitoring system might employ new technologies that they will have to learn. The wildlife corridor will require maintenance of the trees and forage plants for wild animals along with other desirable components for habitat, like salt licks. The study also proposes a monitoring and warning system to alert the people in the corridor in the event of elephants passing through the corridor. The staff will also have to train people how to safely coexist in the corridor with wildlife.

Lastly, in the event of encountering elephants outside the fences of the corridor, these staff will have to guide the elephants into the corridor through designated access gates.

8. Impact mitigation measures

The mitigation measures are presented in correspondence with the impacts categorized by the key stakeholder groups as follows.

1) Mitigation measures for the people in the proposed wildlife corridor
   - Implement elephant monitoring and warning system to monitor elephants' activities as they enter the wildlife corridor so that real-time alerts can be sent out to the residents for appropriate actions.
   - Grow forage plants for wild animals in the wildlife corridor so that elephants will less likely to eat or damage the residents' fruit produces.
   - Setup a fund and compensation mechanism to pay for damages incurred to the residents' properties and harvests by elephants or other wild animals. Funding sources are not limited to governmental budget; they may be sourced via philanthropic or corporate social responsibility (CSR) mechanisms.
   - Provide training for the people in the corridor for appropriate behaviors and actions in the events of wild animal encounter.
   - Relocate residents who opt to move out of the wildlife corridor. The specifics of the assistance will have to be explored for legal compliance and the residents' acceptance.
   - Provide access points to enter/exit the guide fences.

2) Mitigation measures for the people outside the wildlife corridor

For this group, the impact is mainly positive with the reduced risk of losses caused by elephants. However, in the

unlikely event of elephant damaging their properties or harvests, there exists the mechanism for compensation.

3) Mitigation measures for local DNP and RFD staff
For the new responsibilities arise with the project, these local staff shall be equipped to take on these tasks with sufficient budget, manpower, and capabilities. Timely budget allocation, sufficient staff, and technical assistance are the key measures.

9. Challenges and recommendations

The challenges arise from this study is how to deal with the local people living and working in the area of the proposed wildlife corridor. For the concept of providing a corridor for free movement of animals, ideally there should not be human existence in the same confined area. The concept of land stewardship in which human coexists with wildlife has been shown work in cases of smaller fauna, i.e. a case of Iberian lynx in Extremadura, Spain (IBERLINCE, 2014). However, safe and sound coexistence of human and large animals like elephants requires diligent management such as the case documented in Gabon (FAO, 2017).

Also human presence may significantly discourage smaller animals to utilize the area thus more or less hinder the purpose of wildlife corridor for all species. The actions to relocate people in the proposed corridor will be viewed as harsh and unpopular despite the fact that the legal ownership of land in the proposed corridor is questionable at best if not downright non-existential. While the One Map project by the current administration in which the maps managed by all government agencies, i.e. conservation areas, agricultural land reform (sor-por-kor) area, seems to be the promising path to clarify any disputable land ownership issue, the completion time of the One Map project is uncertain.

Thus, the successful implementation of the proposed wildlife corridor rests for the big part on dealing with the current land uses in the proposed corridor. Another challenge is at the heart of the project's goal, to ensure wildlife successfully utilizing the designed corridor. Since a wildlife corridor concept is still new and there has not been experiences in Thailand, there may be difficulties but at the same time opportunities to learn for future wildlife corridor implementation.

One major recommendation from the project for future projects is there should be closer cooperation between the DOH and DNP in the planning stage. The case of NH317 is a clear evidence of the lack of cooperation between the two agencies at the policy level. While the DNP found the importance of wildlife corridor on NH317 to be important in 2012, at the same time the DOH was already in the progress of allocating budget for 4-lane widening of NH317 including the very same section identified as potential corridor. Hence this study came at a time that there was already heightened degree of fragmentation from the road construction. If in the future, DNP is adamant about achieving forests connectivity as suggested by their 2012 ecological corridor study, a shared vision for greener highway network that coexists with natural habitat network must be crafted together by DNP and DOH along with other relevant agencies, i.e. Department of Rural Roads, Royal Forest Department, Department of Agricultural Land Reform, etc.

10. Summary

The Department of Highways conducts a study to develop a wildlife corridor across the NH317 in Chantaburi Province. The wildlife crossing structures feature a shallow road tunnel for wildlife overpass in between two viaducts for wildlife underpasses. The decision for crossing location takes into account engineering, economic, environmental and social impacts. The design decision for the structures is mainly dictated by the topography. Ultimately the outcome will resemble the natural topographic feature in the past as obstructing embankments will be removed and a through cut section will be connected. Apart from the crossing structure, there will be guide fences lining the wildlife corridor to lead them to use the crossing structures and to prevent wild animals from wandering off to nearby properties or onto the highway.

Despite the attempt the avoid impacts to existing people in the area, there are still a number of households situating in the proposed wildlife corridor. Important impacts to the people in the wildlife corridor are increased risk of losses due to elephants and limited and altered access to existing local

roads. Proposed mitigation measures include implementing elephant warning system, growing forage plants for wild animals in the corridor, setting up compensation mechanism and funds, relocating people if needed, and providing access points through the guide fences. For people outside the corridor, their risk of losses due to elephants is greatly reduced.

Another important stakeholder is the local staff of the DNP and RFD who will have new workloads in the wildlife corridor in terms of managing safety for both animals and people and effective utilization of the corridor by wildlife. With the new responsibility, they shall be allocated proper budget, human resources, and the know-how.

Lesson learnt from this project is that while implementing a wildlife corridor on a human populated area can be difficult, it will be an opportunity to test the concept of harmonious coexistence of human and elephants. Another important note for future development is multi-agency cooperation will be needed for greener highway networks that coexists with natural habitat networks.

References

[1] Ibisch , P. L., M. T. Hoffmann, S. Kreft, G. Pe'er, V. Kati, L. Biber-Freudenberger, D. A. DellaSala, M. M. Vale, P. R. Hobson, N. Selva. 2016. **A global map of roadless areas and their conservation status**, *Science* **354** (6318), 1423-1427. [doi: 10.1126/science.aaf7166]

[2] COST European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research, **COST 341 Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure WILDLIFE AND TRAFFIC A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions**, http://www.iene.info/wp-content/uploads/COST341_Handbook.pdf, accessed on 10/07/2017

[3] Torres A., J. A. G. Jaeger, J. C. Alonso. 2016. **Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development**. *PNAS* July 26, 2016 vol. 113 no. 30 8472-8477 [doi: 10.1073/pnas.1522488113]

[4] Trombulak, S. C. and Frissel, C.A.. 2000. **Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities**. *Conservation Biology* Volume 14, Issue 1 February 2000

[5] Markle, C. E., Gillingwater, S., Levick, P. Chow-Fraser. 2017. **The true cost of partial fencing: Evaluating strategies to reduce reptile road mortality**. *Wildlife Society Bulletin*. Volume 41, Issue 2 June 2017; Pages 342–350

[6] Jacobson, S. L.. 2005. **Mitigation Measures for Highway-caused Impacts to Birds.** *USDA Forest Services Gen. Tech. Rep.* PSW-GTR-191.

[7] Yaap B., A Magrach, G. R. Clements, C. J. W. McClure, G. D. Paoli, and W. F. Laurance. 2016. **Large Mammal Use of Linear Remnant Forests in an Industrial Pulpwood Plantation in Sumatra, Indonesia.** *Tropical Conservation Science* October-December 2016: 1–13

[8] Beier, P. and R. F. Noss. 1998. **Do habitat corridors provide connectivity?**. *Conservation Biology*, Vol. 12, No. 6 (Dec., 1998), pp. 1241-1252

[9] Gregory, S. D., M. Ancrenaz, B. W. Brook, B. Goossens, R. Alfred, L. N. Ambu, and D. A Fordham. 2014. **Forecasts of habitat suitability improve habitat corridor efficacy in rapidly changing environments.** *Diversity and Distributions* Volume 20, Issue 9 Pages 1044–1057

[10] Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, *The feasibility study on ecological corridors for major forest groups*, 2012

[11] IBERLINCE, **The Iberian Lynx returns to Extremadura**, 14/06/2014 http://www.iberlince.eu/index.php/eng/pressroom/98-noticias-pagina-principal/469-the-iberian-lynx-returns-to-extremadura#.WWK8Y4iGPIV, accessed on 10/07/2017

[12] FAO. **Indigenous peoples are key to protecting wildlife and rural livelihoods**, 3/3/2017 http://www.fao.org/news/story/en/item/472575/icode/, accessed on 30/7/2017.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE 2017
PROCEEDING OF YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Conceptual Framework for Impact Assessment of Freight Transport Management Measures on Production, Logistics and Traffic

Paper identification Number: AYRF2017-012

Dr. Nguyen Thi Binh

Section of Transport Planning and Management
University of Transport and Communications, VIETNAM
Telephone +84 24 3766 4053, Fax. +84 24 3766 6496
E-mail: ntbinh_utc@yahoo.com; ntbinh1907@gmail.com

Abstract

The concept of freight transport management (FTM) is perceived as an aspect of traffic management that has a significant influence on freight transport. A review of relevant literature gives descriptions of numerous FTM measures and a lot of methods that could be utilized to measure their impacts. However, the research in multi-stage assessment method is considerably scarce as compared to the number of single methods. The objective of this study is to develop a conceptual framework to investigate and assess the impacts of FTM measures on production, logistics and traffic. The proposed method is composed of two main stages. The first stage serves as a pre-selection of measures with a focus on defining and classifying the measures based on qualitative or partly-quantitative methods. The second stage investigates the core effects of selected measures using quantitative methods to carry out detailed analysis. The case study of the Vietnamese rice production and logistics is introduced and will be the application case for the framework developed.

Keywords: Freight transport management, impact assessment

1. Introduction

There are strong interactions among the three sectors of production, logistics and traffic, especially in the context of global supply chains. Decisions made in one sector often have impacts on the others. Freight transport management measures like HGV (Heavy Goods Vehicle) toll in Germany or load factor control in Vietnam are examples. These measures have apparently influenced carriers or logistics service providers deciding on modes and routes. Production and logistics processes are also influenced by these measures as, for example; orders or stocks can be changed to minimize negative impacts on costs. It is a fact that there are lots of methods that could be utilized to measure the impacts of freight transport management (FTM) measures. However, the research in multi-stage assessment method is considerably scarce as compared to the number of single methods. Qualitative methods such as expert consultation or multi-criteria assessment (MCA) permit a quick classification and a first assessment of adopted measures and their impacts, but they do not give a precise analysis of those impacts. Quantitative analysis of the core effects of the measures can, however, overcome some limitations associated with qualitative methods, but data availability and overall efforts are usually limited. Therefore, the incorporation of both qualitative and quantitative approaches in assessing the impacts of the measures can yield more understanding of the impacts of FTM measures on production and logistics.

The objective of this study is to develop a method to investigate and assess the impacts of FTM measures on production, logistics and traffic. In this study, firstly, a review of the overall transport decision-making process in general and the impact assessment methods for FTM measures in particular are discussed to provide a theoretical foundation for this study as a whole. The discussion of pros and cons of existing assessment methods is brought into focus. Subsequently, a multi-stage impact assessment method for FTM measures is developed by which the core effects of the measures can be effectively estimated and captured. The rice sector in Vietnam is chosen as an application case for the developed framework.

2. Literature review

2.1. Transport decision-making

Impact evaluation or assessment is an important tool in the decision-making process. Thus, it is critical to have a clear grasp of the foundation content of the decision-making chain in order to arrive at in-depth understanding of the impact assessment process. Until now, the cycle of "Plan-Do-Check-Act" (PDCA) has been recognized as a dynamic approach to the decision-making process, since this method promotes explorations of a range of innovative possible alternatives to solve problems, and adjust potential solutions in a controlled way before implementation. In the freight transport sector, the decision-making on freight transport management can be represented in detail as a quality loop based on the continuous PDCA cycle as shown in Fig. 1.

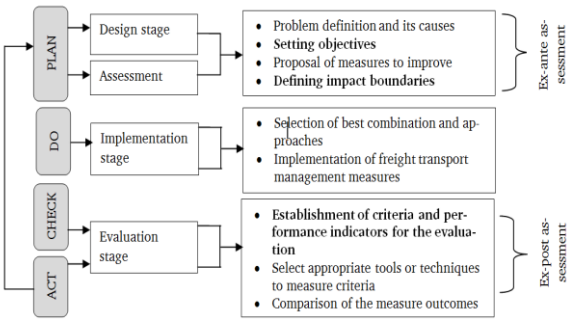


Fig. 1 Decision-making process in freight transport management based on PDCA cycle
Source: Adapted from Taniguchi (2014)

In general terms, impact assessment is the process of exploring the expected and/or unexpected social, economic and environmental impacts of policy intervention. Impact assessment can serve many purposes, such as providing feedback as parts of the monitoring process; assessing the outcomes of a policy intervention; drawing lessons learned for future interventions.

2.2. Impact categories and types

Determination of impact boundaries is a primary component of the objective formulation process. This step can help to outline the content of the objective tree more clearly and establish timelines more easily for better implementation and monitoring. Technical impacts are directly associated with the change in movement of goods as tangible impacts. The specific contents of these impacts could be decreasing/increasing transport time, total tonnage moved by modes, and vehicle speed, for example.

The literature review shows some quantification of the technical impacts of FTM measures (Browne et al., 2005). FTM measures contribute not only to changing traffic and transport dynamics but also impose impacts upon the environment and the society (so called environmental impacts and socio-economic impacts). These impacts can be either positive or negative. The decline in air quality and noise associated with the construction of intermodal freight logistics centre is an example of negative impacts where the implementation of a specific measure may be linked to health problems from increased CO2 emissions due to rising freight traffic volume in and around a centre. On the other hand, however, this centre would be expected to increase the number of jobs in the area, and promote the development of wholesale and retail networks in the region. Fig. 2 briefly demonstrates various aspects of impact possibly occurring as the results of measure implementation within the freight transport system.

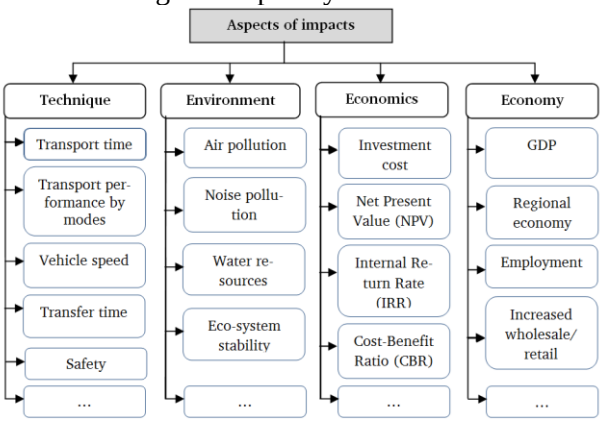


Fig. 2 Aspects of impact caused by FTM
Source: Sinha and Labi (2007)

In carrying out impact assessment work, it is critical to take into consideration not only various aspects of impact but also the dimension of the evaluation or the scope of impacts. By doing so, we can clearly decline scope of the study and identify the appropriate performance criteria to be considered in the evaluation. he possible scope of FTM measure impacts is shown in Fig. 3.

The scope of impacts can be classified into three dimensions: stakeholders affected, geographical aspect, and temporal scope. Stakeholders affected are identified not only from within transport user groups but also include non-transport users. The quality of impact assessment is influenced by the geographical scope of the impacts. As shown in Fig. 3 a range of spatial scopes for the analysis exists, from be small locations such as a point (i.e. intersection) to bigger ones like facility (combination of nodes and segments) and even very

large areas like city, region, country, and globe.

Normally, the degree of impact assessment complexity is aligned with the study area, and a specific geographical scope is typically connected to a specific impact type and stakeholder demographics.

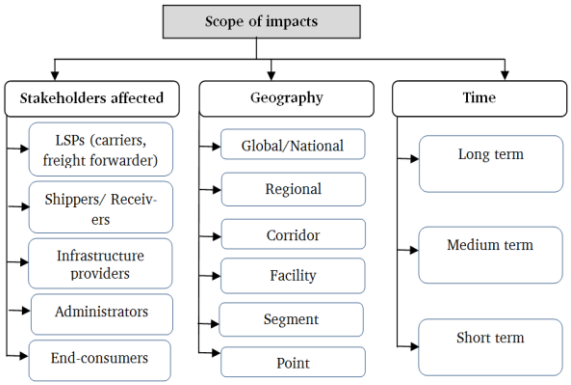


Fig. 3 Scope of FTM measure impacts
Source: Adapted from Sinha and Labi (2007)

2.3. Assessment criteria and performance indicators

Based on the identification of objectives, the criteria and performance indicators for evaluation can be established. The aims of such criteria are to supplement the specified goals and objectives mentioned in the previous section. There are two kinds of criteria: qualitative and quantitative criteria. Both of these can be used to measure physical and visible (measurable) outcomes as well as changes in attitudes and behavior, which are often less tangible and not always easy to count.

In practice, the choice of criteria depends very much on which stakeholders are focused in the impact assessment, and the types of impacts to the assessment team want to better understand and assess. For example, if we want to assess the impacts of a consolidation centre on carriers, the assessment criteria could be the change in the number of vehicle trips, change in the number of vehicle-kilometers, change in the number of vehicle used, change in total fuel consumed, or change in vehicle emissions. Clearly, those criteria are directly associated with carriers and geared toward achieving economic freight transport efficiency.

The literature review has revealed that a multi-criteria system is often employed for transport impact assessment (BESTUFS II, 2006; Browne et al., 2005; Sinha and Labi, 2007). This criteria system allows the evaluation of various alternatives (policy measures, scenarios and technologies for examples) by taking into account different objectives of the stakeholders involved in the decision-making process.

At the early stage of freight transport impact assessment research, Taniguchi and Tamagawa (2005a) examined the methodology of assessing the city logistics measures while taking into account various behaviors of stakeholders involved in freight transport activities. There are five stakeholders considered in their research, including freight carriers, shippers, residents, administrators and urban express operators. From their research, performance indicators for each stakeholder are developed. Since these proposed indicators are mostly based on assumptions that stakeholder's behavior is pre-defined and stakeholder economic attributes (e.g. economic scale, amount of sales) are fixed, they may be meaningfully applied at the micro level to assess the impact of a single freight measure on a specific transport corridor.

To sum up, Table 1 summaries criteria and performance indicators for FTM impact assessment.

Table 1 Summary of criteria and performance indicators for FTM impact assessment

(*) This list of indicators is not exhaustive and each assessment criterion only provides simple examples among the various formulations in literature

Objectives	Criteria category	Performance indicators (*)
Improvement of freight movements	Freight transport performance	▪ The number of ton-km ▪ The number of vehicle trips ▪ Total travel time ▪ Vehicle load factor ▪ Average trip length ▪ Average line-haul speed ▪ Loading/ unloading time ▪ Transfer time between modes ▪ Modal split by ton-km ▪ Temporal shift
	Accessibility	▪ The number of intermodal facilities ▪ Time to access intermodal facilities ▪ Delay of freight vehicle at facility per ton-km ▪ Percentage of whosales, retails and manufacturies within a specified distance from freight facilities
Improvement in economic efficiency and development	Economic efficiency	▪ Revenue per ton-km by mode ▪ Cost per ton-km by mode ▪ Tons transported per hour ▪ Total time of the whole supply chain ▪ Total logistics cost ▪ Reliability ▪ Flexibility
	Economic development	▪ Percent increase of freight facilities used ▪ Direct and indirect jobs created ▪ Increase of business sales ▪ Economic attractiveness of the city and region
Improvement in safety	Safety of goods	▪ Risk of damaged shipments ▪ Risk of lost shipments
	Safety of road-user	▪ The number of accidents caused by freight transport ▪ Cost of accidents caused by freight transport ▪ Percentage of accident frequency ▪ Percentage of severe accidents ▪ Involvement of freight vehicles in accidents
Environmental and resource conservation	Exhaust emissions	▪ Share of freight transport in exhaust emissions ▪ Tons of pollutants generated ▪ Air pollution ▪ Noise pollution
	Resource conservation	▪ Typical fuel consumption by vehicle type ▪ Energy consumption in freight transport ▪ Consumption of non-renewable fuel resources ▪ Water quality ▪ Habitat degradation ▪ Land use ▪ Wetland and ecosystem

2.4. Review of impact assessment methods for FTM measures

From the literature review, many attempts

have been made to develop methods for carrying out effective impact assessment on transport policies or measures. The selection and application of a particular method much depends on the purpose of assessment, the socio-economic context, available budget, available data and other factors. For this study, in order to develop an impact assessment method for FTM measures, it is necessary to identify and examine comprehensive and innovative existing impact assessment methods employed in the freight transport sector.

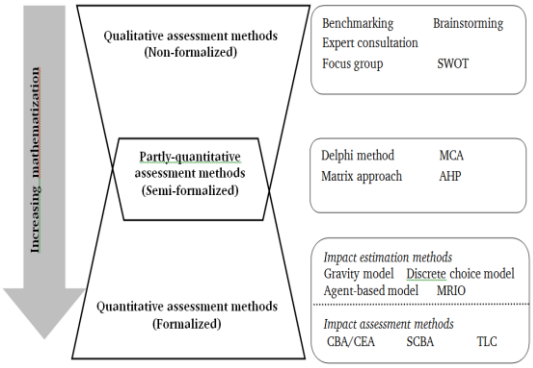


Fig. 4 Categorization of impact assessment methods for FTM measures

Explanations

SWTO	Strengths-Weakness-Opportunities-Threats	**CEA**	Cost-Effectiveness Analysis
AHP	Analytical Hierarchy Process	**SCBA**	Social Cost-Benefit Analysis
MCA	Multi-Criteria Analysis	**TLC**	Total Logistics Cost
CBA	Cost-Benefit Analysis	**MRIO**	Multi-Regional Input-Output

Source: Adapted Fornauf, L (2015)

It is apparent from the literature review that the methods used to assess the impacts of FTM measures are diversified. These methods can be classified by their purpose, their objects, or their scope. Building on the work of Fornauf, L (2015), assessment methods for FTM measures, in this study, are categorized by data generated in the research process. Specifically, they are divided into three groups: qualitative; partly-quantitative, and quantitative methods. The qualitative assessment methods are mostly based on data stated in prose or textual form while quantitative assessment methods tend to use data in the form of numbers. Partly-quantitative assessment has similarities with qualitative methods in regards to data collection but then goes on to provide numerical values or scaling for the qualitative data when conducting the impact assessment.

Within the context of freight transport, qualitative approaches have shown the most advantage in their ability to assess complex issues through relatively simple structures. In particular, most qualitative methods such as brainstorming, expert survey or focus group discussion accommodate extensive involvement of stakeholders in the impact assessment process, which enables a quick highlighting of problems and consideration of a wide range of potential impacts. However, the key disadvantages of qualitative methods lies in the challenges associated with explaining the core effect of measure. In addition to this, most indicators used in the qualitative impact assessment processes are formed at an aggregate level, thus limiting the quality of assessment. Qualitative methods are further prone to higher degrees of subjectively and therefore potentially bias in research results.

Partly-quantitative methods, Delphi method, MCA or AHP as for examples, involve both qualitative and quantitative data analysis. This means that these methods incorporate a combination of subjective judgments and quantitative estimations in the assessment process. Therefore, their first advantage is the potential ability to provide sound reasoning for an impact assessment. Secondly, most of these methods allow for screening of the impacts under considerations with reference to of socio-economic, environmental, safety, and mobility implications in order to provide useful overall comparisons between proposed FTM measures. However, the Delphi, MCA and AHP methods are often more subjective in nature and do not provide sufficient insights into the causality.

A review of the application of quantitative assessment methods has shown that they can actually be performed on different aspects of policy under assessment. Specifically, CBA, CEA, and SCBA deal with the detailed quantitative level of costs and benefits possibly caused by freight transport activities. These methods are especially useful in assessing impacts in terms of economic efficiency, hence can provide transparent results that are easily communicated. The TLC, discrete choice and agent-based models are seen as disaggregate approaches that focus on detailed analysis of stakeholder behaviors. The big advantage of such methods is the ability to model fundamental reactions of stakeholders to policy intervention, which ultimately enables explanation of the causality of impacts. The TLC model focuses on detailed population of commodity flows and allows taking into account mode and route choice for each commodity flow in the impact assessment process. Also, TLC has the ability to explain the most important drivers within a

sector and their interdependencies which determines the behavior of stakeholders. The discrete choice model can be applied to estimate and explain freight modal section based on shipper characteristics. However, while the discrete choice model is a powerful tool in analyzing of discrete alternatives for passenger transport, its application is challenging in the freight transport sector due to the heterogeneity of stakeholders and diversity of alternatives present. Finally, three disaggregate approaches mentioned above demand high volumes of data and large amounts of processing work in order to model all entities at a micro-level. Unlike disaggregate approaches; gravity model and MRIO are especially useful in large-scale impact assessments at s international, national or regional levels. However, they operate based on the assumption of deterministic stakeholder relationship, and this presents a difficulty in explaining policy impact causality.

3. Methodology

The study is based on a large body of literature relating to overall transport decision-making process of FTM measures and their impact assessment methods have been presented and an effort has been made to compare and assess those different approaches. The analysis shows the gaps in existing assessment methods and their practical application. As a consequence, the study develops a multi-stage assessment method by which the core effects of FTM measures can be captured and estimated.

The multi-stage impact assessment method for FTM measures, as in this study, is divided into two stages. The first stage covers the working items of pre-selection of measures. In the second stage, a detailed quantitative assessment is carried out to estimate the core effects of the measures, considering the economic benefit as well as their social and environmental impacts.

The case study of the Vietnamese rice industry is briefly introduced. Surveys and observations are employed to investigate current practices in the chosen example sector (rice production and logistics). In particular, the study conducted practical data collection/survey/discussion with the key units (public and private) involved in production, transportation, processing, storage, consumption and export in the Mekong Delta. To gather survey data, meetings between logistics experts and company managers in key positions were carried out. There were nice largest food companies from VINAFOOD 2, ten big IWT and road companies, and two regional port companies participating in the interview process. The main content of the questionnaire focused on areas including rice procurement, rice distribution, transport modes, transport routes, distance from suppliers to customer; typical frequency, delivery mode or lead time, and logistics cost.

4. Results

4.1. The case study: Vietnamese rice production and logistics

The rice industry in Vietnam is distributed across six basis economic zones - the Red River Delta, the Midland and Northern Mountains, the North Central and Central Coast, the Central Highlands, the Southeast and the Mekong Delta. The contribution of each region to the country‘s total rice production is presented in Fig.5.

The Mekong Delta, as the chart indicates, is the most important region for rice production, contributing over 50% of the total rice volume in Vietnam and 90% of the country‘s rice exports.

The following text will deeply analyse the rice production, logistics and transport in the Mekong Delta.

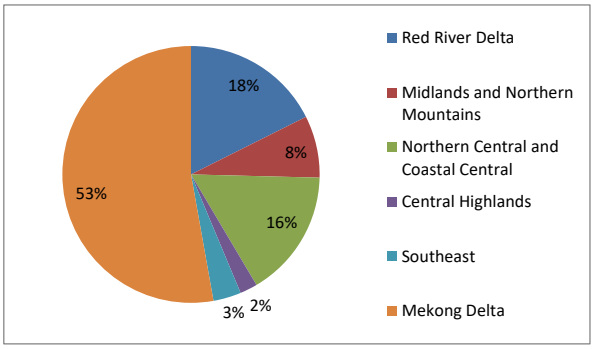


Fig. 5: Rice production by region in Vietnam, 2010
Source: GSO (2011)

Rice supply chain

There are two kinds of rice supply chain in the Mekong Delta, domestic and export rice supply chain. Fig.6 shows the relationship among key stakeholders in the rice supply chain.

After harvesting, farmers sell most of unmilled rice (93.1%) to collectors. In the Mekong Delta, collectors are an indispensable component in the rice supply chain. They often use small boats to

visit the field and collect the paddy. They then resell the paddy to millers (30.3%) for milling or directly to food companies (47.8%). Only 15% of total volume is processed directly by collectors and then transported to wholesalers and retailers for domestic consumption. Once the rice milling and polishing process is finished, rice is either delivered to food/export companies or to domestic wholesalers and/or retailers. Currently, up to 70% of the rice volume produced in the Mekong Delta is for export, with the remaining 30% consumed domestically.

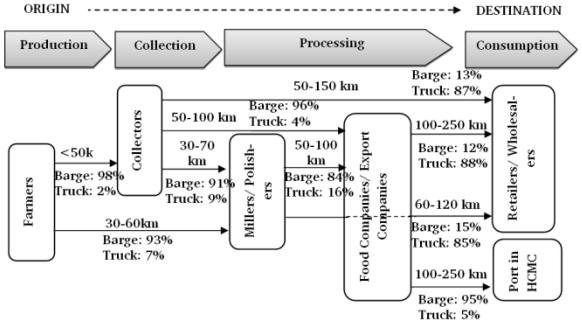


Fig.6: Rice supply chain in the Mekong Delta
Source: Own illustration based on data from Loc (2011) and field survey in the Mekong Delta (2014)

As mentioned above, collectors play a key role in collecting rice in the supply chain. While there are some state-owned companies involved in collecting rice, it is very hard for them to go directly to individual farmers, so collectors have taken up this role. There are thousands of collectors with different sized barges operating at localized levels in the Mekong Delta. They are very flexible in determining price, payment method, and supporting farmers. Furthermore, having a good geographical knowledge, they are well positioned to carrying out the challenging task of travelling to remote and isolated areas to buy paddy from farmers and sell on. Many collectors, however, are not focused on the quality of rice, which can explain the lower quality of Vietnamese compared with Thai rice.

IWT and road are considered main transportation modes in the rice industry. Motorcycles are used mainly for purchasing material inputs such as fertilizers, and pesticides.

It becomes apparent that IWT (95%) is very popular in transporting rice to export ports whereas road (98%) is primarily used to distribute rice for domestic market. Currently, the share of IWT and road transportation in the rice industry is 90% and 10% respectively (MOT, 2014). However, road transport forecasts to increase fairly rapidly when the road infrastructure network in the Mekong Delta is significantly upgraded in the period 2020-2030.

Total Logistics Cost (TLC)

Logistics cost is one of the most important indicators in analyzing the efficiency of the rice supply chain. As stated previously, there are two kinds of the rice supply chain in the Mekong Delta. The biggest difference between the two supply chains is the transport mode used. For the domestic supply chain, trucks are mostly used while barges/other vessels are dominant in the export rice supply chain. Logistics cost for the rice supply chain is divided according to many elements involved in moving rice from farmer to final destination. In particular, the logistics activities include inbound collection transport; loading and unloading; miller, polisher and food company warehousing; packaging, and trucking/barging. Fig.7 and Fig.8 illustrate the logistics cost breakdown for 1 ton of rice delivered at port or wholesale in HCMC.

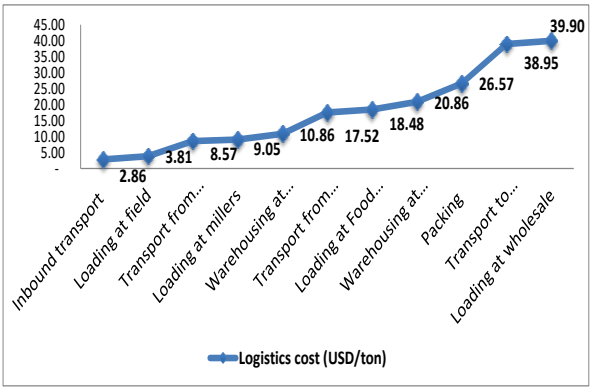


Fig.7 TLC in the domestic rice supply

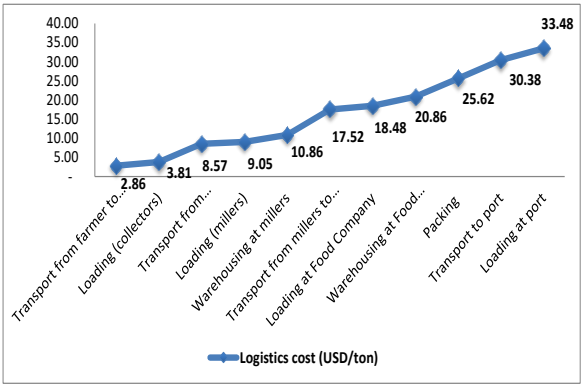


Fig.8 TLC in the export rice supply chain
Source: Binh (2014)

Challenging issues of the rice industry

(1) Increase in road freight transport

It is the fact that within the transport sector of Vietnam, about 92% of the CO2 emissions

originated from road transport and about 5% from waterborne transport (IWT and coastal shipping). Based on Blancas & M. Baher (2014), the emission factor for road and IWT freight transport in Vietnam is estimated as bellow:

Table 2 Estimated emission rates by freight transport modes

CO_2 Emission Factors	2010	2030
Truck (gCO_2/ton. km)	110	80
IWT (gCO_2/ton. km)	71	50

Source: Blancas & M. Baher (2014)

Apparently, the heavy dependence on road transportation will lead to an increase of GHG emissions as road freight transport generally generates much higher CO2 emission rate than IWT. Besides, fuel consumption is significantly influenced by the size and age of the vehicles deployed. The larger vehicle or vessel engine, the higher fuel efficiency per unit of service it is. Particularly, on average, barge transport is 4.0 times more fuel efficient than truck transport on ton-km (Blancas & M. Baher, 2014). Furthermore, the road-intensive situation could become a potential danger of the increase of traffic accidents. The statistics on traffic safety of Vietnam has shown that the road traffic is much more dangerous than waterway traffic as total number of road accidents is approximately 65 times higher than IWT accidents.

In short, so much focus on developing the road transport system in Vietnam would lead to the tendency of IWT-to-road modal shift, which has been challenging the sustainable development of the rice industry in particular and Vietnam in general. To solve this problem in the long term, measures to improve performance of waterway sector should be introduced.

(2) High transport and logistics costs

In the rice industry, it seems that minimizing transport cost is prioritized over reduced time-response. The reason is that transport cost makes up the largest proportion in total logistics cost figures, nearly 60% and 43% for the domestic and export rice supply chains, respectively (Binh, 2014). Meanwhile, there is no big difference between the lead-time of two transport modes, road and IWT. In fact, transporting rice from the Mekong Delta to HCMC takes one day and two days by road and IWT, respectively (Binh, 2013). Interestingly, most time is spent on warehousing by food companies or export companies in the Mekong Delta. This can be partly explained by the food storage habits in the Mekong Delta in particular and in Vietnam in general. As rice export orders annually are not stable, export/food companies often keep a portion of their stock in reserve to cope with the volatility of the market.

In fact, to transport rice from the Mekong Delta to HCMC it takes one day and two days by road and IWT, respectively (Binh, 2014). The transport time between the two modes is not so different. However, transport cost is highly critical. Fig.9 shows that transport cost makes up the largest proportion (59.3%) of the total logistics cost.

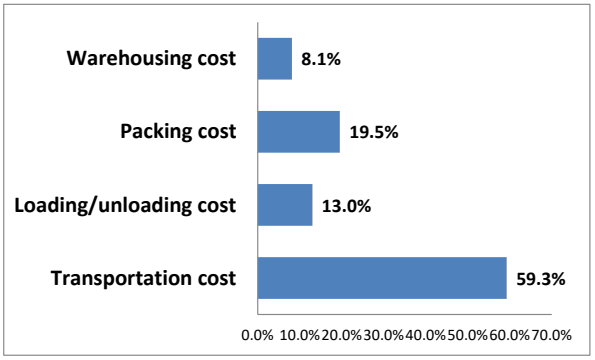


Fig.9 Breakdown of the total rice logistics in Vietnam

This can be explained by the fact that Vietnamese rice supply chain is complicated with many relations. Rice is mostly exported via ports in HCMC, located about 200 km far from the Mekong Delta. Only a small quantity is exported via ports in the region, such as Can Tho and My Thoi port, due to limited shallowness of the Hau river. Therefore, the "last mile" of the rice supply chain has been increased, leading to the rise of transport cost. The case of Thailand is more efficient. Once the rice polishing process has completed, it is conveyed into tug-boat and then transported by large ship for exportation (Wilasinee et al., 2010).

(3) Overloading in long-distance freight transport

Loading factor of the road freight from the Mekong Delta to HCMC is averagely 1.7. Freight companies tend to reduce transport cost to compete with each other by overloading. Monitoring and management system for long distance freight is so weak that it makes the issue more severe. Ministry of Transport of Vietnam has recently strengthened the control of road freight loading factor by Decision No 1526/QD-BGTVT dated 5th June 2013. This scheme also proposed short-term and long-term measures to control road factor for long-distance freight. It

included strengthening state management on road load factor, strict punishment on oversized and overloaded vehicles, restructuring rationally transport modal share of the economy. Initially, this scheme has been bringing some impacts. On the one hand, the transport market is more transparent since the road transport price goes back to its true value, and the deterioration of road infrastructure is better controlled. On the other hand, the regulation may increase the total transportation cost born by the carriers. As a result, the price of goods and services could go up. In the short-term, road traffic volume is forecasted to grow to meet the commodity flows.

In short, the rice industry in the Mekong Delta has been facing various problems related to emission, safety, and energy. This necessitates a better management of freight transport system to address the problems, thus maintaining the role of the rice industry in the future. So far, there have been a total of seven FTM measures applied in the rice industry, including hard measures (e.g. improving National Highway 1A) and soft measures (e.g. load factor control). To address comprehensively the issues facing the industry, a range of complementary measures will be required and a detailed quantitative assessment of these measures should be taken to estimate the traffic, economic, safety and environmental benefits at the sector level and transport network level.

4.2. Developing a multi-stage impact assessment method for FTM measure

A literature review on impact assessment methods enables this study to propose a comprehensive impact assessment method for FTM measures as presented in Fig.10.

As presented in Fig.10, a multi-stage impact assessment method has been developed which systematically integrates various FTM measures and evaluates them at different levels of detail.

The first assessment stage involves two main objectives: defining problems and a list of potential FTM measures to deal with those problems; and weighting and ranking these measures. In fact, **it is of critical importance to determine and sufficiently understand the problems to be solved and list of potential measures**. This is because the quality of subsequent impact assessment stages depends on whether problems are correctly defined or not. Numerous techniques are useful for problem definition at this stage. The most common qualitative techniques are brainstorming, focus groups, and expert consultation. These methods enable highlighting of problems associated with freight transport and of potential FTM measures to deal with these problems. It is of note that most of these techniques involve a wide range of stakeholders in the assessment process, which allows multiple existing aspects and potential freight transport problems to be identified and understood. These techniques also facilitate formal recording via listing of potential measures to solve these problems.

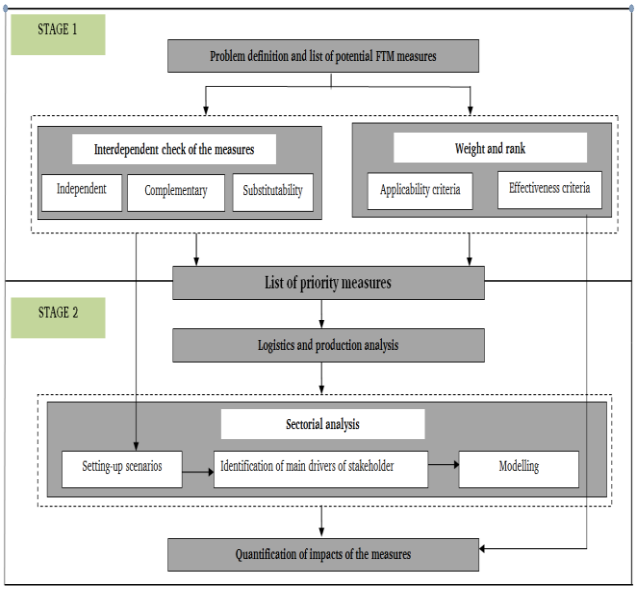


Fig.10 Proposal of a multi-stage impact assessment method for FTM measures

After defining the problems and understanding their reasons, latent effects and amplitude, as well as proposing a list of potential FTM measures, it is necessary to **check the interdependency of proposed measures**. The rational for that is there are existing interdependencies between measures in freight transport, production and logistics. This results in a strong need to assess these interdependencies and design a measure package that will achieve system optimization.

For effectiveness assessment criterion, the relationship between measures is evaluated as the followings:

- *Independent:* the implementation of two measures (M_i and M_j) together yields a similar level of effectiveness as the implementation of each measure individually, as presented in the following formula:

Effectiveness (M_i + M_j) = Effectiveness (M_i) = Effectiveness (M_j)

- *Complementary:* the implementation of two measures (M_i and M_j) together yields a higher level of effectiveness than the sum of effectiveness attained by implementing each measure individually
  Effectiveness (M_i + M_j) ≥ max (Effectiveness (M_i); Effectiveness (M_j)
- *Substitutability:* the implementation of two measures (M_i and M_j) together yields a lower level of effectiveness than the implementation of each measure individually, as presented in the following formula:
  Effectiveness (M_i + M_j) < max (Effectiveness (M_i); Effectiveness (M_j)

After checking the interdependency of measures, a method is established **to weight and rank the importance level of these measures**. A review and analysis of the pros and cons of the assessment methods has revealed that the Delphi, MCA, and AHP methods are powerful tools for fulfilling this objective. These methods allow for screening of the impacts under considerations to determine socio-economic, environmental, safety, and mobility implications, which ultimately allows for an overall comparison between FTM measures. In addition to this, the involvement of multiple stakeholders in the assessment process demonstrates the effectiveness of these methods in terms of generalization of inclusions. There are two hierarchical groups of criteria are employed to weight and rank FTM measures, namely ***Effectiveness*** representing the expected impacts and ***Applicability*** representing the main barriers in implementation of the measures. In fact, as noted previously, FTM measures aim to achieve multiple goals related to mobility, accessibility, safety, economic efficiency and environmental enhancement. Therefore, there is always a trade-off among those objectives advocated for by different stakeholders and interest groups. Within this context, the technique commonly adopted to assign weighting and ranking is via expert survey.

The second assessment stage focuses on detailed quantitative analysis of pre-selected measures based on a comprehensive sector analysis. Because of the multi-dimensional nature of FTM measure impacts, interdisciplinary consideration of production, logistics and freight transport system is necessary to identify the main factor driving changes in stakeholder behavior following policy intervention. Policy application scenarios can then be defined and detailed quantitative impact analysis can take place. A review and discussion on the pros and cons of different assessment methods has shown that the application of disaggregate models is highly necessary to capture and estimate the core effects of an intervention. Consequently, this study proposes methods for possible use in detailed analysis of the impacts of FTM measures including the TLC model, agent-based model, and discrete choice model. These models focus on analysis at a detailed behavioral level and differentiate disaggregate population of commodity flows. In particular, it allows for detailed knowledge of structure (of network or sector), stakeholders involved and their potential behavioral changes by which the core effects of proposed measures can be estimated and explained their causalities explained. Finally, as a result, traffic, safety, economic and environmental benefits can be quantified at both company level and transport network level.

To summarize, through this multi-stage impact assessment method for FTM measures it has been established that it is possible to define and classify the FTM measures and their potential impacts. Significantly, this method can help to capture and estimate the core effects of these measures. The proposed impact assessment method also facilitates involvement of a broad range of stakeholders in different stages of the assessment process, increasing the validity of conclusion. The limitation to this method is the need for the extensive data and the large amount of processing work required in the assessment process.

This study plans to take the Vietnamese rice industry as an example sector for application. Among various methods presented in the proposed multi-stage impact assessment method, it is necessary to define methods most relevant to assessing the impacts of FTM measures in the context of the Vietnamese rice industry. Currently, there is a wide range of different stakeholders involved in the rice industry, namely farmers, collectors, millers, polishers, freight transport operators, food companies, wholesalers, retailers, and individual/household consumers. Furthermore, FTM measures in the rice industry have been recognized as closely related to rice

production and logistics processes. Rice freight transport plays a connective role in several immediate steps that involves in moving rice commodities from farmers to final consumers in Hochiminh city.

Following the review of the assessment methods for FTM measures, MCA is recommended for the first assessment stage of FTM measures in the rice industry since they take into account several stakeholders' interests and a wide range of impacts. Furthermore, it enables to rank and weight various FTM measures, which are already and potentially applied in the rice industry. Significantly, the application of this method can cause less cost than other ones since this study gets strong cooperation from VINAFOOD 2 and Vietnam Food Association in introducing stakeholders joining the expert interview survey. In the second assessment stage, TLC model could be very useful for the detail impact analysis of the measures in the rice industry. This is because TLC model has a strong ability in quantifying the impacts of FTM measures and explaining their causes. In addition, TLC is also one of the most crucial factors for transport mode choice which has been widely seen in the literature. Meanwhile, modal selection has for long seen as the most traditional decision from shippers' perspective in the rice industry. This decision is not only simply influenced by transport cost but also by other cost elements facing the particular shipper such as rice handling and inventory cost. All of them form total logistics cost for using a particular transport mode. Apart from that, available data is also a strong argument to choose TLC model as key method for the detailed analysis of the impacts of FTM measures in the rice industry

The next stage of the study will be data collection which consists of in-depth interview survey with food companies (shippers) and focus group associated with rice distribution in HCMC to understand rice commodity flows as well as mode and route choices of rice transport. The data collect will be analyzed and incorporated in the assessment framework developed in this study.

5. Conclusions

The impact assessment for FTM measures remains a field with a need for comprehensive evaluation methods in order to understand the core effects of measures applied in the industry. The main contribution of this study is to propose the conceptual framework for impact assessment of freight transport management measures through which the core effects of FTM measures can be identified and impact estimated.

The study introduces briefly the existing situation of the Vietnamese rice industry and some challenging issues of the rice freight transport. The analysis will provide the motivation and background for the application of the proposed framework in the next step.

6. Acknowledgment

This research was supported by ATRANS Young Researcher's Forum 2017, grant number AYRF2017-012

References

[1] BESTUFS II (2006) *Quantification of urban freight transport effects*, Report of European Commission.

[2] Binh, N. (2014*) Report of field survey on rice logistics and transport in the Mekong Delta*, Vietnamese-German Transport Research Centre, Vietnamese-German University.

[3] Blancas, L.C. and M. Baher, E.H. (2014) *Facilitating Trade through Competitive, Low-Carbon Transport. The Case for Vietnam's Inland and Coastal Waterways*, Report of the World Bank.

[4] Browne, M., Sweet, M., Woodburn, A. and Allen, J. (2005) *Urban freight consolidation centres*, Report of University of Westminster

[5] Fornauf, L. (2015) *Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Strategien für dadynamische Straßenverkehrsmanagement*, Dissertation at Technischen Universität Darmstadt (Germany

[6] GSO (2011) General Statistics Office, *Ministry of Planning and Investment, Vietnam.*

[7] Loc, V. (2010) Value chain analysis of rice product in the Mekong Delta, *Scientific Journal, Can Tho University, Vol.19a, pp.96-108.*

[8] MOT (2014) *Development strategy on transport service of Vietnam to 2020 and 2030*, Ministry of Transport, Vietnam.

[9] Sinha, K.C. and Labi, S. (2007**).** *Transportation decision-making: Principles of project evaluation and programming*, John Wiley & Sons, Inc.

[10] Taniguchi, E. (2014**).** Concepts of city logistics for sustainable and liveable cities, *Procedia-*

Social and Behavioural Sciences, Vol.151, pp.310-317.

[11] Taniguchi, E. and Tamagawa, D. (2005a) *Evaluating city logistics measures considering the behavior of several stakeholders*, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6, pp.3062-3076.

[12] Wilasinee, S., Imran, A. and Athapol, N. (2010) *Optimization of Rice Supply Chain in Thailand: A Case Study of Two Rice Mills, Sustainability in Food and Water*, Alliance for Global Sustainability Book series, Springer Netherlands, pp.263-280.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE 2017
PROCEEDING OF YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Impact Analysis of Aerial Ropeway Transport System as a Form of Mass Transportation in Baguio City

Paper Identification Number: AYRF20117-015

Alessandra Francesca ESTRELLA [1], Anna Kristina MENDOZA [2], Mel Anthony MENDOZA [3], Kim SANCHEZ [4], Alexis FILLONE [5], Maria Cecilia PARINGIT [6], Nicanor ROXAS [7]

[a,b,c,d,e,f,g] Department of Civil Engineering
De La Salle University, Manila, 1004 Metro Manila, Philippines
Telephone (63-2) 524 4611 to 18
[a] E-mail: alessandrafhe@gmail.com
[b] E-mail: Mendoza.annakp@gmail.com
[c] E-mail: mendozaton@ymail.com
[d] E-mail: kim_sanchez4@yahoo.com
[e] E-mail: alexis.fillone@dlsu.edu.ph
[f] E-mail: maria.cecilia.paringit@dlsu.edu.ph
[g] E-mail: nicanor.roxas@dlsu.edu.ph

Abstract

This study aimed to assess the impact of integrating a new form of mass transportation, which is the Aerial Ropeway Transport (ART) system, into the current transportation network of Baguio City. Currently, there is only limited mass transportation available in Baguio and residents have to take private vehicles or public transportation in the form of jeepneys, metered taxis, or provincial buses. Vehicle congestion is one of the reasons for traffic in Baguio and introducing a new form of mass transportation, that will only require a limited amount of structure footprint, will improve the current situation. The objective of this study was to assess the acceptability of a proposed ART system in Baguio City. Also, this study looked into the current characteristics of transportation in the city, proposed the most appropriate route based on travel demand, and formulated mode choice equations to determine the significant factors affecting the commuters' choice to switch to ART as an alternative mode of transportation. The study included surveys and data analysis in order to completely assess the integration of the system. The proposed ART, which is a unique mode of transportation, will reduce traffic congestion since more residents will prefer to use the ART over any other mode of transportation.

Keywords: aerial ropeway transport system, cable cars, urban mass transportation, mode choice analysis

1. INTRODUCTION

1.1 Background of The Study

Known as the "Summer Capital of the Philippines," Baguio City is a popular destination for tourists. Currently, the Central Business District caters to many local and even international businesses as a result of the flourishing tourism industry. The Department of Tourism aims to maintain the level of competence of Baguio in terms of tourism. However, issues such as rapid population growth and traffic congestion plague the city. Despite several traffic experiments and proposed solutions, officials have not completely addressed the congestion in the area as problems linked to public transportation and lack of wide roads surface. There is a thriving source of jeepneys and private cars in Baguio City and majority of these parked vehicles occupy the road networks, which make it even more congested. In taking one's private vehicle, looking for a parking space could be an inconvenience. Aerial Ropeway Transport System (ART) was first introduced in 1986 but the concept has been applied for over a century already. The system is composed of suspended cabins or gondolas that pass through support towers being pulled by cables in between two stations located in different areas (Swallow, 2013). It is commonly located in mountainous areas, especially ski resorts, to transport visitors and guests into areas with great elevation and distance. Today, these cable cars can be found in places all over the world like Colombia, Singapore and London. The system increases tourism while providing an effective mode of transport to areas that are difficult to reach.

1.2 Problem Statement

The City of Baguio is a profoundly urbanized metropolitan in the Province of Benguet, Northern Luzon. Unlike Metro Manila, the space that can be developed has a terrain, which is mountainous and steep. This renders it suitable for the ART system since the expansion of its road network to reduce traffic is extremely difficult. The traffic in the area is among the worst in the Philippines (Tan, 2007). There is currently limited mass transportation system in Baguio City. Private vehicles or public transportation in the form of jeepneys or metered taxis are the only options for residents and tourists. Despite the congestion on Baguio's roads, private vehicle ownership is still increasing and worsening the existing predicament. There is a pressing demand to address and legitimize the mass transportation options for the city through a profound understanding of the travelling population. This impact analysis of Aerial Ropeway Transport System as a form of mass transportation aims to resolve the prevalent traffic congestion in this area.

1.3 Methods

In order to determine the acceptability of the ART within Baguio City, the researchers adapted two types of surveys - revealed and stated preference. Revealed preference surveys assess the current factors, such as ingress and egress time, cost, comfort, and safety, that affect the mode choice of the commuters. It is followed by the stated preference surveys, which provides 9 cases wherein the trip characteristics that were evaluated in the preceding survey are compared to characteristics of the proposed ART. The data, which will be gathered from the survey, both Revealed Preference (RP) and Stated Preference (SP), will be analyzed through Mode Choice Models and the most appropriate route for the ART will be determined.

1.4 Related Literature

According to the Philippine Statistics Authority (PSA) (2015), the population of Baguio City as of 2015 is around 345,000. The annual increase in the population, however, has brought many issues contributing to the congestion of Baguio ("Lakbay Baguio"). Mark De Guzman (2012) says the city has 345.6 kilometers of inner city and suburban roads, which were not designed to serve the current volume of Baguio's vehicles. With road widening, a larger amount of cars can pass through the streets of Baguio, however, the cost of widening is a large restriction (Thompson, 2010).

An article in Palaubsanon (2015) introduces a new and unique mode of transportation, which is the Aerial Ropeway Transport system. Only a few cities such as Caracas, Venezuela; Constantine, Algeria; Rio de Janeiro, Brazil; La Paz, Bolivia and Medellin, Colombia have fully integrated cable propelled transit into their transportation system (Manzi, 2014). In Medellin, Colombia, marginalized communities have been using the Metro Cable because of its relatively cheap fare (Hidalgo et al. 2015). It is unique in a sense because it caters to residents with low-income (JICA Research Institute, n.d.). When taking a long journey, riding the cable car saves about 33% of the money compared to riding two buses towards the same destination. (Bernet et al. 2014). In Tyrol, Austria, glaciers are common along the route so cable cars are the most suitable mode of transportation for access along mountainous areas (Felline et. al, 2007). According to Manzi (2014), perception plays an important role in the integration of the Aerial Ropeway Transit system as a form of mass transportation since most people view it as an amusement park ride rather than a viable and effective way to reach a destination.

According to Alshalalfah et al (2012), it must be technologically and operationally sound and must have a performance/cost package at least equal to that of an existing mode of transportation in order to be considered a viable transit mode. The term Aerial Ropeways is defined any form of aerial transportation system wherein riders are transported by a cabin that is suspended and hauled by a combination of ropes (Ropeways Transport Ltd., 2016).

2. THEORY/CONCEPTS

2.1 Logistic Regression Analysis

To determine the significant attributes affecting the choice of an individual, the Logistic Regression Analysis was used. It evaluates the relationship between dependent variables and independent variables. The dependent variables are the mode usage (private vehicle, public transportation, ART) while the independent variables are the attributes that influence each mode. A software called NLOGIT was used for the analysis of the data.

2.2 Utility

The utility function for transport mode can be formed from the weighted sum of a set of attributes of choice. The utility of a mode of transport can be expressed as:

$$U_x = \sum a_i X_i \qquad (2)$$

where:

Ux = utility of mode x
Xi = attribute value (time, cost, comfort)
ai = coefficient value for attributes i

2.3 Multinomial Logit Model

The Multinomial Logit Model explains and predicts a traveller's choice between two or more alternatives. It statistically relates the choice made by each person to the attributes of the person and the attributes of the alternatives available to the person. It was used to investigate the tendency of tourists to change their travel behavior in relation to the choice of mode available for their trips.

2.3.1 Probability

The probability of selecting a mode x can be written as:

$$P_x = \frac{\exp(U_x)}{\sum_{i=1}^{n} \exp(U_i)} \qquad (3)$$

where:

Px = probability of x mode
Ux = utility of mode
x = sum of exponential function of utility per mode

3. DATA, RESULTS, AND ANALYSIS

3.1 Preparation of Data

The study on the impact analysis of the Aerial Ropeway Transport System was designed to evaluate the current factors to a commuter's mode choice and determine the acceptability of the ART. The research consulted on data collection methods and survey design of Alcantara, Garrido, Moya, and Pimentel (2015) in their thesis, "Impact Analysis of the Proposed Ferry Service on Commuter to Iloilo City." The previous study in Iloilo presented data that are essential in the evaluation of the mode choices of a commuter. For this reason, the study on the ART adapted two types of surveys - revealed and stated preference surveys.

Revealed preference surveys assess the current factors that affect the mode choice of the commuters. On the other hand, stated preference surveys takes into account the trip characteristics that were evaluated in the latter survey to determine if the commuter is willing to switch to another mode choice. The two survey data allows the assessment of the socio-demographics, trip characteristics and origin destination trips.

The software to be used in the data analysis is NLOGIT, which assess the Multinomial Logit Model. The binary data is programmed in NLOGIT, where complete evaluation is done. The Multinomial Logit Model is used in the data analysis because it estimates the probability of the responses based on the trip characteristics. The result of the model will yield to the evaluation of the factors that affects commuter's acceptability of the ART.

3.2 Descriptive Statistics

The surveys were distributed in different areas in Baguio City, mainly around the perimeter of Burnham Park and Mines View. 535 data samples have been accomplished and encoded in Microsoft Excel in a binary system for easier programming in the NLOGIT.

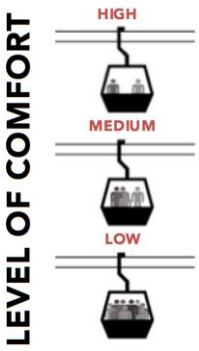
The revealed preference survey data contains basic information on the personal background and the current trip characteristics of the commuter. The basic background information is evaluated as these might affect the mode choice of the commuter. These are encoded in Microsoft Excel for easy and efficient tracking.

From the 535 samples, the gender distribution is even within females and males. A majority of the survey respondents are unemployed and most belong to the lower income class level. This can be associated to the number of students that were surveyed. The two highest trip purposes are work and school, which is expected as these contribute to the commuters' daily trips. In Baguio, the most common mode choice is the jeepney. According to the local government, there are 21,197 public utility vehicles and half of this is comprised of jeepneys (Cabreza 2017). The survey collected strengthens the claim that the jeepney is one of the most commonly used mode of transportation in the area. One of the probable reasons why the jeepney is the most preferred mode of transportation is because it's cheap cost. The survey data on the current travel cost show that usual travel cost ranges from Php 1 to Php 10. This further justifies that the jeepney is the most chosen mode of transportation. In fact, minimum travel fare cost about Php 8.50. In addition to that,

Baguio City's area is significantly smaller as compared to other metro cities, which makes jeepney stops closer to each other. Despite its area, the usual travel times are 1-10 and 21-30 minutes. It is possible that the usual travel time during off-peak hours is 1-10 mins, and latter indicates the travel time during peak hours, where traffic is the most congested. Although jeepneys have designated stations, they tend to pick up passengers at any point along the road. Since the jeepney is the most used mode of transportation, highest access/egress times are 0 and 1-5 minutes as the commuters can alight and disembark at any chosen point

Table 1. ART for each case

Trip Factors	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9
Fare (Php)	10	10	15	15	15	20	20	10	20
Travel Time Reduction(%)	40	30	50	10	40	30	15	50	40
Access/Egress Time (min)	5	15	5	10	15	5	15	10	10
Comfort	Low	Med	Med	Low	High	High	Low	High	Med



Travel Time Reduction Sample			
Assumed Travel Time	Reduced Travel Time		
	30 %	40 %	50 %
10 minutes	7	6	5
20 minutes	14	12	10
30 minutes	21	18	15
40 minutes	28	24	20
50 minutes	35	30	25
60 minutes	42	36	30

Fig. 1 Level of Comfort and Travel Time

Table 1 shows the trip factors and the different cases of the ART System. The travel cost of ART, which are Php 10, 15, and 20, are converted into local currency from the prices of other ART systems abroad. The access and egress time of ART are based on the average access and egress time of the respondents in the pilot survey.

The travel time reduction of ART is a comparison between speeds of existing international gondola installations and the average speed of local public transport during peak hour, which are 22-25 kph and 16 kph respectively. The nine cases for the ART System was made using the Orthogonal Design of the software SPSS. It was made sure that there will be no the same combination in all cases.

3.3 Logit Choice Model

3.3.1 Variable List

The following are the possible variables that will be used in Choice Modelling for both revealed preference and stated preference:

- A_ART - alternative constant for ART
- A_CAR - alternative constant for car
- A_TAXI - alternative constant for taxi
- TCOST - Travel cost/trip of all modes
- ACCTIME - access time of all modes
- TTIME - Travel time of all modes
- EGRTIME - Egress time of all modes
- TIME – Total Travel time of all modes
- COMFOR - Level of comfort for all modes
- COSTIM – Travel cost/total travel time of modes

3.3.2 Revealed Preference Model

The data gathered from the survey were placed in an excel worksheet such that it can be readable to the NLOGIT software. The results are shown in Table 2.

Table 2. Multinomial Logit Model of Revealed Preference

Log Likelihood		-255.772
R^2		0.59155
R^2adj		0.58928
Chi^2		170.371
Variable	**Coefficient**	**p-value**
COSTIM	-0.34271	0
COMFOR	0.914279	0
A_CAR	-0.43582	0.0388
A_TAXI	-1.14617	0

The p-value is used to determine whether a variable is significant or not. Since the confidence level is set to 95%, the p-value should not exceed 0.05 in order for the variable to be statistically significant. In the model, no variable has a p-value greater than 0.05, therefore all variables are significant.

For the mode specific constants of the modes, A_CAR and A_TAXI have a coefficient value of -0.43582 and -1.14617. A negative value means that it has negative impact on a person's choice. One reason could be that respondents could not afford to pay a lot just to travel. According to the survey data, most of the respondents belong to the below P5000 income group, and riding a taxi everyday could put their money to waste. As for car, it has a negative coefficient could be because it is not available to all respondents. Based from the survey results, only 143 out of 535 respondents have car. Another possible reason could be because using a car requires a parking space, which is a problem in Baguio especially in Baguio Central District.

Results show that the coefficient for the COSTIM is -0.34271. it has a negative value because a person would prefer to spend less over a particular distance. As for COMFOR, it obtained a positive value because during the duration of the trip, a person is more likely to choose a mode with high comfortability such as having own private space, air-conditioning, safety and facilities.

Shown below are Equations 4, 5, and 6 that can be used to calculate the probability of the revealed preference.

$$U_{CAR} = -0.3427(COSTIM) + 0.9143\,(COMFOR) - 0.4358 \quad (4)$$

$$U_{TAXI} = -0.3427(COSTIM) + 0.9143(COMFOR) - 1.1466 \quad (5)$$

$$U_{JEEP} = -0.3427(COSTIM) + 0.9143(COMFOR) \quad (6)$$

3.3.3 Stated Preference Model

The data obtained from the stated preference survey was used and the model is shown in Table 3

Table 3. Multinomial Logit Model of Stated Preference

Log Likelihood		-255.772
R^2		0.59155
R^2adj		0.58928
Chi^2		170.371
Variable	**Coefficient**	**p-value**
TCOST	-0.03866	0
ACCTIME	-0.01407	0.0187
TTIME	-0.03078	0
EGRTIME	-0.03386	0
COMFOR	0.413044	0
A_ART	0.353	0
A_CAR	-0.75556	0
A_TAXI	-0.50107	0.0001

Analyzing the Model, the specific constants for the alternatives are 0.355, -0.7558, -0.5017 for ART, car, and taxi respectively. A negative value means that it has negative impact on a person's choice. A reason why car has a negative coefficient could be because it is not available to all respondents. Based from the survey results, only 143 out of 535 respondents have car. Another possible reason could be because using a car requires a parking space, which is a problem in Baguio especially in Baguio Central District. Also, the mode taxi also yielded a negative value, which means that it has a negative impact on travel choice. On the other hand, ART has a positive value which means that

choosing these modes have a positive impact on the choice of mode of a traveller. This could mean that travellers need a reliable public transportation around the city.

The factors that affect a traveller's choice are TCOST, ACCTIME, TTIME, EGRTIME, and COMFOR, which has a value of -0.0386, -0.0144, -0.0306, -0.0338, and 0.4133 respectively. TCOST has a negative value because a person would prefer to travel without spending that much money. Therefore, having to pay a bigger amount of money would cause a negative impact on a traveller's travel choice. Other variables that have negative coefficient are ACCTIME, TTIME, and EGRTIME. This could be because travellers would want to reach their destination as fast as possible. Therefore, it would have a negative impact on a person if a mode will take a longer time to reach his/her destination. As for COMFOR, it has a positive value because comfort leads to traveller's satisfaction. Thus, a mode with higher satisfaction will give a positive impact in travel choice.

Shown below are the equations to solve for the utility of each mode of transportation:

$$U_{ART} = -0.0386(TCOST) - 0.0144(ACCTIME) - 0.0306(TTIME) - 0.0338(EGRTIME) + 0.4133(COMFOR) + 0.3551 \quad (7)$$

$$U_{CAR} = -0.0386(TCOST) - 0.0144(ACCTIME) - 0.0306(TTIME) - 0.0338(EGRTIME) + 0.4133(COMFOR) - 0.7558 \quad (8)$$

$$U_{TAXI} = -0.0386(TCOST) - 0.0144(ACCTIME) - 0.0306(TTIME) - 0.0338(EGRTIME) + 0.4133(COMFOR) - 0.5017 \quad (9)$$

$$U_{JEEP} = -0.0386(TCOST) - 0.0144(ACCTIME) - 0.0306(TTIME) - 0.0338(EGRTIME) + 0.4133(COMFOR) \quad (10)$$

3.3.4 Revealed Preference and the probabilities

Using Equations 4, 5, 6 from the revealed preference, the utilities of each mode can be calculated, which can be used to simulate actual probabilities of an individual in choosing his/her mode. The significant attributes of a respondent are shown in Table 4 these attributes are used to calculate the utilities and probabilities which is shown in Table 5.

Table 4. RP Attributes of a respondent

MODE	COMFOR	COSTIM
Car	0	5.894737
Taxi	0	6.75
Jeepney	0	0.164271

Table 5. Utilities and Probabilities of RP

Variable	Utility	Probability
Car	-2.45591369	8.07
Taxi	-3.459425	2.96
Jeepney	-0.05630561	88.97

3.4 Probabilities of each Cases

The equations 7, 8, 9, and 10 will be used to identify the utilities and probabilities when ART is introduced as another option for means of transportation.

3.4.1 Case 1

Table 6. Case 1 Utilities and Probabilities of Stated Choice

Variable	Utility	Probability
ART	-0.7768	47.11
Car	-2.2986	10.29
Taxi	-3.9145	2.04
Jeepney	-0.9266	40.56

Analyzing the results from the current choice of transportation to the ART, it is observed that the probability of selecting the car has significantly increased from 8.07% to 10.29%. Similarly, the taxi and jeepney options decreased from 2.96% to 2.04% and 94.34% to 40.56% respectively. It illustrates that the rider is essentially guaranteed to select public transportation instead of the private transportation choice due to low ratings in the car and taxi. Whereas, the transportation which is highly favored for this case is the ART with the leading

value of 47.11%. Although the comfort is low, the ART is favorable because the access, travel, and egress times are shorter in comparison to their current choice. This depicts the importance of time over comfort to the riders.

3.4.2 Case 2

Table 7. Case 2 Utilities and Probabilities of Stated Choice

Variable	Utility	Probability
ART	-0.8611	45.02
Car	-2.2986	10.69
Taxi	-3.9145	2.12
Jeepney	-0.9266	42.16

The results of probabilities for case 2 are shown in Table 7. In comparison to case 1, case 2 has an increase in access, travel, and egress time while other attributes such as cost have remained the same. Despite the increase in comfort from low to medium, the ART was still not favorable due to the lengthy commute time. The probability of selecting the car and taxi is typically in the same range as Case 1 from 8.07% to 10.69% and 2.96% to 2.12% against the RP probabilities respectively. Results with the jeepney were consistently in the same range as well, differing only in 1.6% from the value in the previous case. Despite the slight 2.1% decrease in the ART from its value in case 1, it is still the preferred mode in the given situation.

3.4.3 Case 3

Table 8. Case 3 Utilities and Probabilities of Stated Choice

Variable	Utility	Probability
ART	-0.5415	52.99
Car	-2.2986	9.14
Taxi	-3.9145	1.82
Jeepney	-0.9266	36.05

Case 3 as shown in Table 8 is one of the scenarios with the most costly fare at 15 Php. It is given with a medium comfort rating and the lowest combination of access, travel, and egress times in comparison to the other 8 cases. An increase in the favorability of the car from 8.07% to 9.14% is observed while a there is slight decrease in values for taxi from 2.96% to 1.82%. A notable increase in the inclination towards the ART from 47.11% in Case 1 and 45.02% in Case 2 to 52.99% in Case 3 emphasizes the concern of time over cost and comfort.

3.4.4 Case 4

Table 9. Case 4 Utilities and Probabilities of Stated Choices

Variable	Utility	Probability
ART	-1.2261	36.24
Car	-2.2986	12.40
Taxi	-3.9145	2.46
Jeepney	-0.9266	48.90

ART at 36.24% trails behind jeepney at 48.90%, this is in result to the high cost in combination with low comfort. Access, travel, and egress times have all increased in comparison to case 3. Thus, causing the decrease in demand of the ART. jeepney and Taxi have again remained in the same range while an evident increase in the car's probability is detected at 12.40% from 8.07% in the RP survey. Case 4 is the second lowest percentage of ART probability in comparison to all other cases due to this combination of undesirable qualities in the variables of commuting.

3.4.5 Case 5

Table 10. Case 5 Utilities and Probabilities of Stated Choice

Variable	Utility	Probability
ART	-0.6258	50.88
Car	-2.2986	9.55
Taxi	-3.9145	1.90
Jeepney	-0.9266	37.67

The cost from Case 4 was retained but the access and egress times were increased to 15. Travel time was slightly decreased and comfort was placed at high. Respondents have exhibited that they are willing to pay marginally more as long as the transportation they are taking is comfortable, safe, and efficient. The 50.87% value of the ART is almost equivalent to the sum of all other options; 9.55% car, 1.90% taxi, and 37.67% jeepney equal to 49.12%. The increase in probability can be attributed to the change in time and comfort.

3.4.6 Case 6

Table 11. Case 6 Utilities and Probabilities of Stated Choice

Variable	Utility	Probability
ART	-0.3521	57.67
Car	-2.2986	8.23
Taxi	-3.9145	1.64
Jeepney	-0.9266	32.47

High comfort in combination with shortened access and egress times in comparison to the preceding case cause the probability of the ART to increase by 6.78%. The likelihood of selecting the ART is again well over half the sum of the other options at 57.67% from car at 8.24%, taxi at 1.64%, and jeepney at 32.47%. Despite the fare being one of the highest in Case 6, it is still the preference against the current available public and private transportation. When correlated to the RP survey values, taxi and jeepney have decreased while Car remained almost the same.

3.4.7 Case 7

Table 12. Case 7 Utilities and Probabilities of Stated Choice

Variable	Utility	Probability
ART	-1.6295	27.52
Car	-2.2986	14.10
Taxi	-3.9145	2.80
Jeepney	-0.9266	55.58

The unsatisfactory combination of high cost and low comfort has decreased the normally high probability of the ART, bringing it down to 27.52%. The current available forms of transportation such as car and taxi have both increased by 6.03% and 0.16% respectively relative to RP survey. On the contrary, the jeepney has decreased significantly from a value of 88.97% to only 55.58%. Despite the short travel time, the access and egress times are disadvantageous to the commuters because it would take them a longer time to find a means of transportation than the actual trip from origin to destination. These reflect the rider's attraction to options that are affordable, efficient, and comfortable at the same time.

3.4.8 Case 8

Table 13. Case 8 Utilities and Probabilities of Stated Choice

Variable	Utility	Probability
ART	-0.1765	61.88
Car	-2.2986	7.41
Taxi	-3.9145	1.47
Jeepney	-0.9266	29.23

There are various cases demonstrated in this SP survey and the ART leads in 7 out of 9. This case in particular presents the highest probability in favor of the ART at 61.87%. It is associated to the economical fare and relatively low access, travel, and egress times. Commuters are also presented with the highest possible comfort. The tendency to select the Car decreased from 8.70% to 7.41% while there is a similar decline in jeepney from 88.97% to 29.24%. Only taxi has made an increase from 2.96% to 1.48%. As mentioned, the ART is not constructed to compete with the other forms of mass transportation, rather, complement the existing options in order to provide residents with competent system.

3.4.9 Case 9

Table 14. Case 9 Utilities and Probabilities of Stated Choice

Variable	Utility	Probability
ART	-0.6048	51.41
Car	-2.2986	9.45
Taxi	-3.9145	1.88
Jeepney	-0.9266	37.26

A minor increase in the travel time comfort made the probability for the ART drop by 10.48% from 61.87% to 51.41%. Other attributes such as travel cost, access time, and egress time were retained. It is reasonable to conclude that riders look to time and comfort the most when it comes to selecting the mode of transportation for daily activities. Probabilities for car have increased from 8.70% to 9.45% while there is a decline in taxi from 2.96% to 1.88% and jeepney from 88.97% to 37.26%. Majority of the probability lost in the ART was distributed between the next in line contenders Car and jeepney.

3.5 Proposed Route

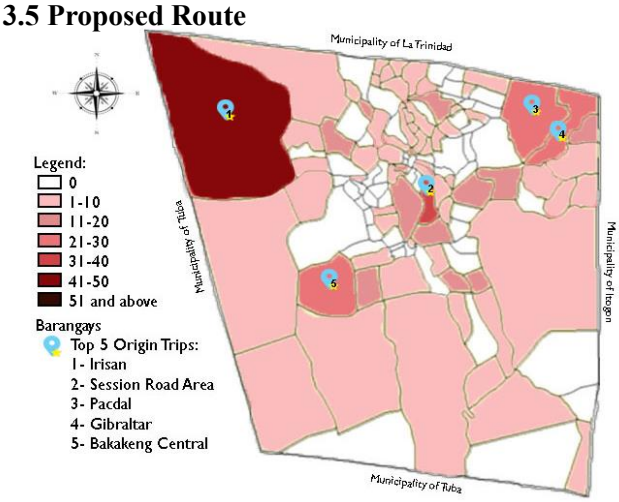


Fig 2. Origin Trips Data

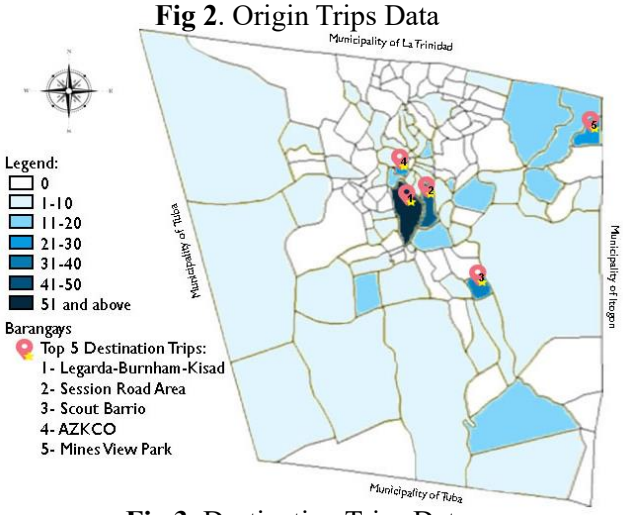


Fig 3. Destination Trips Data

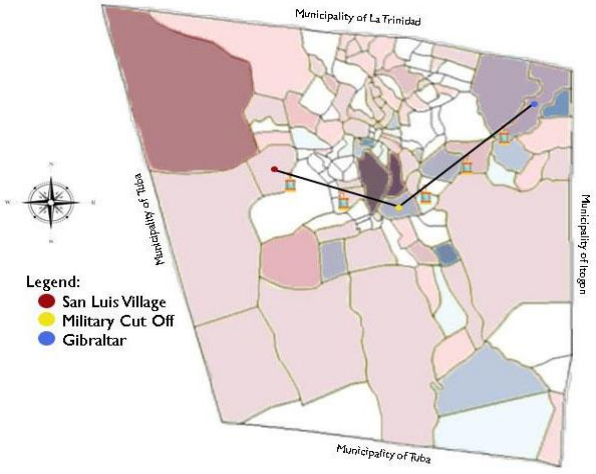


Fig 4. Combined OD Trips and Proposed Route

The origin and destination trips data gathered from the survey were plotted into the map of Baguio city which is divided into its barangays. In Fig 2 and Fig 3, the separate data for Origin and Destination trips of the respondents are presented while in Fig 4, both the previous maps were overlapped in order to come up with the Combined OD Trips Map wherein we can see the highly trip dense areas all throughout the city. Considering the data from the OD Trips of the respondents, a single line route is suggested that would connect the barangays of San Luis Village, Military Cut Off and Gibraltar. The straight-line center to center distance between San Luis Village and Military Cut Off is around 4.2 to 4.5km while Military Cut Off to Gibraltar is around 3.8 to 4.0km. By placing the stations in the proposed locations, which are not exactly at the center of the trip-dense areas, the ART is able to provide a system that would not compete but complement other existing forms of transportation systems. Traffic congestion will be reduced in many major roads in Baguio because transporting people between these 3 stations with high trip density will now be taken care of by the ART.

4. CONCLUSION

The primary objective of this research is to identify the current mode choices of the residents and tourists of Baguio city and analyze the impact of integrating a new mass transportation to complement the existing systems. Relevant information such as the transportation characteristics, ridership preference, and travel characteristics are also discussed. The revealed preference survey examined the socio-demographic and travel characteristics. From this, it is determined that most of the respondents' trip purpose is work. The jeepney is the most used mode of transportation and the travel cost is within the range of 1-10 Php. The usual access and egress time is within the range of 1-5 minutes while the travel time is along 11-20 minutes. The mode characteristics evaluated the commuter's rating of their current mode of transportation where safety has the highest rating and travel time has the lowest. This information are used in order to produce a model that resulted to having egress time, cost, travel time, and comfort as the significant characteristics that affect the commuter's choice. This is further justified by a value 76.49% correctness prediction by the use of the contingency table. In addition to the RP survey, the stated preference survey was modeled in order to assess the commuter's preference when the ART is introduced. Model 1 yielded the most significant values to produce equations to solve for the utility of each mode of transportation. The contingency

table for the SP survey provided supplementary validation on the correctness prediction of the model as it resulted to 80.06% correctness. Applying these equations to each case, the probability and utility of the ART when it is introduced along the current mode is determined. Seven out of the nine cases are favorable to the ART. With the knowledge of the acceptability of the ART, a proposed route is determined based on the origin and destination trips of each respondent from the revealed preference survey. A single line that runs through the barangays of San Luis Village, Military Cut-Off, and Gibraltar allows accessibility to those areas with large populations and high demand.

A frequent misconception with alternative transportation technology is that it will single-handedly solve all traffic troubles. In reality, there is no singular solution to any given problem. Urban planners, policy-makers, and engineers will acknowledge that public transportation is at its maximum potential when it is multi-modal. In this manner, it leverages the strengths of distinct transport modes in creating an efficient, dense, and viable network. With ongoing urbanization and continual increase in population, the ART System will make a larger impact in the scene of urban mass transit.

REFERENCES

[1] Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S., & Othman, F. (2012). *Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment: State of the Art*. Umm Al-Qura University.

[2] Baguio air is among the dirtiest in the country. (2014, May 12). *GMA News Online*. Retrieved October 18, 2016, from http://www.gmanetwork.com/news/story/360705/scitech/science/baguio-air-is-among-the-dirtiest-in-the-country

[3] Cabreza, V. (2015, September 25). Cost of Air in Baguio due to Traffic put at P77M. *Inquirer.Net*. Retrieved October 18, 2016, from http://newsinfo.inquirer.net/725133/cost-of-dirty-air-in-baguio-due-to-traffic-put-at-p77m

[4] Highlights of the Philippine Population 2015 Census of Population. (2016, May 19). Retrieved July 8, 2016, from https://www.psa.gov.ph/content/highlights-philippine-population-2015-census-population

[5] Japan International Cooperation Agency. *Core of Capacity Development (CD): Mutual Learning and Collaboration.* (n.d.). JICA Research Institute. Retrieved July 8, 2016 from: http://jica-ri.jica.go.jp/topic/post_15.html

[6] La Paz Cable Car System - La Paz Life. (2014). Retrieved June 21, 2016, from https://www.lapazlife.com/the-worlds-highest-cable-car-ride/

[7] Manzi, L. (2014, April 30). Are cable cars a viable form of urban mass transit? Retrieved October 8, 2016, from http://www.steerdaviesgleave.com/news-and-insights/cable-cars

[8] Ropeways Transport Ltd. (2016). How it works: Aerial Ropeway. Retrieved November 2,2016 from http://ropewaystransport.com/index.php/en/technology/how-it-works

ATRANS ANNUAL CONFERENCE
PROCEEDING OF 2017
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

การศึกษาการปรับปรุงบริเวณทางแยก กรณีศึกษาประตูศรีตรัง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Study of Intersection Improvement: A Case Study of Sri Trang Gate, Prince of Songkla University

หมายเลขบทความ : AYRF2017-016TH

ปรัชญา อรัญเวศ[1,*] ปรเมศวร์ เหลือเทพ[2]

Prachya Arunwet, Paramet Luathep

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา
โทรศัพท์. 08-9870-4420, E-mail: gfprachya2532@gmail.com

บทคัดย่อ

ประตูศรีตรังเป็นประตูหลักแห่งหนึ่งของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มีทางแยกตัดกันระหว่างถนนกาญจนวนิชกับถนนอรรถกระวี ทางแยกนี้รองรับการจราจรเข้าและออกวิทยาเขตเป็นปริมาณมากในช่วงชั่วโมงเร่งเช้าและเย็น ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดและอุบัติเหตุจราจรบ่อยครั้ง บทความนี้นำเสนอผลศึกษาการปรับปรุงบริเวณทางแยกประตูศรีตรังเป็นกรณีศึกษา โดยสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะกายภาพและปริมาณการจราจร สร้างแบบจำลองสภาพการจราจรบริเวณทางแยกระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม VISSIM แล้วประยุกต์ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของมาตรการการจัดการจราจรบริเวณทางแยก ผลศึกษาพบว่า การปรับปรุงบริเวณทางแยกโดยย้ายตำแหน่งจุดกลับรถและจัดการพื้นที่ขัดแย้ง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจรบริเวณทางแยกได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: การจัดการจราจร, การปรับปรุงทางแยก, แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

Abstract

Sri Trang is a main gate of the Prince of Songkla University, Hat Yai campus. There is a major intersection, between Kanchanavanich road and Athakrawee road, in front of the gate. The intersection serves high traffic volume of in and out vehicles during the morning and evening peak hours. This frequently results in traffic congestion and accident problems. This paper presents the results of intersection improvement at the Sri Trang Gate as a case study. The geometry and traffic volume data were surveyed. Traffic microsimulation model was developed using VISSIM software and applied to analyze the efficiency of the proposed traffic management schemes. The results showed that the intersection improvements (i.e., u-turn relocation and conflict area management) could increase traffic efficiency at the intersections significantly.

Keywords: Traffic management, intersection improvement, traffic microsimulation model

1. บทนำ

ประตูศรีตรังเป็นประตูหลักแห่งหนึ่งของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ บริเวณประตูมีทางแยกตัดกันระหว่างถนนกาญจนวนิชกับถนนอรรถกระวี ทางแยกนี้รองรับการจราจรเข้าและออกวิทยาเขตปริมาณมากในช่วงชั่วโมงเร่งเช้าและเย็น ซึ่งจากการสำรวจโดยคณะผู้วิจัย ปริมาณการจราจรสูงสุดที่ผ่านบริเวณทางแยกในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าประมาณ 3,313 PCU/ชั่วโมง ประกอบด้วยยานพาหนะของบุคลากร อาจารย์ นักศึกษา และประชาชนที่มาติดต่อมหาวิทยาลัย รวมทั้งยานพาหนะที่สัญจรผ่านทางแยกบนถนนกาญจนวนิช (ประมาณ 3,275 PCU/ชั่วโมง) ทำให้บริเวณทางแยกเกิดปัญหาการจราจรติดขัดทั้งบนถนนกาญจนวนิชและบนถนนอรรถกระวี ส่วนในชั่วโมงเร่งด่วนเย็นมียานพาหนะที่ต้องการออกจากมหาวิทยาลัยสู่ถนนกาญจนวนิชผ่านประตูศรีตรัง โดยมีปริมาณการจราจรที่ผ่านบริเวณทางแยกประมาณ 3,350 PCU/ชั่วโมง ปัญหาหลักที่ทำให้เกิดการจราจรติดขัดในชั่วโมงเร่งด่วนมาจากลักษณะทางกายภาพของบริเวณทางแยกที่ไม่สอดคล้องกับพื้นที่การสัญจรของยานพาหนะ เช่น จุดกลับรถบนถนน

กาญจนวนิชอยู่ตรงกับประตูทางออกประตูศรีตรัง และจุดกลับรถที่ไม่มีช่องรอเลี้ยวสำหรับกลับรถ ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดดังกล่าวและบ่อยครั้งที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในบริเวณทางแยกนี้

คณะผู้วิจัย จึงได้ศึกษาและเสนอการจัดการจราจรบริเวณทางแยกประตูศรีตรัง โดยแนวทางการจัดการเบื้องต้นจะเน้นการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพเป็นหลัก เช่น การย้ายจุดกลับรถบริเวณทางแยก การเพิ่มช่องรอเลี้ยว และการจัดการทิศทางและกระแสจราจรบริเวณทางแยก โดยได้วิเคราะห์มาตรการการจัดการจราจรด้วยแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อพิจารณาดำเนินการปรับปรุงต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อดังนี้

1) เพื่อศึกษาปัญหาการจราจรบริเวณทางแยกประตูศรีตรัง
2) เพื่อเสนอแนะและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของมาตรการการจัดการจราจรบริเวณทางแยกโดยใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตการศึกษาบริเวณทางแยกประตูศรีตรัง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นทางแยกตัดกันระหว่างถนนกาญจนวนิชกับถนนอรรถกระวี ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยได้ปัญหาการจราจรที่ติดขัดบริเวณทางแยกและเสนอแนะแนวทางปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดและเพื่อเพิ่มความปลอดภัยของผู้ใช้ถนน

รูปที่ 1 พื้นที่การศึกษา บริเวณทางแยกประตูศรีตรัง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการของแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เป็นการจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละประเภทที่อยู่ในโครงข่ายถนน ซึ่งประกอบด้วยเงื่อนไขการจราจร 2 ลักษณะ คือ 1) แบบพลวัต (dynamic) 2) แบบสุ่ม (stochastic) การจำลองพฤติกรรมของยานพาหนะจะถูกพิจารณาทุก ๆ ช่วงเวลาย่อย โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการเคลื่อนที่และพฤติกรรมการขับขี่ของยานพาหนะแต่ละคัน [1] ผลที่ได้จากแบบจำลองสามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของถนน เช่น ระดับการให้บริการ เวลาและความล่าช้าในการเดินทาง ความยาวแถวคอย เป็นต้น

2.2 โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

ที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้จำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคให้มีความถูกต้องแม่นยำหลายโปรแกรม เช่น AIMSUN CORSIM NETSIM PARAMICS VISSIM และ Simtraffic เป็นต้น Mosseri et al. [2] ได้เปรียบเทียบคุณลักษณะของโปรแกรมข้างต้น เพื่อหาโปรแกรมที่เหมาะสมกับการพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคของ ocean parkway ในเมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา บริเวณพื้นที่ศึกษาครั้งนั้นเป็นถนนในเขตเมืองที่มีรูปแบบการเดินทางแบบผสมผสานและมีลักษณะทางกายภาพของถนนในเขตเมืองไม่เป็นไปตามมาตรฐาน จากการศึกษา พบว่าโปรแกรม VISSIM เป็นเครื่องมือ ที่มีความเหมาะสมที่สามารถรองรับโครงข่ายถนนแบบ link-connector และโครงข่ายถนนที่มีความซับซ้อนและหนาแน่น นอกจากนี้ โปรแกรม VISSIM ยังรองรับการแจกแจงการเดินทางได้ทั้งแบบ static และ dynamic โดยใช้ข้อมูลจากตารางการเดินทางเพียงอย่างเดียวได้

ชัยวัฒน์ ใหญ่บก และปรเมศวร์ เหลือเทพ [3] ได้ศึกษาและเสนอการจัดการจราจรบนถนนกาญจนวนิชช่วงระหว่างแยกคลองเรียนถึงแยกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ แนวทางการจัดการจราจรได้เน้นการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ เช่น ขนาดของช่องรอเลี้ยว ความยาวและความกว้างของเกาะกลาง การจัดการทิศทางและกระแสจราจร และการจำกัดระยะการจอดรถริมทางก่อนถึงทางแยก และได้วิเคราะห์มาตรการการจัดการจราจรแบบต่าง ๆ ด้วยแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของแต่ละทางแยกอิสระต่อกัน จากผลการศึกษา พบว่า การรวมทุกมาตรการช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัดได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวไม่ได้ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ของการศึกษานี้

วราศักดิ์ ปะสังติโย และคณะ [4] ได้ศึกษาและวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจรบนช่วงถนนศรีจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยกำหนดมาตรการจัดการจราจร ประกอบด้วย 1) การกำหนดพื้นที่เฉพาะสำหรับหยุดรอสัญญาณไฟจราจร และ 2) การกำหนดช่องทางเฉพาะด้านซ้ายร่วมกับการวิ่งแบบ hook turn สำหรับรถที่ต้องการเลี้ยวขวา จากผลการศึกษา พบว่ามาตรการทั้งสองสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการบริเวณทางแยกได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยวัดประสิทธิภาพจากเวลาเดินทาง ความล่าช้าและความยาวแถวคอย ซึ่งดัชนีดังกล่าวมีค่าที่ลดลง นอกจากนี้ ยังพบว่ามาตรการข้างต้นช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซมลพิษของยานพาหนะในภาพรวมบริเวณทางแยกได้อีกด้วย

เสกสรร บุญฉวี และคณะ [5] ได้วิเคราะห์หาระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง (continuous flow intersection หรือ CFL) โดยใช้โปรแกรม VISSIM ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคบริเวณสี่แยกประตูเมืองขอนแก่นและได้พิจารณาอิทธิพลของระยะห่างระหว่างทางแยกหลักกับทางแยกรองที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจราจร อีกทั้งได้วิเคราะห์หารอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมของตัวแทน CFI ในแต่ละเงื่อนไขของการจราจร เพื่อเสนอการออกแบบระยะห่างระหว่างทางแยกหลักกับทางแยกรองให้สอดคล้องกับสภาพการจราจร ลักษณะทางกายภาพของทางแยก และการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณทางแยก

2.3 การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เริ่มต้นจากการกำหนดขอบเขตการศึกษา ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค เช่น การกำหนดระยะเวลา เครื่องมือบุคลากร วิธีการ และการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ต่อมาเป็นการสำรวจข้อมูลภาคสนาม โดยเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างและปรับเทียบแบบจำลองฯ เช่น ลักษณะทางกายภาพ การควบคุมการจราจร ปริมาณจราจร เป็นต้น จากนั้นเป็นการพัฒนาแบบจำลองฐาน (base model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใกล้เคียงสภาพจริงมากที่สุด หลังจากนั้นต้องตรวจสอบความผิดพลาดของแบบจำลองที่อาจเกิดขึ้น ลำดับถัดไปคือการปรับเทียบแบบจำลอง โดยเลือกตัวแปรบางตัวในแบบจำลองฯ มาปรับเทียบและใช้กระบวนการทำซ้ำ เพื่อให้ได้ค่าที่สอดคล้องกับข้อมูลจริงมากที่สุด ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลานานหากต้องการผลที่ถูกต้องมาก ต่อไปเป็นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองฯ ซึ่งนิยมใช้ค่าสถิติของ GEH [4, 6, 7] จากสมการที่ 1

$$GEH = \sqrt{\left(\frac{Simulated - Observed}{0.5 \times (Simulated + Observed)} \right)^2} \quad (1)$$

โดยที่ Simulated คือ ค่าที่ได้จากแบบจำลอง

Observed คือ ค่าที่ได้จากการสำรวจจริง

1) ค่า GEH < 5 หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการสำรวจ สอดคล้องกันเป็นอย่างดี

2) ค่า 5 < GEH < 10 หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการสำรวจ สอดคล้องกัน แต่ควรตรวจสอบข้อมูลปริมาณการจราจรอีกครั้ง

3) ค่า 10 < GEH หมายถึง ปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการสำรวจ ไม่สอดคล้องกัน

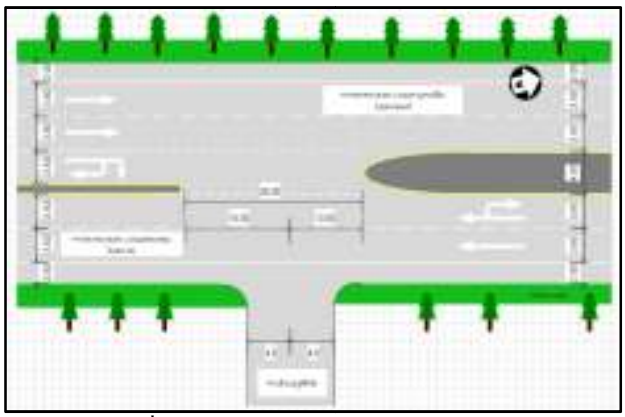
วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองข้างต้น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐานที่ได้จากการปรับเทียบให้มีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมากที่สุด

3. วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่การศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ บริเวณทางแยกประตูศรีตรัง เป็นสามแยกรูปตัว T ที่ถนนอรรถกระวี (ถนนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) บรรจบกับถนนกาญจนวนิช (รูปที่ 2) ทางแยกนี้ไม่มีการควบคุมการจราจรด้วยสัญญาณไฟจราจร และมีลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยกดังรูปที่ 3 โดยที่ถนนกาญจนวนิชขามาจากทิศเหนือมี 2 ช่องจราจร (ช่องทางตรงและช่องทางตรงร่วมกับกลับรถ) ส่วนขาที่มาจากทิศใต้มี 2 ช่องจราจรสำหรับรถทางตรง และ 1 ช่องจราจรสำหรับรถเลี้ยวขวา (เข้ามหาวิทยาลัย) หรือกลับรถ โดยมีเกาะกลางแบบยกแยกการจราจรในสองทิศทาง สำหรับถนนอรรถกระวี มี 2 ช่องจราจร และมีเพียงเส้นแบ่งทิศทางของกระแสจราจร

รูปที่ 2 บริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 3 ลักษณะทางกายภาพบริเวณแยกศรีตรัง

3.2 การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก

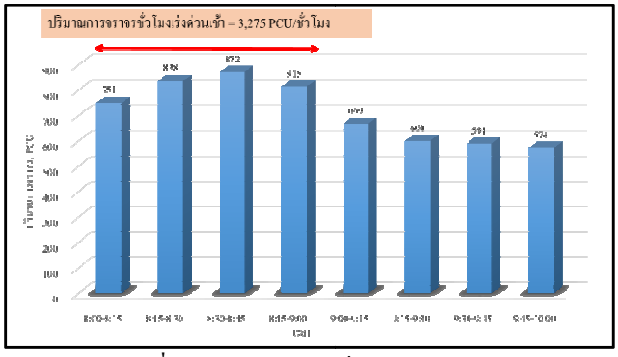
คณะผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลสำหรับพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย

1) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยก
2) ข้อมูลสภาพปัญหาการจราจรบริเวณทางแยก
3) ข้อมูลปริมาณการจราจรของชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น
4) ข้อมูลปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น
5) ข้อมูลสัดส่วนยานพาหนะในชั่งโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น
6) ข้อมูลความเร็วของยานพาหนะในแต่ละทิศทาง

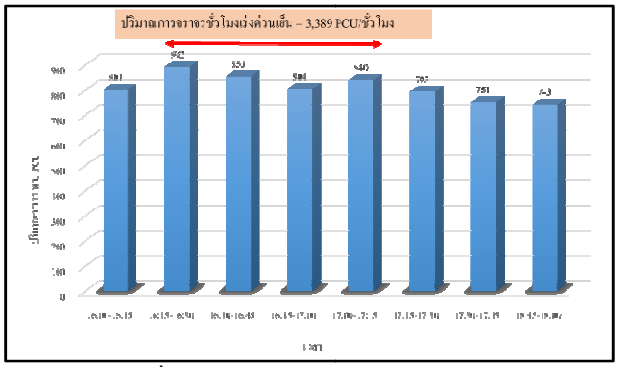
ข้อมูลที่ใช้สำหรับพัฒนาแบบจำลองฯทั้งหมด ผู้วิจัยได้ลงสำรวจพื้นที่ ในวันจันทร์ที่ 6 กุมภาพันธ์ 2560 โดยสำรวจใน 2 ช่วงเวลา คือ 08:00-10:00 น. และ 16:00-18:00 น. ซึ่งครอบคลุมช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น ผลจากการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกเพื่อหาชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น พบว่า ปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้ามีค่าเท่ากับ 3,275 PCU/ชั่วโมง ในเวลา 08:00-09:00 น. แสดงดังรูปที่ 4 ส่วนปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็นมีค่าเท่ากับ 3,389 PCU/ชั่วโมง ในเวลา 16:15-17:15 น. แสดงดังรูปที่ 5 และปริมาณการจราจรของแต่ละทิศทางในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น แสดงดังรูปที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

สำหรับข้อมูลสัดส่วนของยานพาหนะที่ผ่านบริเวณทางแยก คณะผู้วิจัยได้แบ่งยานพาหนะออกเป็น 4 ประเภทหลัก คือ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถบรรทุก 6 ล้อและรถบรรทุก 10 ล้อ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องนำเข้าในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ผลการสำรวจปริมาณของยานพาหนะแต่ละประเภทในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า พบว่า มีรถจักรยานยนต์ร้อยละ 15 รถยนต์ร้อยละ 82 รถบรรทุก 6 ล้อร้อยละ 2 และรถบรรทุก 10 ล้อ ร้อยละ 1 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 8 และปริมาณของยานพาหนะแต่ละประเภทในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น พบว่า มีรถจักรยานยนต์ร้อยละ 18 รถยนต์ร้อยละ 80 รถบรรทุก 6 ล้อร้อยละ 1 และรถบรรทุก 10 ล้อ ร้อยละ 1 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 9 ในส่วนของข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ ซึ่งจำแนกตามชนิดของยานพาหนะแต่ละประเภทที่ผ่านบริเวณทางแยกและในแต่ละทิศทาง จะแสดงไว้ในตารางที่ 1

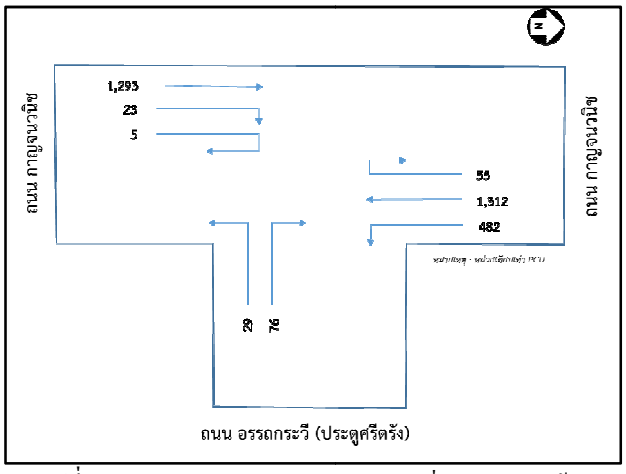
โดยในงานวิจัยนี้ จะใช้เฉพาะข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อเป็นการทดสอบมาตรการต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลองและประสิทธิภาพของการแก้ไขปัญหา และจะนำไปพัฒนาเพิ่มเติมกับข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเย็นในภายหลัง



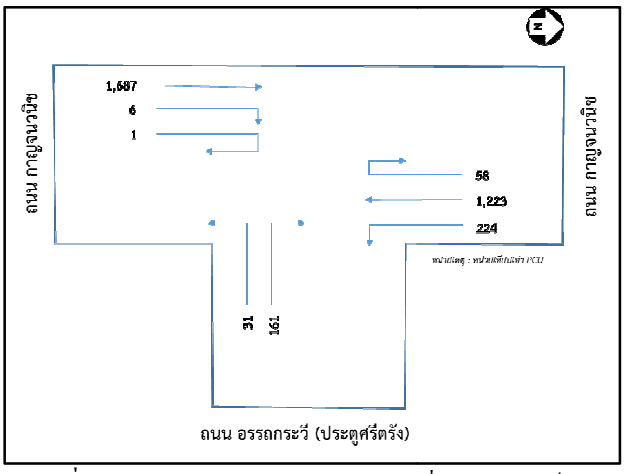
รูปที่ 4 ปริมาณการจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเช้า



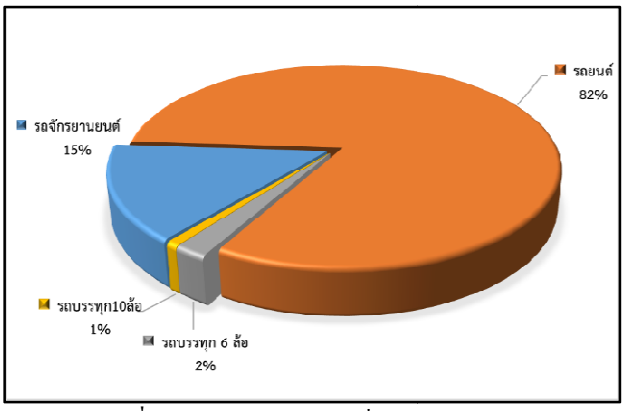
รูปที่ 5 ปริมาณการจราจรชั่วโมงเร่งด่วนเย็น



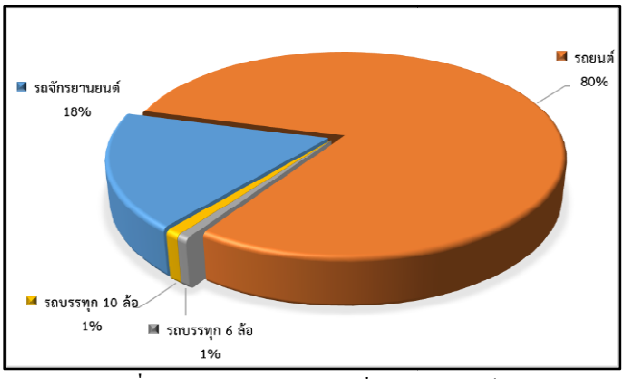
รูปที่ 6 ปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเช้า



รูปที่ 7 ปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางของชั่วโมงเร่งด่วนเย็น

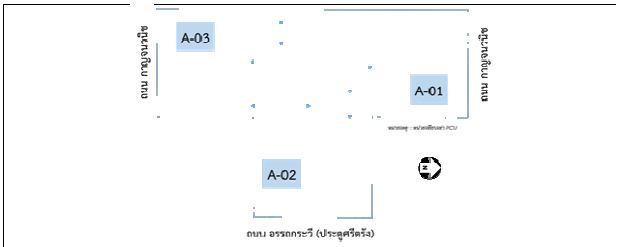


รูปที่ 8 สัดส่วนยานพาหนะในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า



รูปที่ 9 สัดส่วนยานพาหนะในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น

ตารางที่ 1 ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่ผ่านทางแยก



ประเภทยานพาหนะ	ทิศทาง A-01			ทิศทาง A-02		ทิศทาง A-03		
	เลี้ยวซ้าย	ทางตรง	กลับรถ	เลี้ยวซ้าย	เลี้ยวขวา	ทางตรง	เลี้ยวขวา	กลับรถ
รถจักรยานยนต์	14.2	46.8	10.7	12.4	10.4	50.6	13.1	10.5
รถยนต์	12.4	51.3	11.6	11.3	10.9	47.7	12.5	11.1
รถบรรทุก 6 ล้อ	-	40.7	-	-	-	41.5	-	-
รถบรรทุก 10 ล้อ	-	37.5	-	-	-	38.2	-	-

หมายเหตุ หน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

3.3 การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลอง

คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม VISSIM รุ่น 8.0 ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคบริเวณทางแยกศึกษา โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การสร้างแบบจำลองฐาน โดยสร้างโครงข่ายถนนให้เสมือนสภาพพื้นที่ศึกษาจริงมากที่สุด เช่น การสร้างลักษณะทางแยก การเชื่อมต่อทางแยก การกำหนดจำนวนและความกว้างของช่องจราจร

2) การปรับเทียบแบบจำลองและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง แบบจำลองฐานที่ได้จากข้อ 1 ได้ถูกนำมาปรับเทียบ โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (08:00-09:00 น.) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีปัญหาการจราจรติดขัดมากที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองครั้งนี้ผ่านเกณฑ์ GEH < 5 ซึ่งถือว่ายอมรับได้ จากนั้น นำแบบจำลองที่ปรับเทียบแล้ว มาตรวจสอบความถูกต้อง โดยใส่ข้อมูลปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า แล้วเปรียบเทียบปริมาณการจราจร ความเร็ว และ ความล่าช้า ซึ่งผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรในการจัดการจราจรบริเวณทางแยกของบทความนี้ คณะผู้วิจัยนำเสนอมาตรการปรับปรุงทางแยก 3 มาตรการ รายละเอียดกล่าวในหัวข้อถัดไป อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้พิจารณาเฉพาะบริเวณทางแยกประตูศรีตรังเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาลักษณะทางกายภาพแยกบริเวณใกล้เคียงหรือผลกระทบจากการจราจรที่เกิดขึ้นจากแยกบริเวณใกล้เคียง ซึ่งควรพิจารณาในงานวิจัยอนาคต

4. ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 ปัญหาและมาตรการจัดการจราจรในพื้นที่ศึกษา

จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา พบปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปัญหาการจราจรติดขัดและปัญหาความไม่ปลอดภัยบริเวณทางแยก ดังนี้

ปัญหาที่ 1 แยก ถนนกาญจนวนิช ซอย17 (ทางลัดเพื่อเข้าสู่ตัวเมืองหาดใหญ่) ได้มีการปิดเกาะกลาง (ดังรูปที่ 10) ทำให้รถที่มาจากทิศเหนือของถนนกาญจนวนิช ที่ต้องการเข้าสู่ ถนนกาญจนวนิช ซอย 17 ต้องกลับรถที่แยกประตูศรีตรัง

รูปที่ 10 เส้นทางรถที่ต้องการกลับรถไปยังถนนกาญจนวนิช ซอย17

ปัญหาที่ 2 เกาะกลางบริเวณทางแยกฝั่งทิศเหนือไม่มีช่องรอกลับรถ ทำให้รถจากข้อ 1) กีดขวางการจราจรของรถทางตรงบนเส้นทางหลัก (ดังรูปที่ 11) และเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุชนท้าย

รูปที่ 11 จุดกลับรถบนถนนกาญจนวนิชไม่มีช่องรอกลับรถ

ปัญหาที่ 3 รถบนถนนกาญจนวนิชจากทิศเหนือที่ต้องการเลี้ยวซ้ายเข้ามหาวิทยาลัยในชั่วโมงเร่งด่วนเช้ามีปริมาณมาก แต่ไม่มีช่องจราจรสำหรับเลี้ยวซ้ายเฉพาะ ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด (ดังรูปที่ 12) และกีดขวางการจราจรของรถบนถนนกาญจนวนิช

รูปที่ 12 ปัญหาการจราจรติดขัดจากรถรอเลี้ยวเข้ามหาวิทยาลัยแต่ไม่มีช่องทางเฉพาะ

ปัญหาที่ 4 ส่วนชั่วโมงเร่งด่วนเย็น มีรถออกจากมหาวิทยาลัยปริมาณมาก รวมทั้งรถที่ผ่านทางแยกบนถนนกาญจนวนิชและรถที่ต้องการกลับรถเข้าสู่ถนนกาญจนวนิช ซอย 17 แต่ขาดการจัดการทางแยกและจัดการพื้นที่ขัดแย้ง (มีการหยุดรถซ้อนคัน) ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดและเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ (ดังรูปที่ 13)

รูปที่ 13 ปัญหาการจัดการทางแยกและจัดการพื้นที่ขัดแย้งในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น

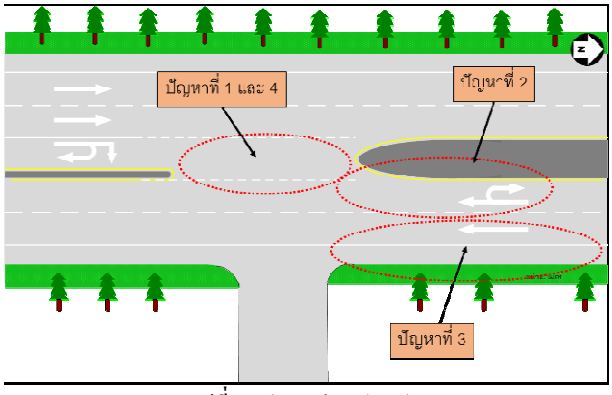
จากการสรุปปัญหาบริเวณทางแยกข้างต้นทั้งหมด (ดังรูปที่ 14) คณะผู้วิจัยได้เสนอมาตรการในการจัดการจราจรและความปลอดภัยบริเวณทางแยก (ดังรูปที่ 15) ประกอบด้วยมาตรการ 3 มาตรการดังนี้

มาตรการที่ 1 การปรับปรุงเกาะกลางถนน โดยย้ายจุดกลับรถและเพิ่มช่องรอกลับรถ บนถนนกาญจนวนิช (ทิศเหนือก่อนถึงทางแยก)

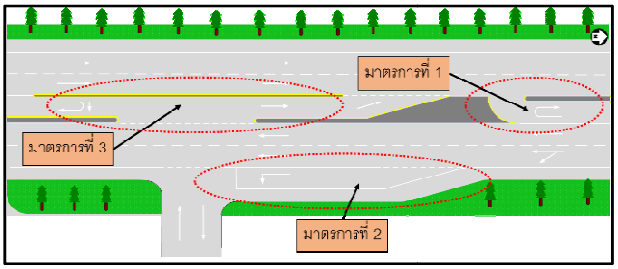
มาตรการที่ 2 การเพิ่มช่องรอเลี้ยวซ้ายบนถนนกาญจนวนิช เพื่อให้รถเลี้ยวซ้ายเข้ามหาวิทยาลัยได้สะดวกและปลอดภัย

มาตรการที่ 3 การเพิ่มช่องจัดกระแสจราจรและลดพื้นที่ขัดแย้งบริเวณจุดเปิดเกาะกลางของทางแยก

และการรวมทุกมาตรการโดยบูรณาการทุกมาตรการเข้าด้วยกัน



รูปที่ 14 ปัญหาก่อนปรับปรุง



รูปที่ 15 มาตรการเสนอเพื่อปรับปรุง

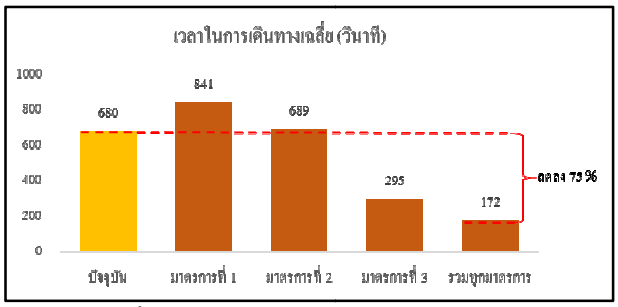
4.2 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง

คณะผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค กรณีฐาน (สภาพปัจจุบัน) ที่พัฒนาขึ้น มาทดสอบกับมาตรการทั้งสามข้างต้นโดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 4 กรณี กรณีที่ 1 ถึง 3 เป็นการวิเคราะห์โดยนำแต่ละมาตรการมาทดสอบในแบบจำลองแยกมาตรการกัน ส่วนกรณีที่ 4 เป็นการบูรณาการทั้งสามมาตรการร่วมกัน

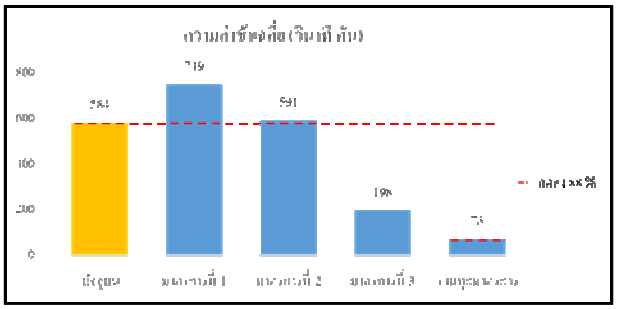
จากการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค สามารถสรุปผลตัวชี้วัด ด้านเวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และความยาวแถวคอย ได้ดังตารางที่ 2 และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบแต่ละกรณีในแต่ละตัวชี้วัด ได้ดังแสดงในรูปที่ 16 ถึงรูปที่ 18 ตามลำดับ

จากรูปที่ 16 พบว่า การปรับปรุงบริเวณทางแยกโดยใช้มาตรการที่ 1 เวลาการเดินทางเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นจากกรณีปัจจุบัน ส่วนมาตรการที่ 2 เวลาการเดินทางเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นจากกรณีปัจจุบันเล็กน้อย ส่วนมาตรการที่ 3 เวลาการเดินทางเฉลี่ยจะลดลงจากกรณีปัจจุบันมาก และเมื่อนำมาตรการทั้ง 3 รวมเข้าด้วยกันทั้งหมด สามารถลดเวลาในการเดินทางผ่านบริเวณทางแยกได้มากที่สุด โดยสามารถลดเวลาในการเดินทางผ่านบริเวณทางแยกได้ร้อยละ 75 จากกรณีปัจจุบัน

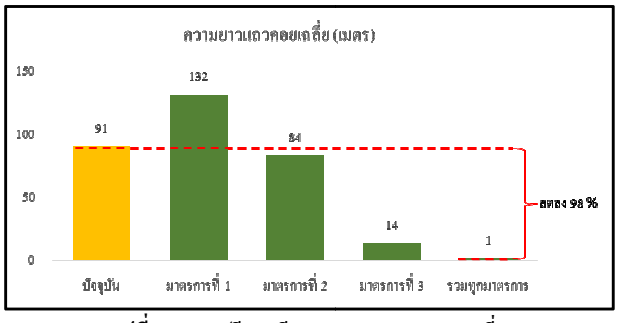
จากรูปที่ 17 พบว่า การปรับปรุงบริเวณทางแยกโดยใช้มาตรการที่ 1 ความล่าช้าเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นจากกรณีปัจจุบัน ส่วนมาตรการที่ 2 ความล่าช้าเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นจากกรณีปัจจุบันเล็กน้อย ส่วนมาตรการที่ 3 ความความล่าช้าเฉลี่ยจะลดลงจากกรณีปัจจุบันมาก และเมื่อนำมาตรการทั้ง 3 รวมเข้าด้วยกันทั้งหมด สามารถลดความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางแยกได้มากที่สุด โดยสามารถลดความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางแยกได้ร้อยละ 88 จากกรณีปัจจุบัน



รูปที่ 16 การเปรียบเทียบเวลาในการเดินทางเฉลี่ย



รูปที่ 17 การเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย



รูปที่ 18 การเปรียบเทียบความยาวแถวคอยเฉลี่ย

จากรูปที่ 18 พบว่า การปรับปรุงบริเวณทางแยกโดยใช้มาตรการที่ 1 ความยาวแถวคอยเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นจากกรณีปัจจุบัน ส่วนมาตรการที่ 2 ความยาวแถวคอยเฉลี่ยจะลดลงจากกรณีปัจจุบันเล็กน้อย ส่วนมาตรการที่ 3 ความยาวแถวคอยเฉลี่ยจะลดลงจากกรณีปัจจุบันมาก และเมื่อนำมาตรการทั้ง 3 รวมเข้าด้วยกันทั้งหมด สามารถลดความยาวแถวคอยเฉลี่ยบริเวณทางแยกได้มากที่สุด โดยสามารถลดความยาวแถวคอยเฉลี่ยบริเวณทางแยกได้ร้อยละ 98 จากกรณีปัจจุบัน

จากผลการศึกษา สรุปได้ว่า การปรับปรุงโดยบูรณาการทุกมาตรการเข้าด้วยกัน สามารถลดเวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และความยาวแถวคอย ได้ร้อยละ 75 ร้อยละ 88 และร้อยละ 98 ตามลำดับ ในส่วนของมาตรการที่ 1 ที่ทำให้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย ความล่าช้าเฉลี่ย

และความยาวแถวคอยเฉลี่ย มีค่าสูงกว่าปัจจุบันนั้น อาจเกิดจากการที่ย้ายตำแหน่งจุดกลับรถออกจากบริเวณทางแยกประตูศรีตรัง ทำให้รถที่วิ่งในกระแสทิศทางหลักของถนนกาญจนวนิชมีความคล่องตัวมากขึ้น แต่ก็ส่งผลต่อกระแสจราจรของถนนอรรถกระวี เนื่องจากรถที่ออกจากถนนอรรถกระวีต้องรอจังหวะให้รถบนถนนกาญจนวนิชมีช่องว่างเพื่อที่จะได้ตัดข้ามกระแสจราจรได้ ดังนั้นเมื่อรถที่วิ่งบนถนนกาญจนวนิชมีความคล่องตัวมากขึ้น ทำให้รถที่อยู่บนถนนอรรถกระวีต้องใช้เวลานานในการรอจังหวะเพื่อจะตัดข้ามกระแสจราจรหลักได้ ส่งผลให้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย ความล่าช้าเฉลี่ยและความยาวแถวคอยเฉลี่ย ของบริเวณทางแยกประตูศรีตรังนั้นมีค่าสูงกว่าปัจจุบัน ทำให้ต้องมีการจัดการปัญหาการจราจรบริเวณทางแยก โดยการเสริมมาตรการที่ 2 และ 3 เพื่อช่วยลดเวลาในการเดินทางเฉลี่ย ความล่าช้าเฉลี่ยและความยาวแถวคอยเฉลี่ยของบริเวณทางแยกประตูศรีตรังให้ลดลง

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดความแตกต่างของแบบจำลองแต่ละมาตรการในการจัดการจราจรระดับจุลภาค

แบบจำลองที่	ตัวชี้วัด								
	เวลาในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	ความแตกต่าง	ร้อยละ	ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน)	ความแตกต่าง	ร้อยละ	ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (เมตร)	ความแตกต่าง	ร้อยละ
1) สภาพการจราจรปัจจุบัน	680	0	0 %	584	0	0 %	91	0 %	0 %
2) ย้ายจุดกลับรถและเพิ่มช่องรอกลับรถ	841	161	+24 %	749	165	+28 %	132	41	+45 %
3) เพิ่มช่องรอเลี้ยวซ้ายเข้ามหาวิทยาลัย	689	9	+1 %	591	7	+1 %	81	-7	-8 %
4.เพิ่มช่องแบ่งกระแสจราจร	295	-386	-57 %	198	-386	-66 %	14	-77	-85 %
5.รวมทุกมาตรการเข้าด้วยกัน	172	-508	-75 %	73	-511	-88 %	1	-89	-98 %

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์การจัดการจราจรบริเวณทางแยกประตูศรีตรัง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยการสำรวจข้อมูลกายภาพและข้อมูลลักษณะการจราจรบริเวณทางแยก และใช้โปรแกรม VISSIM ในการสร้างแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคของทางแยกศึกษา จากผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการจราจรที่ติดขัดได้แก่ ลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยกที่ไม่สอดคล้องกับสภาพการจราจรในปัจจุบัน จุดกลับรถที่อยู่ตรงบริเวณทางแยก และการไม่มีช่องรอเลี้ยวสำหรับรถที่ต้องการกลับรถและช่องรอเลี้ยวเข้าประตูศรีตรัง จากผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อพิจารณามาตรการจัดการการจราจรบริเวณทางแยก พบว่า การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพบริเวณทางแยกโดยการบูรณาการมาตรการย้ายจุดกลับและเพิ่มช่องรอจุดกลับ มาตรการเพิ่มช่องรอเลี้ยวเข้ามหาวิทยาลัย และมาตรการเพิ่มช่องแบ่งกระแสจราจร สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจรบริเวณทางแยกศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถลดเวลาการเดินทางได้ร้อยละ 75 ความล่าช้าได้ร้อยละ 88 และความยาวแถวคอยได้ร้อยละ 98

งานวิจัยในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เช่น การศึกษาหามาตรการเสริมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของการจัดการจราจรบริเวณทางแยกดียิ่งขึ้น หรืออาจตัดมาตรการที่ทำให้เวลาในการเดินทาง ความล่าช้าและความยาวแถวคอยเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน รวมทั้งประเด็นการปรับปรุงแบบจำลองให้ครอบคลุมบริเวณทางแยกใกล้เคียงเพื่อศึกษาพฤติกรรมและผลกระทบจากการใช้มาตรการต่อทางแยกบริเวณใกล้เคียง รวมทั้งการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการที่นำเสนอ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนเพื่อการวิจัยวิทยานิพนธ์ ประจำปีงบประมาณ 2558 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

[1] ทวี วิชัยเมธาวี. 2546. การพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสภาพอิ่มตัว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

[2] Mosseri, G., Hall, M., Meyers, J.J. 2004. VISSIM micro-simulation modeling of complex geometry and traffic control: a case study of ocean parkway, NY. Paper presented at the ITE 2004 Annual Meeting and Exhibit, Lake Buena Vista (FL), USA. Aug. 1-4, 2004.

[3] ชัยวัฒน์ ใหญ่บก, ปรเมศวร์ เหลือเทพ. 2557. การวิเคราะห์การจัดการจราจรบริเวณทางแยกบนถนนกาญจนวนิชตั้งแต่ทางแยกสถานีขนส่งถึงทางแยกคอหงส์. เอกสารประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้ง ที่ 19, ขอนแก่น, ประเทศไทย, 14-16 พฤษภาคม 2557: 2157-2166.

[4] วราศักดิ์ ปะสังติโย, ธเนศ เสถียรนาม, วิชุดา เสถียรนาม, และอรรถพล สีดา. 2556. การวิเคราะห์การจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร. เอกสารประกอบการ

ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 18, เชียงใหม่, ประเทศไทย, 8-10 พฤษภาคม 2556: หน้า TRP 236 - TRP 242

[5] เสกสรร บุญฉวี. 2553. การวิเคราะห์ระยะห่างที่เหมาะสมของทางแยกแบบกระแสจราจรไหลต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, ประเทศไทย.

[6] วราศักดิ์ ปะสังติโย. 2556. การวิเคราะห์มาตรการจัดการจราจรสำหรับรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, ประเทศไทย

[7] วุฒิไกร ไชยปัญหา และ พนกฤษณ คลังบุญครอง.2553. การวิเคราะห์ทางเลือกของระบบการจัดการจราจร ณ บริเวณห้าแยก (ศาลเจ้าพ่อหลักเมือง) จังหวัดขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม PARAMICS. เอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิทยาการวิจัยแห่งเอเชีย (ATRANS) ครั้งที่ 3 , กรุงเทพมหานคร,ประเทศไทย, 27 สิงหาคม 2553: หน้า 28 - 38

ATRANS ANNUAL CONFERENCE
PROCEEDING OF 2017
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Jeepney Service Operation and Demand in Baguio City, Philippines

Paper Identification Number: AYRF2017-017

Lovely L. RAÑOSA[1], Alexis M. FILLONE[2], Mark P. DE GUZMAN[3]
[1]Department of Civil Engineering, Graduate Studies
De La Salle University – Manila
Telephone (63) 74 444 8246
E-mail: lovely_ranosa@dlsu.edu.ph / lorenzo_lmgmr@yahoo.com

[2]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering
De La Salle University - Manila
Telephone (63 2) 524 4611, Fax (63 2) 521 9094
E-mail: alexis.fillone@dlsu.edu.ph

[2]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering
Saint Louis University – Baguio City
Telephone (63) 74 444 8246
E-mail: mark_deg73@hotmail.com

Abstract

The jeepney is a very unique public transport mode not only as a vehicle but also in the ways it is operated and utilized by passengers. This paper presents the characteristics of the public utility jeepney service operation and demand in Baguio City. The analysis is made on the basis of various field surveys conducted. The rationalization of color-coded trunk lines (Red, Blue, Green and Yellow) of jeepneys comprising 116 jeepney lines and associations and 4208 units are thought to determine the exact number of vehicles on the road to complement the carrying capacity of the city's roads. Results show that the average jeepney load factor computed is 0.82 or 82%, the average jeepney trips per day is 7.47, the average seating capacity is 20.97. Moreover, the average speed of jeepneys is at 10.228 kph at an average distance of 4.140 kilometers. The Aurora Hill and Trancoville lines obtained the highest demand with values of 43,973 and 37,689 passengers per day, respectively. This paper provides an initial analysis regarding the demand and supply of jeepneys serving particular routes in Baguio City.

Keywords: Jeepneys, Public Transport, Jeepney demand and supply

1. Introduction

The Philippine Jeepney is one of the most popular, the most convenient and cheapest mode of public transportation in the country. These public utility jeepneys (PUJs) are not only one of the most popular icons of Filipino creativity and innovativeness today, but also the most prominent mode of public transportation in the Philippines, with a total of 220,114 registered units in year 2012 (Bacero, 2009).

Coz et al. (2015) stated that Jeepneys are branded the "king of the road" not only because of their box-framed chassis and their overall aesthetic design, but more predominantly due to the infamous way on how drivers jostle their way in and out of traffic, usually causing congestion and sometimes even accidents.

A series of consultations with the stakeholders in Baguio City indicates that one of the most pressing concerns with regard to transport in Baguio City is the congestion and vehicle population increase resulting from increasing tourist arrival and the capacity of the population to buy private vehicles. The challenges in limiting the volume of vehicles on the road are further aggravated by the lack of parking management strategy to effectively reduce private vehicles, and to ensure space for the loading and unloading zones of public utility vehicles; the lack of centralized public transport terminal; the inadequacy of infrastructure for non-motorized transport and public transportation; compliance of public utility vehicles to vehicle emission standards, and; lack of implementing body and authority to manage all transport and traffic operations, rules and standards, engineering, and education of public transport operators (CLUP-Baguio City, 2010-2020).

In order to cope with the ever-increasing traffic congestion in Baguio City, the local government and the Department of Transportation

(DOTr) would like to come up with a network-based approach in determining the number of vehicles required to serve the estimated passenger demand.

The primary aim of this paper is to present the public transport route operational characteristics of jeepneys and demand in Baguio City as a public transport vehicle serving particular routes. The more specific objectives of this paper are the following:

- Determine the factor that affect the service operation of jeepneys; and,
- Conduct public utility jeepney survey to determine jeepney load factor, average seating capacity, average speed and utilization ratio.

2. Literature Review

Each Asian country has its own unique type of public transport. For example, opelet and bemo in Indonesia, minibas in Malaysia, rot song tao and silor in Thailand and jeepney in the Philippines. Jeepneys symbolize the history of the Philippines in the 21st century. They also stand as evidence to Filipino mechanical genius. The "jeepneys" is the Filipino version of the "jitney," the taxi/minibus that travels along a fixed route, found in many countries. They were originally built by modifying leftover army surplus Willys and Ford military jeeps after WWII (Bacero, 2009).

Barwell, et al. (1985) provided a detailed description of the jeepneys, its ordinary routine and the average revenue and operating expense based on the interviews with six jeepney operators. On the other hand, D.B. Bautista (1995) identified several components that contributed to the increasing number of serious accidents in the City of Manila as well as the locations where such transpired. One of his findings was that jeepneys ranked second in terms of proportions of accident by vehicle. Edata, et al. (1996) studied the jeepney supply system and structure in order to address the problems related to the goals of achieving a sustainable and stable jeepney business in Metro Manila. Bacero (2009) revealed in his study that most jeepney manufacturing firms have varied specifications with regard to capacity, dimensions and weight of the vehicle and similar specification on the parts and equipment of the jeepney vehicle.

The jeepney has been the predominant mode of public transport in Metropolitan Manila, accounting for 55% of the daily person trips (Ebata, et al, 1996:1). Based on the Databook on Philippine Transportation prepared by the University of the Philippines, National Center for Transportation Studies, the highest mode share of total person trips per day belongs to jeepneys, estimated at 46% in 1974, 59% in 1980, 56% in 1985 and 50% in 1989. However, the trend is decreasing due to the introduction of the other modes. In 1994, the Jeepney industry accounted for 40 % of the total vehicles registered in the National Capital Region (NCR) and there were about 350,000 units plying the major and minor routes in the metropolis (Sevilla, 1994).

According to Kurokawa (1984), the average car-ownership ratio is about one for every ten thousand owned an average of 1.4 cars. However, car –ownership varies significantly by income level. Only 3% of the households belonging to the lowest income group own a car per household, while 67% of those who belong to the upper income group own more than 2 cars per household.

Route Measured Capacity (RMC) represents the "public necessity" requirements in the franchising procedure, it represents the number of services required in a given route therefore "in Bus or PUJ units", while in other countries it is represented as preferred "headway", it attempts to represent the demand in terms of unit(s) requirement. RMC is an attempt to define the "seats required" of a given route. "Seat requirement" is a public transport analyses jargon widely adopted in the transport planning world. It represents the levels of service of a passenger service taking into consideration the trips generated and/or attracted by a certain route structure and proposing a certain level of operation while ensuring the viability of operation. All these analyses and inputs submit to market acceptability principles (Manresa, A et al, 2013).

3. Methodology

Basically, in order to capture the passenger demand and supply characteristics of jeepneys, the following surveys were conducted.

3.1 Boarding and Alighting survey

Japan International Cooperation Agency (1984) used boarding and alighting survey in estimating the demand for public transport in Metro Manila. The objective of the survey in the study is to create a public transport database, as well as to provide a planning basis for rerouting the existing public transport route in view of implementation of

LRT. Apilado and Perez (2013) estimated the supply and demand of public transport of the six routes in UP Campus. The survey was conducted for the two peak days of the week. Results of the study show that there is relatively enough supply of jeepneys that meets the demand.

Boarding and Alighting Survey is conducted to estimate the occupancy or the current passenger volume of jeepneys at different loading and unloading stations along the jeepney route. Also, the average occupancy is determined to calculate the passenger demand along the route. In this survey, the surveyor initially rides a specific public transport vehicle at a specified starting point. In each station, the number of boarding and alighting passengers are counted and recorded. Once the vehicle has traversed the whole route, the surveyor rides another vehicle and repeats the process for the remaining time of the survey.

The surveys were conducted during peak periods (630AM-9AM, 11AM-1PM, 4PM-6PM) and during working days (Monday –Friday). Survey dates was randomly chosen, depending on the availability of surveyors.

3.2 License Plate Survey and Frequency Survey

License Plate Survey was conducted to obtain the frequency of jeepneys operating for a day. This data were used to estimate the passenger demand for a day by expanding the average occupancy of each jeepney to one (1) day. Other data including number of roundtrips and utilization rate may also be obtained in this survey. The time a jeepney was observed and recorded.

Surveyors were assigned at stations wherein they recorded the body number of every jeepney observed. The stations for the survey were established on the entrances of the CBD area.

3.3 Volume Count

Volume counts were conducted along the four (4) jeepney trunklines to identify which routes are used most, and to either improve that road or provide an alternative if there is an excessive amount of traffic. Moreover, frequency survey will be conducted to determine the number of vehicles per unit of time that operates on a particular route.

3.4 Origin-Destination Survey

Origin-Destination Survey was conducted to determine the ultimate origins and destinations of passengers of the different PUJ transport line. The data gathering technique were on-board interviews, wherein the passengers of the transport line were asked about their ultimate origins and destination. The survey was conducted from 8am-5pm. The surveyor initially rode a Jeepney from its origin and interviewed on-board passengers until the Jeepney was back at Terminal where the surveyor rode another jeepney. The process was repeated until the end of the survey period.

4. Results

4.1 Traffic Density

Density in transportation is defined as the number of vehicles in a given length of road at an instant point in time (Sigua, 2008). This section presents the current traffic condition along the entrances and exits of the Central Business District of Baguio City to determine the volume of traffic moving on the roads during weekdays from 6:00 A.M to 7:00 P.M shown in Figures 1 and 2.

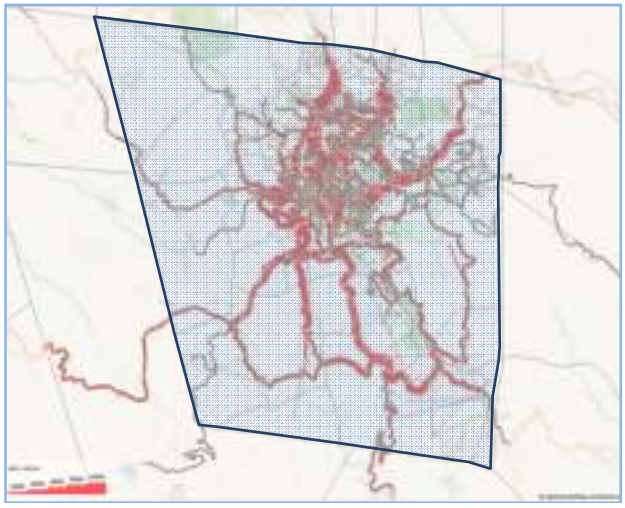


Fig. 1. Volume of Private Vehicles on Links.

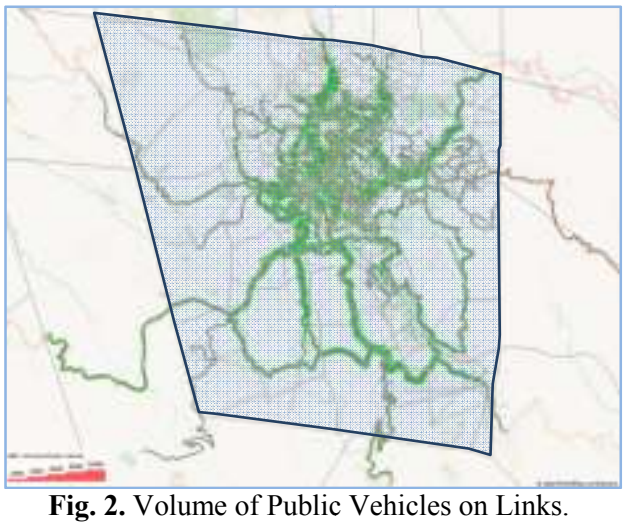


Fig. 2. Volume of Public Vehicles on Links.

On the other hand, the green trunkline along Marcos Highway and Kennon Road experiences the worst level of service during peak hour which is LOS F with a volume-capacity ratio of 1.21. It implies that the amount of traffic approaching a point exceeds the amount that can traverse the points. The operation within the queue is characterized by stop-go-waves and is extremely unstable. It is the point at which arrival flow causes the queue to form.

4.2 Jeepney Load Factor

Passenger load factor is an important parameter for the assessment of any transport system. Load factors measures the capacity utilization of public transport services like jeepneys determining the ratio of passenger-kilometres travelled to seat-kilometres available.

Fig. 3. Overloading of jeepneys and inadequacy of jeepneys especially during weekday peak hours.
Data Source: www.google.com

The average speed is computed using the average distance and average travel time. Results show that the average seating capacity of jeepneys plying Baguio City is 20.97, the average number of passengers on board is 17.32 and the average jeepney load factor computed is 0.82 or 82%. Green trunkline obtained the highest load factor of 0.92 or 92%. It indicates that the seating capacity of the green trunkline jeepneys are maximized or even exceeds the maximum capacity. Camp 7, Santo Tomas and Tuba jeepney lines were found have load factors of 1.10 and 1.06 where jeepneys tend to overload passengers as shown in Fig. 3. The scenario applies in areas where the average trips per day ranges from 3 – 4 trips per day with less number of jeepneys are in operation and areas that are underserved.

Furthermore, the average load factor

Green and red trunklines ought to have the highest volume of vehicles entering the CBD area located along Marcos Highway, Leonard Wood Road and Upper Session Road during peak hours in the morning, afternoon and evening with a volume of 7,289 vehicles per hour and 14,119 vehicles per hour, respectively. The peak hour volume happens during 06:30 a.m. – 07:30 a.m. (6,001 units); 11:00 a.m. – 12:00 nn (5,262 units) and 05:00 p.m. – 06:00 p.m. (5,104 units). The three other major entry points, Naguilian Road, Magsaysay Avenue and Rimando Road experience almost the same volume of vehicles entering the central business district with a volume of 4,662, 4661 and 4159, respectively.

Moreover, Marcos Highway in the green trunkline appears to have the highest volume of vehicles exiting the CBD with a value of 10,539 units during peak hours in the morning, afternoon and evening. The highest volume of vehicles occurs during 07:45 a.m. – 08:45 a.m. (5,400 units), 12:00 nn – 01:00 p.m. (5,087 units) and 04:00 p.m. – 05:00 p.m. (6,229 units).

Results indicate that there is almost equal number of vehicles entering and exiting the central business district with a volume of 34,890 units and 34,854 units, respectively. Furthermore, the highest volume of vehicles in the Central Business District area of Baguio City takes place in the afternoon peak hour from 04:00 p.m. to 05:00 p.m. with a value of 11,289 units.

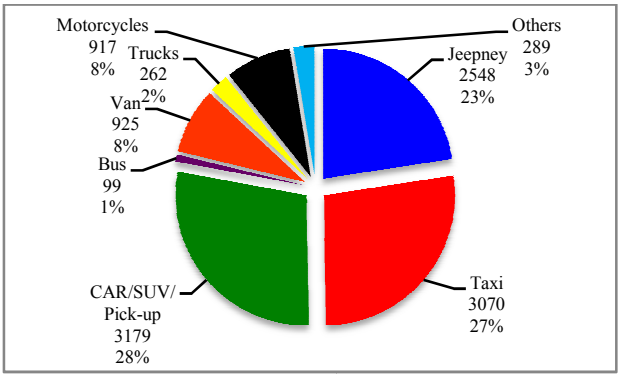


Fig. 4. Distribution of Vehicle Type Entering and Exiting the Central Business District of Baguio City
Data Source: Calculated based on Volume Studies conducted by the researcher, 2016

From the data gathered and established peak hour volume of vehicles entering and exiting the Central Business District of Baguio City during weekdays. Fig. 4 illustrates the graphical analysis according to vehicle type. Private cars comprise the

highest percentage of vehicles in the CBD area with a value of 28% (3,179 units) of the total number of vehicles during peak hours. The next highest type of vehicle is the taxi with 27% (3,070 units). Jeepneys were recorded 23% (2,548 units) of the total number of vehicles in the Central Business District of Baguio City. Motorcycles and vans accumulated garnered 8% while trucks and buses accumulated 2% and 1%, respectively.

Capacity is defined as the maximum hourly rate at which vehicles can reasonably be expected to traverse a point or uniform section of a lane or roadway during a given period of time under prevailing roadway, traffic, and control conditions. Traffic engineers rely on the capacity and level of service analysis to determine the width and when expanding existing facilities that are already experiencing congestion problems. Table 1 presents the computed level of service along the streams entering and exiting the Central Business District of Baguio City based from the four (4) trunklines.

Table 1. Level of Service along the Entry and Exits of CBD in Baguio City

Trunkline	Location	Peak Hour Volume (pcu/hr)	v/c	LOS
Yellow	Naguilian	1662	0.54	LOS C
Red	Teacher's	2403	0.77	LOS D
Red	Upper	2420	0.78	LOS D
Blue	Magsaysay	1729	0.56	LOS C
Blue	Rimando	1894	0.61	LOS C
Green	Marcos	3765	1.21	LOS F

Data Source: Calculated based on Volume Studies conducted by the researcher, 2016

The level of service along Naguilian Road, Magsaysay Avenue and Rimando Road was LOS C with a volume – capacity ratio of 0.54, 0.56 and 0.61, respectively. As such, the level of service is in the zone of stable flow, but speed and maneuverability are most closely controlled by higher volumes. Most of the drivers are restricted in the freedom to select their own speed, lane changing, or overtaking maneuvers. The level of comfort and convenience declines noticeably. Red trunklines along Teachers Camp Leonard Wood Road and Upper Session Road Extension experience LOS D with a volume-capacity ratio of 0.77 and 0.78 which approaches to an unstable flow in the area. Driver experiences a generally poor level of comfort and convenience. All other trunklines were 0.78, 0.77 and 0.83 for red, blue and yellow trunklines respectively. All load factors were consistently higher than the comparable load factors in Metro Manila which is equivalent to 0.44 to 0.73.

Load factors of jeepneys indicate that they do not vary much by area nor by trunkline but by average trips per day. This relates the current fare structure that the fare per trip is the same within the first four (4) kilometres. It is considered that there is a tendency that jeepney units are distributed in such a way that the income per vehicle would be fairly equal.

Although jeepneys usually operate along the fixed routes, they sometimes alter their routes as to avoid traffic congestions. Inter municipality public utility jeepneys (PUJs) are prohibited from picking up passengers along existing Baguio City PUJ routes as implemented by the Ordinance Numbered 08, Series of 2017. However, the tenets of the resolution regulating the PUJs route are ignored.

4.3 Jeepney Average Trips

The average trips per day obtained from the survey is equal to 7.47. One trip is from an origin terminal to the destination and back. Aurora Hill jeepney line has the highest number of trips per day equal to 14.75 trips where routes are within the Central Business District running express. On the other hand, Beckel obtained the lowest number of trips per day with a value of 2.25.

Camp 7, Santo Tomas and Tuba jeepney line have values of 3.00 and 3.50 trips, respectively. The obtained values show some constraint of having 3 – 4 roundtrips per day that can be a result of passengers needing to fall in line in the respective terminals especially during peak hours in the morning and afternoon.

4.4 Jeepney Average Speed.

Jeepney routes are relatively short. The average route length is around 4.27 kilometers. The minimum fare, Php8.50 corresponds to the first 4 kilometers travelled in the City of Baguio. The computed average speed for the 41 jeepney lines surveyed is 10.228 kilometers per hour. Though, the computed values for jeepneys plying within the central business district and congested areas travel at 9 kph and less while jeepneys traveling outside the CBD have an average speed of 10 kph and

more. The farthest jeepney line, Nangalisan, Asin Road has an average speed of 23 kph. The average travel speed of jeepney is fairly higher than the jeepneys travelling in Metro Manila which is equal to 8 kph or less. This closely relates to the similarity in operational attitudes when loading and unloading of passengers and jeepneys tend to stop anywhere to serve passengers.

4.5 Passenger Demand

Passenger demand is computed using the product of the average frequency and the average occupancy in jeepneys.

Blue trunkline specifically the Trancoville and Aurora Hill jeepney lines obtained the highest number of units entering and leaving the Central Business Distrcit area in a day period with values of 3426.38 and 3318.75 trips. This is significant since Aurora Hill and Trancoville lines have the most number of units operating within the City. All other trunklines operate less than 500 trips in a day period. It implies that the operation is dependent upon the served passenger demand in a day.

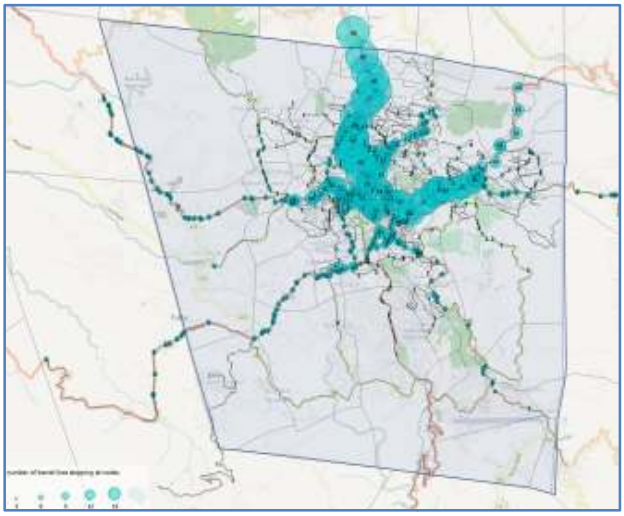


Fig. 6. Jeepney Frequency for each route in Baguio City

Data Source: Jeepney Lines and Associations (2012), Boarding and Alighting and Frequency Survey Conducted by the researcher, 2017

Fig. 5 illustrates the frequency of jeepney plying in the different routes in the CBD using EMME software. The diameter of the circle implies a high volume of jeepneys traversing in that area. Most of the areas with high volume of jeepneys are major arteries like Marcos Highway, Naguilian Road, Magsaysay Avenue, Kennon Road and Leonard Wood Road. These roads are the entry and exit points toward the Central Business District of Baguio City.

The highest number of served passenger demand were Aurora Hill and Trancoville lines with values of 43,973 and 37,689 passengers per day, respectively. These jeepney lines accommodate passengers within the Central Business District Area. On the other hand, the Santo Tomas jeepney line obtained the lowest number of served passenger demand with a value of 97 only. It indicates that passengers tend to travel less and on a scheduled system due to unavailability of jeepneys or the population is less in the area.

4.6 Estimated Jeepney Supply

The Route Measured Capacity (RMC) method was used to calculate the required number of jeepney units to meet the passenger demand. Using the obtained values from the previous discussions, the estimated supply of jeepney units which are neither to be added nor to be removed are were computed.

Based from the data gathered in the survey, there are six (6) jeepney lines which tend to be oversupply. These are the Liteng jeepney line, Scout Barrio, Aurora Hill, Trancoville, La Trinidad and San Luis jeepney lines with values of 2, 2, 101, 103, 23 and 13. Aurora and Trancoville accounted the most number of supplies of jeepneys operating in a day.

Moreover, for Aurora Hill jeepney lines, 219 units are required every day to satisfy the averaged passenger demand of 43,973 considering average roundtrips of 14.75. For Trancoville jeepney lines, 320 units are required to operate every day to satisfy the averaged passenger demand of 37,689 with average roundtrips of 9.00. The restriction of having oversupply jeepneys can be a result of operators needing to fall in line when they arrive at the Central Business District which contributes to traffic congestion.

Meanwhile, all other jeepney lines comprise of six (6) jeepney lines from the red trunklines, 12 jeepney lines from the green trunklines, 5 from blue trunklines and 9 from the yellow trunklines are considered to be undersupply to satisfy the passenger demand especially during peak hour. The restriction of having undersupply jeepneys can be a result of overloading of passengers and passengers needing to fall in line while waiting for a ride. Although, Maria Basa and Leonila Hill jeepney lines tend to satisfy the served

passenger demand with no units to be added or removed from the jeepney lines. It implies that these jeepney lines can satisfy the current demand along the routes.

Fig. 7 illustrates a buffer operation produced using transit routes covered by jeepneys with a distance of 200 meters. Buffer operations are often useful to visualize catchment area as shown. The transit catchment areas are now visible on the figure shown. The areas covered by the buffer zone indicate the affected area served by transit lines otherwise areas that were not covered by the buffer zone means there is inaccessibility in those areas.

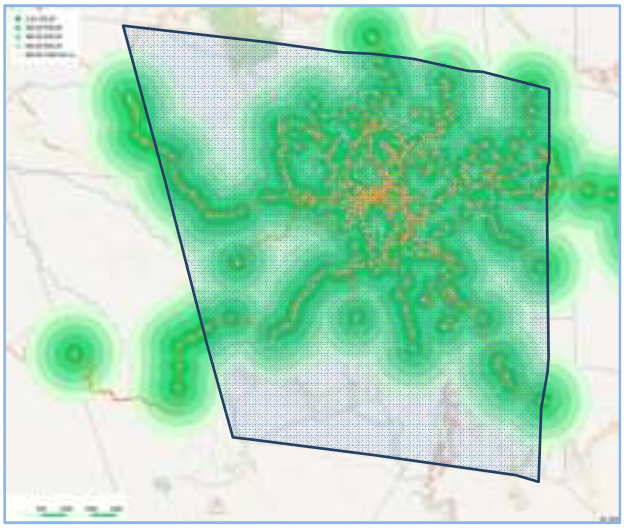


Fig. 7. Transit Stop Catchment Area

4.7 Commuters Trip Characteristics

Out of 600 people surveyed, 568 responded on the survey questions with respect to trip purpose, household income, car ownership, transport mode use and their ultimate origins and destinations.

From the data gathered from the origin – destination survey, Fig. 8 shows that 33% of the total respondents use jeepney as a mode of transport for other purposes like business or for personal use. Also, 21% of the respondents use jeepney in going to school, 23% in going to work, 10% in going to the market and 9% in going home. Moreover, 43% of the respondents belong to the average family income of Php 8,000.00 to Php 20,000.00. Higher bracket income tends to have the lowest percentage of 2% which has a value above Php 50,000.00.

Furthermore, 57% of the respondents prefer to use jeepney as mode of transport, 21% of the respondents choose to walk specifically for short distances and 12% prefer to use a private vehicle for their trips. It implies that commuters prefer jeepney over taxis since it is the cheapest mode of transportation.

The frequency of trips from one zone to another is illustrated in Figures 8 and 9. The Origin – Destination Matrix was generated based on commuters' original origins and final destinations. The number of trips from one zone to another was then placed in the Origin – Destination Matrix.

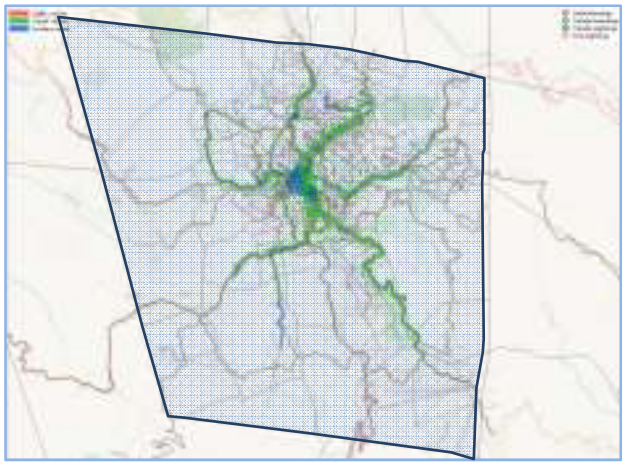


Fig. 8. Boarding and Alighting Results

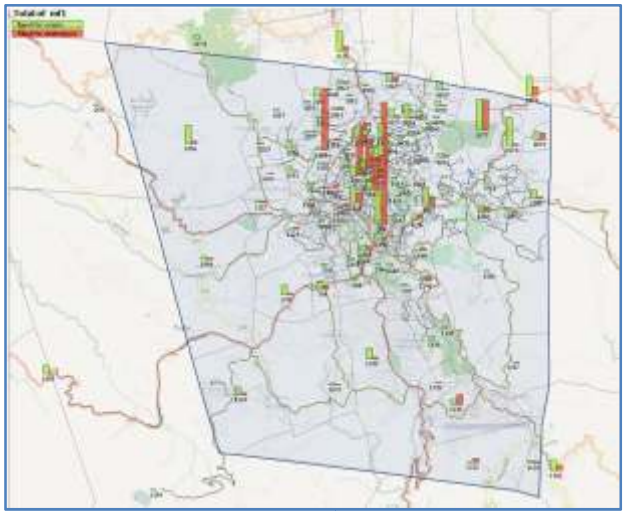


Fig. 9. Results of Zone Values Aggregation (Origins and Destinations)

Data Source: EMME Software Analysis, Origin-Destination Survey Conducted by the researcher, 2016-2017

The top 5 barangays with the highest number of origins were: (1) Session Road Area, (2) Barangay Pacdal, (3) Gibraltar, (4) La Trinidad Entry-Exit Areas and (5) Ambuklao Road Entry-Exit Areas. On the other hand, the top 5 destinations were: (1) Session Road Area, (2)

Andres Bonifacio, (3) Abanao-Zandueta-Kayang-Chugum-Otek (AZKCO), (4) Harrison-Claudio Carantes and (5) Barangay Pacdal. The identified OD can be helpful in transportation planning which may include design purposes and route modification.

5. Conclusion/Discussion

On the basis of the results of the analysis and findings made, the following can be concluded; the urban public transport system in Baguio City provides relatively high level of services at a good affordability to the majority of people. The rationalization of the color – coded trunkline determined the exact number of running vehicles on the road to complement the carrying capacity of the city's roads; but this has not solved the problems on traffic and transportation in the City.

Moreover, limited road space has been saturated by the increasing number of vehicles wherein jeepneys contribute considerably to the traffic congestions on many sections of the roads. Along some major roads, jeepneys share 23% of the total volume of vehicles in the central business district and can travel at a speed of 10.228 kph. Congestions at many terminal areas are so serious that they affect the capacity of the road extensively.

The reduction of units brought about by the inoperative of some jeepney and removal of some units in the respective associations as disciplinary actions to the drivers contributes to undersupply of some jeepney lines.

6. Acknowledgement

The authors would like to thank the financial support provided by the Commission on Higher Education under the Faculty Development Program through the delivering institution, De La Salle University and the sending institution Saint Louis University.

References

[1] Bacero, R. (2009). Assessment of Jeepney's Components, Systems and Separate Technical Units for the Development of Standards. Proceedings from The 17th Annual Conference of the Transportation Science Society of the Philippines. Retrieved from: http://tssp.tripod.com/documents/17th_tssp/bacero.pdf

[2] Barwell, I.J., G.A. Edmonds, J.D.G.F. Howe, and J. De Veen (1995) Rural Transport in Developing Countries. A Study Prepared for the International Labour Office within the Framework of the World Employment Programme, Intermediate Technology Publications. Great Britain.

[3] Bautista, D. (1995) Serious Roads Accidents in the City of Manila for Traffic Safety Planning, (Master of Arts in Urban and Regional Planning), University of the Philippines, School of Urban and Regional Planning. Quezon City.

[4] Bayan, J. (1995) Cost Characteristics of Bus and Jeepney Transport Systems in Metro Manila, (Master of Science in Civil Engineering), University of the Philippines, College of Engineering, Quezon City.

[5] Carreon, J. and Florendo, R. (2013).Assessment of Public Transport Demand and Supply Characteristics for the UP Campus – Katipunan Route, Undergraduate Thesis. Institute of Civil Engineering, University of the Philippines Diliman

[6] Coz et al. (2015).An Ergonomic study on the UP-Diliman Jeepney Driver's Workspace and Driving Conditions.6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015.Proceia Manufacturing 3 (2015) 2597-2604. Retrieved July 4, 2016 from doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.584

[7] Comprehensive Land Use Plan of Baguio City (2010 – 2020).

[8] Comprehensive Land Use Plan of Baguio City (2013 – 2023). Volume 1.

[9] Ebata, J, et al. (1996) Jeepney Business in Metro Manila: What are the conditions for its sustainability? Discussion Paper No. 16. University of them Philippines, Quezon City.

[10] Gallardo, A. et al (2011) Creation of Baguio Geographic Information Systems Jeepney Route Database for Traffic Scheme Evaluation. Unpublished Undergraduate Project Study of Civil Engineering Students in Saint Louis University, School Year 2010 – 2011.

[11] Manresa, A. et al (2013) An Assessment of the Public Necessity Concept for Estimating the Requirements for Public Transport Vehicles. University of the Philippines Diliman

Pedestrianization in Baguio City

Paper Identification Number: AYRF2017-019

Elearina Dolores T. AGUSTIN [1], Jo Isabella I. BUHAY [2], Kathleen Kay T. GILBUENA [3], Maria Sophia C. REYES [4], Nicanor R. ROXAS Jr. [5], Maria Cecilia R. PARINGIT [6]

[1] Department of Civil Engineering, Gokongwei College of Engineering
De La Salle University-Manila
Email: elearina_agustin@dlsu.edu.ph

[2] Department of Civil Engineering, Gokongwei College of Engineering
De La Salle University-Manila
Email: jo_buhay@dlsu.edu.ph

[3] Department of Civil Engineering, Gokongwei College of Engineering
De La Salle University-Manila
Email: kathleen_gilbuena@dlsu.edu.ph

[4] Department of Civil Engineering, Gokongwei College of Engineering
De La Salle University-Manila
Email: maria_sophia_reyes@dlsu.edu.ph

[5] Department of Civil Engineering, Gokongwei College of Engineering
De La Salle University-Manila
Email: nicanor.roxas@dlsu.edu.ph

[6] Department of Civil Engineering, Gokongwei College of Engineering
De La Salle University-Manila
Email: maria.cecilia.paringit@dlsu.edu.ph

ABSTRACT

Baguio City is well known as the "Summer Capital of the Philippines." The increasing number of population has affected the vehicular and pedestrian movements specifically in Session Road, Baguio City. Session Road is considered as the Central Business District (CBD) of Baguio City, which led to the proposal of pedestrianization of the said area. Pedestrianization is a traffic-calming method wherein a portion of Lower Session Road is closed for vehicles to give way to pedestrians. However, before executing this method, perception surveys were handed out to pedestrians, business owners, car users, and public utility vehicle drivers for the researchers to know their origin, destination, factors which they think are important when they are walking and the effect of pedestrianizing said road with respect to their daily activities. Although the survey response from the different groups gave positive feedback, the respondents' main concern is the congestion that will affect the neighboring streets when Lower Session Road is closed and that people will be discouraged to go to the area due to the fact that they do not like to walk. EMME 4 Scenario Modeling and pedestrian count were also used in the study to investigate the concentration of volume in Session Road. The speed and the Level of Service at the area were calculated to give an overview of the accessibility of the location. Knowing this, rerouting is a top priority to spread the vehicular traffic evenly.

Keywords: pedestrianization, Baguio city, traffic calming

1. Introduction

Disturbance in traffic flow along Lower Session Road is caused by the insufficient capacity of the existing route to accommodate the volume of vehicles that traversed it. Whenever there is an increase in the volume of motorists on the said route, buildup of traffic is experienced especially during peak hours. Therefore, the study

concerning the pedestrianization of Lower Session Road in Baguio City is necessary and timely in order to determine the level of effectiveness said pedestrianization provide to the community of Baguio City to reduce traffic congestion. In addition to that, rerouting the traffic flow and conveniently distributing the volume of traffic flow into other roads that are not optimized can ease traffic congestion.

1.1 Literature Review

Baguio City occupies about 57 square kilometers of hilly land about 1,524 meters high in the southwestern portion of the Cordillera Central mountain range in northern Luzon in the Philippines. It is completely surrounded by the province of Benguet, which Baguio used to be a town of before being made into an independent city ("All About Baguio City Philippines," n.d.). Also known as the Summer Capital of the Philippines, it is also one of the tourist spots mostly visited in the country. The current population is at 345,366 with an annual 2.36% increase, which is relatively higher than its capacity at 26,000. Unlike other attractions that can be found in the country, Baguio City probably has the most visitor attractions clustered in a relatively small area compared to other tourist destinations in the Philippines. This has relatively impacted the urban core of the city due to overcrowding of the area considering the number of people using its streets, specifically pedestrian walkways. The design of its downtown streets is not expandable risking its survival (Akers, n.d.). As a result, the city's population density is relatively higher at the East and South sides.

One of these tourist attractions is the Session Road. Session Road is the main thoroughfare of Baguio City and its commercial center, with a variety of shops, stores, offices lining each side. Its location has also affected the volume of pedestrian traffic causing congestion in the area. This has led to several proposals regarding the pedestrianization of the area. Pedestrianization is the removal of vehicular traffic from city streets. For example, in Hong Kong, pedestrianization is defined by the transport department as "to restrict vehicle access to a street or area for exclusive use of pedestrians" (Iranmanesh, 2008). In an experiment conducted, pedestrianization was done on Session Road where one side was closed from 3:00 pm to midnight. This experiment became an avenue for the people to use the roads as a place where they can dine and interact with other people. This has also reduced the pollution in the area even for a short period of time (Alabanza, 2012).

2. Methodology

2.1 Perception Survey

Perceptions are the way people organize and interpret their sensory input, or what they see and hear, and call it reality. Perceptions give meaning to a person's environment and make sense of the world (Erickson, 2013).

A perception survey is used to determine how the people feel regarding the existing situation of their environment. This is used to know the parameters to consider in improving the current condition of the area, answer problems that the study wants to tackle, analyze trends, and set solutions. In order to be successful, it is imperative that a perception survey must be both reliable and valid. The right questionnaires must be asked to obtain meaningful usable responses to increase safety performance.

2.2 Descriptive Method

Observational measures were done to determine the main causes of traffic congestion in Lower Session Road, Baguio City. The availability of parking facilities around Lower Session Road was taken into consideration. Sufficiency of which was evaluated based on the results of the responses taken for car users. As for the public utility vehicles, their routes were gathered for the utilization of the alternative route. Data collected were analyzed through EMME4 Scenario modeling.

Peak hour periods of pedestrian activities were also recorded through pedestrian count. Causes of congestion in the area were evaluated through correlation between speed and other factors.

3. Results

3.1 Pre-Survey Questionnaire

A pre-survey was conducted to know how long the people are willing to walk to get to their desired destination. From their answers, the researchers would be able to measure the distance of their proposed area of pedestrianization (as shown in Figure 1).

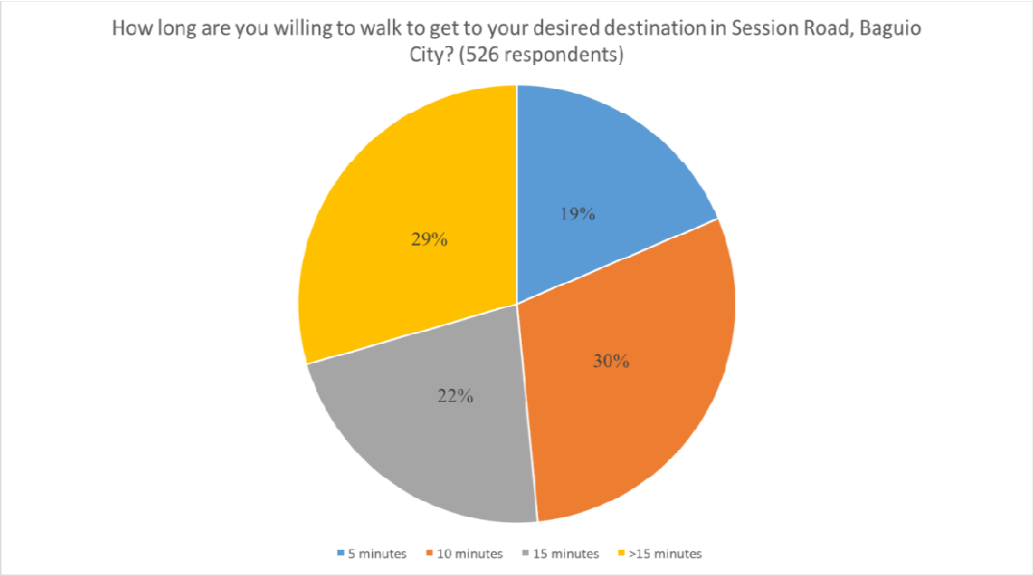


Fig. 1 Pre-survey questionnaire

Out of the 526 respondents, 157 or 30% of them are willing to walk for 10 minutes. Next, 155 respondents or 29% of the 526 respondents do not mind walking for more than 15 minutes while 116 or 22% of them do not mind walking for a span of 15 minutes. Lastly, the least chosen option, with only 98 out of 526 respondents agreeing, is walking for 5 minutes. The result of the pre-survey questionnaire signifies that the respondents do not necessarily disapprove of walking for a long period of time since the last option is walking for 5 minutes.

3.2 Household Information

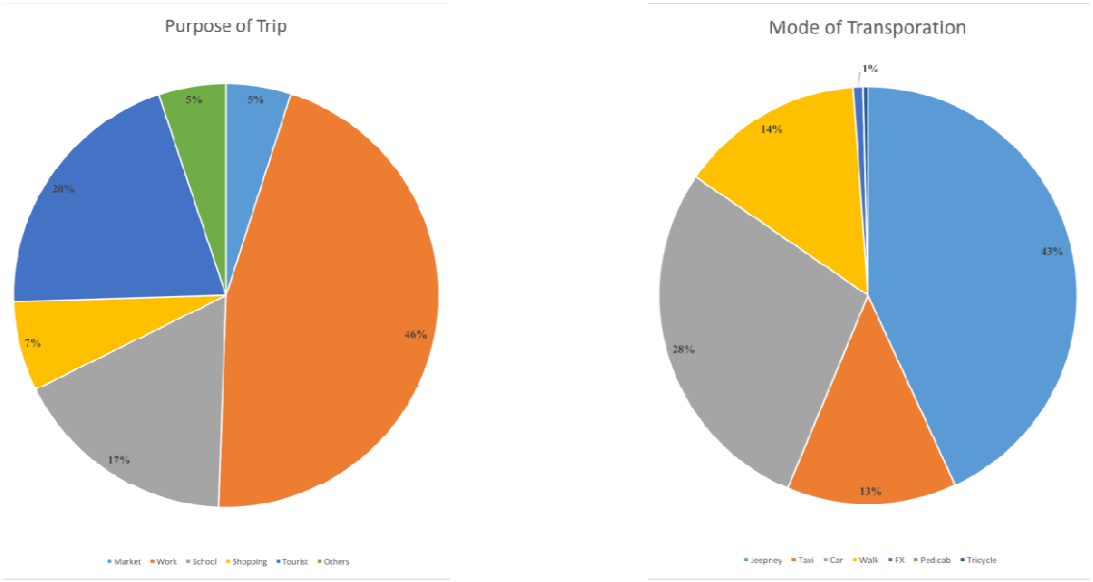
From the 526 respondents that the researchers have surveyed, basic household information, such as gender, age, occupation, monthly income, and etc., were gathered. Age was asked to confirm that all of the respondents are above 18 years old.

Table 1 Summary of household information

Age	
18-25	3
26-33	24
34-41	12
42-49	26
50 and above	14
Gender distribution	
Male car users	72
Female car users	7
Male pedestrians	198
Female pedestrians	147

Male PUV drivers	32
Female PUV drivers	2
Male business owners	33
Female business owners	35
Occupation	
Employees	241
Students	120
Business owners	68
Independent professionals	45

Others	52
Monthly income	
200,000 and above	8
150,000-199,999	2
100,000-149,999	4
75,000-99,999	3
50,000-74,999	16
25,000-49,999	47
15,000-24,999	73
10,000-15,000	77
5,000-9,999	86
Less than 5,000	97
none	113



(a) (b)

Fig. 2 (a) Trip Purpose and **(b)** Mode of Transportation

Figure 2(a) illustrated the purpose of the trip of the respondents from Baguio City. 240 or 46% of the 526 respondents are en route to their work, since most of the people surveyed are either employees, business owners, or independent professionals. 107 or 20% of the 526 respondents are tourists visiting Baguio City, followed by 90 respondents or 17% of the 526 respondents going to school. The number of respondents with the purpose of shopping is 36 or 7% of the 526 respondents, while the number of respondents that do not belong to any of the choices is 27 or 5% of the 526 respondents. Lastly, going to the market is the least chosen option with only 26 out of 526 respondents choosing the aforementioned purpose of trip.

For Figure 2(b), the main mode of transportation for the community of Baguio City is through the use of PUJs or Public Utility Jeepneys, coming from 227 out of 526 the respondents or 43% of the respondents. The next mode of transportation is through the use of private cars, with 159 votes or 28% of the whole, followed by walking with 75 votes. Taxis are also widely used with 69 votes or what 13% of the respondents use on a daily basis. FX and Tricycles are rarely used with only 4 and 2 votes respectively. Lastly, no one in our respondents used a pedicab to get to their destination. As for the mode of transportation the public transportation drivers operate, 23 or 67.65% of them use jeepneys while 11 or 32.35% of them use taxis.

3.4 Perception Survey

Data collected from the perception survey are presented through graphical representation. The respondents include business owners, public utility vehicle drivers, pedestrians and private car users.

3.4.1. Business Owners

The result of the survey given to this group gives an overview of how pedestrianization can affect their establishments located in Session Road. Summary of their responses are shown in Figure 4.

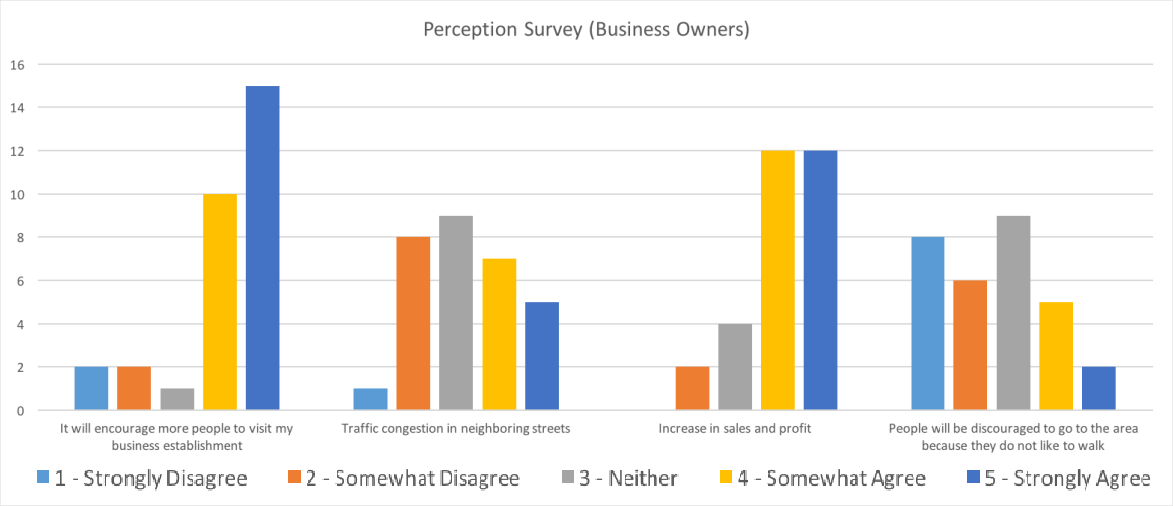


Fig. 3 Perception survey (business owners)

As shown in Figure 3, business owners believe that closing one side of Lower Session road will not encourage the people to visit their establishments but this can increase their sales and profit. Based on the answers collected, the respondents expressed their neutrality on the fact that pedestrianization can cause traffic congestion to neighboring streets as well as it being a discouragement to people to visit the area.

3.4.2. Public Utility Vehicle Drivers

Collected survey from this group aids in determining whether or not the proposed scheme will be more of an advantage to them. Graphical representation of their responses are shown in Figure 5.

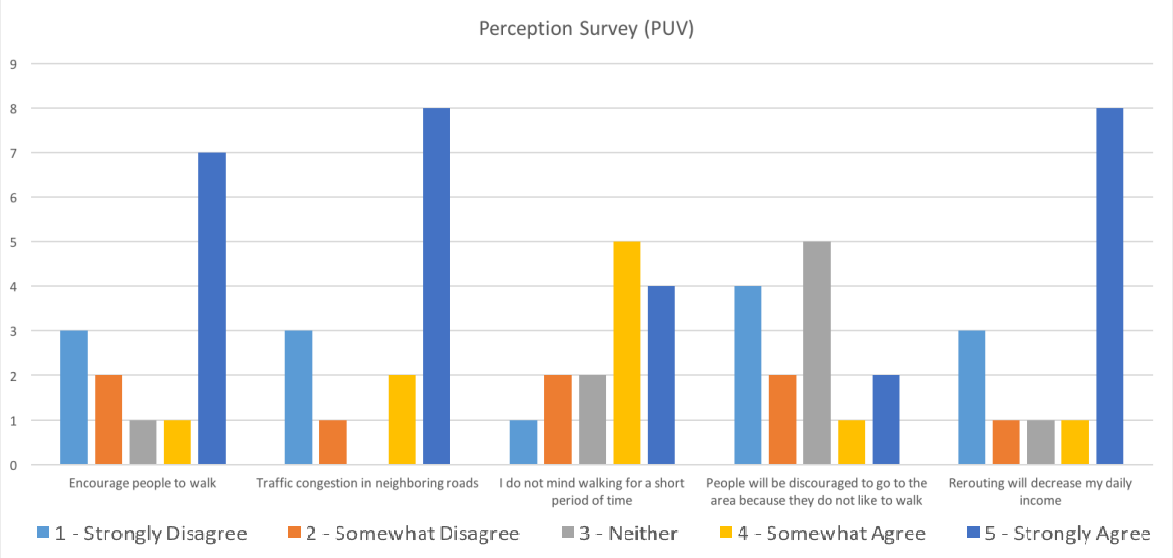


Fig. 4 Perception survey (PUV)

For PUV drivers, pedestrianization can help encourage people to walk because walking was not too much of a hassle for them. On the side note, based on their opinion, rerouting will decrease their daily income, and will cause traffic congestion in neighboring roads. They expressed neutrality on the fact that this may discourage people to visit Lower Session road.

3.4.3. Pedestrians

Figure 5, as shown below, presented the summary of the perspective of the pedestrians on changing the existing traffic scheme in Lower Session Road.

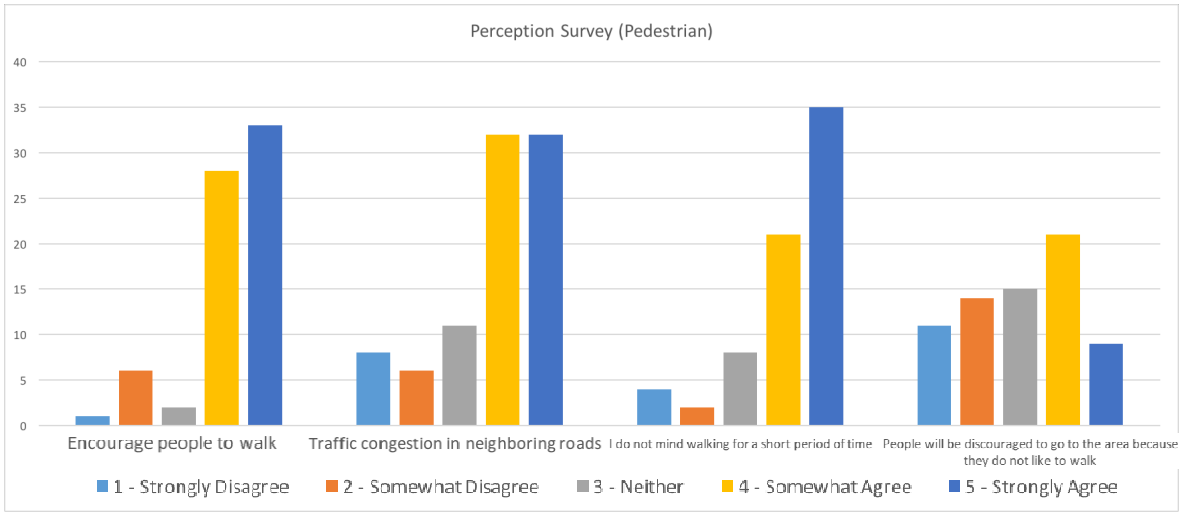


Fig. 5 Perception survey (pedestrians)

Based from the perception of the pedestrians asked to answer the survey, closing one side of Lower Session Road can encourage people to walk because they too do not mind walking for a short period of time. They somehow agree that this can discourage people to go to the area and this can cause traffic congestion in neighboring roads.

3.4.4. Private Car Users

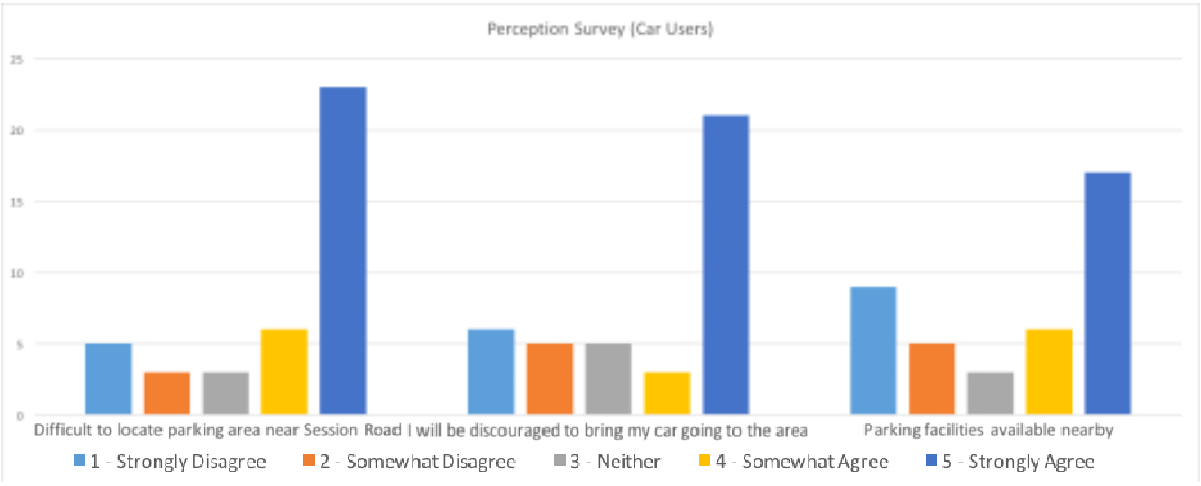


Fig. 6 Perception survey (car users)

Figure 6 showed that if the pedestrianization in Lower Session Road is implemented, the number of cars will be decreased due to their discouragement to bring their car to the area. Although they think that parking facilities are available nearby, it is still difficult to locate parking area near Session Road.

5.5 Pedestrian Count

A video trap was setup on three different locations namely SM Baguio, Porta Vaga, and Baguio Public Market to investigate the existing walking speed of the people along Session Road. Lengths of the trap are at 5 m, 18.2 m, and 14.5 m for SM Baguio, Porta Vaga, and Baguio Public Market respectively.

Different factors were considered such as the age, traveling as group, with bag, with child, traverse a specific distance. These factors are considered relatively to the speed as shown in the tables that follow. To be able to get the average speed and flow rate at the area, traffic volume studies are applied. Traffic volume studies are conducted to collect data on the number of vehicles and/or pedestrians that pass a point on a highway facility during a specified period of time. Traffic volume is defined as the number of vehicles passing a point on a highway. Rate of flow represents flows that exist for periods of time less than an hour. Hourly volumes are used to design highways to adequately serve the peak-hour traffic volume in the peak direction of flow. Peak hour is the single hour of the day with the highest hourly volume (Garber and Hoel, 2012).

The peak hour factor is the relationship between the hourly volume and the maximum rate of flow within the hour. It could be computed using the formula (Garber and Hoel, 2012):

$$PHF = \frac{V}{4V_{15}} \quad (1)$$

Where:

PHF = peak hour factor

V = Total volume within the hour

V15 = Maximum volume of a 15-minute period, within the peak hour

When the peak hour factor is known, it can be used to estimate a maximum flow rate within an hour based on the full-hour volume:

$$v = \frac{V}{PHF} \quad (2)$$

Where

v = maximum rate of flow within the hour

time of day that the people are walking, and the number of seconds it takes for a person to

V = total volume of the peak hour

Table 2. Volume of pedestrians at Porta Vaga

Porta Vaga	Total
1:00 – 1:15	792
1:15 – 1:30	378
1:30 – 1:45	533
1:45 – 2:00	886
	2589

Table 3. Volume of pedestrians at SM Baguio

SM Baguio	Total
1:00 – 1:15	638
1:15 – 1:30	574
1:30 – 1:45	571
1:45 – 2:00	768
	2551

Table 4. Volume of pedestrians at Public Market

Baguio City Public Market	Total
2:30-2:45	650
2:45-3:00	556
3:00-3:15	610
3:15-3:30	617
	2433

Using Equation 1, the peak hour factor in the Porta Vaga (Table 2) is 0.73. This value signifies that the volume is somehow constant throughout the hour. This value is plugged-in in Equation 2 to calculate for flow rate. For Porta Vaga, the pedestrian flow rate is at 59.07 ped/min; while the average speed of the area is at 1.079 m/s. Based on the data gathered, the Level of Service at Porta Vaga, Session Road is E when Table A was used. This means that the space provided is insufficient for passing of slower pedestrians. Cross- or reverse-flow movements are possible only with extreme difficulties. Design volumes approach the limit of walkway capacity, with resulting stoppages and interruptions to flow.

For SM Baguio (Table 3), the peak hour factor is 0.83; the flow rate is 51.2 ped/min; and the average speed is 0.93 m/s. Using Table A, the Level of Service in the area is also E similar to Porta Vaga, Session Road.

For the Baguio City Public Market (Table 4), the peak hour factor is 0.94; the flow rate is 43.33 ped/min; and the average speed is 1.01 m/s. Using Table A, the Level of Service in the area is also E.

Fig. 7 Map and EMME 4 Network of Baguio City

EMME 4 network was used to study the transportation activities of a sample in Baguio City. The Origin-Destination (OD) as answered in the pre-survey was used to create a matrix where the researchers come to know where people go to and from. The OD matrix created from the data collected was also used to locate the zones for proper execution of the program.

Fig. 8 Network of Baguio city and total volume for each zone

As shown in Figure 8, getting the sum of all origins and destination for every zone, it is evidently shown that most of the samples surveyed are concentrated in Session Road, Baguio City.

Fig. 9 Area closed to vehicles

Figure 9 shows which part of Session Road was proposed to be closed to vehicles. These vehicles refer to the different modes of transportation crossing the area such as auxiliary auto (private cars), auto (taxis), auxiliary transit (jeepneys), and transits (buses). The location will only be opened to pedestrians, encouraging the people to walk along the area. This proposal was expected to alleviate traffic, increase speed of vehicles, and result to higher Level of Service of pedestrian facilities. These expected results of the scheme were shown in the second scenario.

Table 4 Summary of the difference between the factors considered for scenarios 1 and 2

Factors	Scenario 1	Scenario 2
Average speed	37.66 kph	38.24 kph
Average volume	1,217 vehicles	1,215 vehicles
Volume-delay function (VDF)	282,299.2	283,207.5
Vehicle Hour travelled (VHT)	476,628	478,855

Table 4 shows the summary of the effect of the scheme on different factors. Making one part of Session Road inaccessible to vehicles can result to the reduction of average volume as shown in the table. Implementation of the scheme slightly decreased the average volume from 1,217 vehicles to 1,215 vehicles. Consequently, the speed of the vehicles increased from 37.66 kph to 38.24 kph due to the decrease in volume of vehicles. Alleviation of traffic congestion in Session Road is expected. The reduction of

auto in the location means that the interaction between pedestrians and vehicles will be lessened; that will promote safe environment and walkability.

The volume-delay function (VDF) shows the how the volume can affect the travel time or delay of vehicles traversing the area. Table 5.6.1 shows the sum of volume-delay function for all links. As can be observed, the values increased from 282,299.2 to 283,207.5. This means that there are areas where an increase in volumes of vehicles has resulted after the rerouting since their path travelled was altered. This increase in the value for VDF means that due to the proposed scheme, the delay in the neighboring roads relatively increased due to the increase in the number of vehicles that pass through the roads near Session Road. Subsequently, the vehicle hour travelled (VHT) was expected to be higher for scenario 2 than it is for scenario 1 since VHT is defined as the volume of vehicles per speed. Increase in number of vehicles can relatively slow down the speed of vehicles explaining the significant increase of value for VHT of scenario 2.

4. Conclusion

The prevailing Level of Service when the pedestrians were observed at 3 different locations in Session Road, Baguio City is E. This means that the speed of the people walking in the area is affected by the lack of space of sidewalks and interruptions in flow happen because the number of people traversing it has already reached the design limit of the walkways. The volume of people traversing the area can also be evidently seen through the network. Since Session Road is the central business district of Baguio City, most of the samples go to and from the said area. Pedestrianizing this area can lessen the volume of vehicles in the area accommodating the large number of people visiting the location. Although this has a positive effect on the closed portion, the scheme would accordingly affect the neighboring roads. Based from the values for VHT and VDF, the significant increase in values means traffic congestion at the other parts of the city.

Investigating the perspective of the people regarding the impact of the proposed pedestrianization scheme in Session Road, Baguio City, there were different factors considered by the respondents. To be able to promote a walking environment as encouraged by the scheme, the respondents' safety is their main concern. Safety of the environment is promoted with the lessening of interaction between pedestrians and vehicles. Cleanliness of the path was also considered as the second most important factor to consider when walking. Through the scheme, this can be an evident result since pedestrianizing the area will lessen the air pollution as emitted by cars.

The effect of the proposal on the social and economic aspects of different groups namely pedestrians, car users, business owners, and PUV drivers was studied through their answers on the perception survey. For the business owners, implementing pedestrianization would attract more people to visit their establishment thereby increasing their sales and profit. On the other hand, the public utility vehicle drivers expressed mild disagreement on the pedestrianization scheme for it might affect their income negatively.

Pedestrians did not have any concerns regarding the proposed pedestrianization scheme while car users expressed concerns regarding the parking availability once Session Road is closed. All of the groups, namely business owners, car users, and PUV drivers expressed mild agreement that closing a portion of Session Road would discourage people to go to the area. In addition to that, they were also inclined to think that closing a portion of Session Road would cause traffic congestion to neighboring areas.

References

[1] Akers, M. (n.d.). Urban streets struggling to survive: An Urban design solution. Retrieved October 5, 2016 from http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Baltimore/SCARC/SCARC-30.pdf

[2] Alabanza, J. (2012). Road revolution. Retrieved October 2, 2016 from https://d0ctrine.com/2012/02/04/pedestrianizing-session-road

[3] All about Baguio City Philippines. Retrieved October 26, 2016 from http://www.gobaguio.com/general.html#.WBCeytV97IU

[4] Erickson, J. (2013). Perception surveys: Their importance and role in safety performance. Retrieved March 18, 2017 from http://www.predictivesolutions.com/blog/safetycary /culture/perception-surveys-their-importance-and-role-in-safety-performance/

[5] Iranmanesh, N. (2008). Pedestrianisation a great necessity in urban designing to create a sustainable city in developing countries. Retrieved November 19, 2016 from http://www.isocarp.net/data/case_studies/1130.pdf

Appendix

Table A. Levels of Service Criteria for Walkways and Sidewalks

Levels of Service (LOS)	Average Speed (m/s)	Flow Rate (ped/min/m)
A	> 1.30	≤ 16
B	> 1.27 – 1.30	> 16 – 23
C	> 1.22 – 1.27	> 23 – 33
D	> 1.14 – 1.22	> 33 – 49
E	> 0.75 – 1.14	> 49 – 75
F	≤ 0.75	Variable

Source: Transportation Research Board (2010)

LIST OF FIGURES

FIGURE	TITLE	PAGE
1	Pre-survey questionnaire	3
2a	Trip Purpose	4
2b	Mode of Transportation	4
3	Perception survey (business owners)	5
4	Perception survey (PUV)	5
5	Perception survey (pedestrians)	6
6	Perception survey (car users)	6
7	Map and EMME 4 Network of Baguio City	8
8	Network of Baguio city and total volume of each zone	8
9	Area closed to vehicles	8

ATRANS ANNUAL CONFERENCE
PROCEEDING OF 2017
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

EVALUATING WALKING ACCESSIBILITY TO PUBLIC TRANSPORT STATIONS IN DEVELOPING COUNTRIES: A CASE STUDY IN HO CHI MINH CITY

Paper Identification Number: AYRF2017-020
Minh Thong NGUYEN[1], Anh Tuan VU[2]

[1] Vietnamese German Transport Research Centre
Vietnamese-German University, Binh Duong New City, Vietnam
Telephone 084982248702
E-mail: tat2014_thong.nm@student.vgu.edu.vn

[2] Vietnamese German Transport Research Centre
Vietnamese-German University, Binh Duong New City, Vietnam
Telephone 084913997953
E-mail: drtuan.va@vgtrc.vgu.edu.vn

Abstract

Accessibility to public transport system is one of the most important features for the promotion of using public transport. Therefore, policy makers, transport planners, and traffic management agencies should consider how to evaluate and enhance the accessibility to public transport systems to meet the increasing travel demand at a reasonable cost and with time saving and acceptable service quality. This study aims to develop a concept of walking accessibility to public transport stations and methods for measuring current situation of walking accessibility. The developed concept and developed methods are applied to evaluate the walking accessibility to public transport stations in Ho Chi Minh City (Vietnam). The results have shown that the walking accessibility to the public transport stations in the study area is difficult. The accepted walking distance to bus stop in the study area is lower than common walking distance that indicated in most previous studies. The accepted walking distance to bus stops of the bus users is higher than the non-bus users. Pedestrians who are in the developed areas seem to accept a further walking distance to bus stops than those in the developing areas. Security, safety, tree, and shelters are evaluated as the most of important factors affect to the walking accessibility. The results of the study and the developed methods would be important information and useful tools for transport planners, transport operators, and transport management agencies in understanding of the current walking accessibility conditions, and enhancing the accessibility to public transport stations in developing countries.

Keywords : Public Transport, Walking Accessibility, Accessibility Indicators, Empirical Study, Developing Countries

1. Introduction

In the developing countries, the rapid economic development has been followed by serious issues related to urban transport. Especially at the large cities, they have been facing serious problems concerning urban transport including traffic congestions, traffic accidents, air and noise pollutions, and energy depletions. Providing a public transport system is considered as a key measure for solving the traffic problems in the large cities in the developing countries, which also contributes to increase the mobility to all citizens. Accessibility to public transport system is one of the most important features for the promotion of using public transport. Therefore, policy makers, transport planners, and traffic management agencies should consider how to evaluate and enhance the accessibility to public transport systems to meet the increasing travel demand at a reasonable cost and with time saving and acceptable service quality.

The objective of this study is two-fold: (1) Develop a concept of walking accessibility to public transport stations and (2) Evaluate the walking accessibility to bus stops in Ho Chi Minh City based on the developed concept.

2. Literature review

2.1 Definitions of the accessibility

Different definitions of accessibility have been defined and used in vary forms in many previous studies. To develop a concept of walking accessibility public transport stations, it is necessary to clarify some related definitions of accessibility.

According to Hansen[1], "accessibility is defined as the extent to which the land-use and transport system enables (groups of) individuals or goods to reach activities or destinations by means of a (combination of) transport mode(s)". The definition of accessibility is divided into four components, they consist of a transport component (the abilities in term of time, cost and effort to reach destinations), a land-use component (spatial distribution and characteristics of potential destinations), a temporal component (availability of activities during the day), and an individual component (personal valuations).[2]

Accessibility is defined as ability of passengers to attain desired goods, services and activities.[3] Accessibility is referred as an attribute of people and commodities rather than modes of transportation or service providing, and describes integrated systems from a user viewpoint.[4] The accessibility describes the ease with which all passenger groups can use public transport systems.[5]

Accessibility can be defined as the ability of individual to reach desired activities or opportunities, which might require traveling to the location where those activities and opportunities are taken.[6] Ryan et al.[7] Accessibility is classified into two types including measured accessibility and perceived accessibility. Perceived accessibility refers level of individual's perception on how easy a person can access to public transport system based on their own experience.[8,9]

In the context of developing countries, the accessibility to public transport system describes the ease at which all passenger categories can reach and use the system and its sub-systems.[10] Tuan & Son[10] also classified accessibility to public transport system into three sub-elements including accessibility to public transport stop/station, accessibility to public vehicle, and accessibility to the service.

From definition of the accessibility, it can be seen that concepts of accessibility referred to the term "individual" and their "ability" (level of ease to reach, easy to access), available activities or opportunities (or their spatial distribution), and transport system or transport connection (expressed by distance, time, cost, or the combination of them such as generalized cost).

2.2 Concept of walking accessibility

There are many access modes to public transport stations/stops such as walking, bicycle, motorcycle, car, and taxi. Each individual journey, there is different transport modes that an individual can choose to reach their destination. Each transport mode has the specific characteristics, advantages and disadvantages. Causing by different characteristics of each access mode, it is important to have appropriate approach for each access mode. In many studies on public transport, walking is considered as the most popular and important mode for access to public transport systems.[11,12]

In this study, the walking accessibility can be defined as follow: *Walking accessibility describes the level of ease at which all passenger categories can reach their destination by walking mode.* A walking trip using public transport has different elements. Elements of a walk and ride trip include:

A. planning a trip,
B. walking to public transport station,
C. crossing at intersection(s) /crossing point(s),
D. waiting at the station/stop,
E. boarding/alighting to public transport vehicles,
F. walking to the desire destination.

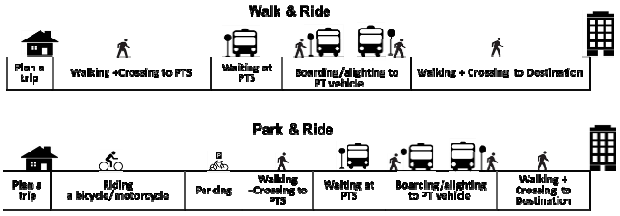


Fig. 1 Different elements of a walking trip

Similarly, elements of a park and ride trip also has different elements. They include:

A. planning a trip,
B. riding a bicycle/motorcycle to parking area,
C. parking,
D. walking to public transport station,
E. crossing at an intersection(s)/crossing point(s),
F. waiting at the station/stop,

G. boarding/alighting to public transport vehicles,
H. walking to the desire destination.

3. Walking accessibility evaluation

Following the developed concept, the study aims to develop methods for evaluating walking accessibility to public transport stations. This study uses individual's perception as a measurement for the evaluation of walking accessibility to public transport stations.

Most common methods of evaluating accessibility have focused on the infrastructure and physical level of access to public transport stations/stops[13,14] and they neglected behavioral factor of individuals.[14]

Perceived accessibility is subjective and evaluating is based on an individual's perception on how easy that individual can reach activities or opportunities based on their own experiences.[8] Perceived accessibility has been a strongly impact on transport mode choice.[15] Evaluating accessibility from user's perspectives based on the concept of perceived accessibility and behavioral approach of pedestrian while evaluating accessibility from supplier's perspectives based on measured accessibility. In addition, accessibility assessment considers not only pedestrians with normal movement but also pedestrians with reduced movement.

The purpose of perceived accessibility evaluating is to find out how pedestrian feel about their ease to access public transport stations/stops, and what are the factors that pedestrian feel important, and their satisfaction concern to those factors. Understanding about the factors that pedestrian most concern and their satisfaction would help transport planners and transport agencies to have the effective measures and policies for improving the accessibility to public transport stations/stops.

3.1 Components of evaluating walking accessibility

In this study, components of evaluating perceived accessibility include evaluating walking access distance, evaluating level of network coverage of public transports systems, evaluating level of importance and evaluating level of satisfaction by walking accessibility indicators.

3.1.1 Accepted walking distance to public transport station

Walking is the primary access mode for trips from origin to public transport stations/stops. Previous researches indicated that walking distance to public transport is affected by the purpose of the trip, demographic factors, age and gender, and by the location of the access trip in terms of built environment and natural environment. Although the impacts are variable, it is difficult to disentangle the effect of the built environment on walking access to public transport. The respondents are asked to give their maximum walking distance that they willing to access to the nearest transport stations.

3.1.2 Level of public transport network coverage

The level of public transport network coverage is percentage of the land in an area that is served by public transport service. Network coverage for the study zone has been estimated by using circular zones with a radius of the accepted walking distance from stops in the study area. The common walking distance to bus stop is usually 400 meters.[16,17] In this study, the walking distance to bus stops is accepted walking distance by citizens in the study area.

3.1.3 Perceived accessibility index

Level of perception of individual about their ease to access public transport station/stop is divided into five levels including very easy, easy, neither difficult nor easy, difficult, and very difficult. The respondents are asked to give their evaluation on the accessibility to public transport station/stop based on their perception.

3.1.4 Importance index

The respondents are asked to give their evaluation on the level of importance regarding each walking accessibility indicator. The evaluation is made in a 5-point scale as shown in table 1. Assessment of each main indicator is determined by calculating the average value of each indicators' value.

Importance index of each indicator is calculated by equation 1.

$$I_x = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i^x}{n} \quad (1)$$

where:

I_x: mean value of importance levels of indicator x
a_i^x: importance level of respondent i with indicator x
n: the number of respondents

3.1.5 Satisfaction index

Similar with the evaluation of importance level, the respondents are also asked to give their evaluation on the level of satisfaction for each walking accessibility indicator. The evaluation is made in a 5-point scale as shown in table 1. Assessment of each main component is determined by calculating the average value of each indicator. Satisfaction index of each indicator is calculated by equation 2.

$$S_x = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i^x}{n} \quad (2)$$

where:

S_x: mean value of satisfaction levels of indicator x
b_i^x: satisfaction level of respondent i with indicator x
n: the number of respondents

Table 1 Score scale used for evaluating walking accessibility indicators

Score scale used for evaluating a typical accessibility indicator					
Importance level	very unimportant	unimportant	Normal	important	very import -ant
Satisfaction level	Strongly unsatisfied	Unsatisfied	Neither unsatisfied nor satisfied	Satisfied	Strongly satisfied
Score	-2	1	0	1	2

3.1.6 List of walking accessibility indicators

Factors affect to the walking accessibility of respondents are evaluated in terms the importance and satisfaction as perceived by the respondents. Based on accessibility indicators to public transport that suggested by Marques[18], and based on the concept developed in this study, as well as practices, this study suggests eleven factors are used for the evaluating as accessibility indicators of importance and satisfaction. They include:

(1) Safety,
(2) Tree and shelter,
(3) Walking distance to bus stop,
(4) Walking time to bus stop,
(5) Land-use diversity,
(6) Information,
(7) Lighting,
(8) Comfort,
(9) Right of pedestrian,
(10) Security, and
(11) Building architectural design.

4. Empirical study in Ho Chi Minh City

4.1 Study area

Ho Chi Minh City is considered as the biggest city of Vietnam in term of economic and population. The city has a total area of 2,095 km2 with 7.6 million inhabitants that is represent 8.3% population of Vietnam.[19] Bus is the unique public transport system in Ho Chi Minh City.

Two areas in Ho Chi Minh City are selected for conducting surveys, namely developed area and developing area. The developed area is in city center with high density of population. This area has many high-rise buildings, major hospitals and big universities of Vietnam. The developing area is in newly developed areas that were mostly established from rural area. The developing area has the highest urbanization rate than other areas in Ho Chi Minh City. Six bus stops are selected for data collection in the study areas.

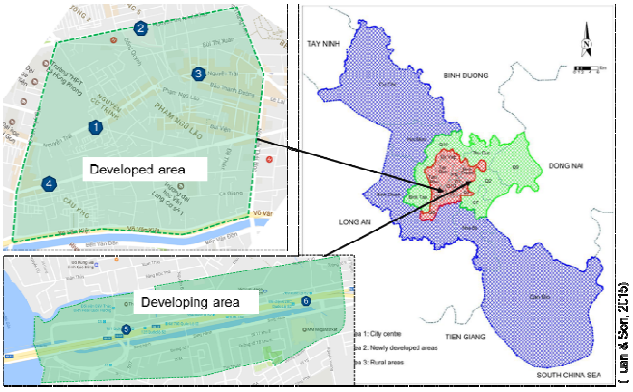


Fig. 2 The study are and location of six bus stops

4.2 Data collection

To evaluating the walking accessibility to the public transport stations/stops, the empirical study relies mainly on primary data from

interviews. Data collection was conducted in two study areas on various times of day and on different days of week.

The questionnaire was designed to collect data from wide range of people from different social classes.The structure of the questionnaire consisted of three parts, including (1) general information (e.g., age, gender, living area etc.), (2) the accessibility conditions based on indicator-wised information, (3) the satisfaction levels and importance levels of respondents per indicator as walking distance, walking time, built-environment, comfort/safety. The total sample size is 154 respondents including bus users and non-bus users. Interviews were implemented at six bus stops. To test the reliability of the questionnaire structure, 12 bus passengers were chosen for conducting a pilot survey. The sample distributions are presented in table 2.

Table 2 Characteristics of the samples

Total number of respondents N= 154		
Category	Number of respondents	Percent (%)
Gender		
Male	76	49.1
Female	80	51.9
Area		
Developed area	77	50
Developing area	77	50
Bus using frequency		
Bus user	92	59.7
Non-Bus user	62	40.3

5. Empirical study in Ho Chi Minh City

5.1 Accepted walking distance to bus stop

Figure 3 demonstrates the accepted walking distance in general and differences in accepted walking distance to the bus stops compared to the bus user and non-bus user, developed area and developing area in Ho Chi Minh City.

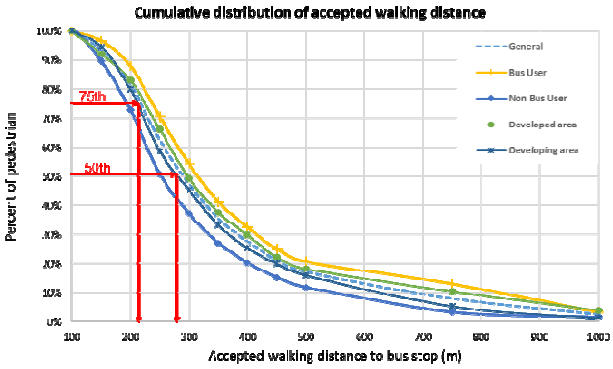


Fig. 3 Accepted walking distance to bus stop

In general, it can be seen that the median (50th) walking distance to bus stops is nearly 300 meters while the 75th percentile is 225 meters and the 85th percentile is nearly 190 meters. The walking distance to bus stop in study area is lower than common walking distance that indicated in most previous studies. The common walking distance to bus stop is usually 400 meters.[16,17]

Accepted walking distance to bus stop of bus user is higher than non-bus user. It can be seen that, for all percentile, the accepted walking distance of the bus user is always higher than those of the non-bus user. The median accepted walking distance of bus user is nearly 320 meters while it is nearly 250 meters for non-bus user.

For developed area and developing area, respondents who are in developed area accepted a higher walking distance for an access to bus stops than those living in developing area. This difference can be explained by aspects of infrastructure. By observation, infrastructure in developed area has a higher level of completion than the developing area, while the developing area is lack of infrastructure and facilities support for walking.

5.2 Level of bus network coverage

The median accepted walking distance in the developed area is nearly 290 meters. Figure 4 illustrates the network coverage of the bus network in the developed area, which is 290 meters of accepted walking distance from each bus stop. Generally, 82% of the total land of the developed area is covered by bus network.

Fig. 4 Network coverage of bus system with radius of 290 meters of the developed area

Figure 5 illustrates the network coverage of the bus network for the developing area, which is 250 meters of accepted walking distance from each bus stop. In general, 51% of the total land of the the developing area is covered by bus network.

Fig. 5 Network coverage of bus system with radius of 250 meters in the developing area

5.3 Perceived walking Accessibility

154 respondents were asked to evaluating their accessibility to bus stop based on their perception. Figure 6 illustrates the walking accessibility to stops based evaluation of respondents.

In general, it is difficult for access to bus stops for most of respondents. 58% of respondents evaluated that they felt difficult in access to bus tops, and 7% of respondents felt extremely difficult in access to bus tops. Only 5% of respondents felt it is easy to access to bus stop and nobody felt it is very easy for them access to bus stops.

Fig. 6 Perceived walking accessibility

5.4 Importance index and Satisfaction index

Figure 7 shows the mean values of the importance level and satisfaction level with respect to each of the selected indicators.

Clearly, indicators "safety", "tree and shelter", "walking distance to bus stop", walking time to bus stop" "land-use diversity", "information", "lighting", and "comfort" are evaluated as important indicators with perceived values higher than 1.0. Indicator "security" and "safety" have higher mean values distinctly then the other indicators. Especially, indicator "security" is evaluated as the most important indicator with perceived value nearly equal 2.0. Indicator "right of pedestrian" and "building architecture design" are ranked as the least important indicator. They had importance index nearly 1.0.

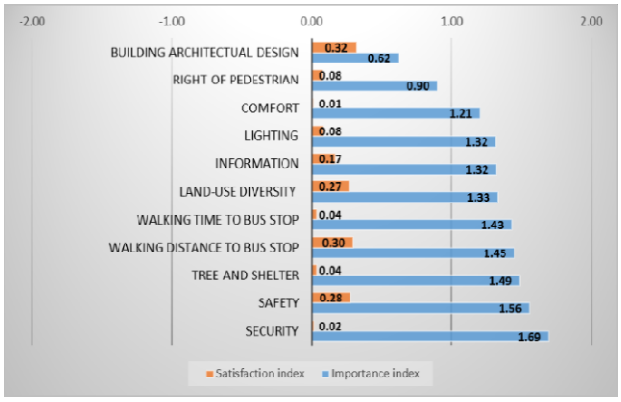


Fig. 7 Mean values of the satisfaction and importance levels per accessibility indicators

Note: Very important (2); Important (1); Normal (0); (-1) Unimportant; (-2) Very unimportant
(2) Strongly satisfied; (1) Satisfied; (0) Normal; (-1) Unsatisfied; (-2) Strongly unsatisfied

There are significant gaps between the importance levels and the satisfaction levels of accessibility indicator. The satisfaction levels of all the indicators are in fact lower than 1 and nearly 0.

The level of satisfaction of this indicator "security" is one of the lowest values. This indicates that all indicators are evaluated negative in term of satisfaction.

6. Conclusion

The study has developed the concept of walking accessibility and a new method for evaluating it. Walking accessibility describes the level of ease at which all passenger categories can reach their destination by walking mode. The walking accessibility is defined by the four main elements, namely planning a trip, walking to public transport station, crossing at an intersection(s)/crossing point(s), waiting at the station, boarding/alighting to public transport vehicles.

The study has also evaluated the current walking accessibility conditions to bus stops for two areas in Ho Chi Minh City. By analyzing the primary data collected from the interview survey the levels of the accessibility condition have been explored. It has shown that the accessibility to the public transport station/stops in the study area is perceived lower than the average level. Most respondents felt it is difficult for access to bus stops by walking.

Accepted walking distance to bus stops of bus user is higher than non-bus user. The median accepted walking distance in the study area is nearly 300 meters. The average accepted walking distance of bus user is nearly 325 meters while it is nearly 250 meters for non-bus user. Pedestrians who are in the developed area accepted a higher walking distance for access to bus stop than pedestrians who area living in the developing area.

Indicators are evaluated as the most of important indicators including "security", "safety", "tree and shelter", in which "security" is the most important indicator for access to bus stops. However, the satisfaction levels of those indicator are low. Therefore, measures and efforts for improving the accessibility should be focused on those indicators. Further, walking distance, walking time, land-use diversity, information, lighting, and comfort are also important indicators with low satisfaction levels. These should be considered to improve the walking accessibility. Pedestrians did not pay much attention to "right of pedestrians" and "landscape architecture design".

Due to limitation of time, the evaluating of the walking accessibility has not been measured from transport supplier's perspectives. In future, to have a comprehensively evaluating for walking accessibility, it is necessary to integrated of pedestrian's perspectives and transport supplier's perspectives.

References

[1] Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of planners*, 25(2), 73-76.

[2] Geurs, K. T., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140.

[3] Litman, T. (2015). Evaluating Accessibility for Transportation Planning Measuring People' s Ability To Reach Desired Goods and Activities, (January 2015), 57.

[4] Halden, D. (2011). The use and abuse of accessibility measures in UK passenger transport planning. Research in Transportation Business and Management, 2(November 2011), 12–19.

[5] Carruthers, R., Dick, M., & Saurkar, A. (2005). Affordability of public transport in developing countries (No. TP-3).

[6] Saelens, B. E., & Handy, S. L. (2008). Built Environment Correlates of Walking: A Review, 40(7), 1–14.

[7] Ryan, M., Lin, T. G., Xia, J. C., & Robinson, T. (2016). Comparison of perceived and measured accessibility between different age groups and travel modes at Greenwood Station, Perth, Australia. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 16(2), 406–423.

[8] Fone, D., Christie, S., & Lester, N. (2006). Comparison of perceived and modelled geographical access to accident and emergency departments: a cross-sectional analysis from the Caerphilly Health and Social Needs Study. *International Journal of Health Geographics*, 5, 16.

[9] Scott, M. M., Evenson, K. R., Cohen, D. A., & Cox, C. E. (2007). Comparing perceived and objectively measured access to recreational facilities as predictors of physical activity in adolescent girls. *Journal of Urban Health*, 84(3), 346–359.

[10] Tuan, V. A., & Son, DT. (2015). Accessibility to Public Transport Systems in Developing Countries – An Empirical Study in Ho Chi Minh City, Vietnam. *Journal of the*

Eastern Asia Society for Transportation Studies, 11, 1240–1258.

[11] Loutzenheiser, D.R. (1997), "Pedestrian Access to Transit, Model of Walk Trip and their Design and Urban Form Determinants Around Bay Area Rapid Transit Stations", Transportation Research Record No 1604, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC, pp. 40-49.

[12] Cervero, R. (2001). Walk-and-ride: factors influencing pedestrian access to transit. *Journal of Public Transportation*, 7(3).

[13] Biba, S., Curtin, K. M., & Manca, G. (2010). A new method for determining the population with walking access to transit. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(3), 347–364.

[14] Luong, R., & Mattson, H. (2015). In the pursuit of sustainable transport: A study of perceived accessibility in two areas of Malmö, Sweden.

[15] Scheepers, C. E., Wendel-Vos, G. C. W., van Kempen, E. E. M. M., de Hollander, E. L., van Wijnen, H. J., Maas, J., … Schuit, A. J. (2016). Perceived accessibility is an important factor in transport choice - Results from the AVENUE project. *Journal of Transport and Health*, 3(1), 96–106.

[16] Daniels, R., & Mulley, C. (2013). Explaining walking distance to public transport: The dominance of public transport supply. *Journal of Transport and Land Use*, 6(2), 5.

[17] Grimsrud, M., & Wasfi, R. (2014). New evidence on walking distances to transit stops: Identifying redundancies and gaps using variable service areas, 41(October 2013), 193–210.

[18] Marques, C., Rodrigues, A., & Carvalho, D. (2008). Review of previous and existing initiatives and methods for defining and measuring accessibility in public transport. Mediate-Methodology for Describing the Accessibility of Transport in Europe.

[19] HCMC Statistical Office (2012). HCMC Statistical Year Book.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE
PROCEEDING OF 2017
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Evaluation neighborhood accessibility by travel behavior choice depend on destination distance and building a model for shifting trips from cars to cycling, Study case; Camlik Neighborhood, Pendik, Istanbul

Paper Identification Number: AYRF2017-021
Abdulbasid DOGRU[1], Ahmet YILDIRIM[2]
[1]Department of Housing and Urban Development, Istanbul Metropolitan Municipality
Telephone office: +90 2124552203, mobile: +905304171179
E-mail: abasitdogru@gmail.com

[2]Department of Urban Planning, Faculty of Architecture of Istanbul Technical University
Telephone +90-553-218 8811, E-mail: ahmetyildirim89@gmail.com

Abstract

Neighborhood accessibility is very necessary key to improve sustainable urban transportation because the city transportation issue is also related the neighborhood accessibility, especially in the car oriented settlements. Improving transportation choices and enhancing accessibility at neighborhood scale need to have more details research focused on neighborhood passenger travel choices data. However the lack of neighborhood accessibility data is a challenge for urban planning and urban transportation planning department to build two complementary approaches; such as the city-wide approach and the neighborhood level approach. At this paper the neighborhood accessibility details has been analyzed based on the travel behavior mode choices depend on destination distance and neighborhood urban form. As conclusion it has been clarified that the distance of destination have the strongest influences at accessibility of neighborhood. The neighborhood accessibility depend on distance of destination factor have been identified in order to build the sustainable mobility system such as cycling and public transportation system. Some tools have been determined to use for creating a better integrated urban form and mobility model at the neighborhood scale for urban transportation and urban planning departments.

Keywords: Neighborhood accessibility, Travel behavior, Destination, Cycling, Integrated public transport.

1. Introduction

Transportation issue as the result of high car dominated is one is the biggest challenges in metropolitan city at city scale. However more private car usage is a serious issue at neighborhood scale too because a lot of trips are made by car at neighborhood level and this case also effect the city-wide transportation system. The transportation efficiency trend needs to focus on alternative mobility such as walkability, cycling and transit. Neighborhood accessibility one is very necessary key subject to improve sustainable urban transportation to focus on mobility and urban design, to identify how to design the urban form in order to reduce more car usage and to encourage the alternative efficiency mobility way. However the lack of neighborhood accessibility data is a challenge for urban planning and urban transportation planning department to build two complementary approaches; such as the city-wide approach which evaluate accessibility for neighborhoods to city and the neighborhood level approach which based on local accessibility. There are several measurements for urban accessibility to develop urban form structure at local level, however these are mostly consider at car oriented urban form and there are few approaches to adapt the current urban structure to improve the sustainable mobility. The local urban structure need to be analyzed in order to identify new urban design tools for improving sustainable mobility at neighborhood level. Istanbul as a global metropolis is one of the cities with typical congestion problems. Even though the local authority can implement some major projects the mobility system still need to be improved because big scale

accessibility affords need to integrate with local level implementation such as focusing neighborhood level and set up sustainable mobility system at local level. Therefore the neighborhood mobility needs to be improved by providing the accessibility because the lack of accessibility at neighborhood scales also strongly effects to city wide mobility. With this view it is more essential to evaluate the travel choice behavior to identify the neighborhood accessibility at local level for urban planning and urban transportation departments. The most necessary step for the sustainable mobility system related at local level accessibility.

Sidestepping to a strategy aimed at stimulating the as a strategy for improving accessibility at local level using of the bicycle and public transit is seen as the most fruitful way to tackle congestion. This does not mean that car mobility actively needs to be discouraged; instead the focus could be to stimulate active transportation (walking, cycling) and public transportation parallel to the car. This strategy can answer to residents mobility options; instead of only taking a car, for each destination and motive, one can choose the optimal transport mode. One may go to the supermarket by bike, to school by bus or to work by car. As the rest of this main view; it is very clear that the sustainable mobility could be implement by more focusing local level and the city wide mobility could be adapt by neighborhood accessibility.

2. Literature review

Accessibility of urban structure at neighborhood scale is a very necessary subject which both urban planning and transportation department focus on to build and design more accessible urban form for user. Because these accessibility measurements provide to access the urban land use destination, such as office area, shopping center, schools, parks or other service amenities at neighborhood. There are a lot of studies about the accessibility and most of researches have studied on different measurements of accessibility. A study has summarized these measurements. According this study; accessibility is determined by attributes of both the activity patterns and the transportation system in the area. The spatial distribution of activities as determined by land development patterns and their qualities and attributes are important components of accessibility, as are the qualities and attributes of the transportation system that links these activities, such as travel time and monetary costs by mode. [1] Most measures can be classified as one of three basic types. Cumulative opportunities measures are the simplest type. These measures count the number of opportunities reached within a given distance or travel time and give an indication of the range of choices available to residents. Gravity based measures are derived from the denominator of the gravity model used to predict trip distribution; these measures weight the amount of activity at different destinations by the cost, time, or distance to get there. (Handy and Niemeier 1997) [2]

3. Data collection

3.1. Questionnaire design

The sample survey method was used for questionnaire survey. Camlik Neighborhood has approximately 5.000 households with more than 10 residential zones. At that study 3 different residential zones have been specified to compare the mode choices of residents living in neighborhoods with site location distance with attraction area, amenities services and public transportation infrastructure. Each residential zone has different accessibility location and condition.

These residential zones are; 1-Manolya Site is very close distance (250 m.) to bus station, 2-Acelya Site is the second middle far distance (500 m.) from bus station, 3-Sarmasik Site is the third far distance (1500 m.) from bus station. **Fig.1** Each residential site has 500 households; the household size is 3.5 person and each residential zone approximately has population 1.700 habitants.

Fig.1 Camlik Neighborhood and 3 residential zones

The sample size accepted 25% of whole household numbers size and face to face interview questionnaire survey has been done with 250 households in residential sites. The questionnaire survey was designed to collect data about trips which generated at neighborhood based on; trip purposes for each urban land use attraction area and amenities services (office, shops, school, hospital, parks, and sports courts) trip time, trip mode choice (walking, car, minibus and bus) trip links (chaining) structure, trip frequency (daily, weekly, monthly and annual), at neighborhoods level in order to build a database.

3.2 Case context of Camlik Neighborhood

Camlik Neighborhood has been studied as case study area and the neighborhood accessibility approach details analyzed by on the travel behavior and mode choices data related neighborhood urban form in order to improve the accessibility to build the sustainable mobility system such as cycling and public transportation system and integrating urban form and mobility at the neighborhood scale for urban transportation and urban planning departments.

Fig.2 Research area; Camlik Neighborhood, Kurtköy Town and Pendik District

As research area is a neighborhood of Pendik District. **Fig.2.** Pendik District is one is large populated town with 663.569 habitants (TUIK-2016) in Istanbul Metropolitan City. The household size is 3.67. The district is located Asia side of Istanbul city and it is 50 km. far from the Istanbul city center. It takes 1.5 hour travel from Pendik District to Istanbul City center by car. The district was located at periphery zone of Istanbul City as residential dominated settlement. Pendik district consists 30 neighborhoods and the new developed urban settlements have been located at the north part of town as satellite town.

The research area is one neighborhood of the town. The town is located at the north part of Pendik District where it is 10 km. far from Pendik city center and has population of 101.155 habitants. The town covered by neighborhoods belongs to Sultanbeyli, Kartal and Tuzla districts, the Sabiha Gökçen Airport and the Tuzla Organize Industry Zone. The north part of town consists 3 neighborhoods which Kurtköy, Yenişehir and Camlik. Camlik Neighborhood is study case. These three neighborhoods together constitute the satellite town which generally is known Kurtköy Satellite Town. The town was planned and designed with modern urban planning view and the city construction has been begun at in 1990 years and the constriction process mostly completed nowadays. The new town urban structure generally is modern urban design form by widen streets,

parks, sport areas, shopping centers, schools and residential zones. The urban macroform was divided as three neighborhoods which are Yenişehir Neighborhood has population of 55.948, Kurtköy 30.073 and Camlik Neighborhood has population of 15.134 habitants in 2016 (TUIK)

4. Analyze the Neighborhood Trip Data

The residential zone trips which generated at neighborhood based on trip purposes, trip duration, trip mode choice (walking, car, minibus and bus) trip links (chaining) structure and the trips frequency (daily, weekly, monthly) at neighborhood level in order to build a database. The neighborhood accessibility identified by analyzing trip choice behavior for each urban land use attraction area and amenities services (office, shops, school, hospital, parks, and sports courts). The urban design and transportation infrastructure's effects on resident's travel choice behavior have been determined to reach destination which avoids walking and encourage using more private car at neighborhood level and at the city wide scale. The measurements of neighborhood accessibility have been defined for urban form and transportation at local level. According the database, the neighborhood resident's accessibility identified by analyzing trip choice behavior for each urban land use attraction area and amenities services (office, shops, school, hospital, parks, and sports courts). Three factor of trip data have been used for evaluation of accessibility and the impacts of distance on the travel behavior choice; 1-trip number, 2-trip-length (trip x km) and 3- trip-time (trip x hour). According these measurements the trip purposes evaluated depend on zones. The zones are;

a) Neighborhood Zone (0.3-2 km.)
b) Town Zone (2-5 km.)
c) District Zone (5-10 km.)
c) City Zone (10-60 km.)

Some trip purposes evaluated according to neighborhood subzones due to they start and end at the some specific destination at neighborhood level and the subzones are;

1-Neighborhood Close Zone (0.3-0.4 km),
2-Neighborhood Near Zone (0.5-1 km) and
3-Ne Neighborhood Far Zone (1-2 km)

4.1 Work destination travel choice and accessibility

Neighborhood work purpose travel choice presented by **Fig.4** shows that the neighborhood residents have wide scale connection with city for work purpose, the car trips number rate is the highest (18%), public transportation is the second (7%) as well as the servis (shuttle bus) is third mode according the responders information. **Fig.5** shows the total trip length distribution according the mode sharing and total car trips length is the big rate (31%), followed by public transportation (12%) and servis (11%). **Fig.6** illustrate the trip-time (trip.hour) distribution depend on trip purpose and work purpose has the biggest part (20%) of all neighborhood trips. **Fig.7** shows the comparison of the work trip total trip number rate (30%), trip length (trip.km) rate (58%) and trip-time (trip. Hour) rate (43%) and trip length rate has the biggest rate of all neighborhood trip length comparing with other trip purposes. Trips are generated for work purpose in neighborhood at 4 destination zones which there are significant distance for each zone such as; 1 neighborhood zone, 2- town zone, 3-district zone, 4-city zone (1, 2, 3, 4) **Fig.3**, The mode distribution shows that car usage rate is the highest at each zone, the walk trips rate has only at neighborhood zone and the transit trips are (bus, servis shuttle bus, m.bus) low.

Fig.3 Camlik Neighborhood work destination zones

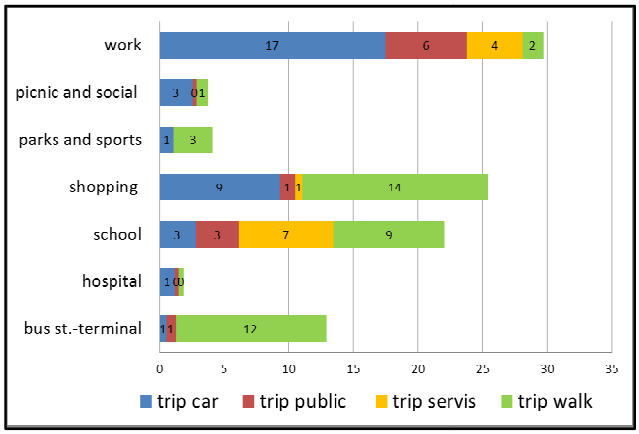


Fig.4 Camlik Neighborhood total trip number mode distribution depend on trip purpose,

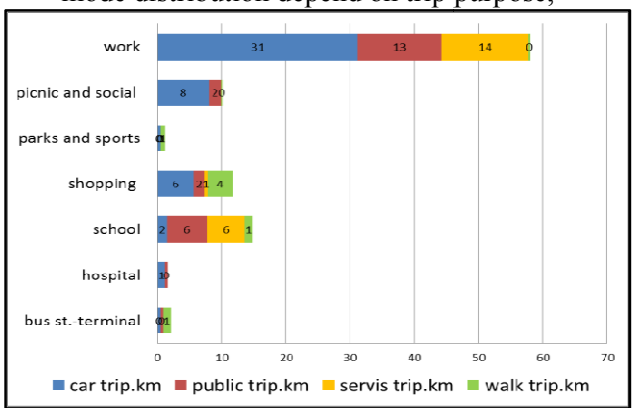


Fig.5 Camlik Neighborhood total trip length (trip. km) distribution depend on trip purpose

4.2 Transport transfer (station and terminal) destination travel choice and accessibility

There are two sorts of trips which start in neighborhood and end at transport transfer destination; 1-bus station trip and 2-terminal (airport) destination trips. Fig.4, Fig.5, Fig.6 are present transport transfer (station and terminal) trips data and it was evaluated according on total amount (1-Neighborhood zone, 2-Town zone, 3-District Zone, 4-City Zone); shopping trips made 12% by walk, 2% by car+ public transport.

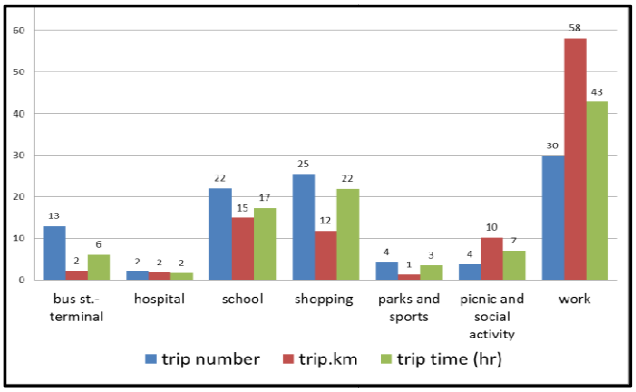


Fig.6 Comparison of total trip number, trip length (trip.km) and trip-time (trip.hour)

4.2.1 Bus station destination travel choice and accessibility

Residents need to access bus station in order to use transit and the distance is one is accessibility issue for most of residential sites in new urban structure form because wide spread urban form. The accessibility only can be provided by car due to car oriented urban form. Camlik neighborhood has the same issue and the bus stations accessibility have not for most of residential zones. Fig.4 shows that Therefore residents need to make trip to reach the bus stations and this case generated the bus station purpose trip. Bus destination trips; for each resident has one common bus station for accessing public transit, the accessing distance is near for Acelya and Manolya resident zones however it is too far for Sarmasik resident zone and this case required to take m.bus for transferring bus station. The bus station destination accessibility has been determined by traveler decision and this result shows the 300 mt. distance is more accessible for bus station and 500 mt. and more is not accessible. **Fig.7** shows that bus station purpose trip numbers rate is 22.4% according the total trip numbers at neighborhood zone and total trip length distribution rate is 13%. **Fig.8** presents trip number distribution depend on subzone and bus station purpose trips are made at 1-Neighborhood close zone (0.3-0.4 km).

4.2.2 Transport terminal- airport destination travel choice and accessibility

Residents need to make a trip for accessing transport terminal- airport destination. Terminal

and airport purpose trips are taken for accessing Sabiha Gökcen Airport where is located 5 km. distance from Camlik Neighborhood. Travelers use 44% car, 16% bus and 40 % taxi for accessing to airport. trip time is 17 minutes by car and it shows that these trips can be shifted from car to bicycle. The airport destination accessibility has been determined by traveler decision and this result shows the 5 km. distance was accepted as more accessible. The trip frequency data present that airport destination trips quite high because of near distance and for instance some residents has chosen this urban location because of need often travel by airplane and during questionnaire survey it has been found out that some residents work in other city and they travel 1 or 2 times by airplane per week. Neighborhood residents access to terminal (airport) and trip numbers has rate (22.4%) according the total trip numbers at neighborhood zone (0.3-2 km)

4.3 Shopping purpose trip and shopping destination travel behavior choice and accessibility

Even the shopping activity seems more complicated according the survey it has been classified 3 different trip types as shopping purpose; 1-shopping store-market destination trips which the purpose is for requirement food, drinks and other daily or weekly shopping activities, 2-Home goods and cloths shop center destination trips which the frequency is rare than the shopping center activity, 3-shopping mall destination trips is the last shopping activity and the reason and trip base is more different than others. Accessing shopping center is under 1.2 km. the residents are can easily access by walk instead of a part of car user (17%) However when the distance more far than 1.2 km. the car mode seems more acceptable, this case shows that the urban structure and built distance makes changes on travel behavior.

Fig.4, Fig.5, Fig.6 are present Shopping purpose trip data and it was evaluated according on total amount (1-Neighborhood zone, 2-Town zone, 3-District Zone, 4-City Zone); shopping trips made 14% by walk, 9% by car, trip length (trip. km) distribution 6% car.km, 2% public.km transport and 4% walk.km. Fig.6 shows the comparison of total trip numbers rate (25%), trip length (trip.km) rate (12%) and trip-time (trip. Hour) rate (22%)

At that study 3 different resident zones have been determined in order to identify the distance effects on travel behavior choices. For instance Sarmasik Site is located 1.7 km. far from shopping center and the car trip rate is 42%, Acelya Site is far 1.9 km. and the car trip rate is 94%. The mode distribution shows that car trips are under 20 minute in neighborhood zone and in town zone, has capability for shifting short trips from cars to bicycle. The trip frequency data presents that most of shopping trips were made at the least 3 day and maximum 6 day per week.

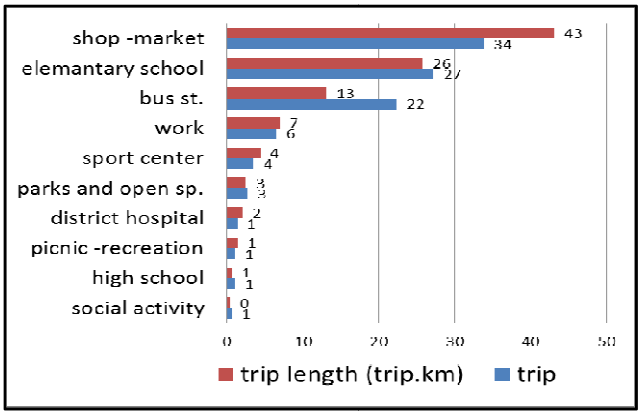


Fig.7 Neighborhood Zone (0.3-2 km) trip number and trip length (trip x km) distribution depend on trip purpose

4.3.1 Shopping- market destination travel choice and accessibility

Shopping- market destination travel choice and accessibility represented according Neighborhood subzones at **Fig 4.** and this figure presents; Shopping -market purpose trip one is daily activity and it is more importance to focus on the details because of the total trip shopping purpose number is quite high (per month: 3,458 trips) for 1500 households. This figure shows that the neighborhood resident access to different distance shopping center and the distance affects the resident travel choice by using different mobility modes. The walk trip mode distribution analysis shows some different results for each resident's zones due to their different location and distances to access the shopping centers.

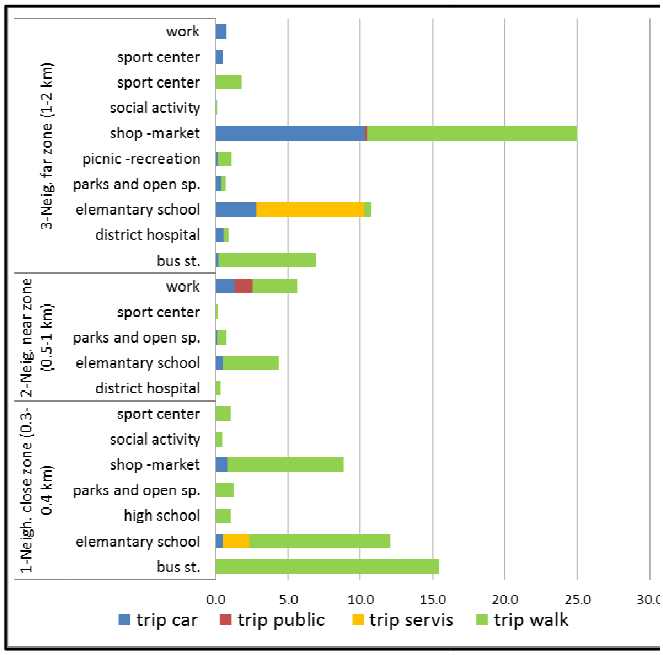


Fig.8 Neighborhood Zone (0.3-2 km) trip number distribution depend on subzone and trip purpose

For instance, Acelya Site is closer to one shopping center by 0.5 km. distance and the walk mode is very high. Usually for shopping destinations which 0.5-1.2 km. distance trips are made by walk, the car trip mode while is low for 0.5 km., it is rises at 1.2 km. (17%) and at 1.7 km. (42%), at 1.9 km. (94%). **Fig.7** shows that Shopping -market purpose trip numbers rate is 43% according the total trip numbers at neighborhood zone and total trip length distribution rate is 34%. **Fig.8** presents the Shopping-market purpose trips number distribution depend on subzone; 1-Neighborhood Close Zone (8%; 6% by car, 2% by walk) and 3-Neighborhood Far Zone (25%; 11% by car, 14 by walk)

4.3.2 Goods and cloths shop center destination travel choice and accessibility

Shopping center destination travel choice and accessibility represented at according Neighborhood subzones at **Fig 7.** and **Fig.8.** And this figure presents that; there are 2 different distance location for this purpose trips. 2.8 km. distance is town zone, and district zone (7.5-9.5 km.) According each resident zone has different shopping destinations, Acelya Resident Zone (65%) and Sarmasik Reident Zone (36%) has more car trip. The mode distribution shows that car trips are under 20 minutes (town zone), has capability for shifting short trips from cars to bicycle. The trip frequency data presents that most of shopping trips were made at the least 1 times per 3 weeks and maximum 2 day per week.

4.3.3 Shopping Mall destination travel choice and accessibility

Shopping Mall center destination travel choice and accessibility represented at **Fig 7., Fig.8** There are 2 different distance locations for this purpose trips. 3.5 km. distance is town zone, and district zone (7.5-9.3 km.) According each resident zone has different shopping destinations, however because of the long distance of destination was accepted neighborhood distance. For neighborhood zone accessibility 3 different shopping mall has been got from responders. The mode distribution shows that the car usage rate is very high for all destinations, the Neo-pend shopping mall is the highest car trip destination, Viaport shopping mall is the most popular destination (92%) which the car trips still quite high instead of other public transit modes (bus, servis and m.bus) According to at **Fig 7., Fig.8**, car trips are under 20 minutes has capability for shifting short trips from cars to bicycle and the car trips which between 20-40 minutes can be shifted to public transport (bus, shuttle bus). The trip frequency data presents that most of shopping trips were made at the least 1 times per 3 weeks and maximum 2 days per week.

4.4 School destination travel choice and accessibility

There are 3 different school purpose travel choice and accessibility such as; 1-Elementary School, 2-Secondery School and 3- High school, the destination travel choice and accessibility has been studied for each different school type. Fig.4, Fig.5, Fig.6 are present School destination purpose trip data and it was evaluated according on total amount (1-Neighborhood zone, 2-Town zone, 3-District Zone, 4-City Zone); School destination trips made 14% by walk, 7% by servis- school bus, 3% by car, 3% by public transport, trip length (trip. km) distribution 6% servis.km, 6% public.km transport and 2% car.km. Fig.6 shows the comparison of total trip numbers rate (22%), trip

length (trip.km) rate (15%) and trip-time (trip.hour) rate (17%)

4.4.1 Elementary School destination travel choice and accessibility

Fig 7., Fig.8 illustrates the Elementary School trips according Neighborhood subzones at this figure shows the elementary school destination travel behavior; there are 3 different school destinations for all 3 resident zones. The destination distance effect is significantly has been seen that car trips rate is increasing according to far distance. The highest mode is school servis -shuttle school bus rate for 1 km. and more destination distance. The walk trips are while is high at short distance. According to at **Fig 7., Fig.8**, car trips are under 20 minutes has capability for shifting short trips from cars to bicycle. The accessibility of all elementary schools was determined as near for 400 m and it has been accepted far for more than 1 km. distance of destinations.

Secondary School destination travel choice and accessibility

There are 3 different school destinations for all 3 resident zones. The destination distance effect significantly has been seen that car trips rate is increasing according to far distance. The highest mode is school servis -shuttle bus rate for 1.7 km. and more destination distance. The walk trips are while is high at short distance. According to at **Fig 7., Fig.8**, car trips are under 20 minutes has capability for shifting short trips from cars to bicycle. **Fig.7** shows that Elementary + secondary school trips numbers rate is 27% according the total trip numbers at neighborhood zone and total trip length distribution rate is 26%. **Fig.8** presents the trips number distribution depend on subzone; 1-Neighborhood Close Zone (14%; 6% by car, 10% by walk), 2-Neighborhood Near Zone (4%, by walk) and 3-Neighborhood Far Zone (11%; 3% by car, 8 by servis)

4.4.2 High School destination travel choice and accessibility

Fig 7., Fig.8 shows the High School trips according Neighborhood subzones at and this figure shows the high school destination travel behavior; there are 3 different school destinations for all 3 resident zones. The destination distance effect is significantly has been seen that car trips rate is increasing according to far distance. The highest modes are bus and school servis -shuttle bus rate for 5-10 km. and more destination distance. The walk trips rate is high at short distance. According to at **Fig 7., Fig.8**, car trips are under 20 minutes has capability for shifting short trips from cars to bicycle. The accessibility of all secondary schools was determined as near for 2 km. and it has been accepted far for more than 3 km. distance of destinations.

4.5 Hospital destination travel choice and accessibility

There are 2 different hospital purpose travel choice and accessibility such as; 1-District Hospital is usually located in the same district and the serve capability is district zone and gives serve to one district population, the accessibility distance of District Hospital shorter than City Hospital 2-City Hospitals have city wide serve capability and they are located at the several different parts of city. There are less number City Hospital than District Hospital number in city and their zone of occupation area is wider than the District Hospital. Fig.4, Fig.5, Fig.6 are present Hospital destination purpose trip data and it was evaluated according on total amount (1-Neighborhood zone, 2-Town zone, 3-District Zone, 4-City Zone); Hospital destination trips made 1% by car, 1% by public transport + walk, Fig.6 shows the comparison of total trip numbers rate (2%), trip length (trip.km) rate (2%) and trip-time (trip.hour) rate (2%)

4.5.1 District Hospital destination travel choice and accessibility

Fig 7., Fig.8 shows the trips numbers according Neighborhood subzones at And this figure the travel behavior choice and accessibility analyzed at the 7 travel distance and accessibility options which start from 3 residential zones (Manolya, Acelya and Sarmasik) to 3 different District Hospital (Emsey, Ersoy and Kurtköy). According this analyze it has been specified that the large amount of trips (90%) were made at the distance between 0.9 km. and 3 km. The considerable amount (59%) of residents made trip from residential zones to Emsey District Hospital

because of the accessible destination distance (0.9-2 km.). The trip distribution rates according the mode are 65% car, 34% walk at total trip number, the most of trips are made by walk at the 5-10 minutes distance and most of trips are made by car further at the distance which further distance than 10 minutes by walk. However there is quite enough trips number of trips which made by walk even the distance are further (17-18 min.). It has been determined that the destination distance significantly affects the increasing car trips rate. According to at **Fig 7., Fig.8**, car trips are under 20 minutes has capability for shifting from cars to bicycle and the car trips which between 20-40 minutes can be shifted to public transport (bus, shuttle bus). The accessibility of District Hospitals have been evaluated according to the distance factor, such as 0.9-2 km. distance was determined the best accessible, 2-3.3 km. distance was determined as good accessible and 8 km. distance was determined as poor accessible according the responder choice for distance of destinations. **Fig.7** shows that trips numbers rate is 1% according the total trip numbers at neighborhood zone and total trip length distribution rate is 2%.

4.5.2 City Hospital destination travel choice and accessibility

City Hospital destination travel behavior of neighborhood residents was illustrated at **Fig 7., Fig.8** according Neighborhood subzones; travel behavior choice and accessibility analyzed at the 2-travel distance and accessibility options which start from Camlik Neighborhood to 3 different City Hospital (Sultanbeyli, Marmara and Kartal Dev.). According this analyze it was seen that the 78% trips are made at 6 km. distance. 22% trips are made at 14 km. The quite big rate of residents make trip from Camlik Neighborhood to Marmara and Sultanbeyli City Hospital because of the accessible destination distance (6 km.). The trip distribution rates according the mode are 60% car, 40% bus and m.bus (minibus) at total trip number, the big rate of trips are made by car and followed by bus and m.bus for 6 km. distance. The mode distribution is 47% bus, 47% car for 14 km. distance (Kartal Dev. Hosp.). It was identified that the public transit is 2. desirable mode choice for City Hospital. According to at **Fig 7., Fig.8**, the car trips which more than 20 minutes distance has capability for shifting from cars and the car trips which between 20-40 minutes can be shifted to public transport (bus, shuttle bus). The accessibility of City Hospitals have been evaluated according to the distance factor, 6 km. and further distance was determined as poor accessible according the responder choice for distance of destinations.

4.6 Recreation (sport, parks and picnics) destination travel choice and accessibility

Recreation activities destinations were classified at 3 subtitles such as; 1- Sport center, play court destination, 2- Parks and open space destination and 3- Picnic, recreation area destination. Fig.4, Fig.5, Fig.6 are present trip data and it was evaluated according on total amount (1-Neighborhood zone, 2-Town zone, 3-District Zone, 4-City Zone); Recreation trips made 3% by walk, 1% by car.

4.6.1 Sport center, play court destination travel choice and accessibility

Fig 7., Fig.8 shows the sport center purpose trips according Neighborhood subzones; the sport center, play court destination travel behavior of neighborhood residents; the travel behavior choice and accessibility analyzed at the 4 travel distance and accessibility options. There are 2 sort of sport amenities destination, such as small play courts which has small size play courts only for teenagers, as for sport centers are sport complex which consist big size sport courts and other sport facilities. Small play courts are located at close distance (600 mt.) to resident's zone and the sport centers are located at further (1-4 km.) distance from resident's zone. The trip distribution is 64% walk and 36% car for small plan courts and at 600 mt. destination distance. It is significantly clear that the car trips related lack of bicycle route and these trips easily could be shifted from car to cycle by building bicycle route. The trips purpose sport centers are start from 3 residential zones (Manolya, Acelya and Sarmasik) to 3 different Sport Center (Camlik S.M., Sülüntepe A.Ş., Demirören Sport). According this analyze it has been specified that the accessibility of small sport courts are the best level accessible (100% near), for the Sport Centers is large amount of trips (58%) were made at the

distance between 1-2.8 km. and the walk trip mode is very high (64-89 %) and the car mode trip rates are less (11-36%). The walk trips amount is high even the distance is further (15-20 min.) and this trips can be shifted to bicycle. It has been determined that the distance significantly affects the increasing car trips rate (52%) at 4-6 km. distance. According to at **Fig 7., Fig.8**, car trips are under 20 minutes has capability for shifting from cars to bicycle. The accessibility of Sport Centers have been evaluated according to the distance factor, such as 1-3 km. distance was determined as middle good level accessible (30-40% near), the 4-6 km. distance is poor accessible (20% near) according the responder choice for distance of destinations

Fig.7 shows Sport trips numbers rate is 3% according the total trip numbers at neighborhood zone and total trip length distribution rate is 3%. **Fig.8** presents the Sport trips number distribution depend on subzone; 1-Neighborhood Close Zone (1.5% by walk) and 3-Neighborhood Far Zone (2.5% by walk).

4.6.2 Parks and open space destination travel choice and accessibility

Fig 7. and Fig.8 shows the parks and open space destination trips and travel behavior of neighborhood residents according Neighborhood subzones; the travel behavior choice and accessibility analyzed at the 6-travel distance route and accessibility options. There are 3 parks destinations (Uyum, Palmek and Yenişehir park) and there are more route destinations for each resident zone (Acelya, Manolya and Sarmasik). The destination travel behavior and accessibility were determined for each destination route in order to identify the travel behavior related distance. Acelya-Uyum Park route distance is 600 mt. and it is dominated as walk mode and has the best accessibility. Manolya-Palmek park, Manolya-Uyum park route distance is 750 mt. and has good accessibility and the walk mode rate is high. Acelya-Yenişehir park and Manolya Yenişehir park route distance is (1.3-2 km.) and the mode share is 67% car and 33% walk, the accessibility is the best for 0.6-1 km. distance and for 1.3-2 km. is good. The interesting result was found at Sarmasik-Yenişehir park route because of the whole trips are made by car due too long distance (3 km.) and this case clearly shows that residents of Sarmasik zone have changed their travel behavior as dominated car user because of long distance destination and the accessibility accepted as good due to reaching by car according the responder choice for distance of destinations, however this distance is not good accessible at usual condition. The trip distribution rates shows that the car trips rate getting rise according the distance and it is significantly clear that the car trips related lack of bicycle route and these trips easily could be shifted from car to cycle by building bicycle route. The walk mode longer than 10 min. also can be shifted to bicycle mode. **Fig.7** shows Sport trips numbers rate is 3% according the total trip numbers at neighborhood zone and total trip length distribution rate is 3%. **Fig.8** presents the Parks and open space trips number distribution depend on subzone and trips are made at all three zones by total rate 2.5% by walk.

4.7-Picnic and social activity travel choice and accessibility

Picnic activities and social activity travel choice and accessibility destinations were classified at 2 subtitles such as; 1- Picnic recreation, 2- social activity purpose trips. Fig.4, Fig.5, Fig.6 are present trip data and it was evaluated according on total amount (1-Neighborhood zone, 2-Town zone, 3-District Zone, 4-City Zone); picnic purpose trips made 3% by car, 1% by walk.

4.7.1-Picnic and recreation area destination travel choice and accessibility

Fig 7. and Fig.8 shows the picnic and recreation area destination travel behavior of neighborhood residents; the travel behavior choice and accessibility analyzed at the 3-travel distance group, such as a) 1.2-1.5 km. the big rate of trips are made by walk; b) 4-5 km. distance and c) 11-16 km. the whole amount of trips are made by car. It has been determined that the distance significantly affects the increasing car trips and the whole amount of trips is made by car at farther 1.5 km. distance and for this distance car trips are under 20 minutes has capability for shifting from cars to bicycle and the car trips which between 20-40 minutes can be shifted to public transport (bus,

shuttle bus). The accessibility of picnic and recreation area has been evaluated according to the distance factor and the accessibility is the best for 1.2-1.3 km distance according the responder choice for distance of destinations. **Fig.7** shows Sport trips numbers rate is 1% according the total trip numbers at neighborhood zone and total trip length distribution rate is 1%. **Fig.8** presents the trips number distribution depend on subzone and trips are made at 3-Neighborhood Far Zone (2.5% by walk)

4.7.2-Social activity destination travel choice and accessibility

Fig 7. and Fig.8 shows the social activity destination travel behavior of neighborhood residents; the travel behavior choice and accessibility analyzed at the 6 travel distance group, such as a) 0.5-3 km. Neighborhood +Town zone the big rate (66%) of trips are made by walk and the car mode trip rate is quite more (%26) ; b) 3-10 km. District Zone the big rate (90%) of trips are made by car, c) 10-20 km. City Zone 1, the big rate (73%) of trips are made by car and the bus mode trip rate is quite more (%27), d) 20-30 km. City Zone 2, the big rate (88%) of trips are made by car and the bus mode trip rate is quite more (%12), e) 30-40 km. City Zone 3, the big rate (75%) of trips are made by car and the bus + metro mode trip rate is quite more (%25) and f) 40-60 km. City Zone 4 is quite similar to City Zone 3. It has been determined that the distance significantly affects the increasing car trips and the big rate of trips is made by car at farther 3 km. distance and for this distance car trips are under 20 minutes has capability for shifting from cars to bicycle and the car trips which between 20-40 minutes can be shifted to public transport (bus, shuttle bus). It is possible to determine the accessibility of social activity only depend on transportation opportunity factor and this case effect to trips frequency and number, it can be more significant at neighborhood and town zone.

5. Evaluation Neighborhood Accessibility According Travel Behavior Choice

Neighborhood travel choice and accessibility identified at 4 main zones Fig.9;

a) Neighborhood zone (0.3-2 km.); the highest rate (51%) of trips made in this zone and most of trips are made by walk (37%), flowed by car (10%) and servis (5%), however according to trip.km the rate is lowest (10%; 7% car, 3% walk). Fig.10, Fig.11 Neighborhood zone consist 3 subzones such as;

a.1-Neighborhood Close Zone (0.3-0.4 km); all trips shorter than 400 mt. and most of trips made by walk (24%) however according to total trip length (trip.km) the rate is small (12%) Fig.12, Fig.13

a.2-Neighborhood Near Zone (0.5-1 km); all trips length are between 05.-1 km and the trips made by walk is the highest rate (5%), the car trips are around 2%, according to total trip length (trip.km) the walk.km rate is 6% and walk trips longer at that subzone. According to data, walk trips at that zone has capability for shifting to bicycle. Fig.12, Fig.13

a.3- Neighborhood Far Zone (1-2 km); this zone has the biggest rate of trip when compared with other subzones and all trips length are between 1.-2 km. The trips made by walk is the highest rate (17%), the car trips are around 10% and 5% servis, according to total trip length (trip.km) the walk.km rate is very high with 29%, the car trips.km rate is also very high by 20%, and the servis rate is %9.

According the study it has been identified that, all bus station purpose trips, all elementary school purpose trips, all secondary school purpose trips, all parks purpose trips, a half of shopping purpose trips, some work purpose trips, some high school purpose trips, a half of district hospital purpose trips, a half of sport center purpose trips, , a half of picnic and recreation area purpose trips and the big rate of social activity purpose trips start in neighborhood zone and the destination is in neighborhood zone. It has been determined that the distance significantly affects to travel behavior choice and the big rate of trips is made by car at farther than 1 km. distance. For this distance car trips are under 20 minutes and the walk trips longer than 10 minutes have capability for shifting from cars to bicycle.

b) Town Zone (2-5 km.): it is the second zone according to high trip number rate (22%), the trip mode distribution is; 10% by car, 5% by public transport, 3% by walk, however according to

trip.km the rate is second low zone (15%; 7% car, 4% public transport). According this data, car trips and walk trips at that zone has capability for shifting to bicycle. This zone has some work purpose trips, a half of shopping purpose trips, a half of high school purpose trips, a half of district hospital purpose trips, a half of sport center purpose trips, a half of picnic and recreation area purpose trips, some goods-clothes shopping purpose trips and the some social activity purpose trips start in neighborhood zone and the destination is in Town Zone. Fig.10, Fig.11

c) District Zone (5-10 km.): it is the third zone according to high trip number rate (15%), the trip mode distribution is; 9% by car, 2% by public transport, however according to trip.km the rate is second high zone (20%; 12% car, 4% public transport and 3%servis).

According this data, car trips at that zone has capability for shifting to bicycle.

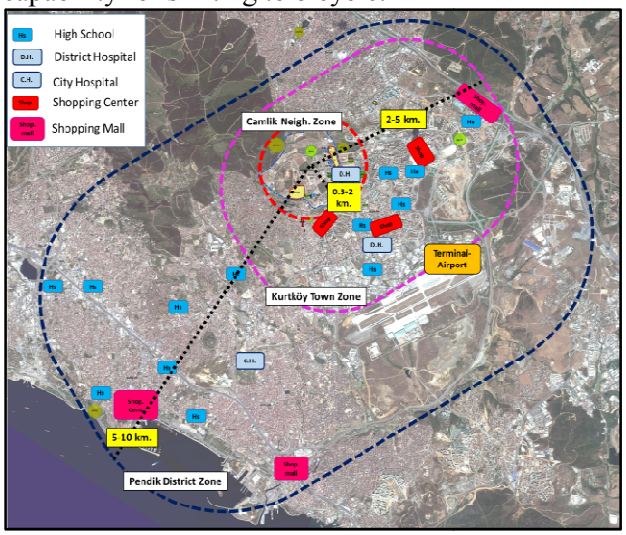


Fig.9 Neighborhood destinations and travel choices depend on trip purpose (Neighborhood, Town and District Zone)

District Zone some work purpose trips, a half of high school purpose trips, a half of sport center purpose trips, a half of district hospital purpose trips, a half of city hospital purpose trips, all terminal purpose trips all goods-clothes shopping purpose trips, all shopping mall purpose trips, start in neighborhood zone and the destination is in District Zone For this distance car trips are under 20 minutes has capability for shifting from cars to bicycle and the car trips which between 20-40 minutes can be shifted to public transport (bus, shuttle bus). Fig.10, Fig.11

c) City Zone (10-60 km.); it is the fourth zone according to high trip number rate (11%), the trip mode distribution is; 5% by car, 4% by public transport, however according to trip.km the rate is first high zone (55%; 26% car, 15% public transport and 14%servis). According this data, car trips at that zone has capability for shifting to public transport. Fig.10, Fig.11

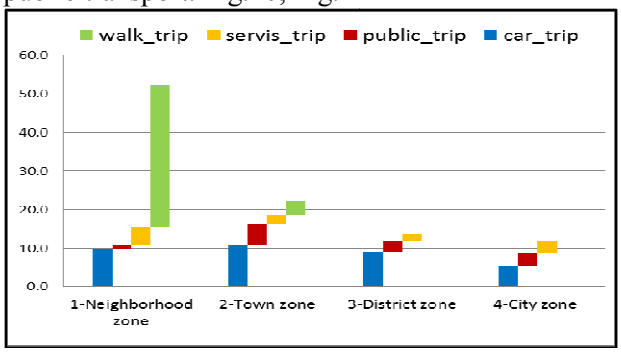


Fig.10 Camlik Neighborhood total trip numbers mode distribution depend on zone

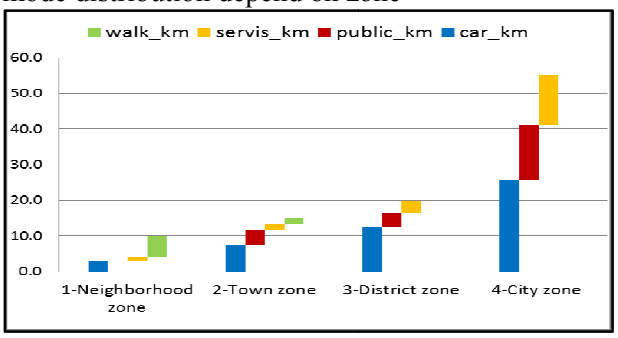


Fig.11 Camlik Neighborhood total trip length (trip.km) distribution depend on zone

City Zone has some work purpose trips, some high school purpose trips, a half of city hospital purpose trips, some picnic and recreation area purpose trips and the some social activity purpose trips start in neighborhood zone and the destination is in City Zone. For this distance car trips are under 20 minutes has capability for shifting from cars to bicycle and the car trips which between 20-40 minutes can be shifted to public transport (bus, shuttle bus).

5.1 Evaluation Accessibility by Descriptive Statistics

At this research the neighborhood accessibility has been analyzed based on the travel behavior mode choices depend on destination distance and neighborhood urban form. It has been identified the descriptive correlation between travel behavior choices according trip purpose and destination distance. Such as;

-Correlation is positive and significant at the 0.05 level for car trip and distance; neighborhoods residents willing take car trip when the distance is long.

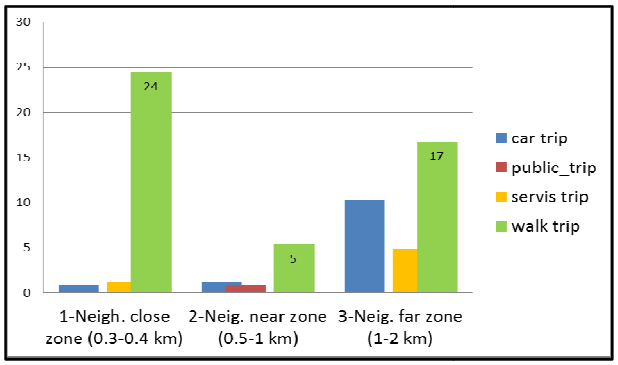


Fig.12 Neighborhood Zone (0.3-2 km) trip mode distribution

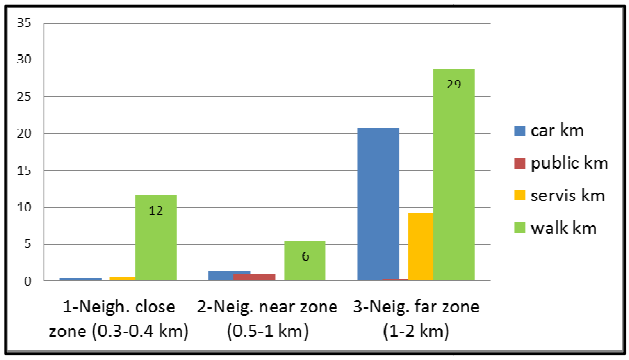


Fig.13 Neighborhood Zone (0.3-2 km) trip length distribution

-Correlation is positive and significant at the 0.01 level for Public transport trip and car.km and car.hour and correlation is positive and significant at the 0.05 level for Public transport trips and distance; neighborhoods residents willing take public transit when the distance is long.

Correlations

		Car trip	Car km	Car hr	distance
Car trip	Pearson Correlation	1	,856**	,920**	,681*
	Sig. (2-tailed)		.003	.000	.044
	N	9	9	9	9
Public trip	Pearson Correlation	1	,990**	,991**	,783*
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.037
	N	7	7	7	7
Servis trip	Pearson Correlation	1	.249	.634	-.457
	Sig. (2-tailed)		.590	.126	.303
	N	7	7	7	7
Walk trip	Pearson Correlation	1	.671	.671	-,816*
	Sig. (2-tailed)		.069	.069	.013
	N	8	8	8	8

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

-Correlation is negative and significant at the 0.05 level for Walk trip and distance; neighborhoods residents travel behavior choices are change and the walk trip rate getting decreasing when the distance getting longer.

Correlations

		Car km	Public km	Servis km	Walk km	Distance
Car km	Pearson Correlation	1	,974*	,961*	-.971	,979*
	Sig. (2-tailed)		.026	.039	.153	.021
	N	4	4	4	3	4
Public km	Pearson Correlation	,974*	1	,975*	-.947	,984*
	Sig. (2-tailed)	.026		.025	.209	.016
	N	4	4	4	3	4
Servis km	Pearson Correlation	,961*	,975*	1	-.856	,997**
	Sig. (2-tailed)	.039	.025		.346	.003
	N	4	4	4	3	4
Walk km	Pearson Correlation	-.971	-.947	-.856	1	-.938
	Sig. (2-tailed)	.153	.209	.346		.225
	N	3	3	3	3	3

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

-Correlation is positive and significant at the 0.01 level for Car.km and distance, for Public transit.km and distance,

-Correlation is positive and significant at the 0.05 level for Servis.km and distance,

5. Conclusion

At most of cities transportation issues required to focus on accessibility at city wide scale as well as at local scale in order to improve mobility. The local accessibility has impact on city wide mobility therefore it is more relevant to improve local mobility by encouraging walkability, cycling and integrating the local accessibility to city transit system. Neighborhood accessibility one is very necessary key subject to improve sustainable urban transportation and it needs to focus on both mobility and urban design. This view need to identify the appropriate distance for each trip purpose destination at neighborhood level

during the urban design form process in order to reduce more car.km. However the lack of neighborhood accessibility data is a challenge for urban planning and urban transportation planning department to build two complementary approaches; such as the city-wide approach which evaluate accessibility for neighborhoods to city and the neighborhood level approach which based on local accessibility. According this target this study has been done and within this research has been clarified that the distance of destination has the strongest influences at accessibility of neighborhood. At the result of this study, it has been determined that there are 4 level of accessibility for neighborhood according to determination trip purpose distance analyses at neighborhood scale which they are; a) Neighbor-hood zone, b) Town zone, c) District Zone and c) City Zone. According these result it has been built a model to identify how affected the traveler behavior choices if the accessibility was not good at neighborhood level. At that research several measurements have been identified for urban accessibility to develop urban form structure at local level. At that study the appropriate distances destinations have been identified for each trip purpose in order to use for urban design departments and transportation planning departments. The results can guide urban planner and transport planner to use new urban design tools for improving sustainable mobility at neighborhood level. At this study it has been identified that; travel behaviors choices change because of lack of accessibility at neighborhood level. Such as when the destination distance does not affordable for walking, neighborhood residents whiling to have private car in order to reach the far destination. And during this process it has been found out that travelers are aiming to take trip by car even the destination distance are affordable for walk. Travelers take chain trips for different trip purposes during the day and if some destination distances are required using car due to far distance or lack of public transit. People drive cars because they need to reach the destination, at that circumstance the car user can be shift to alternative mobility such as cycling and transit system. However, a complete strategy needed for implementing alternative travel methods, public transportation and cycling in this case, would increase the valid options of an urban traveler and certainly would distribute the traffic load more evenly among different options, or ways of travel. It is obvious that trips which less than 20 minutes easily can be applicable by bicycle instead of cars. Most of travelers have aim to travel from home to school, shopping , park and transit stations by bicycle instead of private car because of traffic congestion, cost and some health concerns. This target is required to build a holistic neighborhood mobility system in order to make good accessibility the local level.

References

[1] Handy L.S. and Cliften K.J. (2001). Evaluating Neighborhood Accessibility: Possibilities and Practicalities: Journal of transportation and statistics, September/ December, pp. 68-70,

[2]Handy, S.L. and D.A. Niemeier. (1997) Measuring accessibility: An Exploration of Issues and Alternative, Envirement and Planning A 29: 1173-94,

[3] Deenihan G, Caulfield B. Estimating the health economic benefits of cycling. J Transp Heal 2014;1:141–9. doi:10.1016/j.jth.2014.02.001.

[4] Blondiau T, van Zeebroeck B, Haubold H. Economic Benefits of Increased Cycling. Transp Res Procedia 2016;14:2306–13. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.247.

[5] Bedini MA, Bronzini F. The new territories of urban planning: The issue of the fringe areas and settlement filaments. Land Use Policy 2016;57:130–8.doi:10.1016/j. landusepol. 2016. 05. 020.

[6] Dogru A., Dick V.V., Tepe O. C., Toparlar Y. (2016). "Cycling infrastructure in Istanbul: Challenges and future perspectives" TRANSIST (Istanbul Transport Congress) in Istanbul, Turkey

Determination of Trip Generation Rates of Malls in Dagupan City

Paper Identification Number: AYRF2017-024

Ayerton CHICHIOCO[1], Kinlon FAN[2] ,Shairah QUE[3], Pauline RONCAL[4]

[1]Department of Civil Engineering, College of Engineering
De La Salle University - Manila
Tel. Nos.: (632) 523-4333 (direct line) Fax No.: (632) 523-4152
E-mail: ayerton_chichioco@dlsu.edu.ph, kinlon_fan@dlsu.edu.ph, shairah_que@dlsu.edu.ph,
pauline_roncal@dlsu.edu.ph

Abstract

Trip Generation is the first step in the four-stage model of transportation planning. It determines the volume of traffic going in and out of a specific area. In this study, assessment of trip generation of pedestrians and vehicles in major malls around Dagupan City, Philippines was conducted. Dagupan City has a land area of 4,008 hectares which allows it to focus on its agricultural industry, having rich livestock and aquatic resources. Being ranked as the second most populous city in the Ilocos Region with an income classification of second class in 2015, this study aims to determine the factors related to trip generation rates in Dagupan City malls, and knowing the travel characteristics of pedestrians and vehicles going to and from the malls. Multiple Linear Regression is utilized to represent the trip generation rates of the malls, and the data used is obtained through counting and questionnaire distribution. Through the modes of data collection, the results obtained from the study includes pedestrian and vehicle entrance & exit counts, gender ratios within the malls and transportation mode choice. The data will be applied to the linear regression model to satisfy the trip generation results of Dagupan City and meet the goals of the study.

Keywords : trip generation, trip generation rates, four-stage model, multiple linear regression

1. Introduction

Dagupan City, originally named Bacnotan by Augustinian missionaries, is located in the province of Pangasinan, Philippines. According to the 2015 census, it is ranked as the second most populous city in the Ilocos Region with a total population of 171,271, making up 31 barangays. The city has an income classification of second class. With a land area of 4,008 hectares, Dagupan has developed throughout the years from its agricultural industry, focusing on their livestock and aquatic resources, and developing towards an industrialized city. It is well known for being one of the highest producers of milkfish, in the world, and Birthplace of Philippine Modern Art & National Artist VictorioEdades. Currently, the city has six malls. Five out of these six malls are included in this study, namely, CSI City Mall, Magiclub, Magic Centerpoint, Nepo Mall, and Unitop. These malls will be the areas that are to be observed to obtain the Trip Generation rates of malls in Dagupan City.

1.1 Problem Setting

Currently, there is no existing model that would predict the travel demand in Dagupan City. With the current development and urbanization of the city, traffic volumes will change over time due to changes in the economic activity of the area, and the travelers' travel choice [1]. Together with urbanization, Dagupan City's population is also increasing. Traffic volume will more likely be affected since the city is ranked as second most populous area in the Ilocos region.

1.2 Objectives

This study deals with the analysis of trip generation rates of the 5 malls in Dagupan City. It seeks to execute the following goals:

1. To determine the important factors that influence trips generated by malls.
2. To determine the peak hour trip rates.
3. To determine the travel characteristics of pedestrians and vehicle users going to the mall.
4. To develop daily pedestrian and vehicular trip generation rates for Dagupan City shopping malls.
5. To compare the trip generation rates of each mall.

1.3 Significance of the Study

The research is being conducted to create trip generation data for the malls in Dagupan City that will serve as the first step in the four-stage process of transportation project planning. Transportation planning is important in identifying the extent of highways/roads and transportation facilities developed to consider future demands. The city, specifically the four malls, were chosen for this research because of the absence of trip generation data for Dagupan City, the chief port, and commercial and financial center of Northern Luzon. In addition, the city's travel demand will increase due to increasing population. Moreover, the researchers aim is to pass significant bodies of knowledge for the following groups : To the government - The obtained results of the research will enable the government, specifically Dagupan City's government to start a travel demand forecast that will allow them to modify transportation management and development.To the motorists - This study will allow Dagupan City to predict future traffic volume. This is beneficial to the motorists, for it will allow them to know if there will be a heavy volume of vehicles in the area.To Dagupan citizens - This study will be beneficial to the citizens of Dagupan since knowledge and data about their trip generation rates in malls will allow them to forecast travel demand. Thus, proper road policies can be implemented in the future.To future researchers - This study can be used as initial data in forecasting the travel demand in four major malls in Dagupan City. Future researchers who would like to continue the four-step process may use this study as a basis and reference for their research.

2. Literature review

Trip Generation is the first step in the four-step process of forecasting travel demand. Travel demand is generated by activity of individuals in an area [2]. It can be analyzed by initiating a determination of the number of trips generated at a specific zone and what factors contribute to the trips being generated. For every trip, it is assumed to have two ends: the origin and the destination.

According to a study done by Regidor (2007), trip generation rate is used to determine the effect of development to the traffic flow within an area. An example scenario is that when a high-rise residential condominium is built in an area, it will produce and increase the number of trips, compared to a residential subdivision. For the collection of significant data for trip generation rates, the area to be studied was first surveyed. It is followed by determining the sample size, which corresponds to the number of survey sites. From these survey sites, the appropriate sites are chosen for the study. After the appropriate sites are chosen, the counting of trip generation is done which includes both public and private transportation. This is done by disseminating survey forms. The survey period is also determined to collect enough significant data that can be used for the study.

Sia et al. (2002) studied about trip attraction of residential buildings, specifically on condominiums. The methods they used for estimating trip attraction, considering both vehicles and people, is multiple regression models. A statistical software called SPSS was used to test the correlation of dependent (number of vehicles and people attracted) and independent variables (floor area, number of units of condominium) in the study as well as the normality of the data. Backward stepwise elimination method was also used to remove insignificant variables that will make up the regression model. The regression models were tested for accuracy by checking the R-squared value which measure how close the data are to the fitted regression line, and the normality of the histogram of variable residuals. This study also uses linear regression for the determination of trip attraction. This would be useful since the study is about determining the trip generation of mall.

3. Methodology

This study focuses on obtaining the number of trips that each individual mall being observed in Dagupan generate. To obtain the data needed for the study, the researchers will be counting vehicles entering the parking area and vehicles dropping off pedestrians in proper drop-off points of the malls being observed.

The researchers will also be counting the number of people going in and out of the malls. This will be done by using a tally clicker, the researchers will be stationed at the entrance and exits of the mall with one counting the number of people going in while the other counting the people going out.

Survey questionnaires will also be distributed inside each mall considered in the study. The questionnaires are to be answered by both customers and employees inside the mall. By doing so, trip origin and destination of the individual surveyed will be known. Other basic travel

information needed in the study will also be obtained through it.

The study will be determining the trip generation rates of four malls in Dagupan. To accomplish this, a statistical tool called linear regression is utilized. Linear regression models will be generated for all four malls using Microsoft Excel, a software that allows users to calculate data using a spreadsheet system. With linear regression, the mall characteristics that attracts people/vehicles the most will be identified.

4. Results

4.1 Survey Results

Table 1 Summary of Survey

	Magic Center-point	Nepo Mall	Unitop	Magi-club	CSI City Mall
Status	Shop goer (81%)	Shop goer (79%)	Shop goer (86%)	Shop goer (59%)	Shop goer (78%)
Gender	Female (59%)	Female (56%)	Female (72%)	Female (55%)	Female (59%)
Age	35-54 (32%)	18-24 (58%)	18-24 (37%)	18-24 (38%)	18-24 (63%)
Highest Educational Attainment	High School (29%)	College (32%)	High School (40%)	College (45%)	College (45%)
Total Fare from Home to Mall (in Peso)	8-12 (38%)	13-21 (34%)	8-12 (34%)	13-21 (43%)	13-21 (35%)
Preferred Day	Saturday (30%)	Friday (35%)	Saturday (22%)	Saturday (24%)	Saturday (35%)
Mall Characteristics Attracted	Near (78%)	Near (54%)	Near (27%)	Near (44%)	Near (55%)
Reason for Going to the mall	To eat (64%)	To eat (39%)	To buy appliance (22%)	To eat (38%)	To eat (37%)
Mode Used	Tricycle (82%)	Tricycle (55%)	Jeepney (50%)	Jeepney (43%)	Tricycle (54%)
Travel Time (minutes)	5-15 (38%)	5-15 (32%)	15-30 (30%)	30-45 (24%)	15-30 (24%)

For the status of the respondents, the majority are female shop goers aged 18 to 24. Most were high school and college graduates. The fare used is 8-12 pesos and 13-21 pesos. The minimum fare of the jeepney is 8 pesos, while the minimum fare of the tricycle is 10 pesos, which matches the answer of the respondents with their mode preference going to the mall. The preferred day of the respondents going to the mall is on a typical weekend and the mall characteristic that attracts the shop goers is the distance from their house. This is confirmed with the travel time spent by the respondents, which is around 5 to 15 minutes, and 15 to 30 minutes. The reason why the shop goers go to the mall is for them to eat and dine.

4.2 Magic Centerpoint Pedestrian Count

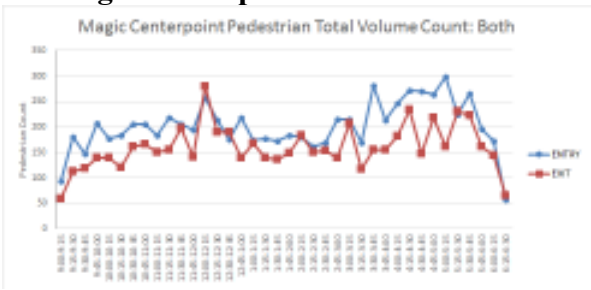


Fig. 1 Magic Centerpoint Pedestrian Count

Fig. 1 shows the pedestrian trip at Magic Centerpoint from 8:00 AM to 6:00 PM. From the graphs provided, it can be observed that the mall peak hour entry is at 3:00 PM to 4:00 PM and the peak hour exit is at 4:00 PM to 5:00 PM. For the exit, the reason why the peak is at the hour is because the mall's closing time is near thus all will exit the mall. Generally, there are more entering pedestrians as compared to exiting pedestrians.

4.3 Magic Centerpoint Vehicular Count

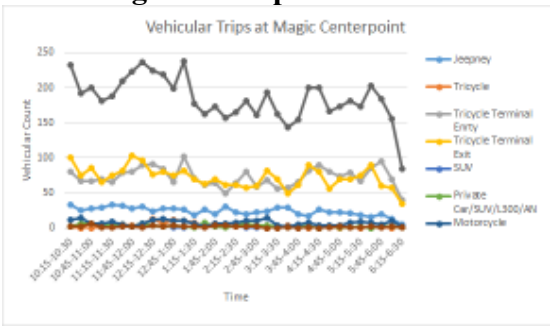


Fig. 2 Vehicular Trips going to Gavlan (Magic Centerpoint)

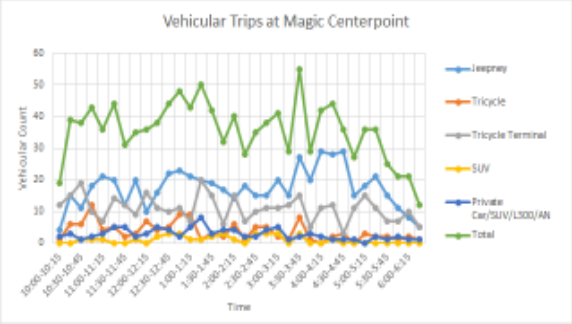


Fig. 3 Vehicular Trips going to Zamora (Magic Centerpoint)

The vehicular trips generated at magic center point is shown in figures 2 and 3. Figure 2 shows the vehicular trips on Gavlan street while figure 3 shows the vehicular trips on Zamora street. There are different lines that are shown in the graph that indicate a specific mode, the topmost line on the graph is the total vehicular trips of all the modes listed which are jeepneys, tricycles, SUVs, private cars, and motorcycles.

It can be seen in figure 2 that the tricycle has the most trips generated following jeepneys while in figure 3 it is the opposite, with the jeepney with most trips generated following tricycles. The trips on Gavlan St. peak hour is at 12:00 NN to 1:00 PM while the trips on Zamora St. is at 3:00 PM to 4:00 PM.

4.4 Nepo Mall Pedestrian Count

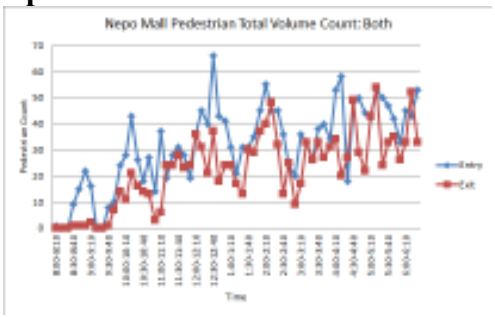


Fig. 4 Nepo Mall Pedestrian Count

Figures 4 shows the pedestrian trip at Nepo mall from 8:00 AM to 6:00 PM. From the graphs provided, it can be observed that the mall peak hour entry is at 12:00 NN to 1:00 PM and the peak hour exit is at 5:00 PM to 6:00 PM. The increase of volume for the entry is because of the respondent's common reason to go to the mall, which is to eat / dine. As for the exit, the reason is because the mall's closing time is near thus all will exit the mall. It can also be seen fig. 4 that there is an increasing trend from the opening time of the mall till the closing time of the mall. It may be inferred from this that those who enter the mall only stay for a short period of time.

4.5 Nepo Mall Vehicular Count

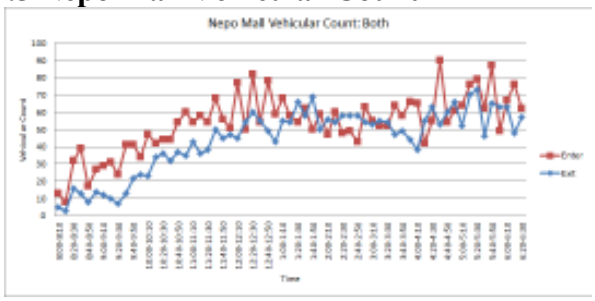


Fig. 5 Nepo Mall Vehicular Count

Figures 5 shows the vehicular trip at Nepo mall from 8:00 AM to 6:00 PM. From the figure, it can be observed that the mall peak hour entry is at 12:00 NN to 1:00 PM and the peak hour exit is at 5:00 PM to 6:00 PM, which is similar to the pedestrian count. The increase of volume for the entry is because of the respondent's common reason to go to the mall, which is to eat / dine. As for the exit, the reason is because the mall's closing time is near thus all will exit the mall. Same with the pedestrian count, there is an increasing trend for both entering and exiting of vehicles at the mall.

4.6 Unitop Pedestrian Count

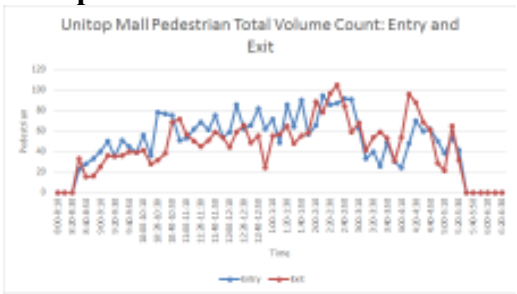


Fig. 6 Unitop Pedestrian Count

Figure 6 shows the pedestrian trip at Unitop from 8:00 AM to 6:00 PM. From the graphs provided, it can be observed that the mall peak hour entry is at 2:00 PM to 3:00 PM and the peak hour exit is at 2:00 PM to 3:00 PM. The increase of volume for the entry is mostly generated by female mall goers. As for the exit, the reason is because the mall's closing time is near thus all will exit the mall.

4.7 Unitop Vehicular Count

Figures 7 and 8 show the vehicular trip at Unitop from 8:00 AM to 6:00 PM. From the graphs provided, it can be observed that the mall peak hour entry is at 9:00 AM to 10:00 AM. It can also be seen fig. 8 that the most used mode of transportation is the jeepney, followed by private vehicles.

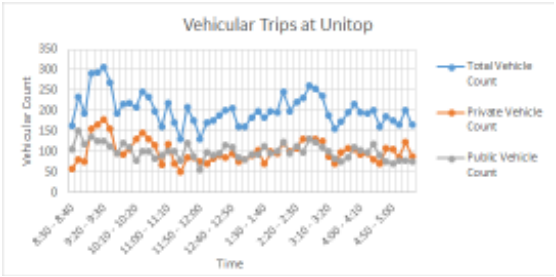


Fig. 7 Total Vehicular Trips going Downtown (Unitop)

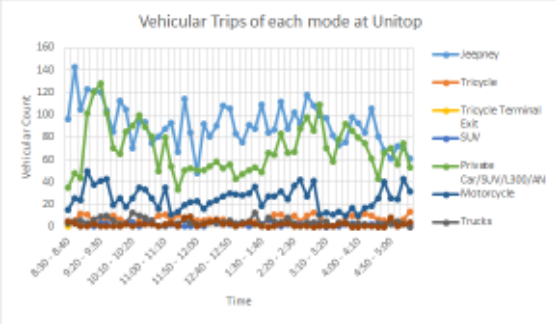


Fig. 8 Vehicular Trips of each Mode going Downtown at Unitop

4.8 Magiclub Pedestrian Count

Fig. 9 Magiclub Pedestrian Count

For the pedestrian count, it was observed that prior to 9 am, there were already people exiting the mall. The people exiting the mall were the employees and cargo workers. The period where a rush of customers start to enter are seen from 10:40 - 10:50 am. From there, a neutral flow of customers enters Magiclub until 2:40 - 2:50 pm wherein a large amount of mall goers starts to enter. This trend continued until 5:30 pm. This considered the preference in mall going time of the respondents in figure 5.65. The peak hour entry trip is at 2:00pm to 3:00pm with 517 trips. For the exit, most number of exits can be seen from 1:00 PM to 2:00 PM. The next continuously high number of exits can be observed from 2:40 - 5:20 pm. During these times, a lot of people shifted from entering and exiting. This trend indicated that the people in this period did not stay very long. They did what they needed to be done as fast as possible and then left Magiclub.

4.9 Magiclub Vehicular Count

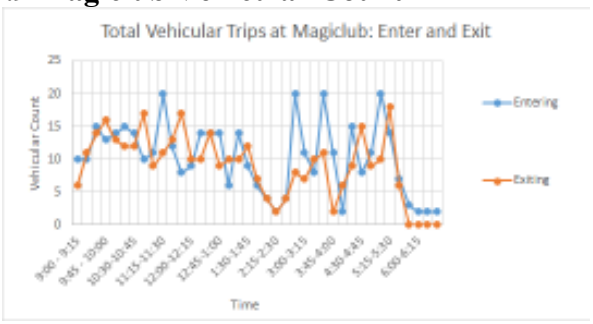


Fig. 10 Magiclub Vehicular Count

Figures 10 shows the number of vehicular trips entering and exiting the mall. As seen in the graph, the number of vehicles entering and exiting the mall are consistent with each other except on 2:30 to 3:45 PM. The consistency of the trips entering and exiting the mall may mean that the mall goers do not stay long inside the mall.

4.10 CSI City Mall Pedestrian Count

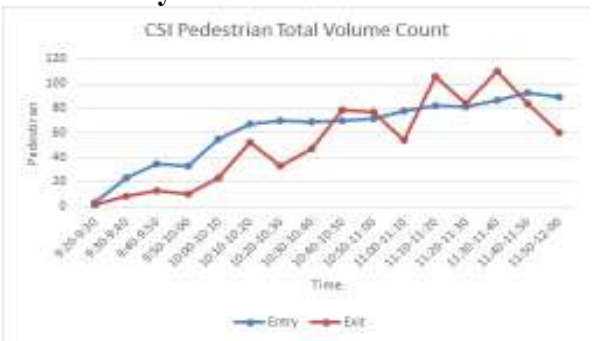


Fig. 11 CSI City Mall Pedestrian Count

It is observed that the enter peak hour trip of pedestrians is at 11:00 AM to 12:00 NN. In this hour, there are 510 pedestrians who entered the mall and 498 pedestrians who exited the mall. In addition, there is also an increasing trend observed where the number of people who entered and exited the mall. For the exit peak hour trip, it is also at 11:00 AM to 12:00 NN.

4.11 CSI City Mall Vehicular Count

For the vehicular trips entering CSI City Mall, there were more private vehicles counted. The private vehicles are classified as cars, SUVs, L300s and ANs. The least number of count are other private vehicles which are around 5 or less per interval. The enter peak hour trip of the vehicles is at 10:00 AM to 11:00 AM, which there are numerous vehicles that entered the mall. On the other hand, the exit peak hour trip of vehicles is at 11:00 AM to 12:00 NN.

For the vehicular trips exiting CSI City Mall, private cars were still the mode of transportation that had the most number counts, while other private vehicles had the least number of count. The peak hour vehicular trip was from 11:00 am to 12:00 nn.

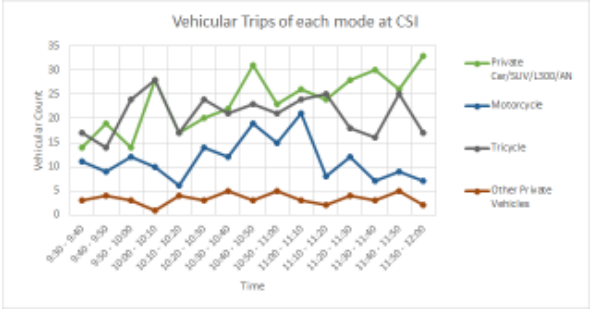


Fig. 12 Vehicular trips of each mode Entering

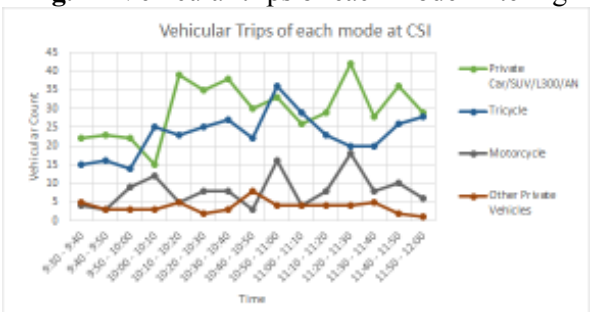


Fig. 13 Vehicular trips of each mode Entering

4.12 Linear Regression Model

Mall Characteristics of the five malls in Dagupan City were used to develop multiple linear regression equations that estimate the number of pedestrians and vehicles generated by the malls. From the analysis, an equation in the format of $Y=A+B_1x_1+B_2x_2...+B_nx_n$ is produced.

The x-variables in this study are

x_1=*Floor Area*

x_2=*Distance OD Calasiao (Distance of Calasiao to the mall)*

x_3=*Variation in Services*

x_1 is the total floor area of the mall, and x_2 is the distance of Calasiao to the mall. Based on the survey conducted, Calasiao is where most of the mall goers live. Calasiao serves as the origin and the mall is the destination. This distance is in terms of meters. Moreover, x_3 is the variation in products and services of a mall, for example, food, retail, appliances, massage, and bookstore. Quantities of these variables can be seen in table 2. On the other hand, the B-coefficients are the constants generated from the linear regression analysis. For the variables, boundaries are set. For the floor area x_1, the minimum value is *1000* m^2 and no maximum value. For the distance of Calasiao to the mallx_1, the minimum value is 1 meter and the maximum value is 4,500 meters. Lastly, for the variation in products and services x_3, the minimum is 1 variation, and the maximum variation is 50.

Table 2 Mall Characteristics

Mall	Services Variation	Distance OD Calasiao (m)	Number of Establishments	Floor Area (m2)
Magiclub	5	2300	5	1220
Magic Centerpoint	10	2000	30	10760
Unitop	7	2400	8	1941
Nepo Mall	19	2400	152	25139
CSI City Mall	18	4500	107	17000

Tables 3 to 8 show the linear regression analysis of the trip generation rates of pedestrians and vehicles of the mall. This study uses these models because it satisfies a p-value less than 0.05 which indicates that it rejects a null hypothesis, the null hypothesis being that there is no relationship between two variables. It also satisfies the r-square value, which shows how fitted the data are to the regression line, thus a value closer to 1 shows a more fitting data. Moreover, the t-value measures the size of the difference relative to the variation in the sample data. This means that the closer the t stat is to 0, the more likely there is no significant difference between the variables. In the four equations that were generated with the use of regression analysis, only distance OD Calasiao of Table 8 exceeded 0.05 for p-value.

Table 3 Regression Statistics for Multiple Linear Regression of Pedestrians, Floor Area, and Distance Origin-Destination Calasiao

Multiple R	0.9962	Standard Error	731.42
R Square	0.9924	Observations	5
Adjusted R Square	0.9847		

Table 4 ANOVA for Multiple Linear Regression of Pedestrians, Floor Area, and Distance Origin-Destination Calasiao

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	2	138814447.51	69407223.75	129.74	0.0076
Residual	2	1069943.69	534971.85		
Total	4	139884391.20			

Table 5 Multiple Linear Regression of Pedestrians, Floor Area, and Distance Origin-Destination Calasiao

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	7027.0087	1042.8638	6.7382	0.0213
1220	0.6063	0.0380	15.9398	0.0039
2300	-2.8303	0.3835	-7.3806	0.0179
	Lower 95%	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	Upper 95.0%
Intercept	2539.9279	11514.0896	2539.9279	11514.0896
1220	0.4427	0.7700	0.4427	0.7700
2300	-4.4803	-1.1803	-4.4803	-1.1803

Table 6 Regression Statistics for Multiple Linear Regression of Vehicles, Variation in Services, and Distance OD Calasiao

Multiple R	0.9891
R Square	0.9783
Adjusted R Square	0.9566
Standard Error	454.99
Observations	5

Table 7 ANOVA for Multiple Linear Regression of Vehicles, Variation in Services, and Distance OD Calasiao

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	2	18672804.36	9336402.18	45.10	0.0217
Residual	1	414027.6424	207013.82		
Total	3	19086832			

Table 8 Multiple Linear Regression of Vehicles, Variation in Services, and Distance OD Calasiao

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	1140.8301	653.0923	1.7468	0.2228
1220	402.8291	43.0529	9.3566	0.0112
2300	-1.0604	0.2724	-3.8933	0.0601
	Lower 95%	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	Upper 95.0%
Intercept	-1669.1993	3950.8595	-1669.1993	3950.8595
1220	217.5873	588.0708	217.5873	588.0708
2300	-2.2322	0.1115	-2.2322	0.1115

Table 9 Correlation of dependent and independent variables

	Services Variation	Distance OD Calasiao	Establishments	Floor Area
Services Variation	1			
Distance OD Calasiao	0.56033479	1		
Establishments	0.97206463	0.43559105	1	
Floor Area	0.96136505	0.32514740	0.97157026	1

Table 5 gives the equation:

$$y=7027.009 + 0.606x_1 - 2.83x_2 \quad (1)$$

wherein the number of pedestrians increase by 0.606 per square meter increase in floor area, and decrease by 2.83 per increase in distance from Calasiao, which is the origin of most mall goers based on the survey conducted. The multiple linear regression model for vehicular trips is seen in table 8. It gives the equation:

$$y=1140.83 + 402.829x_3 - 1.06x_2 \quad (2)$$

wherein the vehicular trip generation increases by 402.829 per increase in variations of products and services provided by the mall, and a 1.06 decrease per increase in distance from Calasiao to the mall. The r-square value of the models is 0.992 and 0.978 which shows a very good fitting of the data to the regression line. For the p-value, other than Distance OD Calasiao variable in table 8, all other values are less than

0.05, thus it rejects the null hypothesis, making the relationship significant.

The correlation between the two variables are shown in the table 9. Correlation shows the relationship between two or more variables. The closer the value is to 1, the stronger the relationship is between the two variables. The highest correlated variables are establishments and service variations, having a correlation value of 0.9721. This is apparent since more establishments available would allow more variations in the products and services of a mall. The next highest coefficient value is 0.9716, which is the establishments and the floor area. This is comparable with the variables stated earlier since the larger the floor area, the more establishment the mall can have. The third highest value is 0.9614 which are the floor area and services variation. This may mean that the larger the floor area, therefore more establishment, the more variations in products and services. On the other hand, the normal probability plots shown in Figures 14 and 15 show an almost straight line which means that the data follows a normal distribution. A normally distributed data shows that majority of the values are similar such that it occurs within a small range of values and only a small portion are outliers.

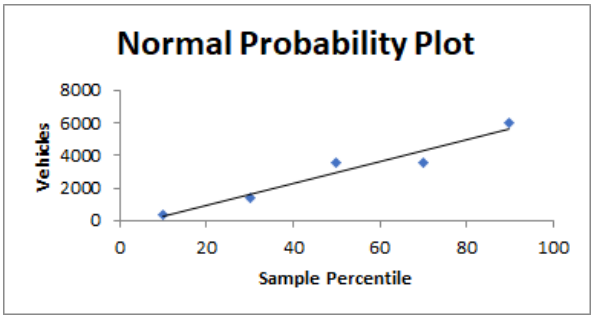


Fig. 14 Normal Probability Plot of Vehicles and Mall Characteristics

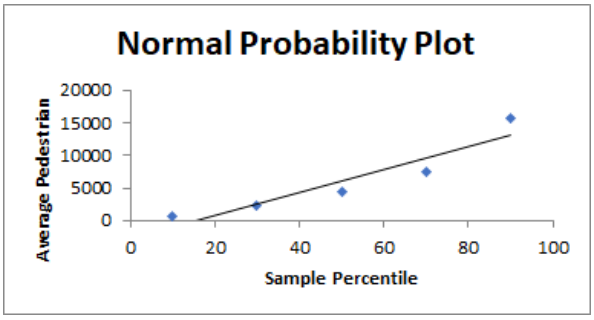


Fig. 15 Normal Probability Plot of Pedestrians and Mall Characteristics

5. Conclusion

The trip generation rates of malls in Dagupan City may be determined with the linear regression models seen in equations 1 and 2. The number of pedestrians are affected by the mall floor area and distance of Calasiao to the mall. On the other hand, the number of vehicles are affected by the variation in services of the mall, and Distance of Calasiao to the mall. Trip Generation Rate Equations generated are:

$$y=7027.009 + 0.606x_1 - 2.83x_2 \quad (1)$$

$$y=1140.83 + 402.829x_3 - 1.06x_2 \quad (2)$$

Comparing the two models, both have a high r-square value, which means that it has a fitting data. However, multiple linear regression of equation 2 has a p-value above 0.05, which makes this variable moderately significant. On the other hand, since pedestrian trips are generally higher than vehicular trips, equation 1 will most likely produce greater number of trips. However, this is still changeable since the number of trips depend on the five mall characteristics.

The peak hour of pedestrian and vehicular trips may be seen in the table below:

Table 7 Peak Hour for Pedestrian and Vehicular Trips

	P. Enter	P. Exit	Veh. Enter	Veh Exit	Veh Passed
Magic Centerpoint	3:00pm	4:00pm			12:00nn (galvan) 3:00pm (zamora)
Nepo Mall	12:00nn	5:00pm	12:00nn	5:00pm	
Unitop	2:00pm	2:00pm			9:00am (downtown)
Magiclub	2:00pm	1:00pm	3:00pm	4:00pm	
CSI City Mall	11:00am	11:00am	10:00am	11:00am	

On every mall, the primary mode of transportation used in going to the mall is the tricycle. Based on the data, majority of the mall goers' reason on choosing to go to a mall is its accessibility or how near it is. This may justify why tricycles are their main mode of transportation in going to the mall; They use tricycles because tricycles are mostly used on short-distanced travel.

From the collected data, one can conclude the important factors that influence the trip generation of malls. There is a high similarity among the answers of the respondents to the survey questions. Most of the mall goers for all five malls are female, with ages ranging from 18-24 years old, and are either college graduates or people who did not finish college. All malls have customers who go to the mall because it is near their place and they spend 2-3 hours inside the mall. Respondents have the same reason why they go to the mall which is to eat and dine, except for Unitop, wherein the respondent's reason for going to the mall is because of a cheaper price and shopping for appliances and retail. However, the respondents have different answers for travel time despite having a common travel fare of Php8 to Php12. For both Nepo Mall and Magic Centerpoint, most respondents have a travel time of 5 to 15 minutes in going to the mall, for Unitop and CSI City mall, most respondents have a travel time of 15 to 30 minutes in going to the mall, and for Magiclub, most of the respondents also have a travel time of 30 to 45 minutes but respondents with a travel time of 5 to 15 minutes comes close with only a 2% difference. The reason for the longer travel time for Magiclub mall goers are because compared to the other malls many of the survey respondents of Magiclub are employees therefore majority of them were obliged to go to the mall for their jobs even though it is far from their homes.

Furthermore, on the survey, when the respondents were asked why they chose to go to a specific mall majority answered that they chose to go to that mall because it is near their place. Another viable factor that affects the trips generated is the price. In Unitop, majority of the customers answered that they went to buy at Unitop because the prices were cheap. But when the travel time is compared for all the malls, most Unitop mall goers have a travel time of 15 to 30 minutes while the other malls have mall goers having only 5 to 15 minutes travel time. Therefore, many of the mall goers of Unitop chose 'cheap prices' over 'longer travel time'; and that cheap price of mall products is another factor that can be considered in terms of trip attraction/generation.

Many of the respondents also chose to go to the mall to eat, this may justify why most of the peak hours is around lunch hours excluding that of Unitop since majority of the respondent go there to buy appliances and other grocery items.

6. Acknowledgment

The proponents would like to thank our parents for their unending love and inspiration, our friends and colleagues for their support, and our professor/adviser Dr. Paringit for endowing us her knowledge to prepare for this study.

The proponents would like to thank Dr. Fillone for assisting us in Dagupan City, and helping us understand the technical part of this study.

The proponents would like to thank the University of Pangasinan for their help in disseminating the surveys.

Lastly, the proponents would like to thank the Almighty God for all of His blessings and making all of our trips safe and sound.

References

[1] Kitamura, R., &Fujii, S. (1997) Time-use data, analysis and modeling: toward the next generation of transportation planning methodologies. Transportation Policy, 225-235. Retrieved October 4, 2016.

[2] Goulias, K. G., Pendyala, R. M., & Kitamura, R. (1990). Practical Method for The Estimation of Trip Generation And Trip Chaining, 1285(62), 47-56. Retrieved from https://escholarship.org/uc/item/8zx9v3t2#page-1

[3] Regidor, J. (2007). Development of Philippine trip generation rates. Department of Civil Engineering, University of the Philippines Diliman.

[4] Sia, R., Tecson, M. R., &Viray, P. (2002). Trip attraction of condominiums in Metro Manila. Department of Civil Engineering, De La Salle University.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE
PROCEEDING OF 2017
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

การปรับปรุงคุณสมบัติของดินลูกรังด้วยน้ำยางพารา

Improving Properties of Lateritic Soil with Natural Rubber Latex

หมายเลขบทความ: AYRF2017-026TH

สุทธิชัย เจริญกิจ[1], สราวุธจริตงาม[2],โอภาสสมใจนึก[3], ปรเมษฐ หอมหวล[4]

SuttichaiCharoenkij, SaravutJaritngam, OpasSomjainuk, ParametHomhoul

[1, 2, 4]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์. 0-7428-7015-6 โทรสาร 0-7445-9396
E-mail: nsupit@eng.psu.ac.th

[3]สำนักทางหลวงที่18 ศูนย์สร้างทางจ.สงขลา
โทรศัพท์ 0-7431-1900-303

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังที่มีการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยยางพาราธรรมชาติชนิดน้ำยางข้นในอัตราส่วนและวิธีการผสมที่ต่างกันโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติต่างๆของดินลูกรังที่ผสมกับน้ำยางพาราเลือกอัตราส่วนและวิธีการผสมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานก่อสร้างถนนโดยทำการทดสอบคุณสมบัติดัชนีของดินลูกรังเพื่อทราบถึงประเภทและคุณสมบัติเบื้องต้นของดินตัวอย่างจากนั้นทำการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนค่าซีบีอาร์และการบวมตัวและดูดซับน้ำของดินลูกรังเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินที่เปลี่ยนไปโดยทำการศึกษาอัตราส่วนน้ำยางพาราที่ร้อยละ 5 10 15 และ 20 โดยน้ำหนักดินพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนน้ำยางพาราขึ้นกำลังของดินพาราจะมากขึ้นตามไปในกรณีที่ทำการบ่มวัสดุให้แห้งก่อนการทดสอบและพบว่าอัตราส่วนน้ำยางพาราที่ร้อยละ 5 ให้กำลังสูงสุดในกรณีที่ไม่บ่มแห้งวัสดุและในส่วนของการดูดซับน้ำและการบวมตัวจะมีค่าลดลงเมื่อทำการเพิ่มปริมาณน้ำยางพารา

คำสำคัญ: ดินลูกรัง, ยางพารา, น้ำยางข้น, คำสำคัญ4, วัสดุผิวทาง

Abstract

This paper presents the engineering properties of Lateritic Soils mixed with Natural Rubber Latex (NRL) in different ratios and mixing methods. The purpose of this study was to investigate the engineering properties of Lateritic Soils mixed with Natural Rubber Latex to determine suitable ratios and mixing methods for road construction. By testing the index properties of Lateritic soils will know the type and basic properties of the soil samples. Then, the Unconfined Compression Strength, CBR and Swelling test was performed to compare strength of the samples. From the study, the ratio of NRL, 5, 10, 10 and 20 percent by weight of soil, it was found that the ratio of NRL was increased with the strength. The ratio of NRL at 5% gave the maximum strength in case of non-drying material. Swelling was decreased with more NRL.

Keywords: Lateritic Soil, Natural Rubber Latex, Pavement

1. บทนำ

ถนนถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญในระบบคมนาคมและเป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาประเทศทั้งด้านการขนส่งคนและการขนส่งสินค้าจึงจำเป็นที่จะต้องมีความสามารถเพียงพอที่จะรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจซึ่งในการใช้งานถนนนั้นย่อมก่อให้เกิดความเสียหายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ไม่ว่าจะเป็นความเสียหายตามอายุการใช้งานหรือการใช้งานถนนเกิดขีดจำกัดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการซ่อมแซมปรับปรุงหรือก่อสร้างใหม่เพื่อให้ถนนมีสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่เสมอโดยในปัจจุบันผิวทางของถนนแบ่งเป็นสองชนิดได้แก่ผิวทางแบบแข็ง (Rigid Pavement) หรือผิวทางคอนกรีตเป็นผิวทางที่ใช้คอนกรีตเป็นวัสดุซึ่งมีความคงทนแต่มีราคาในการก่อสร้างที่สูงและผิวทางแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement) หรือผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเป็นผิวทางที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างมีราคาในการก่อสร้าง

ที่ต่ำกว่าแต่มีความทนทานและอายุการใช้งานที่น้อยกว่าผิวทางแบบแข็ง โดยส่วนประกอบของถนนประกอบด้วยส่วนที่เป็นผิวทางตามที่ได้กล่าวมาซึ่งจะทำการก่อสร้างบนดินที่มีการออกแบบความหนาและทำการบดอัดตามที่กำหนดในแบบก่อสร้างซึ่งโครงสร้างชั้นทางจะประกอบไปด้วยชั้นดินเดิม (Subgrade) ชั้นรองพื้นทาง (Subbase Course) ชั้นพื้นทาง (Base Course) และผิวทาง (Surface Course) ซึ่งเป็นได้ทั้งผิวทางแบบยืดหยุ่นและผิวทางแบบแข็ง

ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะเป็นผิวทางประเภทใดก็ตามจำเป็นจะต้องทำการก่อสร้างบนดินชั้นพื้นทางทั้งสิ้นดินจึงจัดเป็นวัสดุที่สำคัญอย่างมากในงานก่อสร้างทุกประเภทในการออกแบบเพื่อนำดินมาใช้งานนั้นดินจะถูกกำหนดคุณสมบัติด้วยค่าซีบีอาร์ (CBR) ซึ่งค่าการนำดินไปใช้งานนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าซีบีอาร์ตามมาตรฐานการก่อสร้างทางดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งดินนั้นเป็นวัสดุซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ทั้งนี้ในการก่อสร้างทางนั้นได้มีการกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกวัสดุตามมาตรฐานกรมทางหลวงให้มีคุณภาพเหมาะสมแก่การนำมาก่อสร้างในงานทางแต่ถึงอย่างไรก็ตามการคัดเลือกวัสดุให้มีความเหมาะสมแก่งานในบางพื้นที่นั้นยังทำได้ยากอาจจำเป็นต้องมีการขนส่งจากแหล่งวัสดุที่อยู่ห่างออกไปก่อให้เกิดต้นทุนการก่อสร้างที่สูงขึ้นซึ่งสามารถลดต้นทุนในการก่อสร้างได้โดยการใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่ก่อสร้างแล้วนำมาปรับปรุงคุณสมบัติด้วยวัสดุผสมเพิ่ม

ในปัจจุบันการใช้ยางพาราสำหรับงานทางนั้นได้เริ่มเข้ามามีบทบาทสำหรับการก่อสร้างงานทางทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศอย่างกว้างขวางได้มีการศึกษาการนำยางพาราผสมกับแอสฟัลต์เป็นพาราแอสฟัลต์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซึ่งผลที่ได้คือพาราแอสฟัลต์มีความทนทานมากขึ้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นทำสามารถให้ประหยัดงบประมาณที่ใช้สำหรับการซ่อมแซมอีกด้วยอีกทั้งนอกจากจะเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุทางให้ดีขึ้นแล้วนั้นยังเป็นการส่งเสริมกระตุ้นการใช้ยางพาราที่เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศอีกทางหนึ่งอีกด้วย

ดังนั้นจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรมีการศึกษาการใช้ยางพาราเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินลูกรังในการก่อสร้างงานทางเพื่อเป็นการปรับปรุงดินลูกรังที่สามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ให้มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างทางได้เป็นการลดต้นทุนการก่อสร้างในการขนส่งวัสดุอีกทางหนึ่งอีกทั้งยังทำให้ดินลูกรังที่นำมาใช้มีคุณภาพที่ดีขึ้นนำไปสู่การก่อสร้างทางที่มีคุณสมบัติดีขึ้นอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นและเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมถนนอีกทาง

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของค่าซีบีอาร์และการใช้งานดิน

CBR	Engineering Properties	Implementations
0 - 3	Very Poor	Subgrade
3 – 7	Poor to Fair	Subgrade
7 – 20	Fair	Subgrade
20 – 50	Good	Subgrade, Base
50 – 80	Very Good	Base
>80	Excellent	Base

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังที่ผ่านการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยน้ำยางพาราเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาวัสดุสำหรับการก่อสร้างทางต่อไป

2.2 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำยางพาราที่ใช้ผสมกับดินลูกรังในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินลูกรังสำหรับการก่อสร้างทาง

3. ทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานทางการใช้ยางพาราในงานทางการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยวัสดุผสมเพิ่มและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้ยางพาราเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุทางการใช้วัสดุผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติดินลูกรังดังนี้

3.1 การใช้ยางพาราในงานทาง

นับตั้งแต่ปีพ.ศ. 2544 เมื่อประเทศไทยเริ่มมีการปลูกยางพาราขึ้นเป็นครั้งแรกและมีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างกว้างขวางจนยางพาราจัดได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างยิ่งของประเทศไทยอีกทั้งประเทศไทยยังเป็นผู้ผลิตและส่งออกอันดับหนึ่งของโลกส่งผลให้เกิดกิจกรรมอย่างต่อเนื่องถึงทั้งทางเศรษฐกิจภาคอุตสาหกรรมภาคการตลาดภาคเกษตรกรผู้ประกอบการต่างๆรวมถึงภาครัฐยางพาราจึงมีบทบาทที่สำคัญต่อวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกรมากกว่าหนึ่งล้านครอบครัวในไทยซึ่งเป็นเกษตรกรรายย่อยและเป็นส่วนยางขนาดเล็กถึงร้อยละ 95 ของส่วนยางทั้งประเทศนอกจากการสร้างรายได้ที่เกิดจากการปลูกยางพาราแล้วยังถือเป็นการสร้างสวนป่าเศรษฐกิจของประเทศเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในการช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลให้สภาพแวดล้อมดีขึ้นอีกทั้งเกษตรกรผู้ปลูกยางพารายังมีความเสี่ยงน้อยกว่าการปลูกพืชชนิดอื่นเนื่องจากยางพารามีอายุการให้ผลผลิตยาวนานสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้ถึงแม้ประเทศจะเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางพารารายใหญ่แต่ยังเป็นการส่งออกในรูปแบบของวัตถุดิบสูงกว่าร้อยละ 85 ของ

ปริมาณที่ผลิตได้ทั้งหมดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพึ่งพาตลาดต่างประเทศทำให้ราคายางพาราขาดเสถียรภาพมีความผันผวนการใช้ยางพาราที่เกิดขึ้นในประเทศมีปริมาณไม่ถึงร้อยละ 15 ของการผลิตอยู่ในอุตสาหกรรมประเภทยางรถจักรยานยนต์หล่อดอกอะไหล่รถยนต์รวมไปถึงการผลิตยางยืดถุงมือยางยางรองทางรถไฟเป็นต้นทำให้ประเทศไทยต้องประสบปัญหาราคายางที่ตกต่ำเนื่องมาจากปัจจัยทั้งด้านอุปสงค์และอุปทานคือการผลิตที่มากเกินไปอีกทั้งปัจจุบันมีคู่แข่งในการผลิตเพิ่มมากขึ้นและจากการขาดการใช้งานภายในประเทศการแปรรูปของวัตถุดิบภายในประเทศเพียงร้อยละ 12 จึงเป็นแนวคิดในการนำยางพารามาใช้ประโยชน์ในงานทางไม่ว่าจะเป็นการใช้เป็นส่วนผสมผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตหรือการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อทดแทนยางสังเคราะห์เพื่อเพิ่มมูลค่าการใช้ยางพาราการใช้ยางพาราในงานผิวทางโดยการนำมาเป็นส่วนผสมกับแอสฟัลต์เพื่อใช้เป็นผิวทางนั้นเป็นวิธีการที่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติของแอสฟัลต์ได้โดยอาศัยคุณสมบัติบางอย่างของยางพาราเช่นความคงตัวที่สูง (Stability) ความยืดหยุ่นที่ดี (Elasticity) และความสามารถในการทนความล้าได้ดี (Fatigue Resistance) เป็นตัวช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติของแอสฟัลต์ทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานถนนซึ่งถือเป็นการช่วยประหยัดงบประมาณในส่วนของการซ่อมแซมถนนได้อีกทั้งการใช้ยางพาราสำหรับเป็นวัสดุผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุทางนั้นยังเป็นการส่งเสริมและกระตุ้นการใช้ยางพาราในประเทศอีกทางหนึ่งอีกด้วยการส่งเสริมการใช้ยางพาราสำหรับงานทางที่ผ่านมากรมทางหลวงได้มีการผลักดันให้นำไปใช้กับผิวทางแอสฟัลต์ 2 ประเภทคือผิวทางสเลอรี่ซิลและแอสฟัลต์ซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยน้ำยางหรือเรียกว่าพาราแอสฟัลต์ซึ่งในปีพ.ศ. 2557 ปริมาณการใช้ยางพาราเป็นส่วนประกอบสำหรับงานทางนั้นในส่วนของผิวทางสเลอรี่ซิลมีการใช้งานคิดเป็นจำนวนเงินสูงถึง 1,440 ล้านบาทและการใช้งานในส่วนของพาราแอสฟัลต์อีกเป็นมูลค่า 592 ล้านบาทรวมทั้งสิ้น 2,032 ล้านบาทซึ่งมีนำมาเทียบแล้วคิดเป็นเพียงร้อยละ 3.8 ของงบประมาณที่กรมทางหลวงได้รับซึ่งถือได้ว่ายังเป็นสัดส่วนที่น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณงานทางที่เกิดขึ้นทั้งหมดถือเป็นแนวทางในการนำน้ำยางพารามาใช้ในงานทางต่อไป (มนตรีเดชาสกุลสม, 2556)

3.2 พาราแอสฟัลต์

การนำผลผลิตจากยางพาราธรรมชาติมาใช้ประโยชน์สำหรับงานทางในประเทศไทยนั้นกรมทางหลวงได้มีการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของแอสฟัลต์โดยสามารถแบ่งลักษณะการนำไปใช้งานได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 การใช้น้ำยางพาราเพื่อมาเป็นส่วนประกอบของแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับฉาบผิวทางพาราสเลอรี่ซิลซึ่งกรมทางหลวงได้มีข้อกำหนดที่ทล.-ก. 405/2538 “Specification for Elastomeric Modified Asphalt Emulsion” และอีกหนึ่งมาตรฐานคือมาตรฐานที่ทล.-ม. 415/2546 “มาตรฐานวิธีการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซิล”ซึ่งมีด้วยกันทั้งหมด 3 ชนิดคือชนิดที่ 1 เป็นชนิดที่มีขนาดของหินที่ใช้ผสมละเอียดเหมาะสำหรับการใช้งานในการซ่อมแซมรอยแตกปรับปรุงสภาพผิวทางให้หยาบได้เล็กน้อยและสามารถป้องกันการเสื่อมสภาพของผิวทางเดิมจากการเกิดออกซิเดชันชนิดที่ 2 จะมีการใช้หินที่หยาบขึ้นจากชนิดที่ 1 เล็กน้อยจึงสามารถเพิ่มความฝืดให้ผิวทางเดิมได้มากขึ้นและชนิดที่ 3 จะเป็นชิดที่มีการใช้หินที่หยาบที่สุดสามารถเพิ่มความฝืดให้ผิวทางได้มากที่สุดช่วยในการระบายน้ำผิวทางได้เร็วยิ่งขึ้นอีกทั้งสามารถสามารถช่วยได้เรื่องการปรับระดับได้เล็กน้อยช่วยแก้ในเรื่องของCrown Slope รวมถึงการนำไปใช้เพื่อฉาบปิดผิวทางเดิมที่หลุด (Raveling) คุณลักษณะพิเศษของการฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซิลนั้นคือความรวดเร็วของการเปิดใช้งานการจราจรดังเดิมนั่นคือสามารถกลับไปเปิดใช้งานการจราจรได้ภายในเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมงอีกทั้งยังมีความทดทานต่อการใช้งานที่ยาวนานเพิ่มความฝืดให้กับผิวทางเดิมที่ใช้งานมานานจนเกิดการลื่นไถลเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุช่วยเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่โดยกรมทางหลวงได้มีการใช้การฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซิลมาแล้วเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 10 ปี

ประเภทที่ 2 การใช้น้ำยางพาราผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ชนิด AC 60/70 เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์ซีเมนต์หรือที่เรียกว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพาราธรรมชาติซึ่งกรมทางหลวงได้เริ่มทำการศึกษามาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 ต่อมาในปีพ.ศ. 2555 รัฐบาลได้มีการประชุมแนวทางการเพิ่มอุปสงค์ของยางพาราในประเทศกระทรวงคมนาคมจึงได้แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อพิจารณาแนวทางการนำยางพารามาใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางหลวงทางหลวงพิเศษและทางรถไฟต่อมาจึงได้มีการศึกษาทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนามเปรียบเทียบระหว่างแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดAC 60/70 ปกติกับแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดAC 60/70 ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยน้ำยางพาราพบว่าการผสมน้ำยางพาราในแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นได้ผลการทดสอบคือค่าเสถียรภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมน้ำยางพาราที่ปริมาณร้อยละ 5 มีค่าเสถียรภาพที่สูงกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ปกติค่าโมดูลัสคืนตัวของแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดAC 60/70 ผสมน้ำยางพาราธรรมชาตที่ปริมาณร้อยละ 5 มีค่าโมดูลัสคืนตัวสูงกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ปกติค่าความต้านทานต่อการล้าของแอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ที่ผสมน้ำยางพาราที่ปริมาณร้อยละ 5 มีค่าความต้านทานการล้าหรือจำนวนPulses ที่ตัวอย่างสามารถรับได้จนกระทั่งเกิดความเสียหายมากกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ปกติค่าความต้านทานแรงดึงทางอ้อมของแอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ที่ผสมน้ำยางพาราปริมาณร้อยละ 5 มีค่ากำลังรับแรงดึงทางอ้อมมากกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ปกติค่าความต้านทานการเสียรูปแบบถาวรของแอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ที่ผสมกับน้ำยางพาราที่ปริมาณร้อยละ 5 มีค่าการเสียรูปน้อยกว่า

แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ปกติค่าการเกิดร่องล้อโดยการใช้ตัวอย่างที่เตรียมจากส่วนผสมในห้องปฏิบัติการมาทำการทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบPavement Rutting Tester พบว่าแอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ที่ผสมกับน้ำยางพาราที่ปริมาณร้อยละ 5 มีแนวโน้มของการเกิดร่องล้อน้อยกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ชนิดAC 60/70 ปกติดังนั้นจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาที่กล่าวมากรมทางหลวงจึงได้จัดทำข้อกำหนดวัสดุที่ทล.-ก. 409/2556 "ข้อกำหนดแอสฟัลต์ซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางธรรมชาติ"และอีกมาตรฐานคือมาตรฐานที่ทล.-ม. 416/2556 "มาตรฐานแอสฟัลต์คอนกรีตปรับปรุงคุณภาพด้วยยางธรรมชาติ"

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีการศึกษาการใช้การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและของเสียจากโรงงานในการก่อสร้างทางโดย Aditya Kumar Anupam และคณะ (2551) จุดมุ่งหมายหลักของการวิจัยคือการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและของเสียจากโรงงานใช้เป็นสารผสมเพิ่มกับดิน และลดจำนวนชั้นของโครงสร้างทาง โดยในงานวิจัยได้มีการใช้เถ้าลอย แกลบ ผสมกับเถ้าชานอ้อยและเถ้าฟางข้าว ที่อัตราส่วนร้อยละ 5 – 35 เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดิน ผลปรากฏว่าที่อัตราส่วนที่เหมาะสมนั้นดินที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้ค่าซีบีอาร์แบบแช่น้ำ, ขีดจำกัดการยืดหด, ปริมาณน้ำเหมาะสมและค่าเสถียรภาพของก้อนตัวอย่างที่บ่มไว้ 28 ที่สูงขึ้น ซึ่งทำให้พบว่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและของเสียจากโรงงานนั้นสามารถใช้เป็นวัสดุสำหรับปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุทางได้

ธิติพงศ์ หล่อพิศาลชัย และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 และน้ำยางพารา เพื่อนำไปใช้กับการดาดผนังสระน้ำลดการรั่วซึมต้านภัยแล้ง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากับตัวอย่างดินลูกรังที่ปรับปรุงด้วยปูนซีเมนต์ น้ำ และน้ำยางพารา โดยทำการผสมน้ำยางพาราร้อยละ 5, 7.5, 10 และ 12.5 โดยปริมาตรของน้ำที่ใช้ผสมกับซีเมนต์ ที่ระยะเวลาการบ่ม 3, 7 และ 28 วัน จากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น การดูดซึมของน้ำ และทำการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ถูกจำกัด (Unconfined Compression Strength) ซึ่งหลังจากทำการทดสอบพบว่าการเพิ่มปริมาณน้ำยางพาราร้อยละ 5 สามารถทำให้ได้ค่าการทดสอบที่ดีที่สุดที่อายุการบ่ม 28 วัน

ณพรัตน์ วิชิตชลชัย และคณะ (2557) ได้กล่าวถึงการใช้ยางพาราผสมกับยางมะตอยในงานทางว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถใช้ปรับปรุงสมบัติยางมะตอยให้ดีขึ้น โดยอาศัยสมบัติบางประการที่เป็นข้อดีของยางธรรมชาติ เช่น ความคงตัวสูง ความยืดหยุ่นดี และการทนความล้าที่ดี เพื่อเสริมคุณสมบัติให้กับยางมะตอยทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานถนนและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ยางพาราภายในประเทศอีกทางหนึ่ง ซึ่งการใช้ยางพาราผสมกับยางมะตอยที่อัตรส่วนร้อยละ 5 ของเนื้อยางแห้งต่อน้ำหนักยางมะตอย ทำให้ค่าการคืนตัวกลับ, ความหนืด, ความเหนียว และดัชนีเพเนเทรชันที่สูงขึ้น อีกทั้งค่าความหนืดที่เพิ่มขึ้นก็ยังอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความปัญหาในการผสม แต่จำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือในการผสมที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยได้เคยมีการทดลองใช้แอสฟัลต์พาราในการก่อสร้างถนนแปลงทดลองขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2544 และได้ทำการเก็บข้อมูลด้านความคงทนทุกๆปีเพื่อเปรียบเทียบความคงทนกับถนนที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตปกติ โดยผลการทดสอบปรากฏว่าถนนที่ใช้แอสฟัลต์พารามีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าถนนที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตปกติ

สราวุธ จริตงาม และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยซีเมนต์สำหรับงานก่อสร้างทางโดยได้ทำการทดสอบวัสดุในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าความแข็งแรงของวัสดุจากค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียว ซึ่งจากการศึกษาพบว่าดินลูกรังเพียงบางแห่งเท่านั้นที่สามารถนำไปใช้สำหรับเป็นวัสดุสำหรับงานก่อสร้างทางถนนตามข้อกำหนดของกรมทางหลวง โดยดินตัวอย่างที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน ที่นำมาทดสอบจากจังหวัดสงขลานั้นต้องใช้ซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5 และดินตัวอย่างจากจังหวัดขอนแก่นใช้ซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 3 จึงจะได้ผลการทดสอบแรงอัดแกนเดียวที่เหมาะสม

ปัณณวัฒน์ ปรียานนท์ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยใช้สารผสมเพิ่ม 2 ชนิด คือ ยางพาราและผงยางรถยนต์ ในอัตราส่วนร้อยละ 5 จากผลการวิจัยพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะ และจุดอ่อนตัวของแอสฟัลต์ผสมเศษยางรถยนต์มีค่ามากกว่าแอสฟัลต์ผสมยางพารา และแอสฟัลต์ที่ผสมกับยางพาราให้ค่าเพเนเทรชั่นและค่าความอ่อนตัวที่มากกว่าแอสฟัลต์ที่ผสมเศษยางรถยนต์ หลังจากการทดสอบ Marshall พบว่าค่า Stability ของแอสฟัลต์ AC 60/70 ผสมยางพาราที่อัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก มีค่ามากกว่าแอสฟัลต์ AC 60/70 ผสมยางรถยนต์ ที่อัตราส่วนร้อยละ5 โดยน้ำหนัก ในส่วนของค่า Flow แอสฟัลต์ AC 60/70 ผสมยางพาราที่อัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนักจะให้ค่าที่สูงกว่าแอสฟัลต์ AC 60/70 ที่ผสมเศษยางรถยนต์ที่อัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ซึ่งแอสฟัลต์ AC 60/70 ผสมยางพาราที่อัตราส่วนร้อยละ 5 นั้นยังคงให้ค่ากำลังรับแรงอัดค่า Eeqหรือ Evveqหรือ vvhที่สูงกว่าแอสฟัลต์ AC 60/70 ที่ผสมเศษยางรถยนต์ที่อัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

กฤษณ์ เจ็ดวรรณ และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุเชื่อมประสานที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยผลิตภัณฑ์จากยางพาราธรรมชาติทั้งชนิดยางแผ่นรมควันและชนิดยางน้ำข้นเหลวผสมกับแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 ในอัตราส่วนต่างๆ โดยการทดสอบการวัดความหนืด จุดติดไฟจุดวาบไฟ ความอ่อนตัว ความยืด ความยืดหยุ่น ความแข็งแกร่ง และการต้านทานการยุบตัวถาวร พบว่าการผสมยางแผ่นรมควันร้อยละ 3 และยางน้ำข้นเหลวร้อยละ 5 ในยางแอสฟัลต์ AC 60/70 จะทำให้คุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุเชื่อมประสานพัฒนาขึ้น คือ มีสติฟเน

สมากขึ้นและมีความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแอสฟัลต์ AC 60/70 แต่มีคุณสมบัติที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คือ คุณสมบัติความหนืด ที่ถือว่ามีความสำคัญต่อการนำไปใช้ผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

กอบชัย เกิดจันทร์ตรง และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของพาราแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีการผสมร้อนซึ่งออกแบบส่วนผสมด้วยวิธีมาร์แชลล์ โดยใช้อัตราส่วนการผสมที่ร้อยละ 3 4 5 6 และ 7 ที่อุณหภูมิ 140 °C จากการทดสอบพบว่า ที่อัตราส่วนยางพาราร้อยละ 3 - 5 มีค่าเสถียรภาพและค่าดัชนีความแข็งแรงสูงกว่ามาตรฐาน และค่าการไหลที่อยู่ในระดับมาตรฐาน โดยที่อัตราส่วนยางพาราร้อยละ 3 จะทำให้ได้พาราแอสฟัลต์ที่มีคุณสมบัติเชิงกลดีกว่าอัตราส่วนอื่นๆ

Ramez A. Al-Mansobและคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพาราธรรมชาติเพื่อให้ได้ผิวทางที่มีความทนทานสูงทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงลงได้ โดยได้ศึกษาแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมกับยางพาราธรรมชาติที่ร้อยละ 3 6 9 และ12 ซึ่งจากการทดสอบพบว่าแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยยางพาราธรรมชาติทำให้ค่าความหนืด และจุดอ่อนตัว มีค่าสูงขึ้นทำให้วัสดุเพิ่มความเป็นอิลาสติกมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการไหลเพิ่มขึ้น

Dina Kuttahและ Kenichi Sato (2558) ได้ทำการทบทวนการศึกษาผลกระทบของยิปซัมที่มีต่อดินที่ใช้ในชั้นรองพื้นทาง พบว่าปริมาณของยิปซัมที่เหมาะสมนั้นสามารถทำการปรับปรุงคุณสมบัติของดินได้โดยจะทำให้ได้ความหนาแน่นแห้งสูงสุดที่สูงขึ้น และปริมาณน้ำเหมาะสมที่ต่ำลง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดคละของยิปซัมที่นำมาใช้อีกด้วย ซึ่งหากขนาดคละของยิปซัมยิ่งใหญ่ขึ้นปริมาณเหมาะสมที่ใช้ในการผสมก็จะยิ่งมากขึ้นไปด้วย

JeerapanDonrakและคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของดินลูกรังและเศษเมลามีน โดยได้ทำการทดสอบความถ่วงจำเพาะ, คุณสมบัติการดูดซึมน้ำ, ขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก, การสึกหรอและการกระจายขนาดคละ, ค่าซีบีอาร์ และการบวมตัว ซึ่งพบว่าเศษเมลามีนสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นวัสดุทางเลือกแทนดินลูกรังได้โดยเศษเมลามีนนั้นมีค่าการต้านทานการสึกหรอที่ดีกว่าดินลูกรัง อีกทั้งค่าซีบีอาร์ของดินลูกรังที่ผสมกับเศษมีลามีนนั้นยังมีค่าที่สูงกว่าค่าซีบีอาร์ที่ได้จากการทดสอบดินเพียงอย่างเดียวอีกด้วย

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่ามีวัสดุต่างๆที่สามารถนำมาใช้สำหรับงานทางเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุทาง ซึ่งยางพาราเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุทางได้อีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการส่งเสริมการนำยางพาราที่เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศมาใช้สำหรับงานทาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและความเป็นไปได้สำหรับการศึกษาการใช้น้ำยางพาราผสมกับดินลูกรังเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมให้ดีขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาและนำไปใช้สำหรับการก่อสร้างทางต่อไป

4. ขั้นตอนการวิจัย

เริ่มต้นจากการเก็บตัวอย่างดินจากบริเวณที่ต้องการศึกษาจากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติดัชนีเพื่อจำแนกและศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของดินตัวอย่างจึงทำการทดสอบค่าซีบีอาร์ของดินตัวอย่างโดยทำการทดสอบดินที่ผสมกับน้ำยางพาราธรรมชาติในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้น้ำยางพาราธรรมชาติชนิดน้ำยางข้นแอมโมเนียสูงเนื่องจากน้ำยางข้นนั้นจะมีปริมาณเนื้อยางสูงกว่าน้ำยางดิบโดยน้ำยางขึ้นจะมีปริมาณเนื้อยางอยู่ที่ร้อยละ 60 ซึ่งในส่วนของน้ำยางดิบจะมีปริมาณเนื้อยางอยู่ที่ประมาณร้อยละ 30 เพื่อให้ง่ายต่อการผสมและบดอัดไม่ก่อให้เกิดการเยิ้มและเหลวเกินไปในขั้นตอนการผสมน้ำยางกับดินทำให้ไม่สามารถบดอัดดินได้โดยจะทำการผสมน้ำยางพารากับดินที่อัตราส่วนร้อยละ 5 10 15 และ20 แล้วจึงทำการทดสอบเพื่อนำผลการทดสอบที่ได้ไปศึกษาคุณสมบัติหาอัตราส่วนยางพาราที่เหมาะสมและสรุปผลในขั้นต่อไป

4.1 การเก็บตัวอย่างดินและทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

ขั้นตอนแรกเป็นการนำตัวอย่างดินที่เก็บจากบ่อดินมาทำการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานโดยทำการทดสอบการร่อนผ่านตะแกรง (Sieve Analysis) ขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก (Atterberg's Limit) เพื่อทราบถึงประเภทและคุณสมบัติของดินลูกรังจากนั้นทำการทดสอบการบดอัดมาตรฐาน (Compaction Test) เพื่อทราบปริมาณน้ำเหมาะสมสูงสุดและความหนาแน่นแห้งสูงสุดโดยทำการทดสอบโดยใช้น้ำตามมาตรฐานการทดสอบและผู้วิจัยได้เพิ่มการทดสอบการบดอัดมาตรฐานที่ใช้น้ำยางพาราแทนการใช้น้ำเพื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นเหมาะสมและความหนาแน่นแห้งที่ได้

4.2 การทดสอบหาค่าซีบีอาร์

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบค่าซีบีอาร์ของดินตัวอย่างโดยการนำดินตัวอย่างที่เตรียมไว้มาทำการชั่งน้ำหนักแล้วผสมกับน้ำยางพาราตามอัตราส่วนที่เตรียมไว้โดยทำการทดสอบทั้งแบบแช่น้ำ และไม่แช่น้ำโดยการทดสอบแบบแช่น้ำนั้นผู้วิจัยจะทำการบดอัดดินกับน้ำยางพาราตามอัตราส่วนที่กำหนดแล้วพักก้อนตัวอย่างไว้ในอากาศเป็นเวลา 7 วันก่อนการนำไปแช่น้ำเพื่อจดบันทึกค่าการบวมตัว(Swelling) แล้วจึงทำการทดสอบหาค่าซีบีอาร์ตามมาตรฐานการทดสอบต่อไป และในส่วนของการทดสอบแบบไม่แช่น้ำ จะแบ่งเป็น 2 ชุดการทดสอบ คือ ชุดที่หนึ่งจะทำการทดสอบทันทีหลังการบดอัดน้ำยางพารา และอีกหนึ่งชุดการทดสอบจะทำการพักก้อนตัวอย่างที่บดอัดแล้วเป็นเวลา 7 วัน ก่อนทำการกดทดสอบเพื่อหาค่าซีบีอาร์ เพื่อศึกษากำลังของวัสดุที่เปลี่ยนไปเนื่องจากอัตราส่วนน้ำยางพารา และระยะเวลาการบ่มน้ำยางพารา

จากนั้นนำผลการทดสอบทั้งสามชุดการทดสอบ คือ การทดสอบแบบแช่น้ำ การทดสอบแบบไม่แช่น้ำ และการทดสอบแบบไม่แช่น้ำที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน มาทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไป หาอัตราส่วนน้ำยางพาราที่ดีที่สุด และสรุปผล

5. ผลการทดสอบ

ผู้วิจัยได้แบ่งผลการทดสอบออกเป็นผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไป ผลการทดสอบการหาค่าซีบีอาร์ และผลการทดสอบการบวมตัว ดังนี้

5.1 คุณสมบัติทั่วไป

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบคุณสมบัติดันซีเบื้องต้นของดินทั้งค่าพิกัดอัตเตอร์เบิร์กการร่อนผ่านตะแกรงและการทดสอบการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและความหนาแน่นของดิน (Compaction Test) โดยได้แสดงไว้ดังรายละเอียดในตารางที่2 และตารางที่3

ตารางที่ 2 คุณสมบัติดัชนีของดินตัวอย่าง

คำอธิบายทั่วไป	ขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก		การทดสอบการบดอัด		การทดสอบการขีดข่วน
	ค่าดัชนีสภาพเหลว	ค่าดัชนีสภาพพลาสติก	ความชื้นเหมาะสมสูงสุด	ความหนาแน่นแห้งสูงสุด	
หินผุ สีน้ำตาล	<35	<11	8.4	2.020	38.7%

ตารางที่ 3 ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของดิน

2”	1”	¾”	3/8”	#4	#10	#40	#200
100	96.5	91.8	70.1	41.3	24.3	17.5	8.9

จากการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นทำให้ทราบได้ว่าดินตัวอย่างจากแหล่งดินห้วยโอนจำแนกประเภทด้วยวิธีUnified Soil Classification ได้เป็นGW หมายถึงดินจำพวกกรวดมีขนาดคละที่ดีและจำแนกด้วยวิธีASSHTO ได้เป็นA-1 หมายถึงหินกรวดและทรายที่มีขนาดคละกันดีปริมาณความชื้นเหมาะสมสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 8.4 ความหนาแน่นแห้งสูงสุด 2.020 โดยจัดอยู่ในชั้นวัสดุระดับB ตามมาตรฐานการก่อสร้างทางของกรมทางหลวง

5.2 ผลการทดสอบการหาค่าซีบีอาร์

ในการทดสอบการหาค่าซีบีอาร์ของดินตัวอย่างในครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดสอบโดยใช้อัตราส่วนน้ำยางพาราที่แตกต่างกันทั้งสิ้น 5 อัตราส่วนคือน้ำยางพาราที่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM 1883-99 โดยทำการทดสอบแบบ Modified ทดสอบที่ระยะจม 0.10 in และ 0.20 in หน่อยแรงกดมาตรฐาน 1,000 psi และ 1,500 psi ตามลำดับ ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4 ถึง ตารางที่ 6และผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาค่าซีบีอาร์กับดินตัวอย่างโดยใช้ปริมาณน้ำที่ความชื้นเหมาะสมสูงสุดตามมาตรฐานการทดสอบเพื่อใช้เปรียบเทียบ ผลการทดสอบดังรูปที่ 1

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบค่าซีบีอาร์แบบไม่แช่น้ำไม่บ่ม

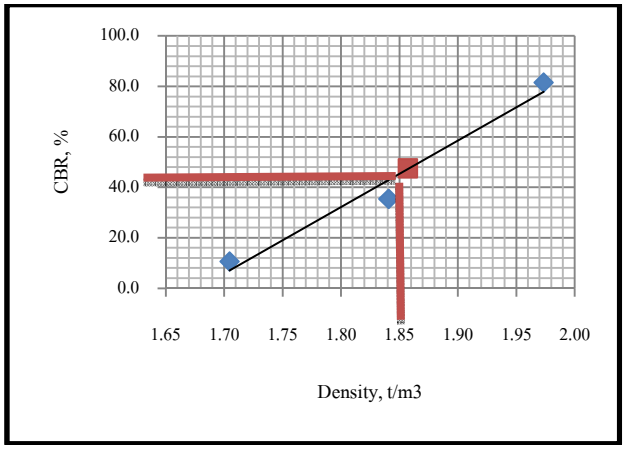
อัตราส่วนน้ำยางพารา	CBR @95%Compaction	Dry Density (t/m^3)
5	30.5	1.8213
10	42.6	1.8921
15	29.3	1.8121
20	20.8	1.7822

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบค่าซีบีอาร์แบบแช่น้ำระยะเวลาบ่ม 7 วัน

อัตราส่วนน้ำยางพารา	CBR @95%Compaction	Dry Density (t/m^3)
5	59.3	1.9983
10	42.3	1.8514
15	35.7	1.7992
20	30.1	1.7824

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบค่าซีบีอาร์แบบแช่น้ำ

อัตราส่วนน้ำยางพารา	CBR @95%Compaction	Dry Density (t/m^3)
5	44.8	1.9023
10	34.7	1.8313
15	29.4	1.8012
20	25.3	1.7992



รูปที่ 1 ผลการทดสอบหาค่าซีบีอาร์ของดินตามมาตรฐานการทดสอบ

จากผลการทดสอบพบว่าค่าซีบีอาร์ของดินลูกรังที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยน้ำยางพารานั้นมีค่าแตกต่างกันไปที่อัตราส่วนน้ำยางพาราแตกต่างกัน และระยะเวลาการบ่มที่แตกต่างกันไป

5.3 ผลการทดสอบการบวมตัว

ผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกค่าการบวมตัวของก้อนตัวอย่างจากการทดสอบการหาค่าซีบีอาร์แบบแช่น้ำ โดยทำการจดบันทึกค่าการบวมตัวทั้งในอากาศและในน้ำ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าก้อนตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันระหว่างในอากาศและในน้ำ ผลการทดสอบดังตารางที่ 7 และตารางที่ 10

ตารางที่ 7 การบวมตัวในน้ำของดินปกติ

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าการบวมตัว		
	Mold No.1 12 Blows	Mold No.2 25 Blows	Mold No.3 56 Blows
0.5	14	8	5
1	16	10	6
2	18	15	6
3	20	17	7
6	25	20	9
12	27	20	9
24	27	22	9
48	27	23	10
72	26	23	10
96	26	23	10

ตารางที่ 8 การบวมตัวในอากาศที่อัตราส่วนยางพารา้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าการบวมตัว		
	Mold No.1 12 Blows	Mold No.2 25 Blows	Mold No.3 56 Blows
0.5	0	0	-1
1	-3	-3	-3
2	-4	-4	-5
3	-5	-6	-10
6	-7	-10	-20
12	-10	-17	-22
24	-15	-20	-25
48	-15	-23	-30
72	-15	-23	-30
96	-15	-23	-30
120	-15	-23	-30
144	-15	-23	
168	-15	-23	-30

ตารางที่ 9 การบวมตัวในน้ำที่อัตราส่วนยางพารา้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าการบวมตัว		
	Mold No.1 12 Blows	Mold No.2 25 Blows	Mold No.3 56 Blows
0.5	4	6	4
1	8	8	5
2	10	13	6
3	15	15	6
6	18	18	6
12	20	18	7
24	25	18	7
48	25	17	8
72	25	16	7
96	25	16	7

ตารางที่ 10 การบวมตัวในน้ำที่อัตราส่วนยางพาราร้อยละ 5

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าการบวมตัว		
	Mold No.1 12 Blows	Mold No.2 25 Blows	Mold No.3 56 Blows
0.5	2	2	1
1	5	5	3
2	8	10	3
3	12	10	3
6	16	11	3
12	18	11	3
24	18	11	3
48	18	11	3
72	18	11	3
96	18	11	3

พบว่าการบวมตัวของก้อนตัวอย่างที่ในอากาศจะเป็นค่าลบ นั่นคือก้อนตัวอย่างมีการหรุดตัวเกิดขึ้น และการบวมตัวของก้อนตัวอย่างในน้ำเป็นค่าบวกกล่าวคือก้อนตัวอย่างเมื่อสัมผัสกับน้ำจะมีการบวมตัว

จากผลการทดสอบทั้งหมดผู้วิจัยได้รวบรวมและทำการสรุปผลต่อไป

6. บทสรุป

จากผลการทดสอบพบว่าน้ำยางพารามีผลให้คุณสมบัติของดินลูกที่ผสมกับน้ำยางเปลี่ยนแปลงไป โดยขึ้นกับทั้งอัตราส่วนน้ำยางพารา และระยะเวลาในการบ่ม การผสมน้ำยาง โดยจากการทดสอบค่าซีบีอาร์นั้น ดินลูกรังตัวอย่างที่ทำการทดสอบแบบปกติค่าซีบีอาร์จะอยู่ที่ 47.5 ซึ่งจากตารางที่ 1 วัสดุจัดอยู่ในการชั้นงานชั้นรองพื้นทาง และเมื่อทำการทดสอบดินลูกรังที่ผสมกับน้ำยางพาราที่อัตราส่วนต่างๆ พบว่าเมื่อทำการทดสอบซีบีอาร์โดยใช้น้ำยางพาราแทนน้ำในการบดอัด อัตราส่วนน้ำยางพาราร้อยละ 10 ให้ค่าซีบีอาร์สูงที่สุด 42.6 และลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำยางพารา ซึ่งมีค่าซีบีอาร์ต่ำกว่าการทดสอบแบบปกติ จากนั้นทำการทดสอบค่าซีบีอาร์แบบบ่มทิ้งไว้ในอากาศ 7 วัน พบว่าที่อัตราส่วนน้ำยางพาราร้อยละ 5 ให้ค่าซีบีอาร์ที่สูงที่สุดอยู่ที่ 59.3 ซึ่งเมื่อเทียบกับตารางที่ 1 พบว่าวัสดุเลื่อนชั้นการใช้งานอยู่ในส่วนของชั้นพื้นทาง ซึ่งให้ค่ามากกว่าการทดสอบซีบีอาร์แบบปกติ จากนั้นทำการทดสอบซีบีอาร์แบบแช่น้ำ พบว่าค่าซีบีอาร์ที่มากที่สุดอยู่ที่ 44.8 ที่อัตราส่วนน้ำยางพาราร้อยละ 5 ซึ่งถือว่ามีค่าใกล้เคียงกับการทดสอบซีบีอาร์แบบปกติ อีกทั้งในส่วนของการบวมตัวในน้ำเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำยางพาราก้อนตัวอย่างเมื่อสัมผัสกับน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบกับก้อนดินตัวอย่างที่ทำการบดอัดโดยใช้น้ำแบบปกติ กล่าวคือเมื่อทำการผสมดินกับน้ำยางพาราจะทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านก้อนตัวอย่างเข้าไปได้ หรือเข้าไปได้น้อยมาก อีกทั้งเม็ดดินที่ผสมกับยางพาราจะไม่ทำการดูดซึมน้ำอีกด้วย จึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้ยางพาราในปริมาณที่เหมาะสม และระยะเวลาบ่มที่เพียงพอ จะทำให้ดินสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านกำลังให้สูงขึ้น และมีการดูดซึมน้ำซึ่งเป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดการเสียหายกับโครงสร้างดินให้ลดลงได้นั่นเอง

7. ข้อเสนอแนะ

ปัญหาที่พบนั้นในขั้นตอนการผสมน้ำยางเข้ากับดินนั้นเวลาที่ใช้ในการคลุกเคล้าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อกำลังของดินลูกรังที่ผสมกับน้ำยางพาราเป็นอย่างยิ่งโดยหากใช้เวลาในการคลุกเคล้าที่มากเกินไปจดน้ำยางพาราเกิดการขึ้นรูปแข็งตัวก่อนการทำการบดอัดลงในโมลด์ก็จะทำให้กำลังที่ดินรับได้ลดลงและหากใช้เวลาในการผสมที่น้อยเกินไปก็จะทำให้น้ำยางพาราซึ่งมีความหนืดค่อนข้างมากไม่สามารถคลุกเคล้ากับเม็ดดินได้ทั่วกำลังที่ได้ก็จะลดลงเช่นกันทำให้เมื่อบดอัดแล้วก้อนตัวอย่างจะไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันดังรูปที่ 2ทั้งนี้ในขณะที่ทำการผสมกลิ่นของแอมโมเนียที่ผสมอยู่ในน้ำยางนั้นจะฟุ้งกระจายจึงควรทำการผสมและบดอัดในที่อากาศถ่ายเทสะดวกและความสวมหน้ากากอนามัยในระหว่างการทำการทดสอบเพื่อป้องกันการวิงเวียนจากการสูดดมแอมโมเนียในปริมาณมากด้วย และอีกปัญหาที่พบนั้นคือยางพาราเป็นวัสดุที่ได้จากผลผลิตจากธรรมชาติจึงทำให้การควบคุมคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานยังเป็นไปได้ยากยางพาราที่นำมาใช้จากที่ที่ต่างกันอาจจะส่งผลให้กำลังของดินลูกรังที่นำไปใช้ผสมยังไม่คงที่มีความเคลื่อนไป

รูปที่ 2 ก้อนตัวอย่างที่แยกชั้นกันจากการใช้ระยะเวลาผสมน้ำยางพาราที่ไม่เหมาะสม

8. กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทถาวรอุตสาหกรรมยางพารา (1982) จำกัดสำหรับความอนุเคราะห์วัสดุสำหรับการทำการวิจัย

สำนักทางหลวงที่ 18 ศูนย์สร้างทางจ.สงขลาสำหรับความเอื้อเฟื้ออุปกรณ์วัสดุและสถานที่สำหรับทำการทดสอบวัสดุในงานวิจัยครั้งนี้

และขอขอบคุณข้อมูลสำหรับงานวิจัยจากโครงการวิจัยยางพาราร่วมกับภาคเอกชนประจำปีงบประมาณ 2559 สถาบันวิจัยและพัฒนานวัตกรรมยางพารามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

[1] กอบชัย เกิดจันทร์ตรง, วัชรินทร์ วิทยกุล และวีระเกษตร สวนผกา (2558). *"การศึกษาอัตราส่วนการผสมยางพาราธรรมชาติด้วยวิธีการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของพาราแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีการผสมร้อน(มาสเตอร์แบท1:1)"*,เอกสารประกอบการประชุมวิชาการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 10

[2] กฤษณ์ เจ็ดวรรณะ, นายเอกชัย สุมาลี และ นายวีระเทพ ชนินทรเทพ(2558). *"การศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุเชื่อมประสาน (Binder) ที่มีส่วนผสมระหว่างแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 ผสมด้วยยางพาราธรรมชาติชนิดข้นเหลวและชนิดยางแผ่น"*, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่10

[3] ณพรัตน์ วิชิตชลชัย และอดุลย์ ณ วิเชียร. *การใช้ยางพาราผสมยางมะตอย-แนวทางการใช้ยางในประเทศ.* ยางไทย 2557(3): 46-50

[4] ธิติพงศ์ หล่อพิศาลชัย, อาทิตย์ ปัณณราช, ณัฐพร เอมเจริญ. 2556. *การศึกษาคุณสมบัติทางด้านกำลังของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา.* ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[5] ปัณณวัฒน์ ปรียานนท์และสมโพธิ อยู่ไว(2557). *"คุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีตปรับปรุงคุณภาพด้วยเศษยางผงและยางพารา"*, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่19

[6] มนตรี เดชาสกุลสม(2556). *การส่งเสริมการใช้ยางพาราเป็นวัสดุผิวทาง.* สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง.

[7] สราวุธ จริตงาม, โอภาส สมใจนึก, อรุณ ลูกจันทร์และพิชัย ธานีรณานนท์(2557). *"การปรับปรุงคุณภาพดินด้วยซีเมนต์สำหรับงานก่อสร้างทาง"*, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่19

[8] Aditya Kumar Anupam, Praveen Kumar, G D Ransinchung R N. 2013. *"Use of Various Agricultural and Industrial Waste Materials in Road Construction"*.2nd Conference of Transportation Research Group of India (2nd CTRG). Social and Behavioral Sciences 104 (2013) 264 – 273

[9] Dina Kuttah, Kenichi Sato. 2015. Review on the effect of gypsum content on soil behavior. Transportation Geotechnics 4 (2015) 28 – 37

[10] JeerapanDonrak, RunglawanRachan, SuksunHorpibulsuk, Arul Arulrajah, Yan Jun Du. 2016. *"Improvement of marginal lateritic soil using Melamine Debris replacement for sustainable engineering fill materials"*.Joumal of Cleaner Production 134 (2016) 515 - 522.

[11] Ramez A. Al-Mansob, Amiruddin Ismail, Nur Izzi Md. Yusoff, Shaban Ismael Albrka, Che HusnaAzhariและMohamed Rehan Karim. 2015. *Rheological characteristics of unaged and aged epoxidases natural rubber modified asphalt.* Construction and Building Materials102, part1 (January):190-199.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE
PROCEEDING OF 2017
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Dynamic Parking Availability System

Paper Identification Number:AYRF2017-027

Kris Ivan M. DUMALAOG[1], Enrico FERNANDO[2], John Bennex FRANCISCO[3], Bernard Ryan SANCHEZ[4], Maria Cecilia R. PARINGIT[5]

[1]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering
De La Salle University Manila
E-mail: kris_dumalaog@dlsu.edu.ph

[2]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering
De La Salle University Manila
E-mail: enrico_fernando@dlsu.edu.ph

[3]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering
De La Salle University Manila
E-mail: john_bennex_francisco@dlsu.edu.ph

[4]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering
De La Salle University Manila
E-mail: bernard_sanchez@dlsu.edu.ph

[5]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering
De La Salle University Manila
E-mail: maria.cecilia.paringit@dlsu.edu.ph

Abstract

Finding a parking slot around the vicinity of the De La Salle University - Manila was a very difficult task due to the availability and demands. During peak hours, students and faculty personnel were having difficulties finding an available parking slot that leads to traffic congestion along the area. In this study, the researchers developed a mobile application that provided drivers a real-time parking availability counter that informed the drivers the current availability of parking area within the considered limitation in this study. The researchers set up a car counting device at the entrances or exits of the parking facility that observed and tally the actual count of the cars that enters and exits and the data gathered was directed to a mobile application that the users might view. An impact analysis followed on the effectiveness and efficiency of the parking experience of the users through comparing the obtained data by the calculation of parking studies parameters such as the turnover rate, occupancy rate, and average waiting time to the past parking index studies on the assigned parking facilities of Br. Andrew Gonzales, Enrique Razon Building, Green Court, Barn and Beach. To further assess the mobile application, a survey was conducted to find the effectiveness and service of the mobile application to the users.

Keywords: Dynamic Parking Availability System, Parking Studies, EZpark mobile app, Car counter device

1.Iintroduction

Many of the students, and academic staffs use automotive vehicles as a mode of transportation in going to the campus. Sequentially, this situation led to a long queue of vehicles along the area, whether going to school to drop or visit a person in campus, or finding a parking slot. The inadequacy in disseminating information in regulating parking areas had lacked efficiency on satisfying the demands of the increasing number of vehicles nowadays. In addition, these inadequacies lead to frustrations by the students and academic staffs, thus affecting their behaviors. In the campus of DLSU, where the location resides in the densely populated Metro Manila, the number of vehicles present in the area greatly exceeds the parking capacity of the campus' parking facilities. The University, as of Term 1 of school year 2014-2015, had a total of 16,477 undergraduate students, 4,228 graduate students, and 1,103 academic staff (data retrieved from www.dlsu.edu.ph/inside/).

The main objective of this study wasTo develop a dynamic parking system for the parking facilities along Fidel Reyes St. mainly Br. Andrew Gonzales Parking, Enrique Razon Sports Complex, Beach parking, Barn parking, and Green Court parking and to understand its effects and effectiveness

2. Lliterature Review

The work of Chen, Wang, Jia, Dong, and Li (2016) is about making parking survey efficient in intelligent parking systems. Since the use of intelligent sensors is emerging, it results in the emergence and development of intelligent parking. Their research discusses the problem of making parking survey in intelligent systems. The parking spaces, entrance and exit are detected to acquire the occupation of the parking. Their group presented three possible sensor layouts and the corresponding algorithms. This is to obtain the characteristic index needed in parking survey. It is possible to do parking survey in different time and areas with the same detection data in intelligent parking systems. In their paper, it was shown how the magnetic sensors were laid out. Each layout has a unique purpose and gets different data with the other layouts. This would help the researchers on how to gather information using magnetic sensors. The algorithms that the researchers made considered the average parking time, turnover of parking space, parking utilization rate, parking concentration index and others significant information.

The objective of this study conducted by Shaabana & Pandeb (2016) entitled "Classification tree analysis of factors affecting parking choices in Qatar", was to find the factors affecting people's choice of parking in this rich developing country when different parking options are available. Parking options vary in many features including distance to destination, paid/free, covered/open, paved/unpaved, and guarded/unguarded. In addition, the parking options also differed in the ITS infrastructure deployed in the form of intelligent parking space detection system to assist visitors to navigate to an available spot. A survey was handed out to randomly selected visitors at the main entrance of each of these shopping areas to obtain a random sample of study participants. The analysis of survey data presented herein provides an interesting insight into parking choices of the visitors that can be used in planning future parking facilities sand managing existing parking locations. The findings indicate that future-parkinginvestments may be better directed towards smart parking solutions.

3. METHODOLOGY

There were two approaches done by the researchers for the Impact analysis of the study. First, was to do operational analysis to the parking facility, by parking studies and dynamic parking availability system. Second, was to perform surveying to the users of the parking areas to assess and evaluate the mobile app's acceptability and to characterize the parking facilities.

For the operational analysis, the assessments of new operational systems of the parking facility, parking studies were performed first. Manual counting of vehicles going in and out of the facility with respect to time was the researchers' main method on obtaining data. Calculations for the accumulation of vehicles, occupancy rate, turnover rate, and average waiting time were based from this obtained data. Application of Dynamic Parking Availability System followed afterwards the conduction of parking studies. The procedure was similar with parking studies, except the counting of vehicles was being done automatically. This system disseminated real-time information from the parking facilities such as the slot available, turnover rate, occupancy rate, and average waiting time. The system composed of a car counter device and mobile application. The real-time information obtained from the mobile application was from the car counter device. Data gathered from parking studies and dynamic parking availability system were then compared and analyzed for the impact analysis, where parking studies (conventional method) was set as a benchmark for the dynamic parking availability system.

There were two survey methods conducted after the operational analysis namely qualitative survey, and analytical survey. Qualitative survey, which was to measure the quality of something, was used to achieve the quality and satisfaction of the mobile app (EZpark) and the characterization of the parking facility, which includes the parking policy, maximum capacity, and payment schemes. The analytical survey, which was to deduce the most probable explanation for the cause of an event that utilizes statistical analysis, was used to distinguish effects of the dynamic parkingavailability system by the average waiting time, turnover rates, and parking accumulations.

4. Results

4.1 Parking studies

Before the application of the Dynamic Parking System, conventional parking studies parameters such as the occupancy rate, turnover rate, vacancy rate and average waiting time were determined. This was to set the benchmark and basis for the new system as well as for comparison of the static parking study and dynamic parking study. A detailed analysis was done only for the Enrique Razon Building parking facility, as a representative out of the five parking facilities within the study for this paper since it is the most popular parking area for the students and academic staff from the university. The data gathered from the analysis were represented with graphs and figures. Duration of data gathering was from 6:00am - 6:00pm with the usual academic days for the university of Monday, Tuesday, Wednesday, and Thursday.

Occupancy Rate is the ratio of vehicles that occupies a parking space and the total capacity of the parking area.

$$OC = \frac{O}{C} \text{ x } 100 \quad (1)$$

OC - Occupancy Rate

O - Number of vehicles that occupies parking slots

C - Capacity of Parking Area

Turnover rate is the average number of vehicles that use the parking area during the study period.

$$TR = \frac{O_{15}}{PPA} \text{ x } 100 \quad (2)$$

TR = Turnover Rate

O_{15} = Total Number of Vehicles left within the current 15-minutes interval duration

PPA - Previous Parking Accumulation of the 15-minute interval Duration

Average waiting time is the amount of time estimated on how long a person would wait in order for the parking facility to be available.

$$AWT = \frac{60\ minute}{n+1} \quad (3)$$

AWT = Average waiting time in minutes

N = total outs per hour

Note: Average waiting time only applies if the parking facility is full

Vacancy rate is the slots left in the parking area.

$$V = C_{ACT} \pm V_{In/Out} \quad (4)$$

V = Vacant spaces

C_{ACT} = Actual Capacity

$V_{In/Out}$= Vehicles arriving or departing the parking area

4.1.1 Enrique Razon Hall Parking Area

Table 4.1.1.1 Characterization of Enrique Razon Sports Complex Parking

Attributes	
Total number of parking spaces	242
Type of Payment	Fixed at P50 Overnight parking is P300
Additional info	30 slots allocated exclusively for faculty use, acquiring of ticket through the university accounting Covered Parking Area

The characterization of Enrique Razon Sports Complex Parking area was shown in table 4.1.1.1 The total capacity of the parking facility is 242 vehicles, there are 30 slots reserved for faculty use. The parking fare is fixed at P50; the parking ticket is acquired through the university accounting office. The payment rate for the overnight parking is P300. The parking facility is a 3-storey covered parking area.

Based on Figure 4.1.1.1, the day that got the highest accumulation of vehicles was 238 given a 242 total capacity of the said parking area. The vehicles started to accumulate from 6:00 am up to 7:00 am. It was also observed on Figure 5.1.4.1 that the vehicle volume gradually increased from 10:00 am to 12:00 pm and 1:00 pm to 3:00 pm.

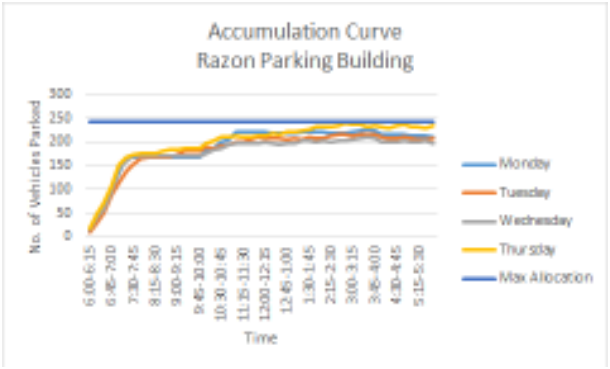


Figure 4.1.1.1 Accumulation Curve of Razon Parking Building

The trend of the turnover rate of the parking facility based on Figure 4.1.1.2 was similar from Monday to Thursday and relatively the same when it comes to time. Wednesday yielded the highest value for turnover rate which was 4.46% between 5:00 pm to 6:00 pm. Unlike with the other parking facilities mentioned in this study, the turnover rates in Enrique Razon Sports Complex Parking does not exceed 5%, meaning the number of cars exiting the parking facility was relatively small compared with the total number of parked vehicles.

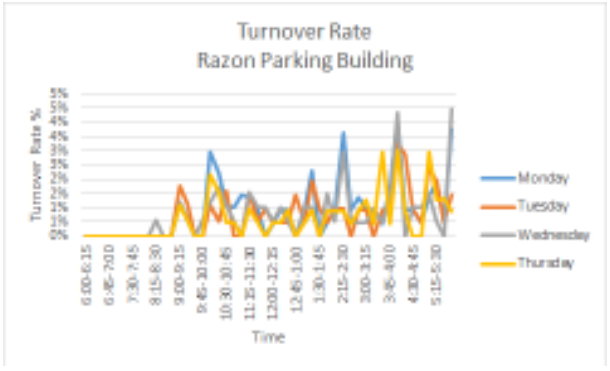


Figure 4.1.1.2 Turnover Rate of Razon Parking Building

Lastly, it was seen on Figure 4.1.1.3 that the average waiting time was long every morning between 6:00 am to 7:00 am and it became lesser during the afternoon. It was also observed that Wednesday had higher waiting time compared to other days of observation from 11:00 am to 6:00 pm which means that there were lesser cars that going outside the parking. The average waiting time is only applicable if the parking facility is full.

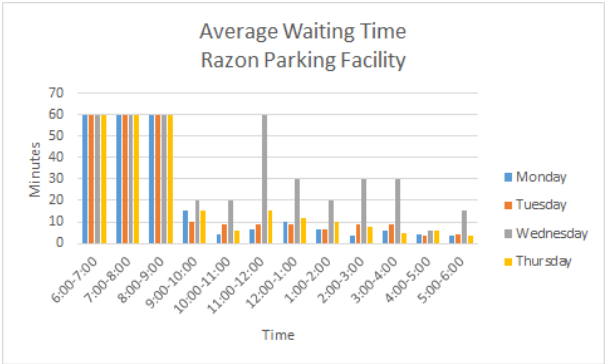


Figure 4.1.1.3 Average Waiting Time of Razon Parking Facility

4.2 DYNAMIC PARKING AVAILABILITY SYSTEM

The distribution of the mobile application to parking users was the main addition from the parking study conducted beforehand. With the mobile application users, knowing the real-time value of parking slots available, turnover rate, and average waiting time of the parking facility, gave them better options and basis on the current situation of each parking facilities. Same procedures were conducted such as the duration of data collection (from 6am-6pm), the venue of Enrique Razon parking facility, and the academic days of Monday, Tuesday, Wednesday, and Thursday. The usage of figures and graphs were also used to provide the detailed analysis.

The car counter device shown at figure 4.2.1 was composed of a micro controller, Wi-Fi module and two ultrasonic sensors on both sides. It was put on the center island of the parking entrance to read vehicles going in and out as shown in figure 4.2.2. In figure 4.2.3 can be seen the user interface of the mobile app. Buttons such, as "navigation" are additional features of the mobile app, which helps the user navigate to the parking facility. In the "feedback" button is where the user can access the survey or review form. The "refresh" button is where the user can refresh the values at his/her on liberty.

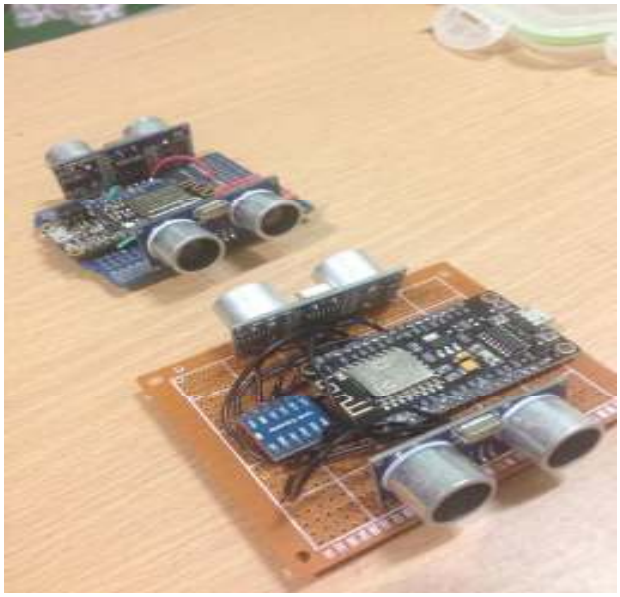


Figure 4.2.1. Car counter device for two-way entrances

Figure 4.2.2. Set-up of car counter device on Enrique Razon parking entrance

Figure 4.2.3. EZpark mobile application interface

4.2.1 Enrique Razon hall parking area

In the Figure 4.2.1.1, a similar trend occurred for Monday, Tuesday, Wednesday, and Thursday at the Enrique Razon parking facility. The vehicles started building up at a fast pace from 6:00 am up to 7:45 am. Starting from 12:00pm onwards. It was seen on the figure that there are instances where the accumulation spikes to the maximum allocation; this was because the parking facility was considered full, only reserved vehicles were allowed to enter the facility. Drivers who were not catered on this parking facility would either wait or find another parking facility.

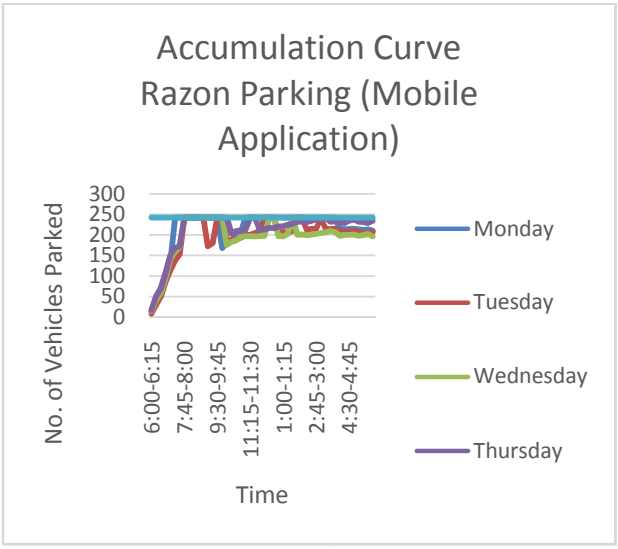


Figure 4.2.1.1. Accumulation Curve Razon Parking (Mobile Application)

Based on Figure 4.2.1.2, the graph displayed for the turnover rate gave different trends and results. Wednesday gave the highest value for turnover rate, which was 4.63%. The earliest time for the turnover rate was also during Wednesday between 7:45am to 8:45am. The turnover rate in this facility yielded small values, drivers wishing to wait for a parking slot had a small chance in getting accommodated at the facility.

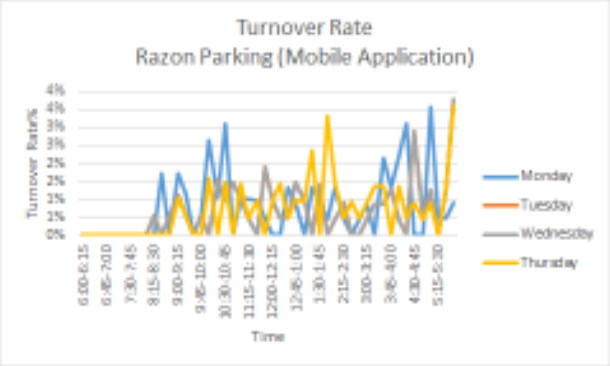


Figure 4.2.1.2. Turnover Rate Razon Parking (Mobile Application)

It was seen on Figure 4.2.1.3 that the average waiting time was long every morning between 6:00am to 8:00 am since no vehicles exit at these times. It became less than 15 minutes when it was 9am to 6pm. The application user would be informed that the waiting time for a parking spot in the facility from 9am to 6pm was less than 15 minutes. This information was useful especially for those who are in a hurry. This is only applicable if the parking facility is full, and should be observed at the same time with the accumulation curve.

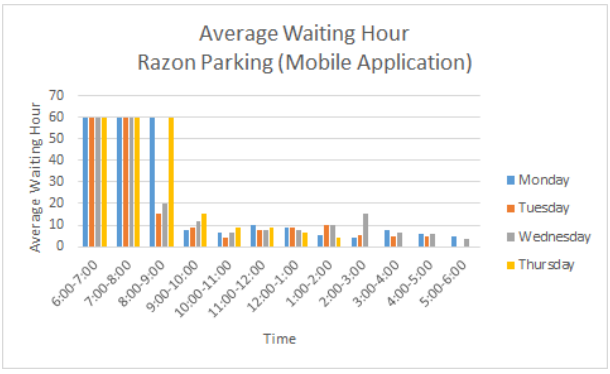


Figure 4.2.1.3. Average Waiting Hour Razon Parking (Mobile Application)

4.3 Comparison between Static and Dynamic Parking System

A comparison between the manual counting and dynamic data was presented in order to show the difference between the two data, shown in figures 4.3.1 to 4.3.3 A model of the accumulation, turnover rate, and average waiting time of Razon parking area on a Thursday was made. Only one set of model was made since the other sets of model showed the same outcome.

The First graph, shown in figure 4.3.1, showed the difference between the accumulation of the static and dynamic data. As observed, the dynamic data during times of 7:45 am until 10:00am reached the maximum allocation, yet the static data did not reach the maximum allocation. This was because the parking facility became full even if there were still slots inside, a number of vehicles were reserved for the parking facility. The dynamic data was adjusted to inform the users that the parking facility did not accommodate vehicles anymore, except for the reserved slots.

The turnover rate comparison shown in Figure 4.3.2 was observed that the turnover rate of the manual counted data was higher than the dynamic data. This was due to the lower accumulation for the static data. Though the turnover rate was same with the other time of the day, except when the parking facility was full. The turnover rate was read with the accumulation in order to have a more accurate analyzation.

The average waiting time that can be seen in figure 4.3.3 showed no difference between the static and dynamic data. This was because the number of vehicles that exited the parking facility did not change; it remained the same for the static and dynamic data.

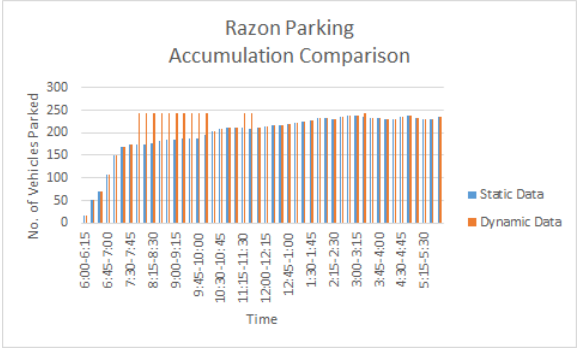


Figure 4.3.1. Accumulation Comparison

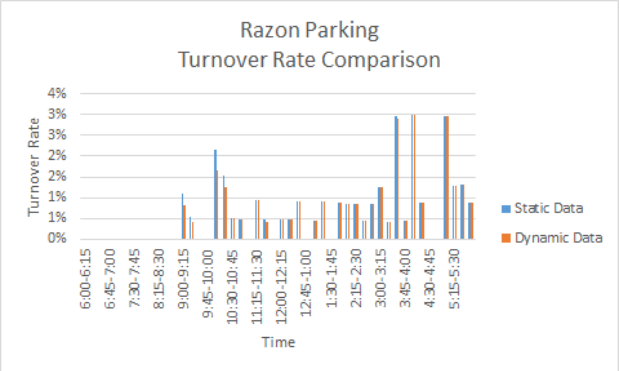


Figure 4.3.2. Turnover Rate Comparison

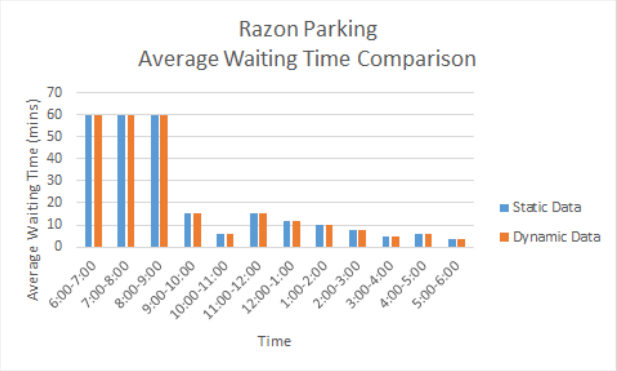


Figure 4.3.3. Average Waiting Time Comparison

4.4 Questionnaire Survey

Survey questionnaires were provided by the mobile app itself and by the researchers as well personally to the parking users. The survey questions were assessments on the satisfactory level of the mobile app users as well as the purpose of the app, which was to improve the decision making on choosing a parking facility beforehand reaching the area and the average waiting time. Total number of respondents and app users to this survey were 100. There were a total of five questions.

After conducting a survey regarding the mobile application, graphs for each question was presented in Figure 4.4.1 until Figure 4.4.6. It was observed that 64% of the respondents answered "yes" when asked if the mobile application lessened their waiting time in finding a parking space, as seen in Figure 4.4.1. With the information, the application was said to be useful for the user since it shortened their time in finding a parking space.

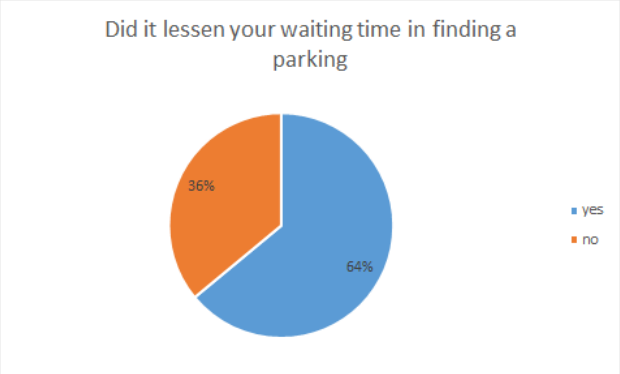


Figure 4.4.1. Mobile app lessen waiting time question

Those who answered "yes" in the previous question also answered a follow up question, which was "how long they waited for the parking space".

About 55% of the respondents, shown in Figure 4.4.2 answered that they waited for 11-20mins for the parking space. The application also indicated the average waiting time for the parking facility if it gets full.

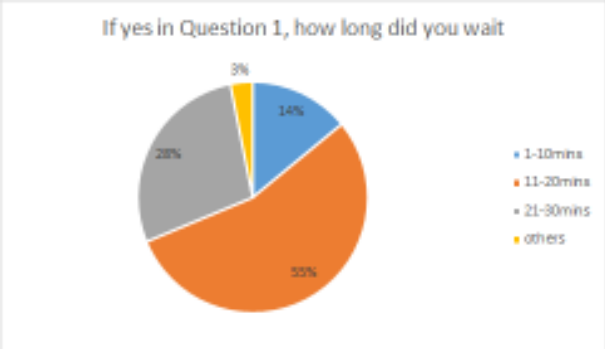


Figure 4.4.2. Inquiry on waiting time duration question

When asked if they were able to plan ahead of time, 57% of the respondents answered yes, shown in figure 4.4.3. By knowing how many parking slots are still available in the parking facility, the user got to know ahead of time if the parking facility was about to get full, giving them time to think for another alternative parking facility.

Figure 4.4.3. Parking anticipation question

For those who answered "yes" in the previous question, 45% of them said that the parking slot they considered was Beach parking area, shown in Figure 4.4.4. This was due to the high capacity of the parking facility. Also, the fluctuating turnover rate indicated that there were vehicles exiting the facility from time to time.

Figure 4.4.4. Alternative parking facility consideration question

On a scale of 1-10, when asked if they were updated with the current number of parking slots available, 27 respondents gave a rating of 8, shown in Figure 4.4.5. The application gave accurate reading on how many slots were still available per parking facility. Most of the users find the data of the application reliable.

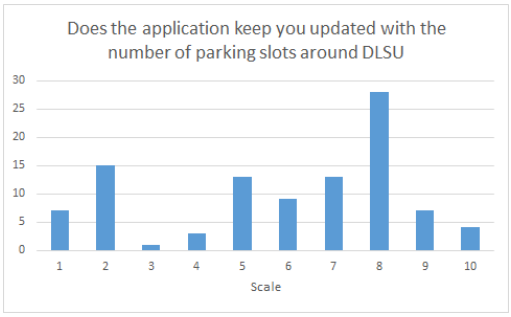


Figure 4.4.5. Validation question

About 56% of the respondents answered that they were only willing to wait for about 5 minutes for a parking spot, shown in figure 4.4.6. If the waiting time exceeded 5 minutes, they would go and find another available parking facility.

Figure 4.4.6. Personal preferences on waiting time question

The number of interview regarding on the mobile app or suggestion answers was 35 since not all were required to answer or give review to our mobile application. The answers were then summarized into seven answer groups. Each of these seven groups may have one or more individual having the same suggestions for the mobile app. In table 4.4.1, the seven answer groups can be divided into positive points, negative points, and other ideas. For the positive points, groups one and three only responds positively for the mobile app and having a total of 19 respondents, which also had the highest respondents for a group. Still many of the users respond to the negative points, which are groups two, four, and five and had a total of 11 respondents. In-group's two and five, it can be noted that they respond negatively to the app due to the casual crashing and data on the app being erratic. This was due to the mobile apps nature, which uses Internet connection as a means to relay data. If the Internet connection is slow, it will affect also the data. Another cause was also the parking sensor. Since it is an ultrasonic sensor, which is sensitive for detecting objects, there maybe a case where the sensor read elements other than vehicles. And lastly for the other ideas, respondents from this group suggested new features or functions for the mobile app. By putting more or increasing the parking facilities within the vicinity of DLSU on the mobile app, it helped the user more on deciding where to park. And by putting facts or trivia on the app may also increase the attractiveness of the mobile app. Overall, by groups one and three having the majority of respondents, the mobile app gathered good satisfaction from the users.

After conducting a survey regarding the mobile application, graphs for each question was presented in Figure 4.4.1 and Figure 4.4.3 where it was observed that not all app users benefited from the application since there was still a portion of the population that was not able to lessen their waiting time and find an alternative parking facility. As seen in Figure 4.4.5, most of the app users still gave a rating of 8 for keeping them updated with the parking behavior of the parking facility. However, there are some app users that gave a rating of 5 and below for different reasons such as the application uses an internet connection to be able to acquire information, thus connectivity to the web was maybe an issue to other users. This was also due to the fact that the device and mobile app developed were still on prototype stage, thus debugging of errors of the apps were still in the premature level. Overall, the application did serve its purpose, to provide an update to the app users the parking behavior of all parking facilities, since most of the app users found it helpful. In addition, suggestions from the app users are to improve the updating of information of the parking and to add more parking facilities to have more options in parking.

Table 4.4.1. Summary of suggestions/reviews for the mobile app

Suggestions/Comment Group	Suggestions/Reviews	Number of respondents
1	"it is helpful"	11
2	"Sometimes it crashes"	3
3	"Simple to read and view"	8
4	"Improve app interface"	1
5	"Sometimes the values are erratic"	7
6	"Put some facts or trivia of DLSU"	1
7	"Put more parking facilities around DLSU"	4

5. Conclusion/Discussion

The objective of this study was to understand and characterize the availability of parking slots of the parking facilities in the vicinity of De La Salle University - Manila using a dynamic parking availability index system. Through the use of a mobile application created, the researchers were able to analyze and interpret the data gathered such as the accumulation, turnover, and the average waiting time. The interpreted data were used in the mobile application to aid the application user in their decision-making on where to park their vehicle.

The characterization of the parking facilities updated the drivers' the basic information about the parking facility. The characterization included fare amount, time of operation, maximum allocated parking slots, covered or open parking area. These characteristics affected the decision of the driver where to park. The fare amount was one of the biggest factors that affect the decision of the driver. Also, knowing if the parking facility is covered or not, affect the driver's decision especially if the weather is rainy.

The accumulation curve showed how many cars were parked on the parking facility at a certain time. Through the given data, the mobile application users would know how many parking slots are still available at the specific parking facility.

The turnover was the ratio of number of vehicles that left the parking facility and the previous total number of cars parked. The turnover rate was also a function of how heavily a parking area was utilized. The low turnover rate caused by vehicles staying for a long period of time, or because only a small amount of vehicles leave the parking facility compared to the number of cars parked. The turnover rate was analyzed with the occupancy rate.

The average waiting time is the amount of time estimated on how long a person would wait in order for the parking facility would be available. The data of the average waiting time was represented in minutes. The driver wishing to park on a fully parked facility would have an idea on how long the parking facility would be vacant again.

Results of the survey for the mobile app suggested that the dynamic parking availability system helped its users in their decision-making. Although there were errors that occurred on the app, it was still able to deliver its purpose of disseminating real time information from the facility. The accumulation curve told the user how many slots were still available in the parking facility. If the parking facility was about to be fully occupied, the turnover rate aided the user to pick which parking facility was heavily utilized. The user came to a point where he/she will choose to wait, the average waiting time gives the user an idea on how long could they be accommodated in the parking facility.

References

[1] Alkheder, S. A., Al Rajab, M. M., & Alzoubi, K. (n.d.). Parking problems in Abu Dhabi, UAE toward an intelligent parking management system "ADIP: Abu Dhabi Intelligent Parking". Retrieved November 02, 2016, from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016816301508

[2] Bachani, M., Qureshi, U.M., & Shaikh, F.K. (2016). Performance Analysis of Proximity and Light Sensors for Smart Parking. Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916302332

[3] Cassandras, C.G., & Geng, Y. (2012). A new "Smart Parking" System Infrastucture and Implementation Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812043042

[4] Chen, N., Dong, H., Jia, L., Li, H., & Wang,L. (2016). Parking Survey Made Efficient in Intelligent Parking Systems. Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816003118

[5] Jermsurawong, J., Ahsan, U., Haidar, A., Dong, H., & Mavridis, N. (2016, April). One-Day Long Statistical Analysis of Parking Demand by Using Single-Camera Vacancy Detection. ELSEVIER.

[6] Kafi, M., Challal, Y., Djenouri, D., Doudou, M., Buabdallah, A., & Badache, N. (2013). A Study of Wireless Sensor Networks for Urban Traffic Monitoring: Applications and Architectures. ELSEVIER

[7] Mani, P.S., Quershi, V.A., & Venkatesh, R. (2015). Sensor Based Automated Parking System for Slot Tracking and Auto Parking of Vehicles. Retrieved from http://www.ijera.com/special_issue/NCDATES/ECE/PART-3/ECE%20149-1518.pdf

[8] Medina, A. S., & Sabado, A. L. (2016, August). A Study On Parking Availability Index Within The Vicinity of De La Salle University-Manila. Retrieved November 3, 2016.

[9] Osoba, S. (2012, July 26). Appraisal of Parking Problems and Traffic Management Measures in Central Business District in Lagos, Nigeria. Retrieved November 02, 2016, from http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jsd/article/view/19248

[10] Regidor, J. F. (2006). Philippine Engineering Journal. Retrieved November 02, 2016, from http://journals.upd.edu.ph/index.php/pej/article/view/1800/1717

[11] Sasank, M., Sumathi, V., & Varma, N.V. (n.d.). Energy Efficient Automated Car arking System. Retrieved from http://www.enggjournals.com/ijet/docs/IJET13-05-03-277.pdf

[12] Shaabana, K., & Pandeb, A. (2016, June). Classification tree analysis of factors affecting parking choices in Qatar. ELSEVIER.

[13] Tiexin, C., Miaomiao, T., & Ze, M. (2012). The Model of Parking Demand Forecast for the Urban CCD. ELSEVIER.

[14] Vo, T.T., Waerden, P., & Wets, G. (2016). Micro-Simulation of Car Drivers' Movements at Parking Lots. Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816003830

[15] Yan-Ling, W., Xin, W., & Ming-chun, Z. (2016). Current Situation and Analysis of Parking Problem in Beijing. ELSEVIER.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE 2017
PROCEEDING OF
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Human Mobility Visualization along with the Plantation Development in Khammouane, Laos

Paper Identification Number: AYRF2017-029

Satomi KIMIJIMA[1], Masahiko NAGAI[2]

[1]School of Engineering and Technology
Asian Institute of Technology, Pathumthani
E-mail: st114307@ait.asia

[2]Graduation School of Sciences and Technology for Innovation
Yamaguchi University, Yamaguchi
E-mail: nagaim@yamaguchi-u.ac.jp

Abstract

Development of Economic Corridors in Greater Mekong Sub-region has brought various foreign investments which impacted local communities socio-economic and environmentally. Human mobility can be a significantindicative parameter exploring changes of socio-economic engagements amongthe local population.The technological development allows to shift data collection method from conventional questionnaire survey to GPS survey by loggers and mobile phones; however, bridging two data is necessary to trace mobility changes in time-series.This study assesses a long-term mobility data with a face-to-face questionnaire and GPS logger-based method of data collection. Questionnaire data was indexed for visualization of past trip data.The results concluded that questionnaire data can be associated with GPS data. Tracing and visualizing changes of trips along with the project development will help understanding how local people are responding to such enormous socio-economic and environmental changes. Exploring diverse impacts at a local level from human mobility perspective can be contributed future impact assessments for challenging rural sustainability.

Keywords: Mobility, Questionnaire Survey, Trip Visualization, GPS log, Laos, rural area

1. Introduction

The economic transition from an isolated country to opening up to the global economy is creating opportunities to develop a high potential for economic growth, development and poverty reduction [1].Transport infrastructure developments play a key role to facilitate trade in goods and service, movement of capital and people in this process.

Khammouane, Laos is located in one of the geographically strategic areas, close to the Third Lao-Thai Friendship Bridge and Road No.12 which is the main route to Voung Anh deep Sea Port in Vietnam and Southern Economic Corridor in Great Mekong Sub-region. Along with the developed transport infrastructure connectivity, the renewal of the foreign investment law allowing maximum 75 years of license and land lease [2], further attracts foreign investors. One of the largest foreign investments in the province is a Japanese paper plantation investment. This investmenthas expanded the plantation area of 18,200 hectares(ha) and 3,900 ha in the central and Southern Laos, respectively, as of 2015 March [3]. Along with the increased paper demand in China, the paper plantation in Laos has been prioritized as a major global fiber supplier in the global commodity networks [4].

These rapid socio-economic and transformations significantly impact on local life style including human mobility patternsthrough the creation of alternative working opportunities, leading involvement in non-farm activities beyond subsistence agricultural activity by restructuring rural livelihood. Thus, evaluation of local impacts associated with the project development from a human mobility perspective can be one of the interesting parameters to explore the socio-economic engagement amongthe local population.

In the early transport studies, travel-related data were largely derived from censuses or interviews. Accordingly, computer-assisted

telephone interview (CATI) and computer-assisted self-interviews were developed[5].However,due to the difficulty in collecting accurate human mobility information, ways of obtaining human mobility data have been shifted from questionnaire survey to automated data collection methods such as Global Positioning System (GPS) survey by loggers and mobile phones. As GPS data provide highly accurate data, this enables to make a comparison of questionnaire and GPS travel data set mainly in developed countries [6], [7].

As human mobility can be indicative parameters of socio-economic engagement, this comparative study is also important in developing countries to conduct socio-economic impact assessments in time-series.However, in rural areas in developing country like Laos, human mobility details obtained through face-to-face interviews are ambiguous, and its reliability and changes are also not clearly discovered.Furthermore, there are neither significant mobile phone networks nor well consolidated geoinformatic data as in the major cities, which makes difficult to check the datareliabilityfrom the questionnaire.Therefore, the objectives of this paper are to (a) Index and visualize questionnaire-based mobility data, (b) Compare the differences between questionnaire and GPS data sets and (c) Assess mobility changes in 2005, 2010 and 2015.The research is expected to contribute to the conversion and visualization of questionnaire survey data and bridge it with quantitative measurements in order to trace dynamic individual mobility in time-series.

2. Data

2.1 Background of the Study Area

The study area is located in Khammouane province, one of the major provinces targeted to plantation investment by the government and foreign investments due to rich resources, geographical priority, and domestic and regional road connectivity.Hinboune district is one of main target areas, locating inside the concession area (Fig. 1). The planting areas have been expanding by year since 2008, up to 50,000 ha targeted by the investment. The study village traditionally depends on agricultural activities such as paddy cultivation; however, local people started involving in this "first-grow high-yield" (FGHY) tree plantation activities resulting in investment's high presser for generating stable supply to China.

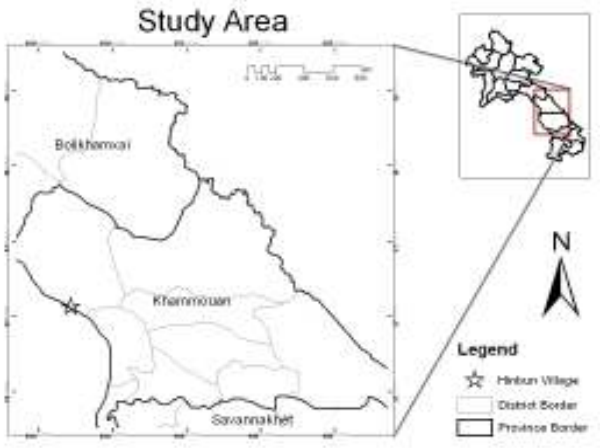


Fig. 1 Study Area in Laos

2.2 Field Survey Data

A field survey was conducted with a questionnaire and a GPS in 2015 in order to collect information for trip behavior and personal profiles. Stratified random sampling by sex and age was employed to understand trip characteristics and 71 individual data was collected. Personal attributes such as age, sex, marital status, education level, household status, occupation and monthly household income were collected through a pre-tested questionnaire conducted earlier in 2014. Trip related information such as trip origin, destination, direction, distance, mode and duration in 2005, 2010 and 2015 was also collected from the questionnaire survey. The study also employed formal and informal interviews with key informants such as village heads, using checklists. The data collection also involved direct field observation. The local language was used for communication with local people, assisted by a translator.

2.3 GPS Log Records

Wearable GPS devices such as "i-gotU USB Travel & Sports Logger – GT-600" were used to log trips and validate the data obtained from the questionnaires. This device is lightweight (37g) andsmall (44 x 41.5 x 14 mm) with an automatic motion detector [8] which can be worn on the waist or clipped to clothes. The device recorded 24-hour trips with a 5-second interval using the motion detection mode. A maximum of 38 devices was distributed at one time to a total of 71 respondents aged 16 years plus. Both questionnaire and GPS log data are available from the 71 samples.

3. Methodology

3.1 Overall Methodology

The following Fig.2 is the overall methodology employed in this study. The methodology focused on four major steps First, questionnaire-based mobility data was converted to spatiotemporal data and visualized in a movie format. Furthermore, selected trip parameters such as the number of trips, trip distance, and trip duration were manually counted. Second, the selected trip parameters as well as stay points and moving segments, were extracted from the GPS data. Third, the questionnaire mobility data for 2015 was validated using the GPS log data, based on the selected parameters such as the number of trips, trip distance, and trip duration. Fourth, mobility pattern in 2005, 2010 and 2015 was analyzed.

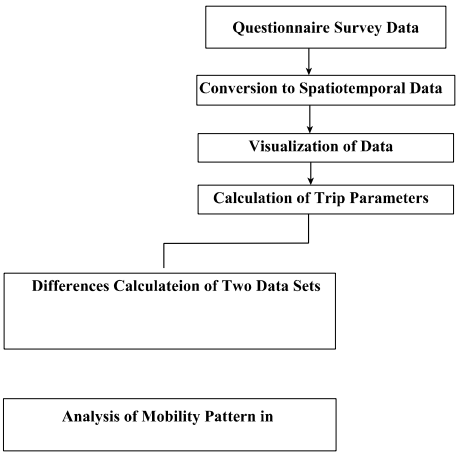


Fig. 2 Overall methodology

3.2 Conversion of Trip Data from the Questionnaire Survey Data

Trip information obtained from questionnaire survey was converted to spatiotemporal information by utilizing Geographic Information Systems (GIS) and visualized in a movie format. The destination is determined using the original house location data, distance, and direction. All spatiotemporal data are listed in a timeline and saved in a comma-separated values (csv) format. Simultaneously, personal attributes such as age, sex, marital status, education level, household status, occupation and household income, were also integrated with the file.

Information regarding moving trip segments such as the total number of trips, the total trip distance, and trip duration was manually extracted from the questionnaires and listed in excel format. In this study, a single trip is defined from a starting from a location to a destination, such as from home to a workplace.

3.3 Process of GPS Log Data

After the trip data had been obtained with GPS loggers, spatiotemporal data such as time, latitude and longitude were extracted from the devices. The break upof the trip segment was performed to find the stay points. In this study, stay point extraction with outlier detection and removal technique utilized by [9] were employed using the following Eq. (1):

$$\text{Distance}\,(p_{start}, p_{end}) < D_{threh} \text{ and } \text{TimeDiff}\,(p_{start}, p_{end}) > T_{threh} \quad (1)$$

Where the parameters D_{threh}, considerable maximum distance as a stay point, and T_{threh}, minimum time spending at the same place, are adjustable. In this study, a stay point is detected if $T_{threh} > 20$ minutes and $D_{threh} <= 150$meters. Based on the calculation, stay points are extracted and are listed by start-time, end-time, duration, distance in meters, average speed in kilometers/hour and the total number of stay points. Additionally, outlier detection and noise removal technique were applied by using standard deviation (σ)[9].

Once the stay points are extracted from the GPS data, the moving segments can be extracted. The extracted parameters in this study are total trip distance per trip in meter, duration per trip in minutes, starting time, ending time, average speed kilometers/hour and total points. These parameters are calculated for a single trip by utilizing Java language. The selected parameters from the GPS data were summarized by utilizing the PostgreSQL.

3.4 Comparison of Two Data Sets

After processing the data, the following Eq. (2) was employed to calculate differences in the number of one-day trip, trip distance and trip duration between the two data sets.

$$\text{Relative Change}\,(x, y) = |\triangle| / \text{Max}\,(x, y) * 100 \quad (2)$$

Where x is the data from the questionnaire and y is the data from the GPS loggers. In this process, trips made out of villages, and unfixed trips such as daily employment at various places within or outside the villages, were excluded.

3.5 Analysis of Trip Behavior

Based on the level of differences, the average trip distance was analyzed. Furthermore, the increase rates of 2005-2010 and 2010-2015 by the parameters were compared.

4. Results and Discussion

4.1 Conversion and Visualization of Questionnaire-based Trip Data

For visualization of mobility data from the questionnaire, the converted data was visualized together with GPS log data (Fig.3). This visualization of mobility data provides more useful trip characteristics such as trip distance, the number of trips and trip duration by parameters than text-based information obtained from questionnaires. Furthermore, visualization of Questionnaire-based Human Mobility was displayed in Fig. 4. Trips can be also displayed according to attributes.Illustrative visualization is a very important tool to easily obtain a better knowledge and understanding of the underlying tendency behind the data [10], [11].

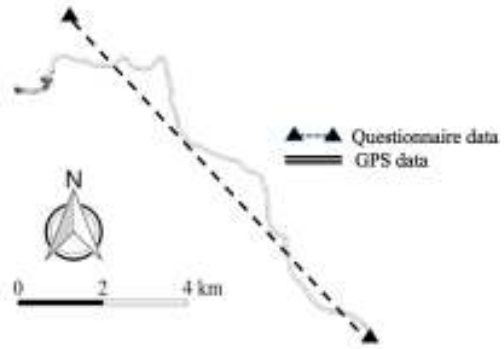


Fig. 3 Comparison of questionnaire and GPS data

Fig. 4 Visualization of questionnaire-based human mobility at 6:00 am, 9:00 am, 12:00 pm, 15:00 pm, 18:00 pm, and 21:00 pm

4.2 Comparison of Two Data Sets

To validate the questionnaire survey data, the average differences between two data sets were calculated as described in section 3.4. This reveals a total of 107 trips, with a total 190.0 km trip distance, and 2,595.0 minutes of trip duration from the questionnaires. While data from the GPS loggers shows a total of 118 trips, 168.9 km trip distance, and 1,715.8 minutes of trip duration. After the GPS data processing, the result shows the average differences between the two data sets as 27.5% (A), 41.3% (B), and 38.7%, respectively (Table 1). Several studies conducted in the developed countries showed much higher differences between the two data sets.The lower magnitude of differences found in this study allowsus to conduct the further trip analysis based on the questionnaire-based trip data.

Table 1 Average number of trips, trip distance, and trip duration by year

	Average differences (%)
(A) No. of Trips	27.5
(B) Trip Distance	41.3
(C) Trip Duration	38.7

4.4 Change in Trip Behavior

The trends of parameters in 2005, 2010 and 2015 were compared and the results of yearly change are described in Table 2. The results show that the number of trips, trip distance, and trip duration do not show significant differences over a period of 10 years (F=1.988, P>0.005, F=1.506, P>0.005, and F=1.331, P>0.005, respectively). This is because the plantation activities have been carried out nearby the communities, thus the average trip behavior has not shown significant differences statistically. However, visualization of questionnaire-based past mobility pattern helps to address this invisible change (Fig 5). Visualizing the 24 hours' mobility pattern provides an insight into major trip destinations of villagers by time and its changes. Overlaying with another spatial data with use of remote sensing and GIS data may help to extract further useful information explaining causing factor of the mobility changes.

Table 2 Average number of trips, trip distance and trip duration by year

	2005	2010	2015
(A) No. of Trip	1.8	2.0	2.1
(B) Trip Distance (km)	3.5	4.2	3.9
(C) Trip Duration (min)	46.9	48.0	55.7

Fig.5 Comparison of human mobility in 2005, 2010 and 2015

On the other hand, trip status and its mode show significant differences by year (Table 3). Stay indicates staying at a house whole a day, which can be an important parameter to indicate changes in regular social and economic engagement associated with the socio-economic changes. Non-trip was decreased from the year 2005 (16.7%) to 2010 (1.4%); however, it again increased in the year 2015 (12.5%).While the motorbike/car mode increased 4.0 times from the year 2005 (7.0%) to 2010 (27.8%); however, that of the year 2015 also decreased to 9.7%. This inverse change can be resulted from the change of socio-economic engagement among the local villagers. This can be confirmed with the local engagement to the plantation project. Indeed, most of the villagers engaged in the project in 2010 with the use of car pick-up service organized by the project. However, their engagement has been decreased in the year 2015. One of the major influence factors of this trend is a lower daily-based wage which discouraged local participation. Local villagers tend to engage either in limited their own land cultivation or seek trip further well-paid working opportunities. Visualizing mobility pattern provides significant insights to understand interactions of local population against the surrounding environmental changes.

Table 3 Trip status and transport mode by year

		2005	2010	2015
Non-trip	Stay	16.7	1.4	12.5
Trip	Walk	76.4	70.8	77.8
	Bicycle/Car	7.0	27.8	9.7

5. Conclusion

The intervention of foreign investments is the significant key factor which involved local people and community to economic activities. The technological development and increased distribution of GPS equipped mobile phones may provide an alternative way to collect a large volume of trip information in future. This will help understanding how local people are responding to such socio-economic development. Integration of chronological questionnaire-based trip data to GPS survey and visualizing it in time-series can be very important to evaluate chronological trip changes along with socio-economic and environmental events. In this study, questionnaire survey trip data were indexed to spatiotemporal information and visualized. Comparison of questionnaire and GPS data sets was conducted to find out the reliability of questionnaire data. The study concluded that questionnaire data can be associated with GPS data and its visualization helps to understand underlying tendencies behind the paper-based information. Even though, mobility data from questionnaire did not show significant differences by year, visualization of the data can contribute to addressing the statistically invisible mobility changes,which reflect the change of economic engagement.

Tracing and visualizing changes of trips along with the project development will help understanding how local people are responding to such enormous socio-economic changes. Exploring further diverse impacts with the combination of geoinformatic data technology will contribute to monitor future impacts for challenging rural sustainability.

6. Recommendation

In order to trace and better explain the change of mobility patternresulting in rapid socio-economic and environmental changes in the study area, continuous trip data collection is essential. Furthermore, additional factors such as income, occupational and land cover changes are necessary to be integrated in order to assess diverse impacts, tendency, and causes by social parameters.

Reference

[1] International Monetary Fund, "Global Trade Liberalization and the Developing Countries," 2001. [Online]. Available: https://www.imf.org/external/np/exr/ib/2001/110801.htm#i. [Accessed: 01-Jun-2016].

[2] P. J. Gunawardana and C. Author, "An Overview of Foreign Investment Laws and Regulations of Lao PD5," pp. 31–43, 2008.

[3] Oji Holdings Corperation, "World Plantation Area," 2015. [Online]. Available: http://www.ojiholdings.co.jp/sustainability/forest_recycling/plantation.html.

[4] K. Barney, "China and the Production of Forestlands in Lao PDR: A Political Ecology of Transnational Enclosure," *Tak. Southeast Asia to Mark. Commod. Nature, People Neoliberal Age*, no. January 2008, pp. 91–107, 2008.

[5] Y. Yue, T. Lan, A. G. O. Yeh, and Q. Li, "Zooming into individuals to understand the collective : A review of trajectory-based travel behaviour studies," *Travel Behav. Soc.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–78, 2014.

[6] P. Kelly, P. Krenn, S. Titze, P. Stopher, and C. Foster, "Quantifying the Difference Between Self-Reported and Global Positioning Systems-Measured Journey Durations: A Systematic Review," *Transp. Rev. A Transnatl. Transdiscipl. J.*, vol. 33, no. 4, pp. 443–459, 2013.

[7] P. Stopher, C. FitzGerald, and M. Xu, "Assessing the accuracy of the Sydney Household Travel Survey with GPS," *Transportation (Amst).*, vol. 34, no. 6, pp. 723–741, 2007.

[8] Mobile Action, "MobileAction Technology - i-gotU Official Site." [Online]. Available: http://www.i-gotu.com/. [Accessed: 17-Sep-2015].

[9] A. Witayangkurn, T. Horanont, N. Ono, S. Yoshihide, and R. Shibasaki, "Trip Reconstruction and Transportation Mode Extraction on Low Data Rate GPS Data from Mobile Phone," 2013, no. June 2015.

[10] G. Andrienko, N. Andrienko, and S. Augustin, "Visual Analytics Tools for Analysis of Movement Data," *ACM SIGKDD Explor.*, pp. 38–46, 2007.

[11] N. Andrienko and G. Andrienko, "Visual analytics of movement: An overview of methods, tools and procedures," *Inf. Vis.*, vol. 12, no. 1, pp. 3–24, 2013.

[12] S. Srinivasan and P. Rogers, "Travel behavior of low-income residents : studying two contrasting locations in the city of Chennai , India q," vol. 13, pp. 265–274, 2005.

CHARACTERIZATIONOFBUSSERVICEINBAGUIO

Paper Identification Number:AYRF2017-030

Kurt Leighton C. AGUSTIN[1], Reginald Francis P. NATIVIDAD[2], Therese Anne B. LIM[3], Vince Rae Timothy S. VILLAMAR[4]

[1]Department of Civil Engineering, College of Engineering
De La Salle University – Manila
Telephone: (632) 523-4333 (direct line) Fax No.: (623) 523-4152
Email: kurt_agustin@dlsu.edu.ph, reginald_natividad@dlsu.edu.ph, therese_anne_lim@dlsu.edu.ph, vince_villamar@dlsu.edu.ph

Abstract

This study reviews the factors that affect the comfort of passengers in the major bus terminals of Baguio City. Different criteria are considered to determine which factors significantly affect the passengers' satisfaction. Existing terminals in Baguio City are compared to the preferences of the passengers and certain manuals to see what areas need improvement. The result shows thatdifferent bus terminals provide different levels of service. The data found that the lower level of service would give passengers lower satisfaction. Improvements are needed to be done in these terminals in order to improve the level of service, and the first step is to determine what these terminals lack. The data and responses of the bus users were obtained through the use of survey questionnaires in the form of a likert scale and open-ended questions. The respondents were asked to rate the current bus service of the terminals based on the following criteria: (1) comfort in the bus terminals, (2) duration of travel, (3) waiting time, (4) facilities provided, (5) location of facilities, (6) comfort in the bus, (7)safety and security, and (8) overall service. The following respondents were further divided into groups regarding their trip purpose, trip origin, travel time of trip, and social class. To support the claim that the current bus service based on the design criteria was not satisfactory for each group, the researchers validated the results with the use of the Analysis of Variance (ANOVA) using the IBM SPSS Software. Results showed that not all of the design criteria presented were significant for each group to the bus users' rating of satisfaction. The selected facilities based on the responses of the bus users were recommended based on the least mean value of the eight design criteria.

Keywords: Bus terminal, ANOVA, Level of Service, Baguio City

1. Introduction

1.1 Problem Setting

Baguio City is one of the most famous tourist spot in the Philippines according to City Transporte Missions (n.d.). The city has a total area of 57.49 square kilometers where most of the area is covered with its famous pine trees. Because of its popularity, the city has been labeled as "The Summer Capital of the Philippines" where thousands of tourists visits there every year. Thousands of tourists travel to Baguio City because they want to experience the cool climate of the city in order to escape the heat of the country. More people especially visit the city during its peak season which ranges the months of Christmas and summer season.

An article made by Abadicio (2016) stated that during peak seasons, more passengers crowd the bus terminals even if it is last-minute. Even when the bus terminals adjusted by adding more buses, some trips got delayed because of the slow turnover rates. Moreover, these terminals lack the facilities to accommodate the needs of the passengers. Basic facilities like taxi stand, larger and clean rest rooms, information desks, and waiting area should be improved. With these current conditions regarding the facilities and service of bus terminals, the level of comfort and satisfaction are far from what is generally desired by the bus users.

1.2 Objectives

The researchers intend to assess the existing level of service of the bus terminals in Baguio City. The specific objectives of the study are:

- To provide an inventory of the existing bus terminals;

- To determine the preferences of the passengers (user preference) regarding the facilities and service of the bus terminals with the use of survey;
- To compare the existing facilities and services with the passengers' preferences;
- And to recommend improving the bus terminals that provide the necessary facilities that would provide a better accommodation on the passengers.

2. Literature review

An article made by Ponrahono et al. (2016) stated that a public bus service should provide a good accessibility that leads to reliable, safe, intelligent, convenience,and effective of transportation system. Apart from that, an efficient public bus service enhances personal economic opportunities, saves fuel, saves money and reduces the environmental impacts. In reality, if the quality of services is poor and unreliable, the public bus services tend to contribute to the worsening of the transportation system. There are issues about public bus services such as the limitation of facilities, the use of low quality of public bus facilities and interchanges, inconvenience fleet, dispatching low passenger trips and long waiting time.

According to Section II of the Standard Classification and Guidelines in the Establishment, Maintenance, and Operations of Public Transport Terminals of the LTFRB (2008), bus terminals should provide the following facilities: adequate and comfortable benches or seats with backrests, roofing that would provide enough shade to passengers, wide entrances and exits, communication facilities, CCTV cameras, information and passenger assistance counters, appropriate signage, separate restrooms for male, female and disabled passengers, and priority lanes for pregnant women, those with disabilities, and those travelling with small children and infants. In addition to the guidelines regarding restrooms, restrooms should be clean, sufficiently lighted, foul odor-free, well ventilated, running with clean water, flush systems, toilet with seat cover, lavatory, waste bin, mirror, sufficient toilet paper, soap dispenser, dry flooring, hand dryer, and functional door lock. The Transit Capacity and Quality of Service Manual is used to determine the appropriate designs and standards for the terminal. The manual contains guidance on transit capacity and quality of service issues and the factors that influences them. It also provides frameworks and Level of Service for the amenities and facilities.

Based on an article by Planning Tank (n.d.), the need, size, location, and design are the four basic planning criteria for bus terminals. The need is affected by the changes in demand and it is divided into four which are accessibility, comfort and convenience, safety, and easy processing. The size of the terminal focuses on the flow of traffic, system characteristics, and user characteristics. The selection of the location would be based in the hierarchy of transport systems and it the costs of dispersal should be at minimum. Lastly, the design of the terminal should be efficient and workable with segregation of bus and non-bus traffic, segregation of pedestrian and vehicular movement, and elimination of vehicular traffic conflict.

According to the Florida Development and Planning Lab (2008), areas with limited spaces usually use off-street half-sawtooth bus bay which provides the ideal number of loading areas for buses. Off-street half-sawtooth bus bays are preferred over parallel bus lanes since parallel bus lanes result to traffic delays due to buses simultaneously stopping at the same time.

Bayona, et. al. (2016) specifies the different factors that would lead to an improved terminal. Less stops of different modes of public vehicles would be needed if an integrated terminal is made. The methodologies used by the researchers are in a form of a survey and looking into the current terminal. The main concern that the surveyed commuters had was about safety and accessibility of the terminal.

Urbitran associates (2012) conducted an origin/destination survey in order to identify the busiest locations and to describe the travel characteristics of Sussex County. The survey mainly asked about where the correspondent was going and where the correspondent came from. The data gathered from the surveys were put into charts and graphs in order to analyze the data. The method used in the study is descriptive statistics based on Trochim (2006) in which the researcher says are used to be able to describe the basic features of the data through summaries about the sample with the aid of graphical and quantitative analysis. This type of analysis helps in simplifying large amounts of data.

For the analysis of the results, an F statistic will be used. According to statistichowto.com website, the F statistic is used when an ANOVA test or regression analysis will be used to determine the means between two populations that significantly different. The test will tell if a group of variable is jointly significant. It will also determine if the data is statistically significant or not. The test can be used to decide if the null hypothesis should be supported or rejected. The null hypothesis will be rejected if the calculated F statistic is larger than the table F value.

3. Methodology

To be able to distinguish the existing bus terminals in Baguio City, the researchers conducted a thorough observation and inspection on the current facilities while doing a walk-through in the facilities, leading to the layout of an inventory provided by the researchers. Materials of documentation supported the results, as the researchers took photos during the process of observation.

The survey was in the form of a likert scale, a tool which surveys use to assess the response of each participant in a scaled manner, from lowest to highest and vice versa. The survey used a likert scale with the range of 1 as "Not Satisfied" to 5 as "Satisfied". In this case, whether or not the respondents would prefer to ride the bus, the survey was able to identify the effects of certain factors, and how they affect the respondents.

The data from the survey was tabulated and graphed to be able to compare the existing bus terminals to the preferred bus terminal design. The mean of the responses was made to describe all the answers taken from the survey that helped identify which facilities are most needed in the bus terminals. The significant levels of the data the researchers had were obtained using IBM SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences). Comparing the significant values from the level of confidence of 0.05 helped in deciding whether or not the researchers reject or accept the null hypothesis. The significant values also showed that there is a significant difference among the means between groups.

4. Results

4.1 Profile of Project Sites

The survey was taken from the four major bus terminals in Baguio City which are Victory Liner Bus Terminal, Dangwa Terminal, Partas Bus Station, and Genesis Bus Station. The participants for this study are passengers from these terminals.A throughout inspection, the present facilities in Victory Liner Bus Terminal, Dangwa Bus Terminal Partas Bus Station, and Genesis Bus Station in Baguio City to determine the level of service of these terminals

4.2 Personal Information of the Respondents

The purpose of the survey is to let the passengers assess the current services offered by the bus terminals in Baguio City whereas the likert scale was used. The questionnaire also includes the basic information of the passengers which includes the monthly income and the purpose of the trip.

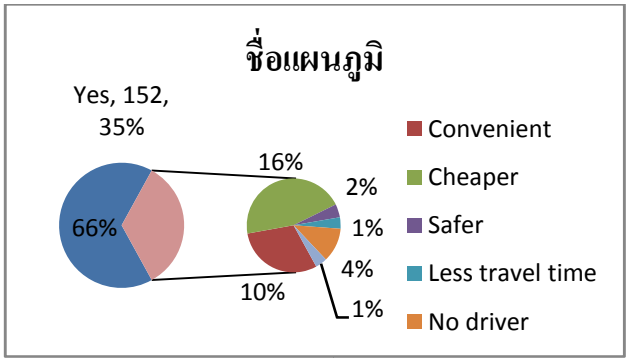


Fig. 1 Number of participants who own a private car and their purpose of choosing the bus over bringing a private vehicle

Based on Figure 1, passengers with lower income mostly do not own a private vehicle. It shows that majority of the total participants does not own a private vehicle. For participants that own a private vehicle, another question was asked the reason why they chose to travel using the bus rather than using their own vehicle. The figure also shows that the majority of the car owners chose to ride the bus because it costs less. The participants told that it is cheaper to buy a bus ticket than to buy gasoline. Another reason is it is more convenient to ride the bus than driving their private vehicle due to long travel time. The minority is riding the bus provides less travel time due to scheduled bus stops along the way.

4.3 Ranking of Design Criteria based on Income

The analysis for the responses of the participants was divided into their monthly income. They were divided into 5 classes as shown in Table 1. When the group surveyed more than 400 respondents in the city of Baguio, there were no respondents that belong in Class A and B. The group had 134 respondents for class E, 99 respondents for class D, and 13 respondents for class C. Some of the respondents did not answer how much they earn a month which makes those surveys not a part of this grouping.

Table 1 Classes based on Income

	Monthly Income (PHP)
Class A	200,000 and above
Class B	100,000-200,000
Class C	50,000-100,000
Class D	10,000-50,000
Class E	10,000 and below

Table 2 Design criteria based on mean

Type	Income Class		
	Class E	Class D	Class C
Comfort	3.409	3.232	3.231
Duration of travel	3.344	3.303	3.538
Waiting time	3.218	3.263	3.308
Facilities provided	3.279	3.000	3.000
Location of the facilities	3.481	3.184	2.923
Comfort in the bus	3.224	2.969	2.923
Safety and security	3.306	3.182	3.077
Overall service	3.466	3.323	3.077

Table 3 Classes based on difference of means

Type	Class C - D	Class C - E	Class D - E
Comfort	-0.002	-0.178	-0.177
Duration of travel	0.235	0.195	-0.040
Waiting time	0.045	0.090	0.045
Facilities provided	0.000	-0.279	-0.270
Location of facilties	-0.261	-0.558	-0.297
Comfort in the bus	-0.046	-0.301	-0.254
Safety and security	-0.105	-0.229	-0.124
Overall service	-0.246	-0.389	-0.143

In Table 2, it shows that the location of the facilities has the largest mean for class which is 3.481. Table 3 shows that the safety and security of the bus terminal has the largest standard deviation which is 1.269. For Table 3, only the waiting time has a positive value for the difference of means. The Table also presents that lower social classes gave higher scores for the different criteria except for duration and waiting time. The difference in mean of the different social class groups of the duration and waiting time gave positive values which mean the higher social class gave a lower grade as compared to the lower social class. This implies that people that belong in the higher social class wait slightly more patiently because the time related criteria were the only category that gave a positive value. The mean of the overall service goes higher as the social class goes lower. This implies that with the same conditions in the bus terminal, the lower class is generally more satisfied as compared to the higher class.

Table 4 ANOVA Table for Income Generated from Using SPSS Software

		F	Sig.
Comfort in the bus terminal	Between Groups Within Groups Total	.727	.484
Duration	Between Groups Within Groups Total	.318	.728
Waiting time	Between Groups Within Groups Total	.199	.820
Facilities provided	Between Groups Within Groups Total	2.064	.129

Location of facilities	Between Groups Within Groups Total	2.833	.061
Comfort inside the bus	Between Groups Within Groups Total	1.680	.189
Safety and security	Between Groups Within Groups Total	.431	.651
Overall service	Between Groups Within Groups Total	.951	.388

Table 4 shows the different significant values of the different criteria with respect to the income. The null hypothesis for this set of data is that there is no difference on the comfort in the bus terminal, duration of travel time, waiting time, facilities provided, location of facilities, comfort, safety and overall service based income or social class.

The third column in table 4 shows the different significant levels per design criteria. The confidence level for this research is 5% or 0.05. None of the values shown in the third column are lower than 0.05, therefore the null hypothesis is to be accepted. This implies that income does not affect the different design criteria. The lowest value for the significant value for this set of data is 0.061 for location of facilities and it is not lower than 0.05 which is the confidence level.

4.4 Ranking of Design Criteria based on Origin

Table 5 Minimum and maximum means and corresponding factors

	Metro Manila	Non-Metro Manila
Minimum	3.282	3.146
Factor	Comfort	Waiting
Maximum	3.613	3.418
Factor	Overall	Overall

Table 5 shows the means and standard deviation of Metro Manila and Non-Metro Manila bus users for each design criteria given. The mean values fall between 3 and 4 which corresponds to a rating of neutral to satisfied. All of the design criteria were within the said range for both Metro Manila and Non-Metro Manila bus users. Overall, it can be observed that the bus users from Metro Manila rated higher than those who came from Non-Metro Manila locations.

Table 6 ANOVA analysis for the origin

		F	Sig.
Comfort	Between Groups Within Groups Total	1.598	.207
Duration of travel	Between Groups Within Groups Total	3.487	.063
Waiting time	Between Groups Within Groups Total	20.175	.000
Facilities provided	Between Groups Within Groups Total	3.466	.063
Location of facilities	Between Groups Within Groups Total	2.466	.117
Comfort in the bus	Between Groups Within Groups Total	1.242	.266
Safety and security	Between Groups Within Groups Total	2.635	.105
Overall service	Between Groups Within Groups Total	3.968	.047

The Table 6 shows the significant values for the different design criteria namely comfort in the bus terminal, duration of travel, waiting time, facilities provided, location of facilities, comfort, safety and overall service. In terms of origin, the sample size were divided into two: Bus users from Metro Manila and Non-Metro Manila. The null hypothesis is that there is no significant difference between the following design criteria and the origin of the bus users. Among the 8 design criteria, only 2 had a significant value below the 0.05 level of confidence thus the null hypothesis for these two criteria two were rejected. It can be said that only waiting time and overall service had a significant difference between the origins of the bus users which means that the two factors affects the satisfaction of the bus users regarding their use of the bus terminal.

4.5 Ranking of Design Criteria based on Purpose of Trip

Table 6 Minimum and maximum values of the mean and standard deviation from each purpose

	Minimum		Maximum	
Purpose	**Factors**	**Mean**	**Factors**	**Mean**
Vacation	Comfort	3.11	Overall	3.392
Work	Facilities	3.222	Waiting	3.592
Going Home	Comfort	3.093	Overall	3.4
Others	Duration	3.478	Facilities	3.932

Table 6 shows the minimum and maximum values of the mean and standard deviation of each purpose. For the respondents whose purpose is for vacation, the lowest value is 3.11 which is comfort while the maximum value is 3.392 which is the overall. It is found that comfort is the factor that the respondents find the least while their overall assessment of the bus terminal is the highest for the respondents whose purpose of trip is vacation. For the respondents whose purpose is for work, the lowest value is 3.222 which is facilities while the maximum value is 3.592 which is waiting time. It is found that facilities is the factor that the respondents find the least while waiting time is the highest rated factor for the respondents whose purpose of trip is for work. For the respondents whose purpose is for going home, the lowest value is 3.093 which is comfort while the maximum value is 3.4 which is overall. It is found that comfort is the factor that the respondents find the least while overall assessment of the bus station is the highest rated factor for the respondents whose purpose of trip is for going home. For the respondents whose purpose is for others, the lowest value is 3.478 which is duration of the bus ride while the maximum value is 3.932 which is facilities. Lastly, It is found that duration of the bus ride is the factor that the respondents find the least while facilities is the highest rated factor for the respondents whose purpose of trip is for others.

Table 7 ANOVA table for purpose of trips

		F	Sig.
Comfort in the bus terminal	Between Groups Within Groups Total	1.497	.215
Duration of travel	Between Groups Within Groups Total	.648	.585
Waiting time	Between Groups Within Groups Total	5.257	.001
Facilities provided	Between Groups Within Groups Total	6.352	.000
Location of the facilities	Between Groups Within Groups Total	3.145	.025
Comfort in the bus	Between Groups Within Groups Total	3.708	.012
Safety and security	Between Groups Within Groups Total	2.892	.035
Overall service	Between Groups Within Groups Total	1.985	.116

Table 7 shows the ANOVA Statistical Analysis result for the purpose of trips of the passengers. The null hypothesis for this set of data is that there is no difference between comfort in the bus terminal, duration of travel time, waiting time, facilities provided, location of facilities, comfort of

waiting area, safety and overall service and the purpose of the trip of the passengers. The significance level of each criteria of the study should not be more than 5 % or 0.05 for the null hypothesis to be accepted. Based on the statistical analysis using SPSS, only three criteria have significant values above 0.05 namely comfort in the bus terminal, duration and overall. All of the null hypotheses of the other factors are rejected because their significance value from the results are less than 0.05. The factors that failed the null hypothesis are waiting time, facilities, location, comfort and safety. These factors greatly affect the passengers' satisfaction based on their purpose of trips such as for vacation, work, going back to their homes and others. The figure shows the tabulated presentation of the results from the SPSS ANOVA Statistical Analysis. The significance level per each factor is listed across each factor considered.

4.6 Ranking of Design Criteria based on Travel Time

The analysis found that the waiting time for the bus has the lowest value which is 2.565. The data shows that for the participants whose travel time ranges from 45 mins to 5 hours has the lowest mean value for the waiting time. The results imply that people with longer travel time cannot wait longer in the bus terminal. Another criteria that has the lowest mean is the comfortability of the bus terminal. The table also shows that the participants who traveled farther gave a low score for the comfortability. The results show that the participants are not comfortable during their stay in the bus terminal whereas bus terminals need to improve their comfortability. For the highest mean, the location of the facilities and the overall service gave the highest score ranges from 45 mins to 5 hours are satisfied with the location of the facilities and the overall service provided by the bus terminals. Based on the results, it can be said that the facilities are placed properly where it is easily accessible for the passengers.

Table 9 ANOVA Table for Travel Time Generated from Using SPSS Software

		F	Sig.
Comfort in the bus terminal	Between Groups Within Groups Total	.999	.437
Duration of travel	Between Groups Within Groups Total	.894	.521
Waiting time	Between Groups Within Groups Total	2.978	.003
Facilities provided	Between Groups Within Groups Total	1.003	.433
Location of facilities	Between Groups Within Groups Total	1.513	.151
Comfort in the bus	Between Groups Within Groups Total	.939	.484
Safety and security	Between Groups Within Groups Total	1.305	.239
Overall service	Between Groups Within Groups Total	1.451	.174

Table 9 presents the ANOVA result for the travel time of the passengers. The significance level of each criteria is more than 5% or 0.05 which means that these results can be accepted as a null

hypothesis. Only the waiting time was not able to meet the confidence level of 5% which will be rejected. It means that the waiting time affects the comfortability of the passengers in terms of travel time. The table also shows that different criterias, aside waiting time, does not affect the comfortability of the passengers in the terminal.

5. Conclusion/Discussion

5.1 Conclusion

The main objective of this study is to determine the level and quality of service provided by the bus terminals in Baguio City. The study focuses the comfortability of the passengers based on the facilities and service provided by the terminals. In order to assess them, a survey will be given to the bus passengers inside the terminal. The recommendation was made based on the results of the survey in order to meet the needs of the passengers. After data gathering, the results were analyzed by the use of the SPSS program to determine if several factors will affect the satisfaction rating of the passengers. The several factors consist of basic personal information of a passenger and these are: monthly income, origin-destination, purpose of the trip, and travel time.

5.2 Recommendations

The analysis of the survey results shows that the quality of service needs to be improved so that it can meet the needs of the passengers. The results show that comfortability has the lowest satisfaction rating given by the passengers. Most of the recommendation to be stated in this study will be based on the Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM). The manual came from the United States. According to the manual, Exhibit 4-10 should be used to measure the key performances that the transit agencies can use to identify the set service standards. This exhibit can be used to evaluate the quality of service that they have provided for their passengers.

Table 10 Quality of Service Framework: Fixed-Route Transit

Availability	Comfort and Convenience
Frequency	Passenger Load
Service Span	Reliability
Access	Travel Time

Source: Exhibit 4-10 of TCWSM

Comfort in the bus and terminal

Based on the survey, comfort has the least satisfaction rating among the others. Personal comfort is the most important for the passengers. In order to improve the comfortability of the bus and the bus terminal, several factors should be considered based on the manual.

- Ventilation - appropriate climate control should be focused on. Heating should be provided in the bus terminal due to the cold climate in the city;
- Seat comfort - comfortability of the seats and benches can be improved by providing the appropriate seat size, padding, and leg room;
- Lightning - providing more lights inside the terminal can provide more security for the passengers;
- Informational signing - the passengers can know the schedule of trips especially when there is a delay of trip.

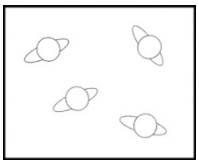
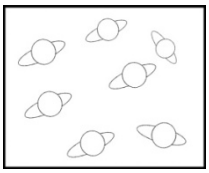
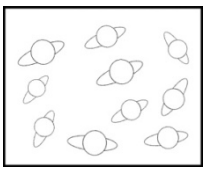
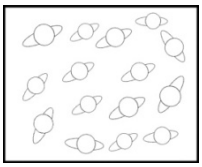
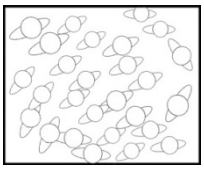
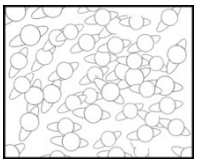
Safety and security

In the manual, safety is defined as the potential for injury while being inside the transit and security as the potential to become a victim in a crime. Aside from violence, irritants should also be controlled to ensure the passengers' security. The safety of the terminal can be improved by providing more signs that warn the passengers from the hazards and accidents that they may encounter. The security system should be improved by implementing stricter policies inside the terminal. Checking of luggage and vehicles should be checked more rigorously in order to avoid unwanted events.

Passenger waiting area

In the survey, majority of the participants' concern is the lack of waiting area in the terminal. Frequent users commented that during peak season, the waiting area tends to be overcrowded and most of the passengers cannot be accommodated. To meet the demand of the passengers, the Level of Service (LOS) will be measured based on the average space per person as seen in Table 11. The process to design the appropriate waiting area is to size the passenger based on this figure.

Table 11 Level of Service for the waiting area

LOS A		>= 13 ft^2 per person
LOS B		10- 13 ft^2 per person
LOS C		7- 10 ft^2 per person
LOS D		3- 7 ft^2 per person
LOS E		2- 3 ft^2 per person
LOS F		< 2 ft^2 per person

Source: Transit Capacity and Quality of Service Manual

In order to achieve the highest level of comfortability, the bus terminals should design their waiting area at least the LOS C to avoid overcrowding. 7 to 10 ft^2 should be allocated for each passenger in order to maintain their comfortability.

Another guideline that should be followed is from the Philippines' Land Transportation Franchising and Regulatory Board (LTFRB). The LTFRB provided a guideline to be followed by the bus terminals that can be found in Part II of the Section 5 of Executive Order No. 202. The researchers were able to check if the four bus terminal were able to follow the guidelines where as shown in Table 12.

Table 12 Guidelines from LTFRB vs Actual

Guidelines	Actual
Adequate and comfortable benches and/or seats with backrests for waiting passengers	Inadequate benches (during peak hours/season), benches with backrests
Concrete pavement and flooring	✔
Roofing would provide sufficient shade from heat of the sun or rain	✔
Wide entrances and exists for easy mobility	✔
Communication facilities (telephone, fax machines, internet, etc)	Telephones were present
Public Address System Facilities and CCTV cameras/monitors	✔
Information and passenger assistance counters	Present in Victory Liner Bus Terminal only
Appropriate and adequate signages	✔
Sufficient number of security personnel	Minimal presence of security personnel Located on entrances and exits only
Separate restrooms for male, female, and disabled passengers	Separate restroom or cubicle for disabled is not provided
Priority lane for persons with special needs	Not all bus terminals have priority lane (e.g. Dangwa and Partas)

6. Acknowledgement

We would like to express our deepest appreciation to our thesis advisers, Engr. Nicanor R. Roxas, Dr. Alexis M. Fillone, and Dr. Maria Cecilia R. Paringit, for always helping us in our study. We would like to thank them for sharing their knowledge, expertise, advices, and especially their time. Our study would have not been possible without their guidance. And Miss Lovely Rañosa for helping us in our data gathering.

We are really thankful to our families for their everlasting support and inspiration. They were the ones who supported us to enroll us in one of most prestigious universities in the country in order to achieve our dreams.

Lastly, we are really thankful to God. Without His guidance and blessings, all of these would not be possible.

References

[1] Ponrahono, Z., Bachok, S., Ibrahim, M., & Osman, M. (2016). Assessingpassengers' satisfaction level on bus services in selected urban and rural centres of Peninsular Malaysia.Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S18770 42816302580

[2] Anonymous (2008).Standard classification and guidelines in theestablishment, maintenance and operations of public transport terminals.Land Transportation Franchising & Regulatory Board. Retrieved October 31, 2016 from ltfrb.gov.ph/media/downloadable/2008-013.pdf

[3] Transit Capacity and Quality of Service Manual, Third Edition. (n.d.).Retrieved June 28, 2017, from http://www.trb.org/Main/Blurbs/169437.aspx

[4] Anonymous (n.d.).Planning Considerations for Bus Terminal. Planning Tank.Retrieved November 10, 2016 from http://planningtank.com/transportation/planning-considerations-for-bus-terminal

[5] Department of Urban and Regional Planning & Florida Planning andDevelopment Lab. (2008).Accessing Transit: Design Handbook for Florida Bus Passenger Facilities. Retrieved November 2, 2016 from http://teachamerica.com/tih/PDF/2008_Transit_Handbook.pdf

[6] Bayona, E. C., Ma., Dagdagan, M. Y., Ma., Cano, S. M., &Valeda, C. M.(2016). Design Considerations for a Major Terminal Facility in Metro Manila. Retrieved from http://ncts.upd.edu.ph/tssp/wpcontent/uploads/2016/08/Bayona-et-al.pdf

[7] F Statistic: Definition and How to find it. (n.d.). Retrieved June 28, 2017, from http://www.statisticshowto.com/f-statistic/

[8] UrbitranAssociates.(2012). Chapter 3 Origin/Destination Survey. Retrieved from http://www.sussex.nj.us/documents/planning/mobility/Mobility%20Study%20Chapter%203.pdf

ATRANS ANNUAL CONFERENCE
PROCEEDING OF 2017
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

การประเมินความสามารถในการเดินกรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่

Evaluation of Walkability: A Case Study of Prince of Songkla University, Hat Yai Campus

หมายเลขบทความ: AYRF2017-031TH

ภานุพงศ์พุฒภักดี[1*], ปรเมศวร์เหลือเทพ[2]

PanupongPutpakdee, ParametLuathep

[1*]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์. 097-354-9711 โทรสาร 074-459-396
E-mail: panupong.psuce42@gmail.com

[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์ 074-287-125 โทรสาร 074-459-396
E-mail: paramet.l@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การเดินเป็นรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นการส่งเสริมสุขภาพของผู้เดินทางอย่างไรก็ตามการเดินภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์(วิทยาเขตหาดใหญ่)ซึ่งมีระยะทางระหว่างอาคารเรียนอยู่ในวิสัยที่เดินได้ไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควรการประเมินความสามารถในการเดินเป็นกระบวนการที่สำคัญและจำเป็นเพื่อประเมินว่าโครงสร้างพื้นฐานและสภาพแวดล้อมของทางเท้าที่มีอยู่เป็นอย่างไรและปัจจัยใดที่ส่งเสริมให้มีการเดินเพิ่มขึ้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถในการเดินและศึกษาการตัดสินใจให้ความสำคัญต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้หลักการของThe Global Walkability Index (GWI) และ Clean Air Initiative for Asian Cities (CAI-ASIA) ในการศึกษา และแบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วนคือ1) การประเมินความสามารถในการเดินของโครงข่ายทางเท้าที่มีอยู่และ 2) การสำรวจพฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการเดินของโครงข่ายทางเท้า มีค่าเท่ากับ 79.39 จากคะแนนเต็ม 100ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดิน 3 ปัจจัยแรก คือ 1)การข้ามถนน 2)ความปลอดภัยจากอาชญากรรมและ 3)ความพร้อมของทางข้าม ตามลำดับ

คำสำคัญ:ดัชนีความสามารถในการเดิน,การเดินภายในมหาวิทยาลัย,การประเมินโครงสร้างพื้นฐานของการเดิน

Abstract

Walking is an environmental-friendly mode of transport within campus and it is healthy for pedestrians. However, the walking in the Prince of Songkla University (Hat Yai campus), where the distance between academic buildings is walkable, is not considerably preferred. Evaluation of walkability is a significant process and necessary to assess the conditions of existing walking infrastructure and environment and to identify the factors influencing more walking. The objective of this paper is to evaluate thewalkability and to investigate thedecision making on factors influencing walking in the Prince of Songkla University, Hat Yai campus. The researchers applied the concept of the Global Walkability Index (GWI) and Clean Air Initiative for Asian Cities (CAI-ASIA) to the study. The study was separated into two main parts. The first part was thewalkability evaluation of the existing footpath network. The second part was theanalysis of walking behavior and the factors influencing walking. The results show that the average value of walkability index in the study area is 79.39 (from 100). In addition, the three main factors influencing walking are Safe crossing (exposure, waiting time to cross, sufficient time to crossing),Walking secureand Crossing availability respectively.

Keywords: walkability index, walkability in university, walking infrastructure evaluation

1. คำนำ

ปัญหาการจราจรติดขัดส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยมายาวนานเนื่องจากความเจริญทางเทคโนโลยีและความสะดวกสบายในการเดินทางทำให้ปริมาณการใช้รถส่วนตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้โครงข่ายคมนาคมขนส่งที่มีอยู่ขยายตัวไม่ทันและไม่สามารถรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวและเกิดปัญหาการจราจรติดขัดปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาสำคัญสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่จะต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วนซึ่งจะช่วยบรรเทาความสูญเสียทางเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยต่อไป

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ก็ได้รับผลกระทบโดยตรงจากปัญหาการจราจรติดขัดทั้งปัญหาด้านมลพิษเช่นมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่และสุขภาพของนักศึกษาบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยปัญหาด้านสถานที่เช่นการสูญเสียพื้นที่ไปกับการจอดรถการจอดรถรุกล้ำพื้นที่สีเขียวและปัญหาด้านการจราจรเช่นปัญหารถติดปัญหาการขับรถผิดกฎจราจรรวมถึงการเกิดอุบัติเหตุในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลเสียในอีกหลายด้านไม่ว่าจะเป็นทรัพย์สินร่างกายหรือจิตใจ

การแก้ปัญหาการจราจรในเขตมหาวิทยาลัยสามารถทำได้หลายวิธีแต่เป็นที่ทราบกันดีว่าการมุ่งเน้นการก่อสร้างหรือขยายโครงข่ายถนนให้สามารถรองรับการเติบโตของปริมาณการจราจรเป็นวิธีที่ใช้งบประมาณค่อนข้างสูงซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดอีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการใช้รถส่วนบุคคลให้เพิ่มมากขึ้นไม่สามารถแก้ปัญหาการจราจรได้อย่างยั่งยืนแนวทางหนึ่งซึ่งนิยมใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศคือการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะควบคู่ไปกับการเดิน

การเดินเป็นรูปแบบการเดินทางพื้นฐานที่ใช้งบประมาณพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการเดินทางรูปแบบอื่นเช่น รถส่วนบุคคลและรถขนส่งสาธารณะสามารถเข้าถึงได้เกือบทุกที่หมายอีกทั้งเป็นการส่งเสริมสุขภาพของผู้เดินเองอย่างไรก็ตามในประเทศไทยการเดินยังมีอุปสรรคมากมายเช่นสภาพทางเท้าที่ไม่สะดวกชำรุดมีร้านค้ารุกล้ำทางเท้าเป็นต้นรวมถึงสภาพอากาศที่ค่อนข้างร้อนและมลพิษข้างทางจากยานพาหนะบนถนนทำให้ผู้คนไม่นิยมเดินเท่าที่ควร

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาการประเมินความสามารถของการเดินโดยศึกษาทบทวนเพื่อหาดัชนีชี้วัดที่เหมาะสมกับปริบทของเมืองไทยและประยุกต์ใช้ดัชนีดังกล่าวในการประเมินความสะดวกในการเดินภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นกรณีศึกษาพร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยเพื่อดึงดูดให้ผู้คนหันมาเดินมากยิ่งขึ้น

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 วิธีการประเมินค่าความสามารถในการเดิน

Ministry of Urban Development (2009) ได้กล่าวถึงค่าดัชนีการเดินซึ่งเป็นค่าที่ใช้ประเมินผลสภาวะแวดล้อมของการเดินวัตถุประสงค์ของดัชนีนี้มีไว้เพื่อระบุความคิดเห็นของคนเดินในด้านความปลอดภัยความสะดวกสบายการเข้าถึงของสภาวะแวดล้อมในการเดินนอกจากนี้ยังสามารถระบุถึงปัญหาของพื้นที่นั้นๆการตรวจสอบยังสามารถแนะนำทางเลือกที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาได้ทั้งในด้านวิศวกรรมด้านการจัดการ

การให้ความรู้และการบังคับใช้กฎหมายสำหรับดัชนีการเดิน (Walkability index) ของMinistry of Urban Development (2009) คำนวณได้จากสมการ1

$$\text{Walkability index} = \left[\left(w_1 \times \text{Availability} \right) + \left(w_2 \times \text{Facility rating} \right) \right] \quad (1)$$

โดยที่

Availability คือการมีพื้นที่การเดินคำนวณได้จากความยาวของทางเท้าหารด้วยความยาวของถนน

Facility rating คือคะแนนจากการประเมินสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดิน

w_1และ w_2คือค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของตัวแปร Availability และFacility rating

Ministry of Urban Development (2009) ได้สำรวจค่าดัชนีการเดินข้างต้นใน30 เมืองของประเทศอินเดียพบว่า ค่าเฉลี่ยของดัชนีการเดินอยู่ที่0.52 (เต็ม1) โดยเมืองขนาดใหญ่ได้คะแนนสูงกว่าเมืองขนาดเล็กเนื่องจากมีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินที่ดีกว่าแต่เมืองท่องเที่ยวกลับได้คะแนนน้อยซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงสภาพเส้นทางเท้าที่ไม่เหมาะสมและจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อส่งเสริมศักยภาพของการเป็นเมืองท่องเที่ยว

Walk Score (2011) ได้นำเสนอกระบวนการในการให้คะแนนทางเท้าหรือWalk Score Algorithm โดยการคำนวณคะแนนจะแบ่งชนิดของสิ่งอำนวยความสะดวกที่แตกต่างกัน9 หมวด (ดังแสดงในตารางที่1) โดยการให้คะแนนจะประเมินจากสถานที่ตั้งจำนวนและความสำคัญของสิ่งอำนวยความสะดวกแต่ละประเภทการให้คะแนนจะมีค่าตั้งแต่0 ถึง 100 คะแนน

ตารางที่1ตัวอย่างการให้คะแนนทางเท้าด้วยWalk ScoreAlgorithm

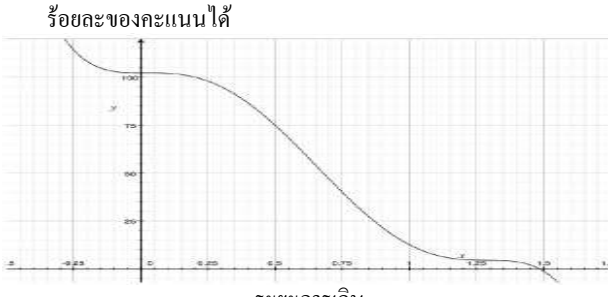
สิ่งอำนวยความสะดวก	น้ำหนักความสำคัญ
1) ร้านขายของชำ	3.00
2) ร้านอาหาร	0.75,0.45,0.25,0.225,0.225,0.225,0.2,0.2
3) แหล่งสินค้า	0.5,0.45,0.4,0.35,0.3
4) ร้านกาแฟ	1.25,0.75
5) ธนาคาร	1.00
6) สวนสาธารณะ	1.00
7)โรงเรียน	1.00
8)ร้านหนังสือ	1.00
9) แหล่งบันเทิง	1.00

ที่มา: Walk Score (2011)

จากตารางที่1ตัวเลขในแต่ละหมวดบ่งบอกถึงระดับน้ำหนักความสำคัญและจำนวนของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับหมวดใดที่มีเลขน้ำหนักมากกว่า1 ค่า(เช่น ร้านอาหาร) หมายความว่ามีการพิจารณาให้ค่าน้ำหนักความสำคัญมากกว่า1 จุดโดยจุดที่พบเป็นอันดับแรกจะได้น้ำหนักในลำดับที่1 ส่วนอันดับถัดมาจะได้รับน้ำหนักในลำดับที่2 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญในแต่ละหมวด ตามลำดับ

Walk Score (2011) ยังได้ใช้Distance decay function ดังรูปที่1 ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่บอกถึงอัตราการลดคะแนนตามระยะการเดินที่เพิ่มขึ้นจากจุดเริ่มต้นไปยังสิ่งอำนวยความสะดวกการเดินซึ่งคะแนนเต็มจะอยู่ที่ระยะทางไม่เกิน0.25 ไมล์ (ประมาณ0.40 กิโลเมตร) จากจุดสำรวจส่วนระยะทางที่มากกว่านี้คะแนนจะลดลงจนเหลือเพียง12% ที่ระยะทาง1 ไมล์ (ประมาณ1.60 กิโลเมตร) และจะเป็น0 ที่ระยะทาง1.5 ไมล์ (ประมาณ2.41 กิโลเมตร)

ในทางปฏิบัติWalk Score (2011) ได้กำหนดให้ใช้ความเร็วเฉลี่ยในการเดิน3 ไมล์/ชั่วโมง (ประมาณ4.83 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) หรือระยะทาง0.25 ไมล์ (ประมาณ0.40 กิโลเมตร) ใช้เวลาเดิน5 นาทีจากรูปที่1แสดงให้เห็นว่าDistance decay function สะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมการเดินที่เกิดขึ้นจริง อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวเป็นผลจากการศึกษาของการเดินทางต่างประเทศ ซึ่งอาจมีปรับบทั้งคนเดิน กายภาพของทางเท้า และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากประเทศไทย



รูปที่ 1 Distance decay function

ที่มา: Walk Score (2011)

2.2 การศึกษาการประเมินความสามารถในการเดินของต่างประเทศ

Krembeck (2006) ได้วิเคราะห์ค่าดัชนีการเดินในเมือง Ahmedabad ประเทศอินเดีย และกรุงวอชิงตัน ดีซี ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเมือง Ahmedabad ได้ศึกษา 2 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ Bapuและ Nagar ส่วนกรุงวอชิงตัน ดีซีเลือกศึกษาในพื้นที่ Dupont Circle และ Southeast DC โดยใช้แบบสอบถาม จำนวน 386 ตัวอย่าง ซึ่งการศึกษาได้แบ่งการตรวจสอบออกเป็น 3 หมวด ได้แก่ 1) ด้านความปลอดภัย ซึ่งพิจารณาจากความปลอดภัยในการสัญจรและการรักษาความปลอดภัยจากอาชญากรรม 2) ด้านความสะดวกสบายและความน่าดึงดูดใจ เช่น ระยะเวลาและระยะทางที่คนเดินต้องใช้ในการเดินข้ามถนน พื้นที่หลังคาคลุมทางเท้า ปริมาณและรูปแบบสิ่งกีดขวางบนทางเท้า 3) ด้านนโยบายของภาครัฐ พิจารณานโยบายของหน่วยงานท้องถิ่นว่ามีการสนับสนุนหรือการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการให้บริการที่เกี่ยวข้องให้กับคนเดินว่าอยู่ระดับใด วิธีการบริหารจัดการสำหรับคนเดิน งบประมาณสำหรับทางเท้า หรือ การมีโครงข่ายทางเท้ารวมอยู่ในแผนแม่บท จากการศึกษา พบว่า 49% ของผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่ Bapu Nagar เห็นพื้นผิวในการเดินมีความไม่ราบเรียบไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่พื้นที่ถนน CG มีเพียง 28% ที่รู้สึกว่าพื้นผิวในการเดินไม่ราบเรียบ ส่วนในเขตพื้นที่เศรษฐกิจ พฤติกรรมของผู้ขับขี่มีแนวโน้มแย่ลง โดย 30% ผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่ถนน CG รู้สึกว่าผู้ขับรถมักจะไม่ยอมให้ทางแก่ผู้เดินเท้า และ 67% คิดว่าผู้ขับรถใช้ความเร็วสูง ผลที่ได้ยังแสดงถึงโครงสร้างพื้นฐานและนโยบายที่แตกต่างกันระหว่างสองพื้นที่ โดยถนน CG ถูกออกแบบมาให้เน้นการรองรับยานยนต์เพราะมีถนนที่กว้าง ทางแยกถูกออกแบบสำหรับการเลี้ยวที่ความเร็วสูง ในขณะที่ Bapuและ Nagar ซึ่งเป็นเมืองเก่ามีถนนที่แคบและมีการแยกกันชัดเจนระหว่างคนเดินเท้ากับยานยนต์ ผลที่ได้คือ คนเดินเท้ามีความสบายในการเดินมากกว่า ส่วนในด้านความปลอดภัย การที่มีจำนวนไฟฟ้าส่องสว่างน้อย ผู้ตอบแบบสอบถามใน Bapuและ Nagar รู้สึกว่ามีความปลอดภัยน้อยกว่าผู้ตอบแบบสอบถามในพื้นที่ถนน CG ซึ่งเป็นย่านเศรษฐกิจ

Gota et al. (2010) ได้สำรวจดัชนีการเดินของเมืองต่างๆ ในทวีปเอเชีย โดยยึดเกณฑ์การประเมินของ Krembeck (2006) แต่การศึกษานี้ไม่รวมขั้นตอนการนับจำนวนผู้คนเดินเท้าที่เดินผ่านไปมาในช่วงเวลาที่สำรวจและความยาวของเส้นทางที่สำรวจ โดยให้เหตุผลว่าวิธีการนี้อาจมีจุดบกพร่องคือ ผู้คนที่เดินอาจให้ข้อมูลที่มีอคติโดยไม่รู้ตัวหากต้องเดินเป็นระยะทางยาว ยกตัวอย่างเช่น เส้นทางที่มีโครงสร้างพื้นฐานอย่างเพียงพอและมีการเดินหนาแน่นมากไม่ควรได้รับการประเมินที่สูงกว่าเส้นทางที่มีโครงสร้างพื้นฐานอย่างเพียงพอแต่มีความหนาแน่นในการเดินน้อย การใช้ประโยชน์ในตัวเองไม่ควรนำมาใช้เป็นตัวแปรในการประเมิน นอกจากนี้ทาง Gota et al. (2010) ได้เสนอน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรที่ใช้ในการประเมินแต่ละตัวไว้ด้วย

Hung et al. (2010) ได้ประเมินค่าดัชนีการเดินในฮ่องกง ตามวิธีการของ Krembeck (2006) และGota et al. (2010) ผลการศึกษาพบว่าผู้ตอบแบบสอบมากกว่าครึ่งมีความพอใจกับสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินเท้าที่มีอยู่ในเมือง ส่วนผู้ที่ไม่พอใจต้องการให้ปรับปรุงไฟฟ้าส่องสว่าง ความสะอาด เพิ่มความกว้างของทางเท้า ลดปริมาณการจราจรและความเร็วบนท้องถนน กำจัดอุปสรรคในเส้นทางเท้าและเพิ่มจุดข้ามถนน รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการ

จากการศึกษาค่าดัชนีการเดินข้างต้นยังเป็นที่สงสัยถึงความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกันจากทัศนคติของกลุ่มตัวอย่าง Manaugh and El-Geneidy (2011) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความรู้สึกของผู้คนในการตอบแบบสอบถามในพื้นที่ต่างกันว่ามีการตอบสนองที่ต่างกันหรือไม่ โดยการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลการเดินทางออกจากบ้านของประชาชนในเมืองมอนทรีออล ซึ่งสำรวจจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง ทดสอบความสัมพันธ์ของคะแนนการเดินจากบ้านไปสถานที่ต่างๆในขณะที่มีการควบคุมพฤติกรรมการเดินของแต่ละบุคคล ลักษณะของครัวเรือนและรูปแบบการเดินทาง จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มให้มีความผสมผสานกัน ผลการศึกษาพบว่าการเดินทางทั่วไปที่ไม่ใช่การเดินทางเพื่อไปทำงานจะมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีการเดินที่สูงมากที่สุด และครัวเรือนที่มีทางเลือกในการเดินทางจะมีความอ่อนไหวในการเลือกมากกว่า กล่าวคือ จะเลือกรูปแบบการเดินทางที่หลากหลายมากกว่าครอบครัวที่มีทางเลือกน้อยกว่า จากการศึกษาครั้งนั้นสามารถสรุปได้ว่าดัชนีการเดินไม่มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเดินทางของแต่ละครัวเรือน

Cerin el at. (2007) ได้ศึกษาความน่าเชื่อถือและการสอบเทียบการรับรู้และเข้าใจในการเดินทางด้วยวิธีการเดินของประชาชนในฮ่องกง โดย ทำการศึกษาด้วยข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 124 ตัวอย่างซึ่งอยู่ในวัยทำงานที่ได้รับการคัดเลือกจากสถานที่แตกต่างกันในด้านความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยและการเชื่อมต่อของโครงข่ายถนนและมีการแบ่งตามระดับต้นทุนทางสังคม ผลการศึกษาที่ได้ พบว่า ผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตที่มีบ้านพักหนาแน่นจะมีปริมาณการเดินมาก แต่ว่าการใช้พื้นที่โครงข่ายถนน โครงสร้างพื้นฐานและความปลอดภัยในการเดินกลับอยู่ในระดับต่ำ ขณะที่ผู้มีรายได้สูงจะชอบเดินเท้าเฉพาะการพักผ่อนหย่อนใจในที่ที่มีการจราจรเบาบางและอาชญากรรมน้อย

การศึกษาระดับการให้บริการของทางเท้านั้นยังสามารถนำไปศึกษาหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อระดับการให้บริการของทางเท้าได้ด้วย โดย Wei et al. (2007) ได้ศึกษาวิธีการประเมินระดับให้บริการของทางเท้าโดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกของคนเดินเท้ากับสภาพถนน สิ่งอำนวยความสะดวกทางกายภาพและการจัดการจราจรด้วยวิธีการประเมินผลทางสถิติได้ใช้โปรแกรม SPSS ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้บริการของทางเท้า สามารถนำไปสร้างเป็นแบบจำลองความถดถอย (Regression Model) เพื่อหาความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยที่มีผลกับระดับการให้บริการของทางเท้า ผลการศึกษาพบว่าปริมาณรถจักรยาน ปริมาณยานพาหนะ ปริมาณคนเดินเท้า การเข้าออกของยานพาหนะที่ขวางทางเท้า และระยะทางระหว่างทางเท้ากับถนนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้บริการคนเดินเท้าอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าดัชนีการเดินสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายเช่น การวางแผน Gallimore et al. (2011) ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเดินระหว่างเมืองที่วางรูปแบบผังเมืองแบบทั่วไปกับเมืองที่วางรูปแบบเมืองเป็นแบบบล็อก โดยได้ประเมินความสัมพันธ์ของการรับรู้ของการเดินและกิจกรรมการเดิน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างนักเรียนออกเป็น 5 ระดับขั้น จาก 3 ชุมชน ซึ่งศึกษาอยู่ในโรงเรียน 2 แห่ง ในเมืองใหม่ต้นแบบซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างชุมชนชานเมืองกับแหล่งเก็บสินค้า จากการตรวจสอบกิจกรรมในการเดินพบว่าเมืองใหม่ที่จัดรูปแบบผังเมืองแบบบล็อก มีความปลอดภัยในการจราจรมากกว่า ปลอดภัยจากอาชญากรรมมากขึ้น มีความหนาแน่นและความหลากหลายที่เหมาะสมเป็นที่น่าพอใจมากกว่า และเส้นทางของเมืองใหม่ จะดีกว่าในด้านของความปลอดภัยในการจราจรและการเข้าถึง อย่างไรก็ตามชานเมืองแบบเดิมจะมีความหนาแน่นที่มากกว่า ส่วนความสัมพันธ์ของผู้อยู่อาศัย ผู้ปกครองและเด็กสามารถรับรู้ได้ว่าเส้นทางของผังเมืองใหม่มีความเหมาะสมมากว่าเส้นทางแบบเดิม การออกแบบเส้นทางที่ระบุการใช้งานที่ชัดเจนทำให้เด็กรู้สึกว่ามีความปลอดภัยในการเดินมากขึ้น นอกจากนี้เส้นทางของผังเมืองใหม่ที่จะมีเส้นทางซึ่งมุ่งหน้าสู่โรงเรียนโดยตรงทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น

การเดินยังเป็นวิธีหนึ่งของการออกกำลังกายที่ได้ประโยชน์ การทราบค่าปริมาณการเดินในแต่ละวันยังสามารถนำไปศึกษาต่อในเชิงสาธารณะสุขได้ โดย Frank et al. (2005) ได้ศึกษาผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่มีผลต่อกิจกรรมการเดินทางตามวัตถุประสงค์ในพื้นที่เขตเมือง ในการศึกษามีการใช้ระบบ GIS ในการเก็บข้อมูลการใช้ที่ดิน ความหนาแน่นของบ้านเรือนและการเชื่อมต่อของโครงข่ายถนน และทำการวัดร่วมกับค่าดัชนีของกิจกรรมการเดินด้วย การเก็บข้อมูลได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใหญ่ 357 คน ผลการศึกษาที่ได้จากการสำรวจการใช้ที่ดิน ความหนาแน่นของบ้านเรือน และความหนาแน่นบริเวณทางแยกมีความสัมพันธ์กับจำนวนเวลาของกิจกรรมทั่วไปที่ทำในแต่ละวัน นอกจากนี้พบว่า 37% ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าดัชนีกิจกรรมการเดินที่สูงมาก คือ 30 นาที/วัน ซึ่งเป็นค่าที่แนะนำ และมี 18% ที่มีค่าดัชนีการเดินที่น้อยและพบว่าผู้ที่มีกิจกรรมการเดินมากมีแนวโน้มที่จะทำกิจกรรมทั่วไปมากกว่าผู้ที่เดินน้อยกว่า 30 นาที/วัน ถึง 2.4 เท่า

การสำรวจดัชนีการเดิน ส่วนใหญ่นิยมนำข้อมูลมาตรฐานอ้างอิงมาจาก www.walkscore.com ซึ่งเป็นเว็บไซท์ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทำ walk score และวิธีการประเมินคะแนนต่างๆ Dustin et al. (2012) ได้ตรวจสอบความถูกต้องของ walk score และ transit score ของเว็บไซท์ข้างต้น โดยประยุกต์ข้อมูลที่ได้จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

(GIS) เพื่อวัดกิจกรรมการเดินของประชาชนและความพร้อมของระบบขนส่งสาธารณะ โดยแบ่งพื้นที่สำรวจเป็นโครงข่ายถนนขนาด 400 เมตร และ 800 เมตร และใช้ข้อมูลที่ได้จากนักเรียนและผู้ปกครองจำนวน 1,292 ตัวอย่าง ข้อมูล GIS ถูกนำมาใช้วัดวัตถุประสงค์ในกิจกรรมการเดินที่หลากหลายของครัวเรือนและความพร้อมของระบบขนส่งสาธารณะ นอกจากนี้ Dustin et al. (2012) ยังได้คำนวณสหสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเดินกับระบบขนส่งสาธารณะในเชิงพื้นที่ พบว่า walk score มีนัยสำคัญกับพื้นที่ 400 เมตร ในขณะที่ transit score จะมีนัยสำคัญกับพื้นที่ขนาด 800 เมตร การศึกษานี้ให้ข้อสังเกตว่า walk score นั้นให้ผลที่แม่นยำดีในด้านเครื่องมือที่ใช้ประเมินสิ่งอำนวยความสะดวกสบายในการเดินของชุมชนและความพร้อมของระบบขนส่งสาธารณะ เช่น ความหนาแน่นของร้านค้าปลีก ความหนาแน่นของสถานกีฬาและพื้นที่เปิดโล่ง ความหนาแน่นของทางแยก ความหนาแน่นของครัวเรือน และความถี่ของจุดขึ้นรถไฟใต้ดิน อย่างไรก็ตาม walk score จะมีความเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีขนาดกว้างมากกว่า

จากวิธีการหลากหลายเพื่อประเมินการเดิน ดังที่กล่าวไปแล้ว ซึ่งใช้วิธีการที่แตกต่างกันออกไปเกี่ยวกับการประเมินเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ ทั้งวิธีการสุ่มตัวอย่างและการให้คะแนน ยกตัวอย่างเช่น Ministry of Urban Development (2009) ของอินเดียใช้ค่าดัชนีการเดินที่เป็นตัวบอกถึงความพร้อมของทางเท้าและระดับสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินเท้า MOUD ได้ทำการประเมินโครงสร้างพื้นฐานของเมือง ในการประเมินโดยใช้ตัวชี้วัด 3 อย่าง ได้แก่ 1) ระยะเวลาที่ต้องรอสัญญาณไฟเพื่อข้ามถนนของคนเดินเท้า(วินาที/คน) 2) ระดับของไฟส่องสว่างบนถนนและสัดส่วนของทางเท้าที่มีความกว้างมากกว่า 1.2 เมตร ที่มีอยู่ในเมืองนั้นๆ ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือ ยังมีความยุ่งยากในการประเมินตัวแปรที่จำเป็นอื่นๆ เช่น ในด้านความปลอดภัยจากอาชญากรรม ความปลอดภัยในการข้ามถนน ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านโครงสร้างพื้นฐานสำหรับผู้พิการ ฯลฯ

ในขณะที่การประเมินเส้นทางเท้า www.walkscore.com จะขึ้นอยู่กับระยะทางจากจุดที่ต้องการศึกษาไปสู่สิ่งอำนวยความสะดวกร้านค้าใกล้เคียง โดยใช้เป็นระบบการให้คะแนน คือไม่สนใจจำนวนของรถยนต์และพิจารณาถึงความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดิน แม้ว่าวิธีการของ www.walkscore.com จะง่าย แต่วิธีการนี้ไม่ได้ประเมินคุณภาพของสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ความกว้างของทางเท้า ความเรียบของทางเท้า การออกแบบการจราจร ความปลอดภัยจากอาชญากรรมและความปลอดภัยในการข้ามถนน ซึ่งจะทำให้ในบางพื้นที่มีคะแนนที่สูงถ้ามีการประเมินโดยใช้วิธีนี้

สุดท้ายวิธีการที่ง่ายที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ "Global Walkability Index" ที่พัฒนาขึ้นโดย H. Krambeckและนำไปใช้กับเมืองต่างๆในทวีปเอเชียโดย CAI–Asia มีการวิเคราะห์คุณภาพในการเดินทั้งด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการเดิน การสำรวจการเดินทำการสำรวจภาคสนามใน 4 พื้นที่ ประกอบด้วย ย่านการค้า ย่านที่อยู่อาศัย แหล่งสถานศึกษา และจุดศูนย์กลางการคมนาคมขนส่ง การสำรวจยังระบุถึงความพึงพอใจของคนเดินเท้า การวิเคราะห์นโยบายของภาครัฐและการวางระบบของหน่วยงานเป็นการประเมินด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ การประเมินนั้นครอบคลุมถึงค่าพารามิเตอร์สำคัญที่หลากหลาย จะให้ข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงและเห็นภาพได้ง่าย ซึ่งจะแสดงถึงสภาพแวดล้อมการเดินในปัจจุบัน และระบุพื้นที่ที่ต้องมีการปรับปรุงได้ชัดเจน

3. วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาของงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย การอธิบายขอบเขตและลักษณะพื้นที่ศึกษา การประเมินความสามารถในการเดินและการสำรวจพฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) วิทยาเขตหาดใหญ่ มีพื้นที่รวมประมาณ 1.1ตารางกิโลเมตร มีความยาวโครงข่ายถนนทั้งหมดประมาณ 38 กิโลเมตร และมีความยาวโครงข่ายทางเท้าทั้งหมดประมาณ 12.1กิโลเมตร โครงข่ายทางเท้าที่พิจารณาในการศึกษาแบ่งเป็น 3 แบบ (รูปที่ 2) คือ 1)ทางเท้าปูพื้นผิวมีหลังคาคลุม 2)ทางเท้าปูพื้นผิวไม่มีหลังคาคลุม 3)ทางเท้าระดับเดียวกับถนน ทั้งนี้ไม่พิจารณาทางลัดผ่าน

1) 2) 3)

รูปที่ 2 รูปแบบทางเท้าที่พิจารณาในการศึกษา

3.2 การประเมินความสามารถในการเดิน

3.2.1 ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ความสามารถในการเดิน

ในการประเมินสภาพที่เอื้อต่อการเดินจะใช้ระบบประเมินค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในเชิงคุณภาพ (Krembeck, 2006) การประเมินเส้นทางจะทำให้ได้ภาพรวมที่บ่งบอกถึงสภาวะที่เป็นอยู่ได้ชัดเจนขึ้นเพื่อการออกแบบและปรับปรุงสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเดินยิ่งขึ้น ไปคำอธิบายความหมายของตัวแปรที่ใช้ประเมินแสดงดังตารางที่2

ตารางที่2ตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบและคำอธิบายความหมาย

ลำดับที่	ตัวแปร	คำอธิบาย
1	ความต่อเนื่องของทางเท้า	มีการปะปนระหว่างคนเดินเท้ากับการขนส่งรูปแบบอื่นบนถนน
2	ความพร้อมของทางข้าม	มีจุดข้ามถนนเพียงพอกับความต้องการเป็นการป้องกันอันตรายกับคนเดินเท้าที่ไม่ระมัดระวังข้ามถนนนอกจุดที่กำหนด
3	สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการเดิน	ความสะอาดเป็นที่พอใจและมีความสะดวกสบายสำหรับคนเดินเท้า
4	พฤติกรรมของผู้ขับขี่	พฤติกรรมของผู้ขับรถที่มีต่อคนเดินเท้าเช่นการหยุดให้ทาง
5	การข้ามถนน	เมื่อต้องการข้ามถนนเวลาที่ใช้ในการรอคอยและข้ามถนนรวมถึงเวลาที่ให้คนเดินเท้าข้ามถนนบริเวณทางแยก(ไฟแดง)
6	สิ่งอำนวยความสะดวกทั่วไป	ความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินเท้าเช่นม้านั่งไฟถนนห้องน้ำสาธารณะซึ่งจะช่วยเพิ่มความน่าดึงดูดใจและความสะดวกสบายของการเดินให้กับบริเวณโดยรอบ
7	สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการ	ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับผู้พิการและการวางตำแหน่งที่เหมาะสม
8	สิ่งกีดขวาง (ทั้งแบบถาวรและชั่วคราว)	การมีสิ่งกีดขวางทั้งถาวรและชั่วคราวบนทางเท้าที่ส่งผลกระทบต่อความกว้างของทางเท้าทำให้ประสิทธิภาพในการเดินลดลงเกิดความไม่สะดวกกับคนเดินเท้า
9	ความปลอดภัยจากอาชญากรรม	ความรู้สึกทั่วไปของการรักษาความปลอดภัยจากอาชญากรรมตลอดช่วงถนน

ที่มา: Krembeck (2006)

การประเมินในพื้นที่ศึกษาจะแบ่งระดับการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับตั้งแต่ 1 (ต่ำที่สุด) ถึง 5 (สูงที่สุด) โดยผลการสำรวจจะนำมาแสดงผลในรูปแบบของค่าดัชนีซึ่งจะแสดงความละเอียดในระดับทศนิยม 1 ตำแหน่งหรือรูปแบบระบบการให้คะแนนจาก 0 (คะแนนต่ำสุด) ถึง 100 (คะแนนสูงสุด)

3.2.2 การคำนวณค่าดัชนีความสามารถในการเดิน

การสำรวจค่าดัชนีการเดินเป็นการสำรวจที่ใช้ข้อมูลที่ได้จากคนในพื้นที่นั้นซึ่งแต่ละพื้นที่จะให้ความสำคัญในการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานทางเท้าและสิ่งอำนวยความสะดวกที่แตกต่างกันไปการใช้ข้อมูลเชิงลึกที่ได้จากการสัมภาษณ์คนเดินเท้าจะต้องพิจารณาตามลำดับความสำคัญของตัวแปรต่างๆในการเดิน

การให้ระดับน้ำหนักของตัวแปรจะช่วยให้การวางแผนระบุสิ่งที่ต้องการปรับปรุงได้ง่ายขึ้นพื้นที่ที่มีสภาพที่ดีอยู่แล้วก็จะปรับปรุงในส่วนที่ด้อยอยู่ส่วนพื้นที่ไหนที่ยังไม่พัฒนาก็ต้องทำการพัฒนาในทุกด้านหรือเฉพาะด้านตามความจำเป็นของพื้นที่นั้นแต่วิธีนี้ก็ไม่เป็นแน่ชัดว่าควรจะให้น้ำหนักกับตัวแปรแต่ละตัวว่าควรมีระดับน้ำหนักเท่าไรขึ้นอยู่กับผู้ประเมินค่าน้ำหนักการให้คะแนนในแต่ละตัวแปรแสดงดังตารางที่3

ตารางที่ 3 การแบ่งสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของตัวแปร

ลำดับที่	ตัวแปร	ระดับน้ำหนัก(%)
1	ความต่อเนื่องของทางเท้า	15
2	ความพร้อมของทางข้าม	5
3	การบำรุงรักษาและความสะอาด	10
4	พฤติกรรมของผู้ขับขี่	10
5	การข้ามถนน	10
6	สิ่งอำนวยความสะดวกทั่วไป	5
7	สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการ	10
8	สิ่งกีดขวาง (ทั้งแบบถาวรและชั่วคราว)	10
9	ความปลอดภัยจากอาชญากรรม	25

ที่มา: CAI-Asia (2010)

3.3 การสำรวจพฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดิน

คณะผู้วิจัยสำรวจข้อมูลพฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดินด้วยแบบสอบถามที่จัดทำขึ้นโดยแบ่งข้อคำถามเป็น3ส่วนคือส่วนที่1เป็นการสอบถามข้อมูลพฤติกรรมการเดิน เช่น จุดทางและจุดปลายทางเส้นทางเดินประจำ เวลาในการเดิน ความถี่ในการเดิน ส่วนที่ 2 เป็นการสอบถามทัศนคติต่อความสะดวกในการเดินโดยนำ 9 ปัจจัย (ดังตารางที่ 3) มาเป็นปัจจัยในการพิจารณา (รายละเอียดของปัจจัยอธิบายในหัวข้อถัดไป) และส่วนที่ 3 เป็นการสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การสำรวจได้สุ่มตัวอย่างนักศึกษาบุคลากรและบุคคลทั่วไปจำนวน 100ตัวอย่าง(ตัวอย่างดังรูปที่ 3)เพื่อศึกษาถึงข้อมูลพฤติกรรมการเดินบนเส้นทางที่เดินประจำและปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเดิน

รูปที่ 3 การสำรวจแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

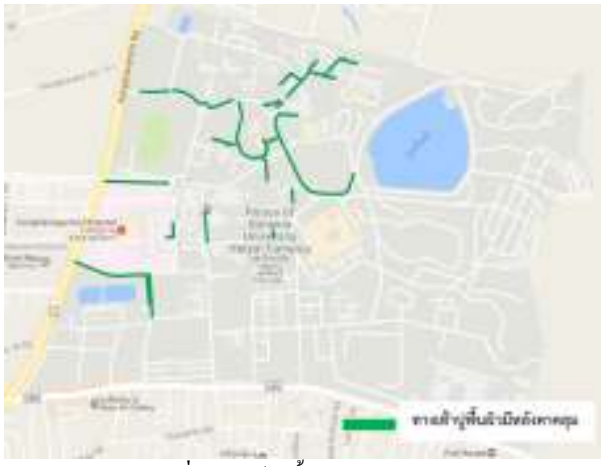
ผลการศึกษาสามารถแบ่งเป็น ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพของทางเท้า ผลการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการเดิน ผลการสำรวจทัศนคติต่อปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเดิน และลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพของทางเท้า

จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพของทางเท้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สามารถแบ่งรูปแบบทางเท้าออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) ทางเท้าปูพื้นผิวมีหลังคาคลุม 2) ทางเท้าปูพื้นผิวไม่มีหลังคาคลุม 3) ทางเท้าระดับเดียวกับถนน ซึ่งได้นำข้อมูลข้างต้นไปจัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Google My Maps)ดังรูปที่4

รูปที่ 4 ทางเท้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จากการสำรวจโครงข่ายทางเท้า พบว่า ทางเท้าปูพื้นผิวมีหลังคาคลุม มีความยาวทั้งหมดโดยประมาณ 3,100 เมตร (รูปที่ 5) ทางเท้าปูพื้นผิวไม่มีหลังคาคลุม มีความยาวทั้งหมดโดยประมาณ 7,000 เมตร (รูปที่ 6) และทางเท้าระดับเดียวกับถนนมีความยาวทั้งหมดโดยประมาณ 2,000 เมตร (รูปที่ 7)



รูปที่ 5 ทางเท้าปูพื้นผิวมีหลังคาคลุม

รูปที่ 6 ทางเท้าปูพื้นผิวไม่มีหลังคาคลุม

รูปที่ 7 ทางเท้าระดับเดียวกับถนน

จากการสำรวจพื้นที่ศึกษา พบปัญหาทางกายภาพ เช่น 1) รถจอดบนทางเท้าทำให้ทางเท้าไม่มีความต่อเนื่อง 2) หลังคาแตกชำรุดทำให้เกิดอุปสรรคในการเดินช่วงฤดูฝนหรือหลังคาอาจจะร่วงหล่นลงมาได้ 3) ไม่มีทางข้ามม้าลาย และ4) ผิวทางเท้าไม่เรียบ ดังรูปที่ 8

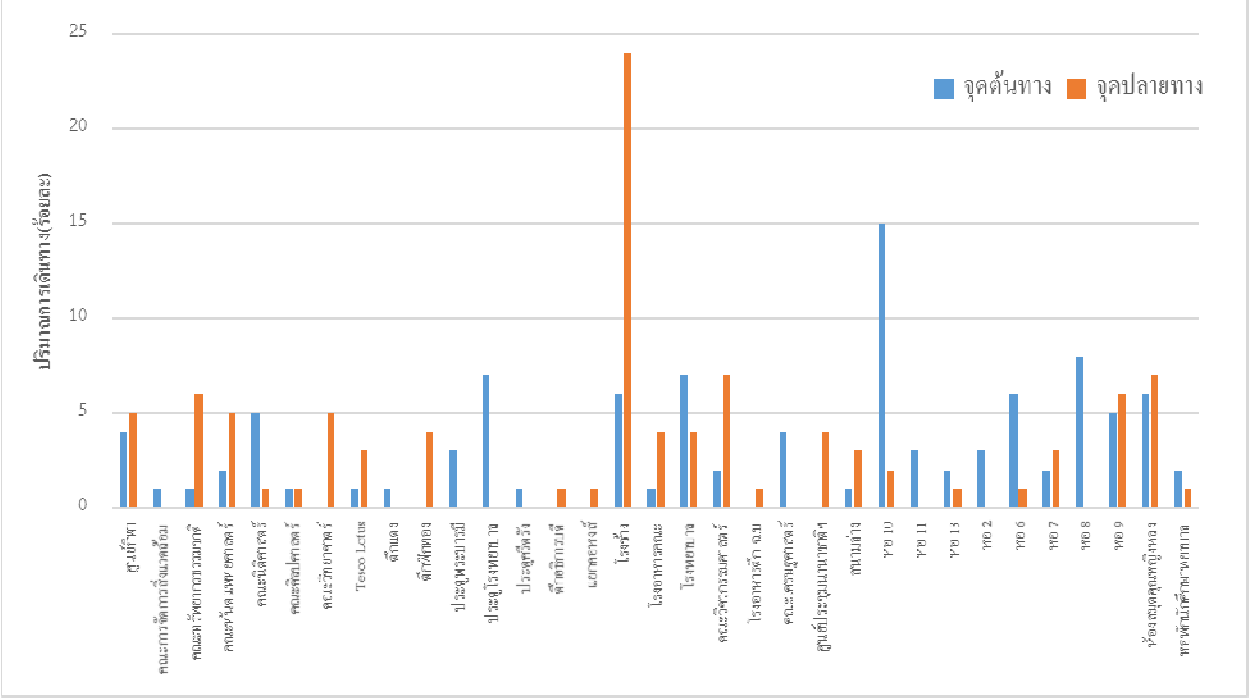
1) 2) 3) 4)

รูปที่ 8 ปัญหากายภาพของทางเท้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จากการสำรวจจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดิน ดังรูปที่ 9 พบว่า ส่วนใหญ่จุดต้นทางการเดินอยู่ในเขตหอพัก เช่น หอ 10 (ร้อยละ 15) หอ 8 (ร้อยละ 8) ตามลำดับ รองลงมา คือ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ คิดเป็นร้อยละ 7

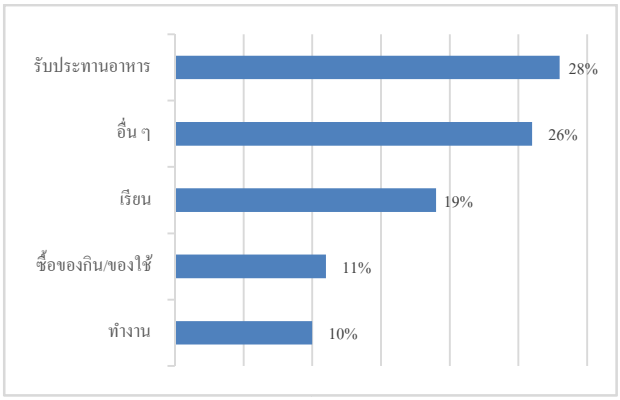
ส่วนจุดปลายทางการเดิน คือ โรงช้าง (ร้อยละ 24) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่นิยมของนักศึกษาเพราะมีทั้งร้านอาหารมากมาย

4.2 ผลการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการเดิน



รูปที่ 9 จุดต้นทางและปลายทางการเดิน

จากสัดส่วนของจุดต้นทางปลายทาง โรงช้างเป็นพื้นที่ที่มีคนนิยมไปมากถึงร้อยละ 24 (รูปที่ 9) ซึ่งจากที่คณะวิจัยได้สอบถามพบว่าจุดประสงค์การเดิน คือ เพื่อไปรับประทานอาหาร (ร้อยละ 28) ส่วนอันดับสอง คือ อื่น ๆ เช่น เพื่อไปหาหมอที่โรงพยาบาล เพื่อไปอ่านหนังสือที่ห้องสมุด เพื่อไปแข่งกีฬาที่ศูนย์กีฬา (ร้อยละ 26) อันดับสาม คือ เพื่อไปเรียนที่คณะต่าง ๆ เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์คณะทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ เป็นต้น ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 วัตถุประสงค์การเดิน

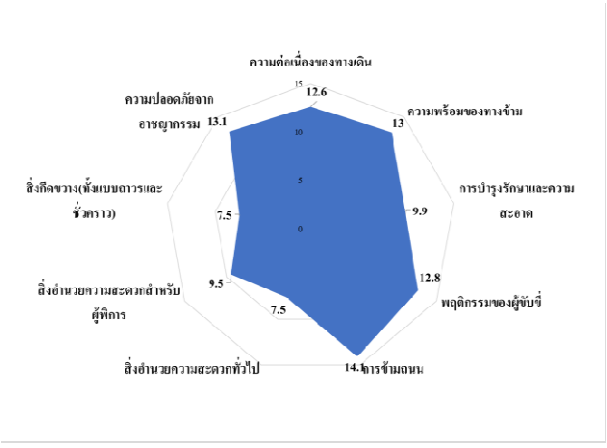
จากการสอบถามข้อมูลพฤติกรรมการเดินของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา พบว่า เวลาเฉลี่ยในการเดิน เท่ากับ 9.54 นาที ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.47 นาที และความถี่ในการเดิน เท่ากับ 1.31 ครั้ง/วัน ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.39 ครั้ง/วัน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการสำรวจเวลาและความถี่ในการเดิน

	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เวลาในการเดิน	9.54 นาที	5.47 นาที
ความถี่ในการเดิน	1.31 ครั้ง/วัน	1.39 ครั้ง/วัน

4.3 ผลการสำรวจทัศนคติต่อปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเดิน

จากการสำรวจทัศนคติต่อปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเดินของกลุ่มตัวอย่าง (ดังรูปที่ 11) พบว่า ด้านการข้ามถนน มีอัตราส่วนที่มากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 14.1 รองลงมาคือ ด้านความปลอดภัยจากอาชญากรรม คิดเป็นร้อยละ 13.1 ความพร้อมของทางข้าม พฤติกรรมของผู้ขับขี่ ความต่อเนื่องของทางเท้า การบำรุงรักษาและความสะอาด สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการ คิดเป็นร้อยละ 13 12.8 12.6 9.9 9.5 ตามลำดับ และสุดท้ายปัจจัยด้านสิ่งอำนวยความสะดวกทั่วไปและด้านสิ่งกีดขวาง(ทั้งแบบถาวรและชั่วคราว) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยที่สุดสำหรับการเดิน เพียงแค่ร้อยละ 7.5 ทั้งสองปัจจัย ซึ่งโดยภาพรวมพบว่าปัจจัยด้านความปลอดภัยของคนเดินเท้าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของคนเดินเท้า



รูปที่ 11 ร้อยละของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเดิน

4.4 ลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสุ่มสัมภาษณ์แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างนักเรียน-นักศึกษา บุคลากร ม.อ. และบุคคลทั่วไป จำนวน 100 ตัวอย่าง สามารถสรุปลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย และเพศหญิง ในสัดส่วนร้อยละ27 และ 73 ตามลำดับส่วนใหญ่ (ร้อยละ50) อยู่ในช่วงน้อยกว่า 20 ปีรองลงมาคือช่วง 21-30 ปี (ร้อยละ30) และอื่นๆ (ร้อยละ20)ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะ		สัดส่วน
เพศ	ชาย	27%
	หญิง	73%
ความบกพร่องทางร่างกาย	ไม่มี	84%
	เดินไม่ได้	16%
อายุ	< 20ปี	50%
	21-30 ปี	30%
	31-40 ปี	17%
	41-50 ปี	3%
อาชีพ	มัธยมต้น	13%
	มัธยมปลาย	9%
	นักศึกษาปริญญาตรี ปี 1	11%
	นักศึกษาปริญญาตรี ปี 2	12%
	นักศึกษาปริญญาตรี ปี 3	11%
	นักศึกษาปริญญาตรี ปี 4	6%
	สูงกว่า ปี 4	2%
	นักศึกษาปริญญาโท	2%
	บุคลากร ม.อ.	7%
	บุคคลทั่วไป	27%
ยานพาหนะที่ใช้ประจำ	ไม่มี	16%
	จักรยาน	14%
	จักรยานยนต์	37%
	รถยนต์	19%
	รถเข็นผู้พิการ	14%

ในส่วนของความบกพร่องทางร่างกาย พบว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ84 ไม่มีความบกพร่องทางร่างกาย และผู้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถเดินได้ คิดเป็นร้อยละ 16 สำหรับยานพาหนะที่ใช้ประจำ พบว่า อันดับหนึ่งคือ จักรยานยนต์ (ร้อยละ 31) อันดับสอง คือ รถยนต์ (ร้อยละ 19)อันดับสาม คือ ไม่มียานพาหนะ (ร้อยละ 16) อันดับสี่ คือ จักรยานและรถเข็นผู้พิการ (ร้อยละ 14 เท่ากัน)

6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายทางเท้า พฤติกรรมการเดินและปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเดินภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จากผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายทางเท้า พบว่า โครงข่ายทางเท้ามีความยาวโดยรวมประมาณ 12.1 กิโลเมตร ซึ่งยังไม่ครอบคลุมทั้งพื้นที่ของมหาวิทยาลัย และยังมีปัญหาด้านกายภาพทั้งด้านความสะดวกสบายของการเดินและความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ส่วนผลจากการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการเดิน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการเดินทางไปยังโซนศูนย์อาหาร คือ โรงช้าง และโซนหอพัก คณะผู้วิจัยยังได้สำรวจ

ทัศนคติต่อปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเดิน พบว่า ปัจจัยด้านความปลอดภัยของคนเดินเท้า ประกอบด้วย การข้ามถนนอย่างปลอดภัย ความปลอดภัยจากอาชญากรรม ความพร้อมของทางข้าม และพฤติกรรมของผู้ขับขี่ เป็นปัจจัยที่คนเดินเท้าให้ความสำคัญที่สุดต่อการเดิน ดังนั้นคณะผู้วิจัยเห็นควรเสนอให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานให้มีความปลอดภัยและสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น สำหรับการศึกษาในอนาคตควรมีการพิจารณาทางลัดผ่านซึ่งปัจจุบันยังมีผู้ใช้งานบางส่วนใช้เส้นทางนี้อยู่ประจำและควรวิเคราะห์ปัจจัยสำหรับการเดินแยกแต่ละเส้นทาง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานที่ดียิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี และผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาศิษย์ก้นกุฏิ ประจำปีงบประมาณ2558

เอกสารอ้างอิง

[1] ฉัตรดนัยเลือดสกุล. 2555. การศึกษาค่าดัชนีการเดินเท้า: กรณีศึกษาภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[2] Cerin, E., Macfarlane, D. J., Ko, H. H., & Chan, K.C. A. (2007). Measuring perceived neighbourhood walkability in Hong Kong. Cities. 24(3), 209-217.

[3] Frank, L., Schmid, T., Sallis, J., Chapman, J., &Sealens, B. (2005). Linking Objectively Measured Physical Activity with Objectively Measured Urban Form Findings from SMARTRAQ. American Journal of Preventive Medicine 28, 117-125.

[4] Gallimore, J. M., Brown, B. B., & Werner, C. M. (2011). Walking routes to school in new urban and suburban neighborhoods: An environmental walkability analysis of blocks and routes. Journal of Environmental Psychology, 31(2), 184-191.

[5] Gota, S., Fabian, H., Mejia, A., &Punte, S. (2010). Walkability Surveys in Asian Cities. Clean Air Initiative for Asian Cities (CAI-Asia).

[6] Hung, W. T., Manandhar, A., &Ranasinghege, S. A. (2010). A Walkability Survey in Hong Kong. Social Research in Transport (SORT) Clearinghouse.

[7] Krembeck, V. H. (2006). The Global Walkability Index. Master, Massachasetts Institute of Technology, MIT Libraries.

[8] Manaugh, K., & El-Geneidy, A. (2011). Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? Transportation Research Part D: Transport and Environment, 16(4), 309-315.

[9] Ministry of Urban Development. (2009). Study on Traffic andTransportation Policies andStrategies in Urban Areas in India Retrieved fromhttp://www.urbanindia.nic.in/programme/ut/final_ Report.pdf

[10] Walk Score. (2011). Walk Score Methodology. Retrieved from http://www2.walkscore.com/pdf/WS-Phoenix-TOD.pdf

[11] Wei, W., Dandan, T., Jian, L., & Yang, B. (2007). Research on Methods of Assessing Pedestrian Level of Service for Sidewalk. Journal of Transportation System Engineering and Information Technology, Volume 7, Issue 5, 74-79.

การปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยน้ำยางพาราธรรมชาติ

Improving Properties of Asphalt Concrete with Natural Rubber Latex

หมายเลขบทความ: AYRF2017-032TH

ปรเมษฐ หอมหวล[1], สราวุท จริตงาม[1],โอภาส สมใจนึก[2]

ParametHomhoul, SaravutJaritngam, OpasSomchainuek

[1]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail: paramet_jojoe@hotmail.com

[2]สำนักทางหลวงที่ 18 สงขลา

ระบบการขนส่งถือเป็นสิ่งที่สำคัญที่สร้างความเจริญเติบโตให้กับประเทศ ซึ่งระบบขนส่งที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายสะดวกก็คงหนีไม่พ้นการขนส่งทางบกโดยการใช้รถใช้ถนนในการขนส่ง เมื่อมีการขนส่งเพิ่มมากขึ้นการใช้รถใช้ถนนก็เพิ่มมากขึ้นตามลำดับทำให้ถนนที่ใช้เกิดการชำรุดทรุดโทรมตามสภาพการใช้งาน ดังนั้นจึงได้มีการนำน้ำยางพาราธรรมชาติมาใช้เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะนำน้ำยางพาราธรรมชาติมาใช้ผสมกับแอสฟัลต์ให้มากที่สุดเพื่อหวังที่จะเป็นการลดปริมาณการใช้แอสฟัลต์ โดยกำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างแอสฟัลต์กับน้ำยางพาราธรรมชาติ 100:0 , 95:5 , 90:10 , 85:15 , 80:20 ตามลำดับ แล้วนำมาทำการทดสอบเปรียบเทียบ ค่าเพนิเทรชัน ค่าจุดอ่อนตัว ค่าร้อยละการหลุดลอก ค่าความยืดตัวค่าเสถียรภาพโดยวิธีมาร์แชลล์ และ ค่าความต้านทานการลื่นไถล ซึ่งจากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการข้างต้นนั้น อัตราส่วนที่มากที่สุดที่สามรถนำน้ำยางพาราธรรมชาติมาผสมกับแอสฟัลต์นั้นอยู่ที่อัตราส่วน 90:10

คำสำคัญ:น้ำยางพาราธรรมชาติ , แอสฟัลต์

Abstract

Transportation is important factor to develop the country. The transportation that easy to access is land transportation by using vehicle. The increasing of road using due to the increasing of transport affects to defect of the road. It has using of Natural Rubber Latex to improve the Engineering properties of Asphalt. Objective of study is combination Natural Rubber Latex with Asphalt in the most ratio to reduce using of Asphalt. We set combination ratio of Natural Rubber Latex and Asphalt 100:0 , 95:5 , 90:10 , 85:15 , 80:20 Then compare Penetration test Softening Point test Resistance to Stripping of Aggregates and Binder Ductility test Marshall Apparatus Skid Resistance. The results of the laboratory tests show the maximum ratio of Natural Rubber Latex with Asphalt as 90:10

Keywords: Natural Rubber Latex ,Asphalt

1. คำนำ

ถนนที่นิยมทำการก่อสร้างในประเทศไทยมีสองประเภทซึ่งได้แก่ ถนนคอนกรีต และถนนลาดยางมะตอย ซึ่งถนนสองประเภทนี้มีคุณสมบัติที่ต่างกัน ไม่ว่าจะเป็น อายุการใช้งาน ความแข็งแรงทนทาน รวมถึงราคาการก่อสร้าง ซึ่งถนนในประเทศไทยส่วนใหญ่แล้วล้วนเป็นถนนที่ก่อสร้างจากการลาดยางมะตอยเพราะมีราคาที่ถูกกว่าถนนคอนกรีตแล้ว ซึ่งแม้ว่าอายุการใช้งานของถนนยางมะตอยจะน้อยกว่าแต่การก่อสร้างและการซ่อมบำรุงสามารถทำได้ง่ายกว่าถนนคอนกรีต ซึ่งเมื่อมองถึงสาเหตุของถนนที่เกิดจากการชำรุด ส่วนหนึ่งย่อมมาจากการใช้งานและปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้นทำให้ถนนเกิดการชำรุดส่งผลให้ต้องมีการซ่อมบำรุงถนนลาดยางมะตอยอยู่บ่อยครั้ง จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะนำยางพาราธรรมชาติมาใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์และนำน้ำยางพาราธรรมชาติเข้ามาแทนที่แอสฟัลต์ให้ได้ปริมาณมากที่สุดโดยใช้เกณฑ์ของกรมทางหลวงเป็นตัวควบคุมคุณภาพของแอสฟัลต์ โดยใช้การทดสอบ เปรียบเทียบ ค่าเพนิเทรชัน ค่าจุดอ่อนตัว ค่าร้อยละการหลุดลอก ค่าความยืดตัวค่าเสถียรภาพโดยวิธีมาร์แชลล์ ค่าความต้านทานการลื่นไถล เป็นการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างแอสฟัลต์กับแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพาราธรรมชาติ โดยคาดหวังว่าจะเป็นการเพิ่มความคงทนให้กับแอสฟัลต์และน้ำน้ำยางพาราธรรมชาติมาใช้ให้ได้เยอะที่สุดโดยคุณสมบัติของแอสฟัลต์ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ซึ่งจากปัจจัยดังและความสำคัญดังกล่าวจึงทำให้เกิดแนวคิดการนำน้ำยางพารามาใช้กับงานถนนซึ่งนอกจากจะเป็นการพัฒนาคุณสมบัติของแอสฟัลต์ แล้วยังเป็นการกระตุ้นราคาของน้ำยางพาราทางอ้อมอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของบทความนี้เพื่อคุณสมบัติของแอสฟัลต์ที่ผสมกับน้ำยางพาราธรรมชาติ โดยมีเป้าหมายที่จะใช้น้ำยางพาราธรรมชาติเข้ามาแทนที่แอสฟัลต์ให้มากที่สุดแต่คุณสมบัติทางวิศวกรรมยังอยู่ในมาตรฐานของกรมทางหลวง

3. ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยการปรับปรุงคุณสมบัติของแอสฟัลต์ผสมด้วยน้ำยางพาราธรรมชาตินั้นได้นำมาตรฐานการทดสอบวัสดุของกรมทางหลวงเข้ามาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบ ค่าเพนิเทรชัน ค่าจุดอ่อนตัว ค่าร้อยละการหลุดลอก ค่าความยืดตัวค่าเสถียรภาพโดยวิธีมาร์แชลล์ และ ค่าความต้านทานการลื่นไถล ในการทดสอบคุณสมบัติซึ่งในการทดสอบจะใช้แอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 และน้ำยางพาราที่ใช้ในการทดสอบมาจากศูนย์วิจัยการยาง จังหวัดสงขลา ซึ่งมีปริมาณเนื้อยางร้อยละ 32

4. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิสุทธิ์ ศุกลรัตน์ (2543)ได้ทำการศึกษาและรายงานสถาบันวิจัยยางในอินเดียได้เริ่มทดลองใช้น้ำยางสดผสมแอสฟัลต์ 2% นำมาราดถนนระหว่างเมือง ทรีวานดรัม และโคตายัม โดยทำการราดถนนเป็นระยะทาง 1 กิโลเมตร แล้วทำการเปรียบเทียบกับ ถนนราดแอสฟัลต์ธรรมดา ปรากฏว่า ถนนราดแอสฟัลต์ต้องซ่อมผิวถนนใหม่ในระยะเวลา5 ปีต่อมา และในปีที่ 10 ก็ต้องทำการซ่อมบำรุงอีกครั้งในขณะที่ถนนที่ราดด้วยแอสฟัลต์ผสมยางธรรมชาติ 2%ยังมีสภาพดีโดยไม่ต้องทำการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 14 ปีและได้มีการขยายผลไปทั่วประเทศ ซึ่งจากข้อมูลหลายการทดลองสรุปได้ว่าการผสมยางธรรมชาติยืดอายุถนนได้ไม่ต่ำกว่า 50 % โดยค่าใช้จ่ายในการราดผิวถนนเพิ่มขึ้น 16%เมื่อผสมยางธรรมชาติ 2%กับแอสฟัลต์

พรทิพย์ และคณะ (2546) ได้กล่าวสรุปเกี่ยวกับแอสฟัลต์ผสมยางพาราที่ได้ทำการทดลองในประเทศไทยโดยอัตราส่วนผสมยาง 2 – 3 %กับแอสฟัลต์โดยน้ำหนักเพียงสามารถเพิ่มคุณภาพแอสฟัลต์ให้มีจุดอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นถึง 60°C

ซึ่งปัจจัยสำคัญในการผสมแอสฟัลต์กับยางพารา คือ ความร้อนและเวลาที่ใช้ในการผสมน้ำยางพาราธรรมชาติซึ่งจากข้อมูลการศึกษาทดลองดังกล่าวพบว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์และแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งมีส่วนผสมของยางพาราหรือยางธรรมชาติ มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นหลายประการเมื่อเทียบกับยางแอสฟัลต์AC 60/70

ธีรยุทธ อุดมสินประเสริฐ และคณะ(2556) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 40-50 โดยตัวอย่างที่ใช้ศึกษาทั้งหมดคือตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต จากโรงผสมและตัวอย่างที่เจาะจากงานก่อสร้าง ซึ่งเก็บมาระหว่างการก่อสร้างแปลงทดสอบทางหลวงหมายเลข 352ซึ่งเป็นโครงการบูรณะทางโดยนำวัสดุผิวทางเดิมกลับมาใช้ใหม่โดยใช้ยาง Polymer Modified Asphalt ในชั้นผิวทางและใช้ยาง AC 40-50 และ AC 60-70 ในชั้นรองผิวทางการทดสอบกระทำในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการทดสอบโมดูลัสคืนตัว การทดสอบการแตกร้าวเนื่องจากความล้าแบบให้แรงดึงทางอ้อมและการทดสอบการยุบตัวแบบไดนามิคคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยางAC 40-50 ในงานวิจัยนี้พบว่ามีค่าสอดคล้องกับผลงานวิจัยอื่นที่ทดสอบโดยกรมทางหลวงซึ่งผลแสดงว่าช่วงของแปลงทดสอบที่ชั้นรองผิวทางเป็นวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยางAC 40-50 มีค่าการแอ่นตัวต่ำกว่าและเกิดความเสียหายน้อยกว่าช่วงอื่นในแปลงทดสอบดังนั้นจึงควรมีการนำ AC 40-50 มาใช้ในงานก่อสร้างถนนที่มีปริมาณการจราจรปานกลางถึงมากแทน AC 60-70

กฤษณ์ เจ็ควรรณะ และคณะ(2558) ได้ทำการศึกษาและทดลองการนำน้ำยางพาราธรรมชาติและยางแผ่นรมควันมาปรับคุณสมบัติทางวิศวกรรมในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันกับแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆดังนี้คือ จุดอ่อนตัว จุดวาปไฟ ค่าความหนืด ค่าเพรเนเทชั่น มวลที่เปลี่ยนแปลง และความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรจากผลการทดสอบต่างๆพบว่า การผสมยางพาราข้นอัตราส่วน ร้อยละ 5 และเศษยางแผ่น ร้อยละ 3 ลงในยางแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 ทำให้คุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุเชื่อมประสานดีที่สุดและเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างน้ำยางข้นและยางแผ่น พบว่า การผสมน้ำยางข้นลงในแอสฟัลต์ให้คุณสมบัติของวัสดุเชื่อมประสานที่ดีกว่าการผสมยางแผ่น อย่างไรก็ตามกระบวนในการผสมน้ำยางข้นนั้นทำได้ยากกว่าการผสมยางแผ่น เนื่องจากมีการเกิดฟองพวยพุ่งเมื่อได้รับความร้อนในขั้นตอนการผลิตวัสดุเชื่อมประสานอาจทำให้ผู้ทำการผสมเกิดอันตรายจากฟองที่พวยพุ่งนี้ได้

ปรเมษฐ หอมหวลและคณะ(2559) ได้ทำการนำน้ำยางพาราธรรมชาติมาผสมกับแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70ซึ่งได้แบ่งเป็นอัตราส่วนที่ใช้ในการผสมได้แก่ 100:0 , 95:5 , 90:0 , 85:15 , 80,20 , 75:25 และ 70:30 โดยทำการทดสอบหาค่าเพรนิเทชัน ค่าจุดอ่อนตัว และค่าร้อยละการหลุดลอก ซึ่งผลการทดสอบค่าน้ำยางพาราธรรมชาติที่ผสมกับแอสฟัลต์AC60/70 จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิสำหรับค่าจุดอ่อนตัวและทำให้ค่าร้อยละของการหลุดลอกอยู่ในระดับดีกว่าแอสฟัลต์AC 60/70 ที่ไม่ผสมน้ำยางพาราธรรมชาติแต่ในอัตราส่วนที่ผสมตั้งแต่85:15 นั้นกำลังที่ใช้ดึงวัสดุให้หลุดออกนั้นง่ายกว่าปกติ ซึ่งอาจจะส่งผลต่อกำลังของวัสดุแอสฟัลต์ที่ผสมกับมวลรวมในการก่อสร้าง ซึ่งจากการทดสอบดังกล่าว อัตราส่วนของน้ำยางพาราธรรมชาติที่มาผสมกับแอสฟัลต์นั้นควรไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

5. วิธีการศึกษา

5.1 อัตราส่วนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

ในการทดสอบหาคุณสมบัติของแอสฟัลต์ AC 60/70 ได้กำหนดอัตราส่วนผสมเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนที่ใช้ในการทดสอบ

ตัวอย่าง	ปริมาณร้อยละ (โดยน้ำหนัก)		สัญลักษณ์
	แอสฟัลต์ AC 60/70	น้ำยางพารา	
1	100	0	AC 100:0
2	95	5	AC95:5
3	90	10	AC90:10
4	85	15	AC85:15
5	80	20	AC80:20

5.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบ

ในการเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบต้องเตรียมยางแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักจากนั้นนำน้ำยางพาราธรรมชาติมาชั่งหาน้ำหนักสำหรับที่จะใช้ผสมเป็นอัตราส่วนสำหรับการทดสอบซึ่งเมื่อได้วัสดุทั้งสองตามอัตราส่วนแล้วนำแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 ไปให้ความร้อนแล้วค่อยนำน้ำยางพาราธรรมชาติเข้ามาผสมแล้วทำการกวนผสมเพื่อให้เนื้อวัสดุทั้งสองเข้าเป็นเนื้อเดียวกันซึ่งการกวนนี่สามารถลดการเกิดฟองที่เกิดจากการให้ความร้อนของวัสดุได้ เมื่อวัสดุทั้งสองเข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วก็พักไว้เพื่อใช้ในการทดสอบหาต่อไป

5.3 การทดสอบหาค่าเพรนิเทชัน

ในการทดสอบนี้นำแอสฟัลต์ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 80-90 องศาเซลเซียส แล้วใส่ไว้ในถ้วยทดสอบจากนั้นตั้งไว้เพื่อให้แอสฟัลต์เซตตัวแล้วจึงนำไปแช่ในน้ำ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมงแล้วนำมาทำการทดสอบ

5.4 การทดสอบจุดอ่อนตัว

จัดวงแหวนที่เตรียมตัวอย่างไว้แล้วทั้ง จำนวน 2 วงนำลงไปในกระบอกควบคุมอุณหภูมิแล้วทำการแช่เอาไว้ประมาณ 15 นาทีแล้วจากนั้นจึงนำลูกเหล็กมาวางไว้ในเบ้าวงแหวนแล้วทำการปรับอุณหภูมิขึ้นตามลำดับสังเกตลูกเหล็กที่ตกลงถึงที่รองรับ ลูกเหล็กทั้งสองต้องตกที่อุณหภูมิใกล้กันซึ่งไม่ควรเกิน 1 องศาเซลเซียส

5.5 การทดสอบหาร้อยละการหลุดหลอกโดยวิธี (Plate Test)

ขั้นตอนการทดสอบคือนำตัวอย่างแอสฟัลต์มาให้ความร้อนแล้วเทเตรียมเข้าถาดจากนั้นนำวัสดุมวลรวมเข้ามาวางไว้ในถาด ซึ่งใช้จำนวนถาดละ 25 ก้อน ซึ่งในแต่ละอัตราส่วนนั้นใช้จำนวน 2 ถาด เมื่อนำวัสดุมวลรวมมาวางบนยางมะตอยในถาดแล้วจากนั้นนำเข้าตบเอาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจากนั้นจึงพาไปแช่น้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นจำนวน 4 วัน แล้วนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ต่อ 1 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำถาดที่มีวัสดุมวลรวมมาดึงวัสดุมวลรวมออกแล้วให้คะแนนยางมะตอยที่ติดกับผิวหน้าวัสดุมวลรวม

5.6 การทดสอบหาค่าความยืดตัว

นำแอสฟัลต์ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 140 องศาเซลเซียส แล้วนำมาใส่แบบหล่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 นาทีใช้ใบมีดเผาไฟปาดตัวอย่างให้เรียบและเต็มแบบแล้วทำการประกอบแบบหล่อเข้ากับเครื่องทดสอบและค่อยๆเดินเครื่องทดสอบและทำการบันทึกค่าที่ยืดออกไป

5.7 การทดสอบค่าเสถียรภาพโดยวิธีมาร์แชลล์

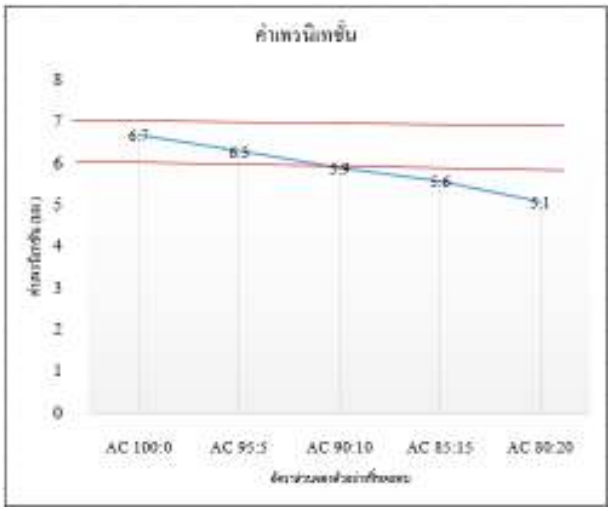
การทดสอบหาค่าเสถียรภาพนั้นต้องนำวัสดุมวลรวมจำนวน 1,200 กรัมไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 160 องศาเซลเซียส แล้วจากนั้นจึงนำไปผสมกับตัวอย่างแอสฟัลต์ที่ได้ให้ความร้อนประมาณ 145 องศาเซลเซียส ทำการผสมเพื่อให้วัสดุมวลรวมและแอสฟัลต์เข้ากันจากนั้นจึงนำไปใส่ในโมลล์ แล้วทำการตำ 75 ครั้ง ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง แล้วทิ้งตัวอย่างไว้แล้วค่อยนำก้อนตัวอย่างออกจากแบบจากนั้นจึงนำไปหาค่าความหนาแน่น และนำไปกดหาค่าเสถียรภาพ ซึ่งก่อนกดนั้นต้องนำก้อนตัวอย่างไปแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 30 นาที แล้วจึงนำไปกด

5.8 การทดสอบหาค่าความต้านทานการลื่นไถล

การทดสอบนี้เป็นการวัดความต้านทานการลื่นไถลของผิวแอสฟัลต์ซึ่งจะใช้ British pendulumในการทดสอบ ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างก้อนตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกับถนน ดังนั้นจึงต้องทำการสร้างก้อนตัวอย่างที่เหมือนกับการทดสอบหาค่าเสถียรภาพ แต่นำมาทดสอบหาค่าความต้านทานการลื่นไถล โดยนำก้อนตัวอย่างมายึดไว้กับแท่นจับตัวอย่างแล้วจากนั้นทำการติดตั้งเครื่องมือทดสอบแล้วทำการรดน้ำก้อนตัวอย่างบริเวณผิวที่ทดสอบแล้วจึงทำการแกว่งตุ้มให้สัมผัสกับผิวตัวอย่างแล้วทำการจดบันทึกค่า

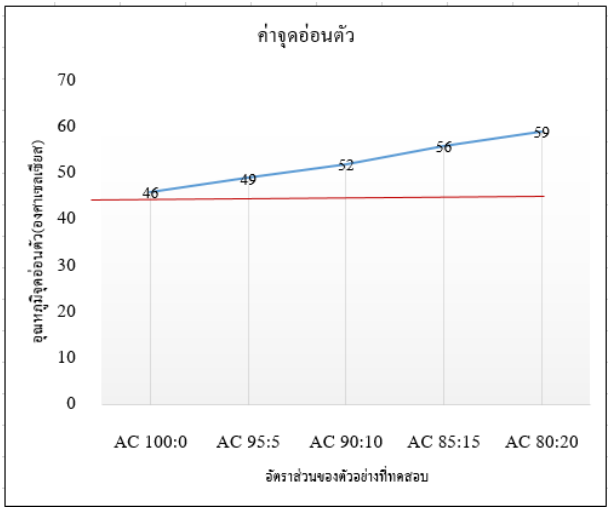
6. ผลการทดสอบ

6.1 ผลการทดสอบค่าเพรนิเทชันแสดงดังรูปที่ 1



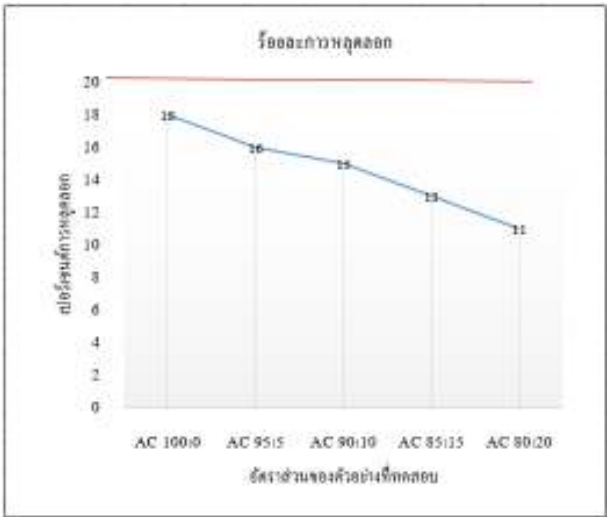
รูปที่ 1 ค่าเพรนิเทชัน

6.2 ผลการทดสอบค่าจุดอ่อนตัวแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ค่าจุดอ่อนตัว

6.3 ผลการทดสอบร้อยละการหลุดลอกแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ร้อยละการหลุดลอก

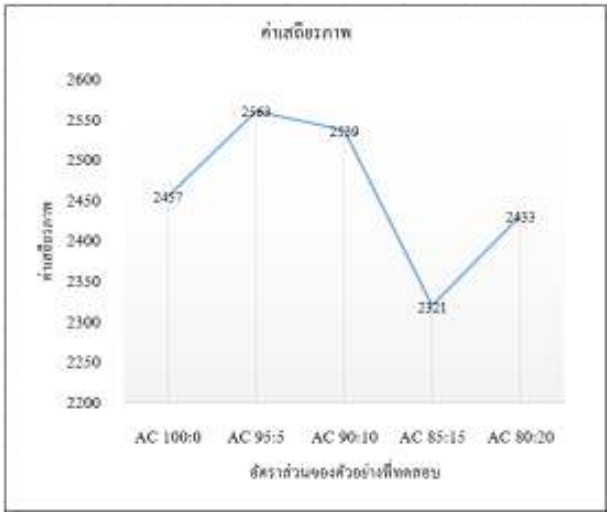
6.4 ผลการทดสอบค่าความยืดตัวแสดงดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ค่าความยืดตัว

6.5 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นจากก้อนตัวอย่างมาร์แชลล์ซึ่งแสดงดังรูปที่ 5

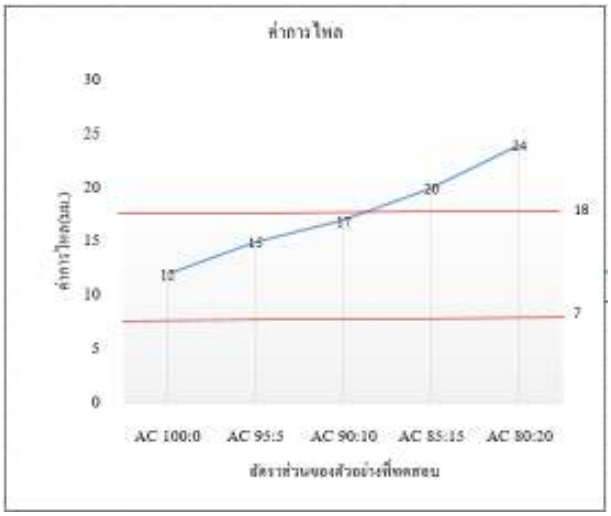
รูปที่ 5 ค่าความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างมาร์แชลล์

6.6 ผลการทดสอบค่าเสถียรภาพแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ค่าเสถียรภาพของก้อนตัวอย่าง

6.7 ผลการทดสอบไหล(หน่วยการยุบตัว)

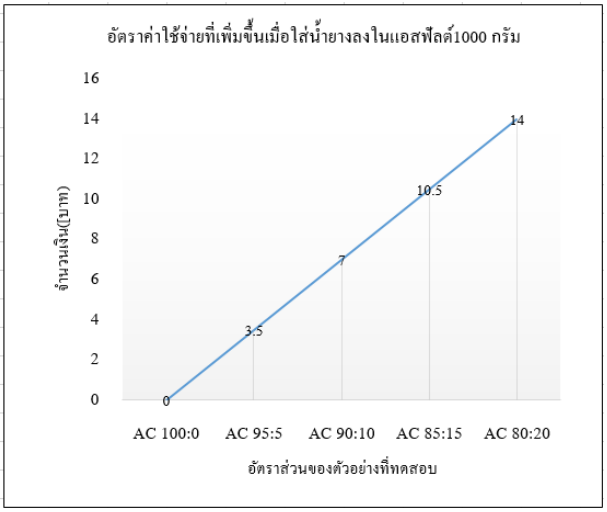


รูปที่ 7 ค่าการไหล(หน่วยการยุบตัว)

6.8 ผลการทดสอบความต้านทานการลื่นไถล

รูปที่ 8 ค่าความต้านทานการลื่นไถล

6.9 อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าน้ำยางที่ผสมในแอสฟัลต์ 1000 กรัมซึ่งใช้ราคาน้ำยางพาราคือ กิโลกรัมละ 70 บาท ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยนของราคายางตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2560- 31 พ ฤษภาคม 2560 แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าน้ำยางที่ผสมในแอสฟัลต์ 1000 กรัม

7. สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบข้างต้นสามารถนำมาสรุปได้ดังนี้คือค่าเพรนิเทชัน อัตราส่วนที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 นั้นคืออัตราส่วน AC 100:0 – AC 90:10 ซึ่งหากใส่น้ำยางพาราธรรมชาติจะส่งผลให้แอสฟัลต์มีข้นทำให้เข็มที่ใช้ทดสอบเจาะลงไปได้ยากขึ้น ในส่วนของการทดสอบจุดอ่อนตัวนั้นน้ำยางพาราธรรมชาติมีผลช่วยเพิ่มค่าอุณหภูมิจุดอ่อนตัวให้สูงขึ้น ซึ่งส่งผลโดยตรงทำให้ผ่านค่าเกณฑ์มาตรฐาน ในส่วนของผลการทดสอบร้อยละการหลุดลอกนั้นเมื่อทำการใส่น้ำยางพาราธรรมชาตินั้นจะส่งผลให้น้ำแอสฟัลต์ติดผิวหน้าของวัสดุมวลรวมดีมากแต่หากใส่มากเกินไปจะส่งผลในเรื่องแรงดึงที่ใช้ดึงวัสดุมวลรวมซึ่งตัวอย่างที่ใช้แรงดึงน้อยกว่าปกตินั้นคือ AC 85:15 และAC 80:20ในส่วนของผลการทดสอบกการยืดตัวนั้นตัวอย่างใน ทุกอัตราส่วนผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกค่ายกเว้นอัตราส่วนสุดท้ายคือ AC 80:20 ที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ในส่วนของผลการทดสอบเสถียรภาพและการไหลโดยวิธีมาร์แชล์นั้น การใส่น้ำยางพาราที่อัตราส่วน AC 90:10 จะมีความหนาแน่นเยอะที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่น ส่วนค่าเสถียรภาพนั้นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า น้ำยางพาราธรรมชาติไม่มีผลต่อค่าเสถียรภาพซึ่งจากการทดสอบทำให้ผู้วิจัยคิดว่าสิ่งที่มีผลนี้คือหินและรูปร่างของหินอาจจะส่งผลต่อค่านี้ ในส่วนของค่าการไหลนั้นการนำน้ำยางพาราธรรมชาติมาใส่ช่วยเพิ่มค่าความไหลได้ ในผลการทดสอบสุดท้ายคือค่าความต้านทานการลื่นไถล ซึ่งจากการทดลองเมื่อใส่น้ำยางพาราธรรมชาติลงไปนั้นมีผลต่อการช่วยเพิ่มค่าความต้านทานการลื่นไถลเพียงเล็กน้อยเท่านั้นดังนั้น หากจะหวังลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลนั้นผู้ใช้รถใช้ถนนควรใช้ขับขี่ด้วยความไม่ประมาทและปฏิบัติตามกฎจราจร และในประเด็นสุดท้ายเมื่อได้ทำการทดองลองเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์โดยใช้น้ำยางพาราธรรมชาติแล้วนั้น ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมาจากเดิมนั้นถือว่าเพิ่มมาไม่มากจากเดิมเท่าไหร่ ดังนั้นวัสดุน้ำยางพาราธรรมชาติจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาปรับปรุงและเพิ่มคุณสมบัติให้กับแอสฟัลต์ โดยค่าที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้นั้นคืออัตราส่วน AC 90:10 ซึ่งถือเป็นปริมาณที่ใช้น้ำยางพารามาที่สุดแล้วยังรักษาค่ามาตฐานต่างๆไว้ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] วิสุทธ์ ศุกลรัตน์, 2543, "การลาดผิวถนนด้วยแอสฟัลต์ผสมยางพารา", ศูนย์วิจัยยางสงขลา, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการยางพารา ประจำปี 2543 , 29-30 สิงหาคม 2543 ณ โรงแรม เจ. บี. อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา, หน้า 37-45

[2] พรทิพย์ ประกายมณีวงศ์, พลชิต บัวแก้ว, อดุลย์ ณ วิเชียร, จรัสศรี พันธุ์ไม้, ณพรัตน์ วิชิตชลชัย, ปราณี บุญชัย, 2546. เปรียบเทียบสมบัติของแอสฟัสท์ธรรมดากับแอสฟัสท์ผสมยางธรรมชาติในการ

[3] ธีรยุทธ อุดมสินประเสริฐ, 2556 "การนำวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC 60/70 มาใช้งานในสายทางที่มีรถบรรทุกหนัก",วิศวกรรมสาร มก. ฉบับที่ 83 ปีที่ 26มกราคม-มีนาคม 2556

[4] กฤษณ์ เจ็ดวรรณะ,นายเอกชัย สุมาลีและ นายวีระเทพ ชนินทรเทพ, 2558 "การศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุเชื่อมประสาน (Binder) ที่มีส่วนผสมระหว่างแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 ผสมด้วยยางพาราธรรมชาติชนิดข้นเหลวและชนิดยางแผ่นเอกสารการประชุมวิชาการการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 10,พ.ศ. 2558 หน้า 1-11

[5] ปรเมษฐ หอมหวล ,2559 "คุณสมบัติของแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพาราธรรมชาติ",งานประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 21,28-30 , มิถุนายน 2559

[6] พิชัย ธาณีรณานนท์,วิธีทดสอบวัสดุแอสฟัลต์,ภาควิชวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรโดยการเสริมสร้างพลังอำนาจในกลุ่มผู้สูงอายุ ตำบลบึงกาฬ อำเภอเมืองบึงกาฬ จังหวัดบึงกาฬ

Model Development of Traffic Accidents Prevention Applying Empowerment Among Elderly in BuengkanSubdistrict, MuangBuengkan District, Buengkan Province

หมายเลขบทความ : AYRF2017-033TH

ทรงเกียรติ ด้วงสะดี[1], ดร.จุฬาภรณ์โสตะ[2]

SongkietDuangsadee, Dr. ChulapornSota

[1]นักศึกษา หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขศึกษาและการส่งเสริมสุขภาพ
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
E-mail: Duangsadee@kkumail.com

[2]รองศาสตราจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
E-mail: chusot@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในกลุ่มผู้สูงอายุตำบลบึงกาฬอำเภอเมืองบึงกาฬ จังหวัดบึงกาฬโดยประยุกต์ใช้การเสริมสร้างพลังอำนาจกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาได้แก่กลุ่มผู้สูงอายุจำนวน 30 และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 22 คน โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและข้อมูลเชิงปริมาณใช้สถิติเชิงพรรณนาโดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้การเห็นคุณค่าในตนเองการคาดหวังและการปฏิบัติตัวในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรก่อนและหลังดำเนินการด้วยสถิติเชิงอนุมานPaired Sample t-testผลการวิจัยในระยะที่หนึ่งพบว่าผู้สูงอายุยังมีความรู้และการปฏิบัติตัวที่ไม่ถูกต้องในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรและยังพบปัญหาที่ทำให้เกิดอุบัติภัยจากการจราจรในชุมชนซึ่งปัญหาเหล่านี้ยังคงเป็นอุปสรรคในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรระยะที่สองเป็นการดำเนินงานกิจกรรมประกอบด้วยการให้ความรู้เรื่องการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรการวิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับอุบัติภัยจากการจราจรแนวทางในการแก้ไขปัญหาและการมีส่วนร่วมของชุมชนในการดำเนินการจัดกิจกรรมระยะที่สามเป็นการประเมินผลหลังการดำเนินการพบว่าผู้สูงอายุมีความรู้การเห็นคุณค่าในตนเองความคาดหวังและการปฏิบัติตนในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเพิ่มขึ้นก่อนการทดลองโดยมีรูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรของผู้สูงอายุ คือ 1.การให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร 2.การจัดกิจกรรมกลุ่มคือการร่วมคิด โดยมีกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมเพื่อวิเคราะห์ปัญหา 3.การร่วมกันดำเนินตามแนวทางที่กำหนดไว้4.การสร้างพลังให้ผู้สูงอายุเห็นคุณค่าในตนเอง 5.การหาแหล่งสนับสนุนด้านความปลอดภัยและสิ่งอำนวยความสะดวกทางถนน 6.ความร่วมมือของชุมชนและบุคลากร ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเสริมสร้างพลังอำนาจเป็นปัจจัยสำคัญในการนำไปสู่การป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในผู้สูงอายุได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆต่อไปได้

คำสำคัญ: การพัฒนารูปแบบ, การป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร, การเสริมสร้างพลังอำนาจ, ผู้สูงอายุ

Abstract

This is an action research. The objectives to model development of traffic accident prevention among elderly, Buengkan Sub district, Mueangbuengkan District, Buengkan Province. Applying empowerment research approaches. The study consists of threephases : situation analysis, action and evaluation. 30 samples of elderly and 22 stakeholders. The data were collected both qualitative and quantitative analysis. The qualitative data from observation, In-depth interviews, Focus group discussion and the quantitative data from interviews the elderly. The qualitative data were analyzed by content analysis. In addition to paired sample t-test was used to test the differences of the average points of knowledge, self esteem and expectations in a traffic accident prevention before and after the process. The first phase was find the situation of traffic accident in the elderly. It was found that the elderly not understood with knowledge of practice in preventing traffic accidents.The second phase, implementations the intervention activities were action training to provided knowledge of traffic accident prevention. Analysis of the situation about the traffic accident.To find ways to solve the problem.And the community participation in the activities.The third phase was evaluation after the intervention. Model development of traffic accident prevention in the elderly. It findings indicated that elderly gained more knowledge on traffic accident protection, self esteem in traffic accidents protection, expectation of traffic accidents protection and action of traffic accidents protection. Traffic accident prevention model for elderly people wereprovided knowledge of trafficaccident prevention, focus group discussionthe process of participation to analyze problems, implementation plan of the activities,the power to the elderly self-esteem, find the source of support and security facilities in the road and the cooperation of the community and personnel. This study was found that empowerment is a key factor in leading to traffic accidents prevention in the elderly from properly and can be deployed to other areas.

Keywords: Model Development, Traffic Accidents Prevention, Empowerment, Elderly

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาอุบัติเหตุทางถนนนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ทุกประเทศกำลังเผชิญซึ่งมีแนวโน้มของการบาดเจ็บและเสียชีวิตเพิ่มสูงขึ้น โดยองค์การอนามัยโลกระบุว่าวัยรุ่นเยาวชนและกลุ่มเริ่มทำงานได้มีการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนนเป็นอันดับหนึ่งจึงทำให้เห็นว่าประชากรโลกเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนนสูงถึง1.25 ล้านคนต่อปีและในจำนวนนี้มีผู้เสียชีวิต90% อยู่ในกลุ่มประเทศรายได้ปานกลางถึงต่ำโดยผู้เสียชีวิตเกือบครึ่ง (49%) เกิดขึ้นกับกลุ่มรถจักรยานยนต์รถจักรยานและคนเดินถนนอีกทั้งยังพบว่าในประเทศที่มีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของโลกสูงห้าอันดับนั้นคือประเทศลิเบียประเทศไทยประเทศมาลาวีประเทศไลบีเรียและประเทศคองโกโดยมีอัตราการเสียชีวิตเท่ากับ73.40, 36.20, 35, 33.70 และ33.20 ต่อแสนประชากรตามลำดับ[1] สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของประเทศไทยปีพ.ศ.2557องค์กรอนามัยโลกคาดประมาณตัวเลขผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของไทยเป็นอันดับ2 ของโลกมีจำนวนผู้เสียชีวิตจำนวน24,237 คนคิดเป็นอัตราตาย36.2 ต่อประชากรแสนคนและจากข้อมูลกระทรวงสาธารณสุขพบว่ามีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน15,045 คนคิดเป็น23.16 คนต่อประชากรแสนคนเฉลี่ย40 คนต่อวันหรือ2 คนต่อชั่วโมงในขณะที่ผู้บาดเจ็บที่ต้องเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาล (Admit) ทั้งหมดมีจำนวนถึงประมาณ107,123 คน (ข้อมูลปี2556) ซึ่งประชากรที่มีความเสี่ยงได้แก่เพศชายมีการตายจากอุบัติเหตุทางถนนสูงกว่าเพศหญิงประมาณ3 เท่าตัวในเพศชายกลุ่มอายุที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนมากที่สุดคือกลุ่มอายุ15-19 ปีรองลงมาคือกลุ่มอายุ20-24 ปีส่วนเพศหญิงกลุ่มอายุที่เสียชีวิตมากที่สุดคือกลุ่มอายุ40-44 รองลงมาคือกลุ่มอายุ15-19 ปีและกลุ่มที่เสียชีวิตน้อยที่สุดยังเป็นกลุ่มอายุ85 ปีขึ้นไปทั้งเพศชายและหญิง[2]

ในปัจจุบันสถานการณ์ประชากรที่กำลังได้รับความสนใจจากสังคมโลกปัจจุบันคือโครงสร้างของประชากรที่กำลังจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องเข้าสู่"สังคมผู้สูงอายุ" (Aging Society) จากข้อมูลประชากรโลกได้แสดงให้เห็นว่าในช่วงเวลา30 ปีที่ผ่านมานั้นประชากรผู้สูงอายุมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทั้งขนาดและสัดส่วนต่อประชากรทั้งหมดโดยมีสาเหตุมาจากอัตราการตายและอัตราการเจริญพันธุ์ที่มีการลดลง[3] แนวโน้มโครงสร้างประชากรของประเทศไทยมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่เป็นการเพิ่มที่ลดลงซึ่งโครงสร้างประชากรในวัยเด็กนั้นมีจำนวนลดลงจากร้อยละ 21.6 ในปีพ.ศ.2550 เป็นร้อยละ 17.2 ในปีพ.ศ. 2580 โดยอัตราการเกิดนั้นมีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากปีพ.ศ.2513 โดยรัฐบาลได้มีนโยบายให้ประชาชนมีการวางแผนครอบครัวดังนั้นตลอดระยะเวลา 30 กว่าปีที่ผ่านมานั้นอัตราการเจริญพันธุ์จากที่เคยสูงถึง 6-7 คนลดลงเหลือเพียงแค่ 1.7 คนซึ่งเป็นภาวะที่การเจริญพันธุ์ต่ำกว่าระดับทดแทนและคาดว่าอัตราการเกิดนั้นจะมีแนวโน้มที่ลดลงตามไปด้วยในขณะเดียวกันจำนวนประชากรของผู้สูงอายุก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงขึ้นจากร้อยละ 8.2 ในปีพ.ศ.2550 เป็นร้อยละ 15.6 ในปีพ.ศ.2580 จะเห็นได้ว่าประเทศไทยนั้นกำลังจะก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างรวดเร็วจากรายงานการสำรวจ

ประชากรผู้สูงอายุของประเทศไทยในปีพ.ศ.2550 แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีจำนวนประชากรของผู้สูงอายุประมาณ 7 ล้านคนคิดเป็นร้อยละ 10.7 ของประชากรไทยทั้งประเทศซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางอายุของประชากรเพื่อเข้าสู่การเป็นประชากรสูงวัยนี้ได้มีการเริ่มขึ้นในประเทศไทยแล้วตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ผ่านมาดังจะเห็นได้จากระยะเวลาที่จะเข้าสู่ภาวะประชากรของผู้สูงอายุค่อนข้างที่จะมีระยะเวลาสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้วหลายๆประเทศโดยสัดส่วนประชากรของผู้สูงอายุไทยจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 9.3 ในปีพ.ศ.2543 เป็นร้อยละ 19.2 ในปีพ.ศ.2568 ซึ่งใช้เวลาประมาณ 22 ปีในการเพิ่มสัดส่วนของประชากรผู้สูงอายุเป็นเท่าตัวในขณะที่ประเทศที่มีการพัฒนาแล้วส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 70ปีถึง 100 ปี[4]

สำหรับในประเทศไทยมีลักษณะอุบัติเหตุในผู้สูงอายุเกิดจากการพลัดตกหกล้มมากที่สุดและนอกจากการหกล้มแล้วผู้สูงอายุยังประสบกับอุบัติเหตุทางการจราจรซึ่งพบได้มากถึงร้อยละ 22.1 ของอุบัติเหตุในผู้สูงอายุสาเหตุของอุบัติเหตุจราจรที่พบมากเกิดจากการเดินถนนแล้วถูกรถชนซึ่งรถที่ชนผู้สูงอายุมากที่สุดคือรถจักรยานยนต์และรถยนต์โดยส่วนใหญ่เกิดจากสายตาไม่ดีและการรับเสียงไม่ดีกรณีที่เป็นผู้โดยสารแล้วเกิดอุบัติเหตุมักเกิดในช่วงเวลาขึ้นและลงรถและรถเกิดเคลื่อนที่ไปก่อนหรือรายที่อยู่ในรถก็เกิดจากผู้ขับรถหยุดรถอย่างกะทันหันหรือออกรถอย่างกระโชกกระชากหากเมื่อผู้สูงอายุเกิดอุบัติเหตุแล้วผลของอุบัติเหตุนั้นยังนำไปสู่ความพิการทางด้านร่างกายและผลเสียทางด้านจิตใจทำให้ขาดความมั่นใจก่อให้เกิดปัญหาต่อผู้สูงอายุเองและยังเป็นภาระต่อญาติพี่น้องผู้ดูแลครอบครัวและสังคมดังนั้นการป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง[5]

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในผู้สูงอายุ โดยการประยุกต์ใช้การเสริมสร้างพลังอำนาจ เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์สถานการณ์ การร่วมกันหาแนวทางและวางแผนแก้ไขปัญหา สามารถสร้างพฤติกรรมที่ถูกต้องและเหมาะสมได้ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สูงอายุได้มีรูปแบบในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรได้อย่างเหมาะสมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรโดยการเสริมสร้างพลังอำนาจในกลุ่มผู้สูงอายุตำบลบึงกาฬอำเภอเมืองบึงกาฬจังหวัดบึงกาฬ

1.2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับการเกิดอุบัติภัยจากการจราจรของผู้สูงอายุ

2. เพื่อพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรของผู้สูงอายุ

3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรของผู้สูงอายุโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้

3.1ความรู้ในเรื่องการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร

3.2การเห็นคุณค่าในตนเองของผู้สูงอายุในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร

3.3ความคาดหวังจากการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร

3.4พฤติกรรมการปฏิบัติตัวในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ(Action Research) เก็บข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรของผู้สูงอายุโดยให้ผู้สูงอายุมีส่วนร่วมในกระบวนการตั้งแต่การวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้นการร่วมกันหาแนวทางและการวางแผนแก้ไขปัญหาการปฏิบัติตามแนวทางแก้ไขและการประเมินผลโดยมีรูปแบบการวิจัยแบบสัมภาษณ์ก่อนและหลังการทดลอง

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จำนวน 52 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มผู้สูงอายุ จำนวน 30 คน 2) กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 22 คน ประกอบไปด้วย ผู้นำชุมชน, อาสาสมัครสาธารณสุข, สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล, เจ้าหน้าที่ตำรวจ และบุคลากรสาธารณสุข

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาพฤติกรรมและเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาพฤติกรรมประกอบด้วยการเสริมสร้างพลังอำนาจอย่างมีส่วนร่วมโดยจัดกระบวนการให้กลุ่มได้มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนทุกกระบวนการตั้งแต่มีการร่วมคิดวิเคราะห์สถานการณ์และได้มีการกำหนดกิจกรรมส่งเสริมการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในผู้สูงอายุเครื่องมือด้านความรู้ประกอบด้วยชุดความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเรื่องความรุนแรงของอุบัติภัยจากการจราจร

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำแนกตามระเบียบวิธีวิจัยดังนี้ เครื่องมือเชิงปริมาณ คือ แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปความรู้ในการป้องกันอุบัติภัยจาก

การจราจรการวัดการเห็นคุณค่าในตนเองในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรความคาดหวังการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร และการปฏิบัติตัวเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร เครื่องมือเชิงคุณภาพ คือ แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แนวทางการสนทนากลุ่ม และแบบสังเกตการมีส่วนร่วม

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งได้ 2 ขั้นตอน

ขั้นเตรียมการ โดยทำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นถึงหัวหน้าหน่วยงานราชการในพื้นที่ได้แก่ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลองค์การบริหารส่วนตำบลผู้นำชุมชนและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านเพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินงานการวิจัยและเข้าชี้แจงแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อทราบถึงวัตถุประสงค์รายละเอียดและวิธีการในการดำเนินงานวิจัยขอความความเห็นชอบให้ประชากรในพื้นที่เข้าร่วมการวิจัยและประชาสัมพันธ์แก่กลุ่มเป้าหมายได้รับทราบ

ขั้นดำเนินการ โดยแบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 ประเมินสถานการณ์เป็นการศึกษาข้อมูลทั่วไปและศึกษาบริบทของชุมชนถึงสภาพปัญหาโดยศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรการสนับสนุนของผู้นำในชุมชนและการเก็บข้อมูลเชิงลึกจากการสนทนากลุ่มการสัมภาษณ์

ระยะที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ

1) จัดอบรมเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรแก่ผู้ร่วมกระบวนการ2) จัดประชุมกลุ่มแลกเปลี่ยนประสบการณ์เพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาร่วมกัน3) เลือกแนวทางในการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติจริง4) ผู้วิจัยสนับสนุนการผลิตจัดหาสื่อข้อมูลองค์ความรู้ที่ต้องการสำหรับการสื่อสารในระดับชุมชน

ขั้นปรับปรุงแผน1) ผู้นำชุมชนมีการดำเนินการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร 2) ผู้สูงอายุมีการตั้งเป้าหมายในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในการปฏิบัติตนที่เป็นไปได้3) จัดการประชุมกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันวางแผนแก้ไขปัญหาและนำปัญหาที่ได้มาปรับปรุงแผนการพัฒนาพฤติกรรมเพื่อให้สามารถนำแนวทางไปปฏิบัติใช้ได้อย่างเหมาะสมกับตัวบุคคลและพื้นที่4) ผู้นำชุมชนร่วมดำเนินกิจกรรมตามแผน

ระยะที่ 3 ขั้นการประเมินผล1) ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร2) ความคาดหวังในการปฏิบัติตนเพื่อการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร3) การเห็นคุณค่าในตนเอง4) การปฏิบัติตนเพื่อการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานจากแบบสัมภาษณ์ โดยใช้การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติอนุมาน (Inferential statistics) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจราจรการเห็นคุณค่าของตนเองในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรความคาดหวังจากการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรและการปฏิบัติตัวเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจราจรภายในกลุ่มก่อนและหลังการดำเนินการด้วยสถิติPaired sample t-test

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสังเกตการมีส่วนร่วม และการสนทนากลุ่ม นำมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและจัดหมวดหมู่ตามประเด็น ซึ่งทั้งหมดเป็นการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis)

3. ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 30 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 56.7 เป็นเพศชายร้อยละ 43.3 อายุเฉลี่ย 68.5 ปีสถานภาพสมรสคู่ร้อยละ 80.0 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบชั้นประถมศึกษาร้อยละ 73.4 การประกอบอาชีพส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมร้อยละ 73.4 รายได้ส่วนใหญ่ได้มาจากบุตรร้อยละ 46.7 การขับขี่ยานพาหนะส่วนใหญ่ขับขี่ยานพาหนะชนิดรถจักรยานร้อยละ 33.3 การเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนใหญ่เดินทางด้วยรถกระบะร้อยละ 30 และผู้สูงอายุไม่เคยประสบอุบัติเหตุเลยในหนึ่งปีที่ผ่านมา

ระยะที่1ประเมินสถานการณ์

สาเหตุและปัญหาจากการประเมินสถานการณ์พบว่าหมู่บ้านมีถนนสายหลักในการแบ่งเขตของหมู่บ้านออกเป็นสองฝั่งนั้นทำให้การเดินทางข้ามไปอีกฝั่งมีความลำบากและเกิดอุบัติเหตุอยู่บ่อยครั้งเนื่องด้วยถนนสายหลักเป็นถนนที่เดินทางเข้าตัวเมืองทำให้รถที่ขับผ่านมานั้นขับด้วยความเร็วอีกทั้งถนนยังเป็นทางโค้งทำให้เกิดวิสัยทัศน์ในการมองเห็นที่ไม่ดีจึงทำให้เกิดการขับรถตัดหน้าหรือเกิดรถชนกันบริเวณทางโค้งการเดินทางภายในหมู่บ้านนั้นพบว่าถนนมีความแคบและมีบริเวณสี่แยกค่อนข้างมากจะทำให้เกิดอุบัติเหตุบริเวณสี่แยกในหมู่บ้านบ่อยครั้งและสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในหมู่บ้านนั้นพบว่าส่วนใหญ่แล้วเกิดจากการขับรถเร็วของเด็กวัยรุ่นและไม่ระมัดระวังในการขับขี่ภายในหมู่บ้านอีกทั้งยังรวมไปถึงการดื่มสุราแล้วขับขี่รถทำให้เป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่เกิดอุบัติเหตุ

ระยะที่2ขั้นปฏิบัติการ

โดยการจัดอบรมเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรโดยการบรรยายและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ของผู้เข้าร่วมประชุมจัดกิจกรรมกลุ่มหาแนวทางการปฏิบัติในการแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในการดำเนินกิจกรรม

ขั้นสังเกตการณ์ โดยพบว่า การเสนอแนวคิดระหว่างการประชุม และการสรุปประเด็นสำคัญนั้นกลุ่มเจ้าหน้าที่และกลุ่มอสม. มีส่วนร่วมในการเสนอแนวคิดและการสรุปประเด็นสำคัญมากกว่ากลุ่มผู้สูงอายุ ส่วนการร่วมสนทนากลุ่มระหว่างการสนทนาการวิเคราะห์ปัญหา และการนำเสนอนั้น ทุกคนมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นเป็นอย่างดี

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติพบว่าการจัดกิจกรรมกลุ่มนั้นทำให้ผู้สูงอายุและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องได้พบปะพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกันทำให้ได้เห็นความสำคัญของการป้องกันอุบัติภัยในผู้สูงอายุเจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เห็นถึงปัญหาของผู้สูงอายุและของหมู่บ้านที่ต้องได้รับการแก้ไขเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการเดินทาง

ขั้นปรับแผนใหม่ โดยมีการขอความช่วยเหลือจากกำนันและคณะกรรมการหมู่บ้านให้มีการจัดตั้งอปพร. เพื่อช่วยในการข้ามถนนในเบื้องต้นการขอความช่วยเหลือจากองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในการหางบประมาณเพื่อช่วยในการจัดทำสิ่งแจ้งเตือนลดความเร็วการให้คำปรึกษาแก่ครอบครัวของผู้สูงอายุ และการให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในผู้สูงอายุโดยการประชาสัมพันธ์เสียงตามสายของหมู่บ้าน

ระยะที่3 การประเมินผล

การเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความรู้ในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรก่อนและหลังการดำเนินการพบว่าก่อนดำเนินการกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการมีค่าคะแนนความรู้ในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเฉลี่ยเท่ากับ11.93 จากคะแนนเต็ม14 คะแนนหลังดำเนินการมีค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้ในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเท่ากับ13.67 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยแล้วพบว่าหลังดำเนินการกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรสูงกว่าก่อนดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

การเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรก่อนและหลังการดำเนินการพบว่าก่อนดำเนินการกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการมีค่าคะแนนการเห็นคุณค่าในตนเองในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเฉลี่ยเท่ากับ23.77 จากคะแนนเต็ม27 คะแนนหลังดำเนินการมีค่าคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเท่ากับ25.17 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยแล้วพบว่าหลังดำเนินการกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการมีคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรสูงกว่าก่อนดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

การเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความคาดหวังในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรก่อนและหลังการดำเนินการพบว่าก่อนดำเนินการกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการมีค่าคะแนนความคาดหวังในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเฉลี่ยเท่ากับ21.63 จากคะแนนเต็ม24 คะแนนหลังดำเนินการมีค่าคะแนนเฉลี่ยความคาดหวังในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเท่ากับ23.33 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยแล้วพบว่าหลังดำเนินการกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการมีคะแนนเฉลี่ยความคาดหวังในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรสูงกว่าก่อนดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

การเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติตัวในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรก่อนและหลังการดำเนินการพบว่าก่อนดำเนินการกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการมีค่าคะแนนการปฏิบัติตัวในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเฉลี่ยเท่ากับ28.53 จากคะแนนเต็ม30 คะแนนหลังดำเนินการมีค่าคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติตัวในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเท่ากับ29.53 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยแล้วพบว่าหลังดำเนินการกลุ่มผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการมีคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติตัวในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรสูงกว่าก่อนดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

รูปแบบของการพัฒนาเพื่อการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรของผู้สูงอายุคือ1.การให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรและการปฏิบัติเพื่อการดูแลตนเอง ใช้การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมทำให้ผู้สูงอายุเรียนรู้วิธีการป้องกันและนำไปใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของตนเอง 2.การจัดกิจกรรมกลุ่ม โดยมีกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมเพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันมีการวิเคราะห์ปัญหารวมทั้งการกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา3.การร่วมกันดำเนินตามแนวทางที่กำหนดไว้และมีการสรุปบทเรียนร่วมกัน มีการติดตามประเมินผล ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะและองค์ความรู้ 4.การสร้างพลังให้ผู้สูงอายุเห็นคุณค่าในตนเอง โดยการชื่นชม ยกย่อง ให้กำลังใจเพื่อให้เกิดความตั้งใจในการทำกิจกรรม เกิดความภาคภูมิใจในตนเองและมีความสุขในการปฏิบัติตน5.การหาแหล่งสนับสนุนด้านความปลอดภัยและสิ่งอำนวยความสะดวกทางถนน เพื่อเป็นแรงเสริมให้ผู้สูงอายุมีศักยภาพในการดูแลตนเองทางถนนมากขึ้น 6.ความร่วมมือของชุมชนและบุคลากร ช่วยให้ผู้สูงอายุได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่อง ทั้งยังมีแนวทางในการให้ข้อมูลที่ชัดเจนและร่วมกันประเมินผลเพื่อการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

4. สรุปและอภิปรายผล

1. ได้ทราบถึงบริบทและปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ มีการร่วมกลุ่มของผู้นำชุมชน เพื่อช่วยพัฒนาการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในผู้สูงอายุ

2. ผลด้านความรู้ในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรของผู้สูงอายุ พบว่า ผู้สูงอายุมีความรู้เพิ่มขึ้น จากก่อนการดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.001) ซึ่งพบว่า วิธีการพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในผู้สูงอายุโดยการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความรู้เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนการดำเนินการ

3. ผลด้านการเห็นคุณค่าในตนเองในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร พบว่า ผู้สูงอายุมีความคิดเห็นที่เห็นด้วยเพิ่มขึ้นจากก่อนการดำเนินการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.001) ซึ่งเกี่ยวกับการเห็นคุณค่าในตัวเองของผู้สูงอายุในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร

4. ผลด้านความคาดหวังในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร พบว่า ผู้สูงอายุมีความคาดหวังในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนการดำเนินการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.001)

5. ผลด้านการปฏิบัติตัวในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร พบว่า ผู้สูงอายุมีการปฏิบัติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นกว่าก่อนดำเนินการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p-value<0.001) ซึ่งผู้สูงอายุมีการปฏิบัติตนในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรเพิ่มขึ้นกว่าก่อนการดำเนินการ

6. ด้านความต้องการได้รับความการสนับสนุนช่วยเหลือจากชุมชนพบว่า ผู้สูงอายุมีความต้องการความปลอดภัยในการเดินทางภายในชุมชน อยากให้มีแสงสว่างเพียงพอในเวลากลางคืน พร้อมทั้งต้องการสัญญาณไฟจราจรเพื่อความสะดวกในการข้ามถนน พบว่า อยากให้ชุมชนให้ความร่วมมือในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร ร่วมกันแก้ไขปัญหาและหาทางป้องกัน พร้อมทั้งต้องการให้ อบต.จัดตั้งงบประมาณในการดูแลการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรภายในชุมชน

7. การพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในผู้สูงอายุ โดยประยุกต์ใช้การเสริมสร้างพลังอำนาจ ตามขั้นตอนการดำเนินการ ได้แก่ การใช้แบบสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์เชิงลึก การให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร การจัดกระบวนการมีส่วนร่วม และการปฏิบัติ พบว่า ผู้สูงอายุและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้เข้ามามีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ซึ่งได้จากการเสนอความคิดเห็นในการสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์และจากการสังเกต โดยมีขั้นตอนคือ 1.การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุในชุมชน2. มีการกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน ซึ่งการมีส่วนร่วมของผู้สูงอายุและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียนั้นทำให้ทุกคนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ สามารถนำเสนอแนวความคิดภายในกลุ่มให้เกิดความเข้าใจของปัญหา และความต้องการในการแก้ไขปัญหา3. เลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาเพื่อนำไปสู่วิธีการปฏิบัติอย่างเหมาะสม ซึ่งการเลือกแนวทางในการปฏิบัตินั้นผู้สูงอายุและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกคนได้เลือกวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้สูงอายุโดยชุมชนมีส่วนร่วม 4. สะท้อนแนวทางในการปฏิบัติและปรับแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุและชุมชน 5. ประเมินผลการดำเนินการ ซึ่งการมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการดำเนินการนับเป็นการสร้างโอกาสให้กับผู้สูงอายุ แกนนำชุมชน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้เข้ามามีส่วนร่วมด้วยความสมัครใจ พร้อมทั้งยังได้เปิดโอกาสให้ทุกคนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ สามารถนำเสนอแนวคิดแก่กลุ่มให้มีความเข้าใจสภาพปัญหา ความต้องการและข้อจำกัดของตนที่มี

โดยการพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรในผู้สูงอายุได้มีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ H. Etehad et al. (2015)[6] พบว่าผู้สูงอายุ1,306 คนที่ได้รับบาดเจ็บมีการเข้ารับการรักษาในช่วงระยะเวลาการศึกษาคิดเป็นร้อยละ8.7 ของการบาดเจ็บที่เกิดจากอุบัติเหตุทางท้องถนนมีอายุเฉลี่ยที่70 ปีผู้ที่ได้รับการบาดเจ็บส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ74.7 เป็นบุคคลที่เดินทางด้วยการเดินร้อยละ40.5 เป็นผู้โดยสารคิดเป็น22.1 และผู้ที่ขับขี่รถจักรยานยนต์ร้อยละ19.1 โดยร้อยละ76.7 มีการบาดเจ็บค่อนข้างมากบริเวณศีรษะและคอเป็นบริเวณที่ได้รับการบาดเจ็บมากที่สุดข้อมูลจากโรงพยาบาลพบอัตราการตายเป็นร้อยละ10.1 ซึ่งสูงกว่าผู้สูงอายุที่มีการเดินทางด้วยเท้าและผู้สูงอายุที่ขับขี่รถจักรยานยนต์โดยมีการเปรียบเทียบกับผู้สูงอายุที่มีอายุน้อยกว่าจะเห็นได้ว่ามีอัตราการตายที่เกิดจากการบาดเจ็บทางจราจรบนถนนสูงในกลุ่มผู้สูงอายุโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้สูงอายุที่เดินทางด้วยการเดินเท้าจึงควรนำมาพิจารณาและหากลยุทธ์มุ่งเป้าหมายไปที่ความปลอดภัยทางถนนของผู้ใช้รวมถึงการตรวจสอบทางการแพทย์อย่างเป็นระยะๆและมีการปรับปรุงโครงสร้างถนนและสิ่งอำนวยความสะดวกChulapornSota, AmornratPookarbkaow, JetnipitSommart and ChaiwutKanchanasantisuk (2008)[7] ได้ศึกษาการพัฒนาศักยภาพในการป้องกันอุบัติเหตุจากการจราจรของผู้มีส่วนได้เสียของชุมชนทางหลวงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนผู้เข้าร่วมในการศึกษาคือผู้มีส่วนได้เสียจำนวน 50 คนและนักเรียนจำนวน 247 คนพบว่ารูปแบบการป้องกันอุบัติเหตุจราจรจะต้องมีการวิเคราะห์สถานการณ์ยังต้องมีการพัฒนาโปรแกรมที่มีศักยภาพการดำเนินงานโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและได้รับการสนับสนุนทางวิชาการจากนักวิจัยทุกขั้นตอนจะนำไปสู่ความสำเร็จสำหรับพฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุจราจรและการลดจำนวนของการเสียชีวิตและการบาดเจ็บ และกานต์พิชชาหนูบุญ (2557)[8] พบว่าภายหลังการทดลองกลุ่มทดลองมีคะนนเฉลี่ยของด้านความรู้ในการป้องกันอุบัติภัยจราจรจากรถจักรยานยนต์การรับรู้ความรุนแรงของอุบัติภัยจราจรจากรถจักรยานยนต์การรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเกิดอุบัติภัยจราจรจากรถจักรยานยนต์ความคาดหวังในความสามารถของ

ตนเองต่อพฤติกรรมการป้องกันอุบัติภัยจราจรจากรถจักรยานยนต์ความคาดหวังในประสิทธิผลของการตอบสนองต่อพฤติกรรมการป้องกันอุบัติภัยจราจรจากรถจักรยานยนต์ความตั้งใจในการปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันอุบัติภัยจราจรจากรถจักรยานยนต์การปฏิบัติในการขับขี่รถจักรยานยนต์ที่ปลอดภัยและถูกต้องตามกฎจราจรสูงกว่าก่อนการทดลองสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.001)

โดยสรุป การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้สามารถมีแนวทางในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรได้ และผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจร เพื่อให้ผู้สูงอายุได้เห็นความสำคัญของการมีส่วนร่วมทำกิจกรรม ซึ่งจะนำไปสู่การป้องกันอุบัติจากการจราจรได้อย่างถูกต้องและเข้าใจ

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1.การจัดประสบการณ์ให้ความรู้ ด้วยการร่วมคิดร่วมทำและร่วมแสดงความคิดเห็น จะนำไปสู่การพัฒนาความภาคภูมิใจและนำไปสู่การเห็นคุณค่าในตนเองของผู้สูงอายุ

2. การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชน นำไปสู่การแก้ไขปัญหาร่วมกันในพื้นที่ โดยการมองเป็นภาพรวมและมีประสิทธิภาพสูง

3.การจัดหาสื่อที่เหมาะสม ช่วยให้ผู้สูงอายุ มองเห็นภาพจริงและเข้าใจ และดึงดูดความสนใจมากขึ้น

ข้อเสนอแนะการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาถึงการมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและเครือข่ายต่างๆมากขึ้นเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2. ควรศึกษาในผู้สูงอายุที่มีช่วงอายุที่แตกต่างกัน เช่นผู้สูงอายุวัยต้น วัยกลางและวัยปลาย

3. ควรศึกษาในผู้สูงอายุที่เคยมีประสบการณ์อุบัติภัยจราจรเพื่อได้แนวทางการป้องกันที่หลากหลาย

4. ควรศึกษาการมีส่วนร่วมขององค์กรที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุและชุมชน เพื่อหาแรงสนับสนุนที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุและชุมชนมีรูปแบบในการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรอย่างต่อเนื่องและเหมาะสม

5. การวิจัยในครั้งนี้ควรมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่องเพื่อทำการศึกษาความยั่งยืนของการป้องกันอุบัติภัยจากกาจราจรของผู้สูงอายุภายหลังจากที่ได้มีการพัฒนารูปแบบการป้องกันอุบัติภัยจากกาจราจรของผู้สูงอายุแล้ว

6. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติภัยจากการจราจรของผู้สูงอายุสามารถนำไปใช้ในกลุ่มผู้สูงอายุในพื้นที่อื่นๆได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ทุกท่าน ขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนทำวิทยานิพนธ์ขอบคุณผู้สูงอายุบ้านแสนสำราญ ขอบคุณผู้เข้าร่วมกิจกรรมทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดีและขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] กานต์พิชชาหนูบุญและพรรณีบัญชรหัตถกิจ. (2557). ผลของโปรแกรมสุขศึกษาในการป้องกันอุบัติภัยจราจรจากรถจักรยานยนต์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานนครราชสีมา. วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ. ปีที่8 ฉบับที่2 กรกฎาคม - ตุลาคม2558[8]

[2] กลุ่มพัฒนาความปลอดภัยสำนักแผนความปลอดภัย. (2558). รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนพ.ศ. 2557 .กลุ่มพัฒนาความปลอดภัยสำนักแผนความปลอดภัยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร.[2]

[3] ธนวรรษน์สำกำปังและกาญจนานาถะพินธุ์. (2554). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุตำบลขามป้อมอำเภอพระยืนจังหวัดขอนแก่น. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่7 ขอนแก่น; ปีที่18 ฉบับที่1 เลขหน้า61-69 ปีพ.ศ. 2554.[5]

[4] ChulapornSota, JetnipitSommart, ChaiwutKanchanasantisuk, AmornratPookarbkaow and Tuenjai Fukuda. (2008). The Development Potential for Traffic Accident Prevention of Stakeholders in Communities beside Highways in the Northeast of Thailand. Atrans Asian Transportation Research Society. November 2008[7]

[5] H. Etehad et al. (2015). Impact of road traffic accidents on the elderly.Archives of Gerontology and Geriatrics. Volume 61, Issue 3, November–December 2015, Pages 489–493.[6]

[6] Knodel J and Chayovan N, (2008). Population ageing and the well-being of older persons in Thailand: Past Trends, Current Situation, and Future Challengs. Papers in Population Ageing Series, Number 5. Bangkok: UNFPA Thailand and Asia and the Pacific Regional office.[4]

[7] United Nation, Department of Internation Economic and Social Affair.(1981). Popular Participation as a Strategy for Promoting Community Level Action and Nation Development. Report of The Meeting for The Adhoc Group of Expert. New York: United Nation.[3]

[8] World Health Organization.Global Statusreport on Road Safety 2015.Geneva:WHO;2015.[1]

ATRANS ANNUAL CONFERENCE 2017
PROCEEDING OF
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

มาตรการทางกฎหมายในการเพิ่มความปลอดภัยทางถนนให้กับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม
A study on legal measures to increase road safety for pedestrians crossing the crosswalk

หมายเลขบทความ : AYRF2017-034TH

นายธนะชาติ ปาลิยะเวทย์[1], พ.ต.อ.ญ. จินดา กลับกลาย[2]

[1]คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
โทรศัพท์ 081-480-0186 โทรสาร 02-391-7984-5
E-mail: poppy_mom@yahoo.com

[2]กองบัญชาการศึกษา สำนักงานตำรวจแห่งชาติ
โทรศัพท์ 081-614-1227 โทรสาร 02-513-3060
E-mail: jint02@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องมาตรการทางกฎหมายในการเพิ่มความปลอดภัยทางถนนให้กับคนเดินเท้าใช้ทางข้ามมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางถนนสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม และเปรียบเทียบกับกฎหมายต่างประเทศ เพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงกฎหมายและเพิ่มประสิทธิภาพในการบังคับใช้กฎหมายให้เกิดความปลอดภัยสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเอกสาร และการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาวิเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทบทวนและแก้ไขกฎหมายสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม ผลการศึกษาพบว่า มีการแก้ไขเพิ่มเติมกฎหมายว่าด้วยจราจรทางบกในส่วนที่เกี่ยวกับคนเดินเท้าน้อยมาก กฎหมายไม่ได้กำหนดไว้ชัดเจนเพียงพอเกี่ยวกับพฤติกรรมบางอย่างของคนเดินเท้าที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่ผู้ขับขี่และก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนและมีบทลงโทษที่เบาเกินไป การบังคับใช้กฎหมายที่มีอยู่ต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่และคนเดินเท้าไม่เข้มงวดและไม่มีประสิทธิผลมาก มาตรการกฎหมายที่เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างสภาพถนนและทางข้ามอย่างเหมาะสมและเพียงพอ การวางแผนการใช้พื้นที่ และการออกแบบและสร้างยานพาหนะที่เป็นมิตรกับคนเดินเท้ายังไม่เข้มงวดและยังไม่นำไปสู่การปฏิบัติที่เข้มข้น

คำสำคัญ: อุบัติเหตุทางถนน, คนเดินเท้า, ทางข้าม, ความปลอดภัยทางถนน

Abstract

A study on legal measures to increase road safety for pedestrians crossing the crosswalk aims at reviewing the laws and regulations related to road safety for pedestrians crossing the crosswalk in comparison with foreign laws. The objective is not only a review of those provisions but also a conducing guidance on how to improve the law and increase the effectiveness of law enforcement for pedestrian safety. This research is the documentation and quality research, carrying out by collecting and analyzing information and research pertaining to reviewing and amending the law being applicable to pedestrian crossing the crosswalk. The study finds out the amendments of pedestrians provisions in the law on land traffic have been very less, the provisions of the law are relevantly indefinite in coverage of certain acts causing risks to motorists and road accident and contain too less penalty, the enforcement of existing substantive law applicable to motorists and pedestrians crossing the crosswalk is not stringent and effective and the legal measures on design and providing appropriate and adequate road and crosswalk , land-use planning, pedestrian-friendly vehicle design and production are not stringent and bring about several intensive actions.

Keywords: road accident, pedestrian, pedestrian crossing, road safety

1. บทนำ

ความปลอดภัยทางถนนสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้ามในประเทศไทยนับเป็นปัญหาสำคัญที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข โดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization/ WHO) ระบุว่าตัวเลขการเสียชีวิตของคนเดินเท้าคิดเป็น 22% จากจำนวนผู้ใช้รถใช้ถนนที่เสียชีวิตทั้งหมด (รองลงมาจากผู้ใช้รถจักรยานยนต์ 2 และ 3 ล้อซึ่งคิดเป็น 23%) หรือมีคนเดินเท้าเสียชีวิตมากกว่า 270,000 คนในแต่ละปี นอกจากนี้ในบางประเทศมีสัดส่วนการเสียชีวิตสูงถึง 2 ใน 3 นอกจากนี้ยังมีผู้คนอีกหลายล้านคนที่ได้รับบาดเจ็บและทุพพลภาพถาวรจากอุบัติเหตุจราจรทางถนน ขณะกำลังเดินเท้าทั้งใช้ทางเท้าและข้ามถนนอยู่ [1]

จากรายงานความปลอดภัยทางถนนของโลก ปี 2015 (พ.ศ. 2558) ระบุว่าในปี 2012 (พ.ศ. 2555) ประเทศไทยมีผู้ใช้รถใช้ถนนที่เป็นคนเดินเท้าเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนอยู่ที่ 8% รองลงมาจากผู้ขับขี่จักรยานยนต์ 2 และ 3 ล้อ (73%) [2] ถึงแม้อาจมองผิวเผินว่า 8% เป็นสัดส่วนที่ไม่ได้สูงมากนัก แต่เมื่อนำมาเทียบกับจำนวนของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทย 36.2 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคนนั้นย่อมสูงกว่าอัตราการเสียชีวิตของคนเดินเท้าจากอุบัติเหตุทางถนนในประเทศออสเตรเลีย 13.2% ของจำนวนผู้เสียชีวิตทางถนน 5.4 คน ต่อประชากรหนึ่งแสนคนของประเทศออสเตรเลีย และสูงกว่าอีกหลาย ๆ ประเทศ

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีกฎหมายบังคับและวางกฎเกณฑ์เกี่ยวกับผู้ขับขี่และคนเดินเท้าที่ข้ามถนนหรือข้ามทางไว้แล้วก็ตาม แต่กลับพบว่าคนเดินเท้าซึ่งเป็นกลุ่มที่เปราะบางหรือมีความเสี่ยงสูงต่อการประสบอันตรายทางถนนและมีสิทธิในการใช้ทาง (the right of way) เช่นเดียวกัน ยังคงได้รับอันตราย ผจญอยู่กับความเสี่ยงที่จะสูญเสียจากการข้ามถนนอยู่เสมอ และยังคงไม่มีหลักประกันความปลอดภัยมากขึ้นกว่าเดิม ในขณะที่ในระดับสากลความปลอดภัยของคนเดินเท้าเป็นตัวชี้วัดความปลอดภัยในการสัญจรทางถนนด้วยเช่นกัน [2]

ดังนั้น นักวิจัยจึงตระหนักถึงการให้ความสำคัญกับความปลอดภัยทางถนนสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม และได้ทำการศึกษาเรื่องมาตรการทางกฎหมายในการเพิ่มความปลอดภัยทางถนนให้กับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม โดยมีข้อสังเกตสำคัญ 3 ประการคือ 1) ผู้ขับขี่และคนเดินเท้าอาจเป็นคนๆ เดียวกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบทบาทหรือโอกาสในการใช้รถใช้ถนน 2) การใช้รถใช้ถนนของทั้งผู้ขับขี่และคนเดินเท้าย่อมต้องการความปลอดภัยด้วยกันทั้งนั้น 3) ในรายงานสถานการณ์และบทวิเคราะห์ต่างๆ ได้เน้นย้ำเสมอว่า คนเดินเท้า ผู้ขี่จักรยาน ผู้ขี่จักรยานยนต์เป็นกลุ่มเปราะบางหรือเสี่ยงได้รับอันตรายอย่างมาก (เมื่อเทียบกับผู้ขับขี่) โดยเฉพาะในสภาพการจราจรที่คับคั่ง และใช้ความเร็วสูง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อทบทวนกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับคนเดินเท้าใช้ทางข้ามและการบังคับใช้กฎหมาย

2.2 เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงกฎหมายและเพิ่มประสิทธิภาพในการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางถนนสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

การศึกษาเรื่องมาตรการทางกฎหมายในการเพิ่มความปลอดภัยทางถนนให้กับคนเดินเท้าใช้ทางข้ามเป็นการวิจัยกฎหมายกับสังคมโดยใช้กระบวนการวิจัยเอกสาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางถนนสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม ประกอบด้วย ประมวลกฎหมาย, พระราชบัญญัติกฎหมายลำดับรอง เพื่อวิเคราะห์ช่องว่างของกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางถนนสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม ตั้งแต่สิทธิและเสรีภาพของคนเดินเท้าใช้ทางข้าม บทลงโทษสำหรับผู้กระทำผิด และการบังคับใช้กฎหมาย

3.2 การสังเคราะห์หลักการด้านความปลอดภัยทางถนนสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้ามทั้งในและต่างประเทศ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและจากภาคสนามและนำมาวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) และวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยอาศัยหลักตรรกะวิเคราะห์ (Logical Analysis) และเชิงเปรียบเทียบโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศนำมาสังเคราะห์โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและนำเสนอเนื้อหาบรรยายเชิงเปรียบเทียบ และสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป และนำเสนอในรูปของข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

4. ผลการวิจัย

4.1 ความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางถนนในคนเดินเท้าใช้ทางข้าม

เมื่อทำการวิเคราะห์การเกิดอุบัติเหตุในคนเดินเท้าใช้ทางข้าม ผู้วิจัยตระหนักถึงตัวเลขการเสียชีวิตของคนเดินเท้าคิดเป็น 22% จากจำนวนผู้ใช้รถใช้ถนนที่เสียชีวิตทั้งหมด ซึ่งเป็นผลการสำรวจขององค์การอนามัยโลกเมื่อปี 2553 โดยผู้วิจัยพิจารณา “ทางข้าม” จำกัดอยู่แต่เฉพาะพื้นที่ที่ทำไว้สำหรับให้คนเดินเท้าข้ามทางโดยทำเครื่องหมายเป็นเส้นหรือแนวหรือตอกหมุดไว้บนทางบนพื้นดินเป็นสำคัญ โดย

ไม่ได้รวมถึงพื้นที่ที่ทำให้คนเดินเท้าข้ามไม่ว่าในระดับใต้หรือเหนือพื้นดิน เช่น อุโมงค์คนเดินเท้า สะพานลอย ทางเดินลอยฟ้า (Skywalk) ฯลฯ แม้ว่าในกฎหมายจะรวมทั้งสองส่วนเข้าไว้ด้วยกัน ผู้วิจัยจำแนกปัจจัยที่ทำให้ผู้ใช้รถใช้ถนนตกอยู่ในภาวะเสี่ยงได้รับอันตรายและความเสียหายมีอยู่ 3 ประการ คือ 1) คนเดินเท้าซึ่งเสี่ยงได้รับอันตรายจากพฤติกรรมของผู้ขับขี่ 2) คนเดินเท้าซึ่งเสี่ยงได้รับอันตรายจากสภาพถนนและทางข้าม และ 3) ผู้ขับขี่ซึ่งเสี่ยงประสบอุบัติเหตุจราจรจากพฤติกรรมของคนเดินเท้าที่ข้ามถนน

1) **พฤติกรรมของผู้ขับขี่** เนื่องจากการใช้ทางข้ามของคนเดินเท้าทำให้เกิดจุดตัดของกระแสจราจรระหว่างคนเดินข้ามถนนและผู้ขับขี่รถยนต์ที่ขับขี่ผ่านทางข้าม โดยการตัดกันของกระแสจราจรดังกล่าวทำให้บริเวณทางข้ามมักจะเป็นจุดที่เกิดปัญหาอุบัติเหตุจราจรและปัญหาการจราจรติดขัด ซึ่งคนทั่วไปมักจะนิยมใช้ทางข้ามที่เป็นทางม้าลายมากกว่าสะพานลอยและอุโมงค์ลอดถนน [3] ในแง่ความปลอดภัยของคนเดินเท้าที่ใช้ทางข้าม (ซึ่งรวมถึงคนเดินเท้าที่เจ็บป่วย พิการ ชราภาพ หรือมีสัมภาระมาก ฯลฯ) เสี่ยงได้รับอันตรายจากทั้งผู้ขับขี่ โดยพฤติกรรมของผู้ขับขี่ซึ่งพบเห็นกันโดยทั่วไป (ในประเทศไทย) ซึ่งอาจมองได้ว่าเป็นการกระทำทั้งโดยเจตนาและโดยประมาท ได้แก่ ไม่หยุดรถให้กับผู้เดินเท้าที่ข้ามถนนในทางข้าม (Pedestrian Crossings หรือ Crosswalk) ไม่ว่าจะเป็นทางม้าลายที่มีไฟสัญญาณสำหรับคนข้ามถนนด้วยหรือไม่ก็ตาม จากการวิจัย [5] พบว่า 47.7 % ของจำนวนรอบการข้ามทั้งหมดผู้ขับขี่ไม่หยุดรถเมื่อปรากฏสัญญาณไฟแดงเพื่อให้คนเดินข้ามถนนได้ รวมถึงกรณีที่คนเดินเท้าถูกผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์เฉี่ยวชนบนทางเท้า หรือรอยต่อระหว่างทางเท้าและพื้นถนน ผู้ขับขี่จอดรถ หยุดรถทับทางข้ามที่เป็นทางม้าลาย ผู้ขับขี่ฝ่าฝืนไฟสัญญาณจราจร ผู้ขับขี่มักไม่ชะลอความเร็วเมื่อถึงทางร่วม ทางแยก เพื่อเร่งรีบขับขี่ให้ผ่านไปก่อนมีไฟสัญญาณให้หยุดรถ ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วสูงเพื่อแซงรถคันหน้าและไม่เห็นคนข้ามถนน โดยการวิจัย [6] กล่าวว่า อุบัติเหตุทางเดินเท้าที่ร้ายแรงที่สุดมักเกิดขึ้นเมื่อยานพาหนะกำลังเร่งหรืออยู่บนถนนที่อยู่นอกเมือง ผู้ขับขี่ดื่มเหล้าแล้วขับรถ การขับขี่ที่เสียสมาธิ (distracted driving) (เช่น เป็นเพราะเมื่อยล้า หลับใน กินอาหาร ใช้โทรศัพท์ เด็กในรถ สัตว์เลี้ยงในรถ)

2) **สภาพถนนและทางข้าม** โดยคนเดินเท้าซึ่งเสี่ยงได้รับอันตรายจากสภาพถนนและทางข้าม อันเนื่องมาจากความล้มเหลวในการจัดลำดับความสำคัญความต้องการของคนเดินเท้าในการออกแบบถนนโดยการจัดให้มีโครงสร้างพื้นฐาน ถนนและทางข้ามที่ปลอดภัยสามารถเข้าถึงได้ เพียงพอและครอบคลุมและบริการต่างๆ ได้แก่ สภาพถนนที่ไม่มีทางเดินเท้า ไม่มีเกาะกลาง ไม่มีทางม้าลาย หรือมีทางข้ามแต่น้อยเกินไป อยู่ในจุดที่ไม่เหมาะสมและเป็นอันตราย หรือทางเดินเท้าแคบหรือถูกผู้อื่นใช้พื้นที่ส่วนนั้นไป (เช่น ทำการค้าขาย ถูกรถจอดทับ) ไม่มีแสงสว่างหรือมีแต่ไม่เพียงพอทำให้ผู้ขับขี่มองไม่เห็นชัดเจน แม้มีทางม้าลายก็ไม่ได้ทำให้คนเดินเท้ามีความปลอดภัยมากขึ้น

3) **พฤติกรรมของคนเดินเท้าที่ข้ามถนน** ในแง่ความปลอดภัยของผู้ขับขี่ ผู้ขับขี่เสี่ยงได้รับอันตรายอันเนื่องมาจากพฤติกรรมของคนเดินเท้าที่ข้ามถนน ซึ่งอาจมองได้ว่าเป็นการกระทำทั้งโดยเจตนาและโดยประมาท ได้แก่ คนเดินเท้าเดินหรือวิ่งข้ามถนนตัดหน้ารถกระทันหัน คนเดินเท้าที่ปล่อยให้เด็กเล็กอยู่ด้านนอกหรือด้านที่รถแล่นเข้าหา ปล่อยเด็กเล็กวิ่งเตลิดแบบไร้ทิศทาง ไม่ข้ามถนนในทางม้าลายและสะพานลอย (Jaywalking) มีอาการมึนเมาขณะเดินบนถนน ขาดความสามารถที่จะเห็นได้ในบางสภาวะและไม่ปฏิบัติตามป้ายบอกทางและสัญญาณโดยการวิจัย [7] กล่าวว่า พฤติกรรมการการวางแผน (TPB) ซึ่งประกอบด้วยบรรทัดฐานอัตนัย (SN) และการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (PBC) มีอิทธิพลต่อความตั้งใจที่จะข้ามถนนเมื่อใช้โทรศัพท์มือถือ

ความเสี่ยงที่กล่าวมาข้างต้นสอดคล้องกับรายงานขององค์การอนามัยโลก [4] ซึ่งยังชี้ให้เห็นความเสี่ยงที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนในกลุ่มคนเดินทางใช้ทางข้ามเพิ่มเติมอีก 3 ประการ ได้แก่

1) **การวางแผนการใช้พื้นที่** ระยะทางระหว่างที่พักและสถานที่ทำงาน โรงเรียน ร้านค้าและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ที่มากเกินไปทำให้เกิดระยะทางในการเดินทางที่มากและความล้มเหลวในการเชื่อมต่อสถานที่เหล่านี้ให้มีความปลอดภัย

2) **การออกแบบยานพาหนะ** ขาดการใช้พาหนะที่ปลอดภัยมากกว่าโดยมีการปกป้องผู้ขับขี่จากการชน ระบบเบรคฉุกเฉินรวมถึงขาดการบังคับใช้มาตรฐานการออกแบบรถยนต์ที่เป็นมิตรกับคนเดินเท้า

3) **การดูแลหลังเกิดอุบัติเหตุ** ระบบที่มีข้อบกพร่องในการดำเนินการให้คนเดินเท้าที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนนได้รับการรักษาพยาบาลอย่างเร่งด่วนและลดความเสี่ยงจากผลกระทบร้ายแรง

4.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม

ในการศึกษากฎหมายไทยที่เกี่ยวข้องกับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม ผู้วิจัยพบกฎหมายที่เกี่ยวข้องโดยตรง คือ พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 [8] โดยสามารถจำแนกมาตรการที่ส่งผลให้เกิดความปลอดภัยของคนเดินเท้าใช้ทางข้ามออกเป็น 2 มาตรการ คือ

4.2.1 มาตรการทางกฎหมายในการควบคุมผู้ขับขี่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทางข้าม

พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 มีบทบัญญัติว่าด้วยการใช้ทางเดินรถ และว่าด้วยอุบัติเหตุ ผู้วิจัยขอกล่าวถึงโดยสรุปในส่วนที่เกี่ยวกับการควบคุมผู้ขับขี่ โดยเฉพาะในส่วนที่อาจมีพฤติกรรมก่ออันตรายแก่คนเดินเท้าที่ใช้ทางข้าม ดังนี้

- สัญญาณจราจรและเครื่องหมายจราจร ผู้ขับขี่ต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามสัญญาณจราจร และเครื่องหมายจราจรที่ได้ติดตั้งไว้หรือทำให้ปรากฏในทาง..... (มาตรา 21) ผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติ ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 1,000 บาท (มาตรา 152) ที่เกี่ยวข้องกับคนเดินเท้า ได้แก่ ไฟสัญญาณจราจรควบคุมคนเดินเท้า และทางม้าลาย ซึ่งมักเกิดเหตุการณ์ที่ผู้ขับขี่ไม่ชะลอความเร็วรถ ไม่หยุดรถให้คนเดินเท้าข้ามทาง หรือไม่ยอมให้ทางกับคนเดินเท้า
- การขับรถ ในการใช้ทางเดินรถผู้ขับขี่ต้องใช้ความระมัดระวังไม่ให้รถชนหรือโดนคนเดินเท้าไม่ว่าจะอยู่ ณ ส่วนใดของทาง และต้องให้สัญญาณเตือนคนเดินเท้าให้รู้ตัวเมื่อจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็ก คนชรา หรือคนพิการที่กำลังใช้ทาง ผู้ขับขี่ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษในการควบคุมรถของตน (มาตรา 32) แต่ในกรณีที่ผู้ขับขี่ชนหรือโดนคนเดินเท้าที่ข้ามถนนทางนอกทางข้าม *(เมื่ออยู่ในเขตที่บังคับให้ต้องข้ามในทางข้าม)* หรือลอด หรือผ่านสิ่งปิดกั้นห้ามข้ามทาง ถ้าพนักงานสอบสวนเห็นว่า ผู้ขับขี่ได้ใช้ความระมัดระวังเพียงพอแล้ว มีอำนาจปล่อยตัวชั่วคราวโดยไม่ต้องมีหลักประกันได้ (มาตรา 145) ซึ่งหากผู้ขับขี่ทำให้คนเดินเท้าได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตขึ้นอยู่กับการพิสูจน์ความผิด โดยยังคงต้องรับผิดทางอาญาตามประมวลกฎหมายอาญาและความรับผิดทางแพ่งตามข้อกฎหมายเรื่องละเมิดอยู่
- การขับรถ ห้ามมิให้ผู้ขับขี่ขับรถ โดยประมาทหรือน่าหวาดเสียวอันอาจเกิดอันตรายแก่บุคคลหรือทรัพย์สิน บนทางเท้าโดยไม่มีเหตุอันควร โดยไม่คำนึงความปลอดภัยหรือความเดือดร้อนของผู้อื่น (มาตรา 43) ผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติในสองกรณีแรก ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่ 400 - 1,000 บาท (มาตรา 157) ผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติกรณีสุดท้าย ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 3 เดือนหรือปรับตั้งแต่ 2,000 บาทถึง 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ (มาตรา 160)
- การขับแซงและผ่านขึ้นหน้า ห้ามมิให้ผู้ขับขี่ขับรถแซงเพื่อขึ้นหน้ารถอื่นภายในระยะ 30 เมตรก่อนถึงทางข้าม และเมื่อเข้าที่คับขันหรือเขตปลอดภัย ซึ่งเป็นพื้นที่ในทางเดินรถที่มีเครื่องหมายแสดงให้เห็นชัดเจนทุกเวลา สำหรับให้คนเดินเท้าที่ข้ามทางหยุดรอ หรือให้คนที่ขึ้นหรือลงรถหยุดรอก่อนจะข้ามทางต่อไป (มาตรา 46) ผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติในสองกรณีแรก ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่ 400 - 1,000 บาท (มาตรา 157)
- การจอดรถ เว้นแต่จะมีกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ห้ามมิให้ผู้ขับขี่จอดรถ (อนุมาตรา 4) ในทางข้าม หรือในระยะ 3 เมตรจากทางข้าม (มาตรา 57) ผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติ ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 500 บาท (มาตรา 148)
- ข้อกำหนดเกี่ยวกับความเร็วของรถ ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถเข้าใกล้ทางร่วมทางแยก ทางข้ามเส้นให้รถหยุด หรือวงเวียน ต้องลดความเร็วของรถ (มาตรา 70) ผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติ ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 500 บาท (มาตรา 148)
- กรณีชนแล้วหนี เมื่อเกิดกรณีที่ผู้ขับขี่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่บุคคลหรือทรัพย์สินของผู้อื่น โดยที่ผู้ขับขี่ไม่หยุดรถ ไม่ให้ความช่วยเหลือตามสมควร และไม่แสดงตัวและแจ้งเหตุ รายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ที่ใกล้เคียงทันที (มาตรา 78) ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 3 เดือน หรือปรับตั้งแต่ 2,000 – 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ (มาตรา 160) กรณีที่เป็นเหตุให้บุคคลอื่นได้รับอันตรายสาหัสหรือเสียชีวิตต้องรับผิดตามประมวลกฎหมายอาญา

มาตรการทางกฎหมายในการควบคุมพฤติกรรม	ลักษณะความผิด *(เฉพาะที่เกี่ยวกับการใช้ทางข้าม)*	บทกำหนดโทษสำหรับผู้ฝ่าฝืน
ผู้ขับขี่	● สัญญาณจราจรและเครื่องหมายจราจร	1,000 บาท
	● การขับรถชนหรือโดยคนเดินเท้า โดยไม่ระมัดระวังในการควบคุมรถ	รับผิดทางอาญาและแพ่งกรณีทำให้บาดเจ็บหรือเสียชีวิต
	● การขับรถโดยประมาท น่าหวาดเสียวอันเกิดอันตรายแก่บุคคลหรือทรัพย์สินโดยไม่มีเหตุอันควร	ปรับ 400 - 1,000 บาท หรือจำคุกไม่เกิน 3 เดือนหรือปรับ 2,000- 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับแล้วแต่กรณี
	● การขับแซงและผ่านขึ้นหน้าในระยะ 30 เมตรก่อนถึงทางข้าม เข้าที่คับขันหรือเขตปลอดภัย	ปรับ 400 - 1,000 บาท
	● จอดรถในทางข้าม หรือในระยะ 3 เมตรจากทางข้าม	ปรับไม่เกิน 500 บาท
	● ขับรถไม่ลดความเร็วเมื่อเข้าใกล้ทางร่วมทางแยก ทางข้ามเส้นให้รถหยุด หรือวงเวียน	ปรับไม่เกิน 500 บาท
	● กรณีชนแล้วหนี	จำคุกไม่เกิน 3 เดือน หรือปรับ 2,000 – 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรการทางกฎหมายในการควบคุมพฤติกรรม	ลักษณะความผิด *(เฉพาะที่เกี่ยวกับการใช้ทางข้าม)*	บทกำหนดโทษสำหรับผู้ฝ่าฝืน
คนเดินเท้า	● ข้ามทางนอกทางข้าม	ปรับไม่เกิน 200 บาท
	● ฝ่าฝืนไฟสัญญาณจราจรควบคุมคนเดินเท้า	ปรับไม่เกิน 200 บาท
	● ฝ่าฝืนสัญญาณจราจรควบคุมการใช้ทาง ในทางข้ามหรือทางร่วมทางแยก	ปรับไม่เกิน 200 บาท
	● ฝ่าฝืนสัญญาณด้วยมือและแขน หรือเสียงสัญญาณนกหวีดของพนักงานเจ้าหน้าที่ในทาง	ปรับไม่เกิน 500 บาท
	● เดินแถว เดินเป็นขบวนแห่ ขบวนใด ๆ ที่กีดขวางการจราจร หรือโดยไม่ได้รับอนุญาตและไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไข	ปรับไม่เกิน 500 บาท

ตารางที่ 1 มาตรการทางกฎหมายในการควบคุมพฤติกรรมของผู้ขับขี่และคนเดินเท้า (เฉพาะที่เกี่ยวกับการใช้ทางข้าม)

4.2.2 มาตรการทางกฎหมายในการควบคุมคนเดินเท้าที่ใช้ทางข้าม

ในทางกฎหมาย พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 มีบทบัญญัติว่าด้วยคนเดินเท้า ผู้วิจัยขอกล่าวถึงโดยสรุปในส่วนที่เกี่ยวกับการควบคุมคนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามซึ่งอาจมีพฤติกรรมก่ออันตรายแก่ผู้ขับขี่ ดังนี้

- ห้ามมิให้คนเดินเท้าข้ามทางนอกทางข้าม ซึ่งได้แก่ ระยะที่เกินกว่า 100 เมตรนับจากทางข้าม (มาตรา 104) ผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 200 บาท (ม. 147)
- คนเดินเท้าที่ต้องการจะข้ามทางเดินรถในทางข้ามที่มีไฟสัญญาณจราจรควบคุมคนเดินเท้า (ไม่ว่าจะมีรูปหรือข้อความเป็นการห้ามมิให้คนเดินเท้าข้ามทางเดินรถด้วยหรือไม่ก็ตาม) ให้ปฏิบัติตามไฟสัญญาณจราจรสีแดง สีเขียว สีเขียวกระพริบทางด้านใดของทาง (หากยังไม่ได้ข้ามให้หยุดรอบนทางเท้า แต่ถ้ากำลังข้าม ให้ข้ามทางโดยเร็ว) (มาตรา 105) ผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติ ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 200 บาท (มาตรา 147)
- คนเดินเท้าที่ต้องการจะข้ามทางเดินรถในทางข้ามหรือทางร่วมทางแยกที่มีสัญญาณจราจรควบคุมการใช้ทาง ให้ทั้งผู้ขับขี่และคนเดินเท้าปฏิบัติตามไฟสัญญาณจราจรสีแดง สีเขียว สีเหลืองอำพันหรือไฟสีเขียวกระพริบทางด้านใดของทาง (มาตรา 106) ผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติ ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 200 บาท (มาตรา 147)
- คนเดินเท้าที่ต้องการจะข้ามทางเดินรถในทางที่มีพนักงานเจ้าหน้าที่แสดงสัญญาณจราจรให้ปรากฏไม่ว่าจะเป็นสัญญาณด้วยมือและแขน หรือเสียงสัญญาณนกหวีด...ให้ปฏิบัติตามสัญญาณจราจรนั้น (มาตรา 107) ผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติ ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 500 บาท (มาตรา 148)
- ห้ามมิให้ผู้ใดเดินแถว เดินเป็นขบวนแห่ หรือเดินเป็นขบวนใด ๆ ในลักษณะที่เป็นการกีดขวางการจราจร ยกเว้นแถวทหารหรือตำรวจ แถวหรือขบวนแห่หรือขบวนใดๆ ที่ได้รับอนุญาตและปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด (มาตรา 108) ผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติ ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 500 บาท (มาตรา 148)

5. อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของคนเดินทางใช้ทางข้ามโดยเปรียบเทียบกับความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุของคนเดินเท้าใช้ทางข้าม ผู้วิจัยพบว่า

ในส่วนของการควบคุมและป้องกันความเสี่ยงจากปัจจัยพฤติกรรมผู้ขับขี่ โดยรวมแล้วพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 ได้กำหนดไว้ชัดเจนเพียงพอและครอบคลุมพฤติกรรมการขับขี่ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่คนเดินเท้า โดยเป็นหน้าที่ของผู้ขับขี่ที่ขับรถบนท้องถนนต้องใช้ความระมัดระวังไม่ให้รถชน เฉี่ยวชน หรือโดนคนเดินเท้าไม่ว่าจะอยู่ ณ ส่วนใดของทาง ที่น่าสนใจเกี่ยวกับสิทธิในการใช้ทางหรือถนนร่วมกันของคนทุกคน นั่นคือ ศาลปกครองสูงสุดได้มีคำตัดสินในปี 2553 "ให้เทศบาลนครอุบลราชธานีคืนทางเท้าจำนวน 21 สาย ให้เป็นประโยชน์สาธารณะของประชาชนในท้องถิ่น โดยศาลได้วางหลักการสำคัญไว้ว่า "ไม่ว่าทางรถวิ่งหรือทางคนเดินซึ่งเป็นทางสาธารณะที่ทำไว้ให้คนเดิน กฎหมายให้ความสำคัญเท่าเทียมกัน ไม่ว่าผู้นั้นจะสัญจรด้วยการเดิน หรือใช้รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ หรือด้วยวิธีการอื่นใดอันพึงใช้ทางนั้นในการสัญจรได้"

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอให้เพิ่มบทลงโทษสำหรับพฤติกรรมผู้ขับขี่บางอย่างที่ก่อให้เกิดอันตรายบ่อยครั้ง อาทิเช่น ไม่หยุดรถให้คนเดินเท้าข้ามทางตรงทางม้าลาย ซึ่งมีโทษปรับ 1,000 บาท ขณะที่กฎหมายออสเตรเลียมีโทษปรับ 300 AUD (ดอลล่าร์ออสเตรเลีย) หรือประมาณ 8,700 บาท และตัดแต้มผู้กระทำผิด 3 แต้ม แต่ที่น่าให้ความสนใจและสำคัญมากกว่าคือ ในการบังคับใช้กฎหมายในส่วนนี้ไม่เข้มงวด ไม่มีประสิทธิผลมากนัก

แต่ในส่วนของการควบคุมและป้องกันความเสี่ยงจากปัจจัยพฤติกรรมของคนเดินเท้าเอง กลับพบว่าการแก้ไขเพิ่มเติมกฎหมายว่าด้วยจราจรทางบกทุกครั้งที่ผ่านมา มีการแก้ไขเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวกับคนเดินเท้าน้อยมาก กฎหมายไม่ได้กำหนดไว้ชัดเจนเพียงพอเกี่ยวกับพฤติกรรมบางอย่างของคนเดินเท้าที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่ผู้ขับขี่และก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนน ตัวอย่างเช่น ไม่มีข้อกำหนดและบทลงโทษเกี่ยวกับพฤติกรรมคนเดินเท้าที่ใช้โทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ ซึ่งไม่มีสติและระมัดระวังเพียงพอขณะใช้ทางข้าม (ขณะที่มีกฎหมายห้ามมิให้ใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับรถ) คนเดินเท้าเดินหรือวิ่งข้ามถนนตัดหน้ารถกระทันหัน พฤติกรรมจูงเด็กข้ามทางซึ่งต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ มิให้จูงเด็กไว้ด้านนอกหรือด้านที่รถแล่นเข้าหา ปล่อยเด็กเล็กวิ่งเตลิดแบบไร้ทิศทาง เป็นต้น สิ่งที่น่าให้ความสนใจและสำคัญ คือ การที่มีอยู่สำหรับพฤติกรรมผู้ขับขี่บางอย่างที่ก่อให้เกิดอันตรายบ่อยครั้ง อาทิเช่น ไม่ข้ามถนนในทางข้าม ซึ่งมีโทษปรับเพียง 200 บาทเท่านั้น และหากจำเป็นก็ให้กักขังในกรณีที่ไม่จ่ายเงินค่าปรับ รวมถึงใช้มาตรการคุมประพฤติ บันทึกทำประวัติ บำเพ็ญประโยชน์สาธารณะ ฯลฯ ในปัจจุบันกฎหมายหลายฉบับ อาทิเช่น ประมวลกฎหมายอาญาได้เพิ่มโทษปรับในความผิดอาญาส่วนใหญ่ไปมากแล้ว รวมถึงปรับเพิ่มอัตราการกักขังแทนค่าปรับจากวันละ 200 บาท เป็น 500 บาท ขณะที่กฎหมายในหลายรัฐของประเทศออสเตรเลียมีโทษปรับ 50 AUD (ดอลล่าร์ออสเตรเลีย)หรือประมาณ 1,450 บาท รวมทั้งการบังคับใช้กฎหมายในส่วนนี้ไม่เข้มงวด ไม่มีประสิทธิผลมากนัก

นอกจากนี้มาตรการทางกฎหมายที่มีอยู่ในด้านอื่นๆ ได้แก่ การออกแบบและสร้างสภาพถนนและทางข้ามที่เหมาะสมและเพียงพอ (เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติทางหลวง พระราชบัญญัติทางหลวงชนบท และกฎหมายท้องถิ่น) การวางแผนการใช้พื้นที่ (เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติผังเมือง) การออกแบบยานพาหนะที่เป็นมิตรกับคนเดินเท้า (เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พระราชบัญญัติรถยนต์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ยังไม่เข้มงวดและยังไม่นำไปสู่การปฏิบัติที่เข้มข้น ในขณะที่ข้อพิจารณาสำคัญของการมีโครงสร้างพื้นฐานและการบริการสาธารณะให้เป็นระบบที่เอื้อต่อความปลอดภัย (Safe System Approach) คือ ต้องอาศัยมาตรการที่ยึดหลักด้านวิศวกรรมการจราจรและหลักความปลอดภัยที่ยึดถือคนเป็นศูนย์กลาง (People-centered) ต่างกับการยึดถือรถเป็นศูนย์กลาง (vehicle-centered) โดยคนเป็นศูนย์กลาง (People-centered) ในที่นี้ไม่ใช่คนที่ขับขี่รถ แต่มุ่งหมายถึงคนทั่วไปที่ไม่ใช้รถ (ไม่ว่าจะมีรถหรือไม่ก็ตาม) หลักนี้ใช้ยึดถือในการออกแบบและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การจราจรและระบบขนส่งสาธารณะ ฯลฯ เพื่อมุ่งลดความเสี่ยงและก่อให้เกิดความปลอดภัยให้กับคนทุกคนในการใช้ทางหรือถนนร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นทางเท้า เกาะกลาง ทางข้ามแบบต่างๆ เขตและถนนคนเดิน แสงสว่าง สัญญาณและเครื่องหมายจราจร โดยให้มีความเหมาะสมทั้งปริมาณและคุณภาพ ที่สำคัญคือ ต้องพิจารณาความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม และการจัดลำดับความสำคัญความต้องการของคนเดินเท้าประกอบด้วย เพื่อทำให้สิทธิเสรีภาพในการใช้ทาง (the right of way) การเข้าถึงความปลอดภัยในการใช้ถนนของคนเดินเท้าใช้ทางข้าม

จากที่ผ่านมาได้มีความพยายามให้มีมาตรการกฎหมายที่ชัดเจนในประเด็นที่เป็นปัญหาสำคัญไม่ว่าจะเป็นการขับรถด้วยความเร็วสูง การดื่มเหล้าแล้วขับรถ การไม่คาดเข็มขัดนิรภัย และการไม่สวมหมวกนิรภัยขณะขับขี่รถจักรยานยนต์ เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยความเสี่ยงหลักที่ทำให้ผู้ขับขี่เสียชีวิตและได้รับบาดเจ็บทางถนน ทั้งหมดนี้ล้วนแล้วแต่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนเดินเท้าด้วยเช่นกัน นั่นคือ

1) หากว่าผู้ขับขี่ไม่ขับรถด้วยความเร็วสูง ความเสี่ยงน้อยลง คนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามย่อมปลอดภัยไปด้วย

2) หากว่าผู้ขับขี่ขับรถโดยไม่ดื่มเหล้า ความเสี่ยงน้อยลง คนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามย่อมปลอดภัยไปด้วย

3) อุบัติเหตุจราจรที่เกิดจากพฤติกรรมของคนเดินเท้าที่ข้ามถนนโดยฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามกฎหมาย หากว่าผู้ขับขี่และผู้โดยสารคาดเข็มขัดนิรภัย ความเสี่ยงน้อยลง ผู้ขับขี่และผู้โดยสารย่อมปลอดภัย

4) อุบัติเหตุจราจรที่เกิดจากพฤติกรรมของคนเดินเท้าที่ข้ามถนนโดยฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามกฎหมาย หากว่าผู้ขับขี่และผู้โดยสารสวมหมวกนิรภัยขณะสัญจรด้วยรถจักรยานยนต์ ความเสี่ยงน้อยลง ผู้ขับขี่และผู้โดยสารย่อมปลอดภัย

6. สรุปผลการวิจัย

ในการเพิ่มความปลอดภัยให้แก่คนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามซึ่งต้องระลึกไว้เสมอว่า โดยสภาพแล้วเป็นผู้ใช้รถใช้ถนนที่มีความเปราะบาง เสี่ยงที่จะได้รับอันตรายได้ง่ายกว่าผู้ขับขี่ (นอกเหนือจากผู้ขี่จักรยาน ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์) และต้องไม่ลืมว่า ผู้ขับขี่และคนเดินเท้าอาจเป็นคนๆ เดียวกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบทบาทหรือโอกาสในการใช้รถใช้ถนน และการใช้รถใช้ถนนของทั้งผู้ขับขี่และคนเดินเท้าย่อมต้องการความปลอดภัยด้วยกันทั้งนั้น ในภาพรวมนั้นผู้วิจัยเห็นว่าการใช้มาตรการกฎหมายนั้นบังเกิดผลได้ชัดเจนและรวดเร็วกว่าการใช้วิธีรณรงค์เพื่อมุ่งปรับเปลี่ยนพฤติกรรมคนด้วย กฎหมายกำหนดไว้ชัดเจนเพียงพอและครอบคลุมพฤติกรรมการขับขี่ที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่คนเดินเท้า โดยมองว่าผู้ขับขี่ต้องใช้ความระมัดระวังต่อคนเดินเท้ามากกว่าเนื่องจากสภาพที่คนเดินเท้าซึ่งถูกละเมิดสิทธิในการใช้ทาง (the right of

way) ได้ง่าย พึงได้รับการคุ้มครองในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สินตามกฎหมายเช่นเดียวกับผู้ขับขี่ การเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนเดินเท้าที่ใช้ทางข้าม จึงควรมุ่งเน้นไปที่บังคับใช้กฎหมายให้เข้มงวด มีประสิทธิผล ให้กฎหมายมีความศักดิ์สิทธิ์ ทำให้ผู้ขับขี่เกิดความเกรงกลัว ไม่ทำผิดตามๆ กันไป ให้เชื่อมั่นและไว้ใจทางม้าลายได้มากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามผู้ขับขี่และคนเดินเท้าที่ข้ามถนนมีความเสี่ยงต่อการประสบอุบัติเหตุจราจรจากพฤติกรรมของคนเดินเท้าที่ข้ามถนนเองเช่นเดียวกัน ซึ่งกฎหมายไม่ได้กำหนดไว้ชัดเจนและครอบคลุมเพียงพอเกี่ยวกับพฤติกรรมบางอย่างของคนเดินเท้าที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่ผู้ขับขี่และก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนน รวมทั้งมีบทลงโทษที่เบาเกินไป และมีการบังคับใช้กฎหมายที่ไม่เข้มงวด ไม่มีประสิทธิผลมากนัก การเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามจึงควรมุ่งเน้นไปที่คนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามทั้งการแก้ไขกฎหมายและการบังคับใช้กฎหมาย

นอกจากนี้มาตรการทางกฎหมายที่เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างสภาพถนนและทางข้ามอย่างเหมาะสมและเพียงพอ การวางแผนการใช้พื้นที่ และการออกแบบและสร้างยานพาหนะที่เป็นมิตรกับคนเดินเท้ายังไม่เข้มงวดและยังไม่นำไปสู่การปฏิบัติที่เข้มข้นเพียงพอ ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ

7. ข้อเสนอแนะ

การมีมาตรการเพิ่มความปลอดภัยให้แก่คนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามซึ่งโดยสภาพแล้วเป็นผู้ใช้รถใช้ถนนที่มีความเปราะบาง เสี่ยงที่จะได้รับอันตรายได้ง่ายกว่าผู้ขับขี่ ซึ่งสอดคล้องกับแผนปฏิบัติการทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. 2554-2563 (Decade of Action for Road Safety) ของประเทศไทย กรอบแนวทาง 5 เสาหลักและแผนปฏิบัติการฯ ขององค์การสหประชาชาติ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1) ควรแก้ไขกฎหมายโดยเพิ่มลักษณะความผิดจากพฤติกรรมบางอย่างของคนเดินเท้าที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงแก่ผู้ขับขี่และก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนน อาทิเช่น คนเดินเท้าที่ใช้โทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ ซึ่งไม่มีสติและระมัดระวังเพียงพอขณะใช้ทางข้าม (ขณะที่มีกฎหมายห้ามมิให้ใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับรถ) เป็นต้น รวมทั้งแก้ไขกฎหมายเพิ่มโทษผู้กระทำผิดที่เป็นคนเดินเท้าใช้ทางข้าม

2) ควรบังคับใช้กฎหมายกับพฤติกรรมผู้ขับขี่ที่เข้าข่ายฝ่าฝืนข้อกฎหมายดังกล่าวข้างต้นให้เข้มงวด จริงจังมีประสิทธิผล โดยควรให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของคนเดินเท้าที่ใช้ทางข้าม ด้วยกลไก วิธีการต่างๆ ที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งควรนำมาตรการตัดแต้ม การลงโทษเป็นลำดับขั้นสำหรับผู้กระทำผิดซ้ำเหมือนในต่างประเทศมาใช้ในทางปฏิบัติ ซึ่งแม้ว่าปัจจุบันยังมีข้อจำกัดด้านเครื่องมือ งบประมาณ การเชื่อมต่อฐานข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในทางปฏิบัติการบังคับใช้กฎหมายของเจ้าหน้าที่ที่มีภาระงานเยอะจึงไม่ใช่เรื่องง่ายและเป็นสิ่งท้าทายที่จะมาคอยเฝ้ากวดขันจับกุมผู้ขับขี่และคนเดินเท้าที่กระทำผิดมากมาย

3) แม้เห็นว่าการใช้มาตรการกฎหมายนั้นบังเกิดผลได้ชัดเจนและรวดเร็วกว่าการใช้วิธีรณรงค์เพื่อมุ่งปรับเปลี่ยนพฤติกรรมคนด้วยอย่างไรก็ตามการประชาสัมพันธ์และการรณรงค์การเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามยังคงจำเป็นและต้องทำควบคู่กันไป ทั้งในภาพรวม และประเด็นเฉพาะที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง สาธารณชนน่าจะสนใจคือการเฉี่ยวชนคนเดินเท้าที่ข้ามทางม้าลาย การหยุดหรือจอดรถทับทางข้าม การใช้โทรศัพท์มือถือขณะคนเดินเท้าใช้ทางข้ามเสี่ยงได้รับอันตรายสูง ดังเห็นได้จากผู้เสียชีวิตและได้รับบาดเจ็บสาหัสมาหลายรายแล้ว เป็นต้น เช่นเดียวกับมาตรการที่ใช้กับกรณีขับรถด้วยความเร็วสูง การดื่มเหล้าแล้วขับรถ การไม่คาดเข็มขัดนิรภัย และการไม่สวมหมวกนิรภัยขณะขับขี่รถจักรยานยนต์ ซึ่งนอกเหนือจากภาครัฐแล้วองค์กรและมูลนิธิภาคเอกชนต่างๆ เช่น Bloomberg Philanthropies, AIP Foundation มูลนิธิไทยโรดส์ เป็นต้น ยังเป็นกลไกให้ความร่วมมือในการดำเนินงานด้านความปลอดภัยทางถนนในประเทศไทย โดยเมื่อมาตรการที่นำมาใช้นั้นประสบผลสำเร็จ ย่อมก่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่และเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนเดินเท้าไปพร้อมๆ กัน

4) ให้มีแก้ไขเพิ่มเติมกฎหมายทั้งที่เป็นพระราชบัญญัติ กฎ หรือประกาศกระทรวง ระเบียบต่างๆที่เกี่ยวข้องให้เข้มงวดขึ้นและให้เกิดการปฏิบัติที่เข้มข้นในการจัดทำโครงการ สนับสนุนงบประมาณที่เพียงพอในการออกแบบ สร้างสภาพถนนและทางข้ามอย่างเหมาะสมและเพียงพอ การวางแผนการใช้พื้นที่ ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ในจุดบริเวณที่ไม่ก่ออันตรายให้กับคนเดินเท้าและไม่เป็นจุดตัดกระแสการเคลื่อนตัวของรถมากเกินไป การติดตั้งระบบไฟสัญญาณสำหรับคนเดินเท้าใช้ทางข้าม การติดตั้งระบบอาณัติ ป้าย เครื่องหมายให้เพียงพอด้วย พื้นถนนยกระดับสำหรับข้ามถนน (Raised Crosswalk) แถบชะลอความเร็ว (Rumble Strips) ทางม้าลายสามมิติ ขึงลวดสลิง ปลูกรั้วต้นไม้ ไฟส่องสว่าง กล้องวงจรปิด สัญญาณไฟสำหรับคนข้าม ตีเส้นจราจรซิกแซ็กก่อนถึงทางม้าลายนอกจากเตือนผู้ขับขี่ให้ระวัง แล้วยังเป็นเขตห้ามจอดรถและห้ามรถแซง ซึ่งมีใช้กันในหลายประเทศเช่น สิงคโปร์ และอังกฤษ เป็นต้น ในหลายส่วนเห็นได้จากโครงการที่สร้างการเคลื่อนตัวในเขตเมืองที่ยั่งยืนของ EMBARQ และ WRI Ross Center for Sustainable Cities [10] ซึ่งทำในประเทศเม็กซิโก จีน อินเดีย สหรัฐอเมริกา ฯลฯ [11] ซึ่งในประเทศไทยเองมีหลายส่วนมีการนำเอามาใช้แล้วและเริ่มมีใช้มากขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมาย มูลนิธิป้องกันอุบัติภัยแห่งเอเชีย AIP Foundation ภายใต้โครงการ Legal Development Program ด้วยการสนับสนุนขององค์การอนามัยโลกและมูลนิธิ Bloomberg Philanthropies ที่ให้การสนับสนุนและแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงกฎหมายเพื่อความปลอดภัยทางถนนในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

[1] World Health Organization. 2013. The Global Status Report on Road Safety 2013: Summary. (Geneva: Department of Violence and Injury Prevention and Disability (VIP), WHO).

[2] World Health Organization. 2015. The Global Status Report on Road Safety 2015. (Italy: Management of Non-communicable Diseases, Disability, Violence and Injury Prevention (NVI), WHO).

[3] ศิริพร ปัญญาเมธีกุล. 2556. "อุโมงค์ ทางเลือก ทางลอดข้ามถนนสำหรับคนเดินเท้าในกทม.". The 1st Bike and Walk Forum. กรุงเทพฯ : ชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย. [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.thaicyclingclub.org/sites/default/files/2.6_uomngkh_thaangeluuek_thaangldkhaamthnnsamhrabkhnedinethaaainkthm.pdf

[4] World Health organization. 2013. Make walking safe: a brief overview of pedestrian safety around the world. WHO: WHO/NMH/VIP13.02.

[5] ธวัชชัย เหล่าศิริหงษ์ทอง และคณะ. 2556. "การประเมินผลระบบสัญญาณไฟคนเดินข้ามถนนอัจฉริยะในการช่วยคนเดิน". The 1st Bike and Walk Forum. กรุงเทพฯ : ชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย. [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.thaicyclingclub.org/system/files/9-12_thwachchay_ehlaasirihngsthng.pdf

[6] Dongo Rémi Kouabenan and Jean-Marc Guyot. 2004. Study of the causes of pedestrian accidents by severity. Journal of Psychology in Africa, 14(2): 119–126.

[7] Suhaila Abdul Hanan1 *, Noor Fadhilah Said2, Aida Amelia Mohd amel3, Siti Azwin Farhana Che Amil.2015. Factors that Infl uences Pedestrian Intention to Cross a Road While using Mobile Phone. International Journal of Economics and Financial Issues | Vol 5 • Special Issue • 2015 p. 116-121.

[8] พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติมจนถึงพระราชบัญญัติจราจรทางบก (ฉบับที่ 11) พ.ศ. 2559 และคำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติที่ 14/2560 เรื่อง มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการบังคับใช้กฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก

[9] ทวีศักดิ์ แตะกระโทก. 2554. โครงการพัฒนาศักยภาพด้านความปลอดภัยทางถนนเพื่อขับเคลื่อนทศวรรษความปลอดภัยทางถนนตามกรอบองค์การสหประชาชาติ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน.

[10] WRI Ross Center for Sustainable Cities World Resources Institute. 2015, 2 September. New Program in Mexico City Targets Intersections to Improve Road Safety. Retrieved from http://www.wrirosscities.org/news/new-program-mexico-city-targets-intersections-improve-road-safety

[11] World Resources Institute. 2015. เมืองปลอดภัยด้วยการออกแบบ. กรุงเทพฯ : WRI Ross Center for Sustainable Cities.

ATRANS ANNUAL CONFERENCE
PROCEEDING OF 2017
YOUNG RESEARCHER'S FORUM

Transportation for a Better Life:
Mobility and Road Safety Managements
18 August 2017
Bangkok, Thailand

Analysis of Car Sharing Usage in the Community affected by Earthquake in Japan

Paper Identification Number: AYRF2017-035

Kenta OKUTSU[1] Atsushi FUKUDA[2] and Tuenjai FUKUDA[3]

[1] Graduate Course of Transportation Engineering and Socio Technology,
Graduate School of Science and Technology, Nihon University, Funabashi, Japan
Tel. & Fax. +81-47-469-5355
Email: cske17005@g.nihon-u.ac.jp

[2] Department of Transportation Engineering and Socio Technology,
College of Science and Technology, Nihon University, Funabashi, Japan
Tel. & Fax. +81-47-469-5355
Email: fukuda.atsushi@nihon-u.ac.jp

[2] Department of Transportation Engineering and Socio Technology,
College of Science and Technology, Nihon University, Funabashi, Japan
Tel. & Fax. +81-47-469-5355
Email: noynoifukuda99@gmail.com

Abstract

Many people who live in coastal areas of Tohoku lost mobility because most of their cars were washed out by the tsunami caused by East Japan great earthquake in 2011. Under such circumstance, Japan Car Sharing Association started car sharing system using donated vehicles including electric cars from an individual or a company. However, usage of this car sharing system has never been studied. Therefore, the aim of this study is to clarify the usage of the car sharing in terms of distance, frequency and purpose of use in Ishinomakiarea in both shelters and disaster restoration housings (hereafter, DRH). Since this car sharing system is not for commercial uses, users have to pay only maintenance and operating costs. In the peak period, more than 100 vehicles were operated at about 50 places, but now seven vehicles are in operation at six locations of DRH, and the number of members is about 150. To obtain the data, driving records in Yoshinocho DRH during March/2015 to September /2016, in Ohashi shelters during August /2013 to January/2016, in Kaisei 13 shelters during August/ 2013 to August/2014, and in Mangoku-ura shelters during November/ 2013 to January/2014 were analyzed. Distribution of distance and frequency per use depicted in the graph and the frequency by destinations depicted in the map by using the Excel's power map. As a result, the usage of car sharing in Ishinomakiarea were affected not only by change of the site location but also by change in living needs according to recovery situation. The temporary long distance use of car sharing during operation at the temporary housing was reduced in DRH.

Keywords: P2P car sharing,Japan Earthquake,Disaster area,Community

1. Introduction

Many people who live in the coastal area of Tohoku lost mobility because most of their cars were washed out by the tsunami of Great East Japan Earthquake in March/2011. In addition, most of temporary shelters were located in remote areas so that it became hard for the victims to go shopping, access to a hospital, and any other activities. Under such circumstance, Japan Car Sharing Association started car sharing system by using donated vehicles from an individual or acompany, including electric car. However, usage ofthis system has never been studied.

Therefore, the aim of this study is to clarify usage of the car sharing in Ishinomakiarea by comparing difference of usage between in shelters and DRH.

2. Literature Review

Now a day, car sharing is popular at an urban area in the world and recently new types of car sharing targeted in the local community have been started that allow car owners to rent their cars to other people who would like to use cars for shortperiods of time. This is called P2P (Peer to Peer) type car sharing. As the result of evaluation in Pittsburgh,
USA, Robert[1] stated that it is economically feasible even in low-density areas. It is thought that the car sharing in Ishinomaki is the similar form with P2P type car sharing.

3. Overview of Cars Sharing in Ishinomaki

Japan Car Sharing Association started car sharing system using donated vehicles including electric cars MITSUBISHI i-MiEV(Fig.1) from an individual or a company from July 2011.Car sharing system is managed by collecting usage free such as fuel cost, insurance, etc. by each community. When a car sharing business is started in Japan, it is mandatory to install vehicle reservation and management system. However, since this car sharing is not for commercial purpose, it is not required. This system is managed by filling out in notebooks(Fig.2). This notebook describes the driver's name, destination, utility time and use distance.

Fig. 1 Donated vehicles MITSUBISHI i-MiEV

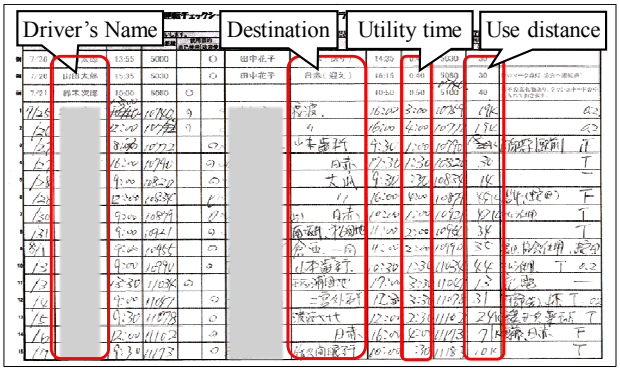


Fig. 2 Notebooks with usage history written

In addition, volunteers in the community used to drive for the people who cannot drive such as elderlyperson. Once, more than 120 vehicles at about 50 places were operated, and it was loaned out in the area except Ishinomakibut only 7 vehicles in 6 places including shelters and disaster restoration housings with around 150 members.

4. Analysis Method& Analysis area

It inputs to the notebook shown in Fig.2 which has usage history inputted to Excel, converts them into data, prepares usage distance and destination distribution map for each use.Enter notebooks with usage history entered into Excel, convert them into data, and prepare usage distance and destination distribution map per use.Based on distances and destinations recorded on the notebooks, the maps of destinations of 4 vehicles at Yoshinocho DRH, Ohashi Shelter, Kaisei 13 Shelter and Mangoku-ura Shelter were developed by using Excel's Power Map and grasp the distribution of the destination.Fig. 3 is a diagram of a point where analysis is grasped.

Fig. 3 Analysis area

5. Flow of time in the disaster area

Fig. 4 shows the data used and the time course of the main event in the disaster area. Details of the data used are described in the analysis result.

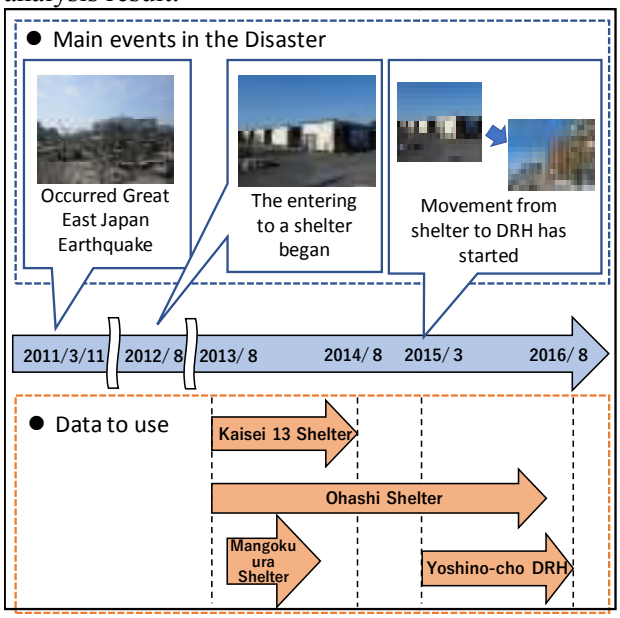


Fig. 4 Data to use and Main events in the Disaster

5. Result of Analysis

5.1 Status analysis at disaster restoration housing

The maps of destinations from March/2015 to September /2016 at Yoshino-cho disaster restoration housing in which this system was actively used is shown in Fig. 5, and the distance and frequency per use were shown in Fig. 6.

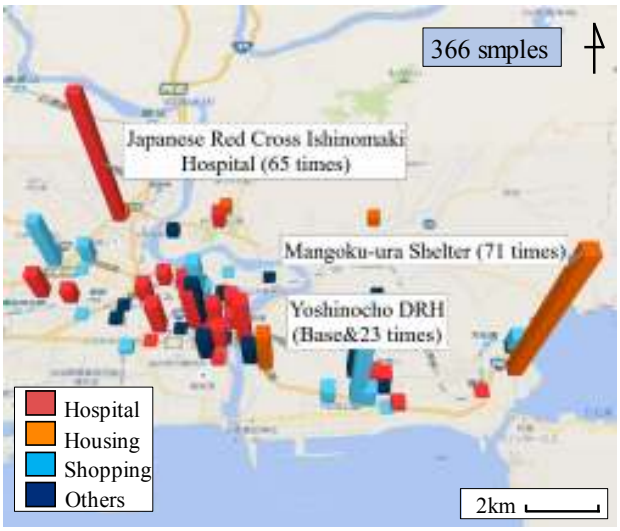


Fig. 5 Map of destinations at Yoshino-cho DRH

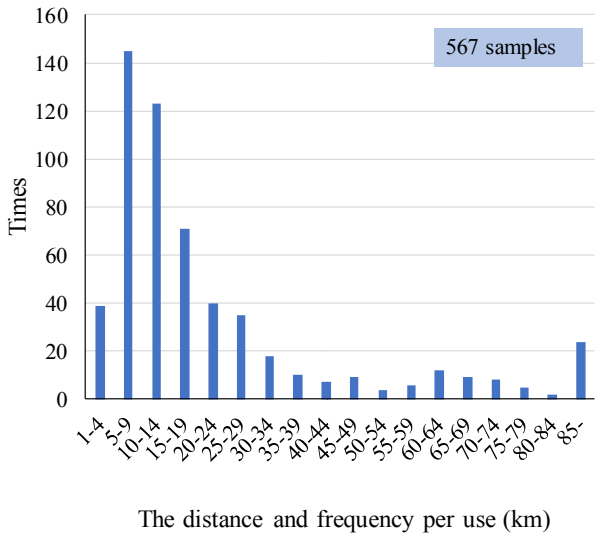


Fig. 6 The distance and frequency per use (Yoshino-cho DRH)

According to Fig. 5, the most frequent destination was Ishinomaki Red Cross Hospital (39 times) and next was Mangoku-ura Shelter (38 times). The reason why many users driven to Mangoku-ura Shelter was to charge an electric vehicle at the charging station located at there.

Furthermore, destinations in the city center of Ishinomaki were mainly hospitals, city hall etc. As shown in Fig. 6, there are many users driven medium distance of 10 km to 20 km because users driven forth and back to mentioned destinations located from 5 km to 10 km away. In Yoshino-cho disaster restoration housing, it was found that the main destinations are hospitals and shoppingon daily life.

5.2 Usage analysis at shelter (Kaisei 13 Shelter)

The map of destinations (long distance trips were omitted) at Kaisei 13 Shelter which is located in the northern part of Ishinomaki City recorded from August/ 2013 to August/2014 was depicted in Fig. 7and distribution of the frequency by distance was shown in Fig. 8.

As shown in Fig. 7, the most frequent destination was Ishinomaki Red Cross Hospital (29 times) and next was York BenimaruIshinomakiNakazato Store (28 times). Comparison with usage at Yoshino-cho DHR, usage by shopping is high. This is probably because Kaisei 13 Shelter are built in the site of the industrial park and the nearest supermarket is located far around 4 km away. Visiting to hospital werealso conspicuous, so usage by daily life isdominate.

Fig.7 Map of destinations at Kaisei 13 Shelter

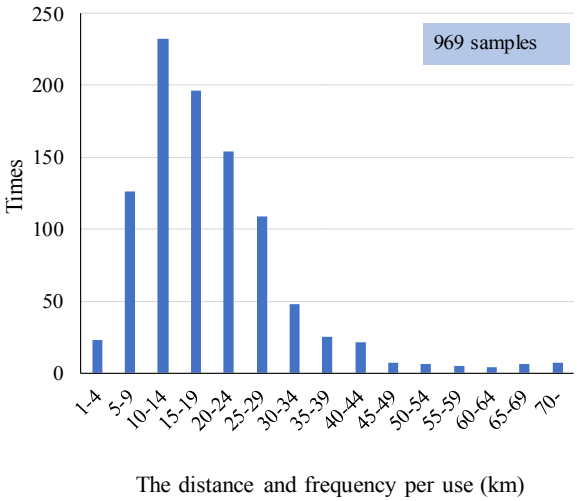


Fig. 8 The distance and frequency per use (Kaisei 13 Shelter)

There were some usages which driven more than 85 km in Fig. 8. According to an interview withusers, main purpose of these travels was to promotefriendship between community members.There were also long-distance usages at other two shelters. The main reasons of these travels were visiting other shelters and/or shopping at faraway places under the situation just hit by tsunami.

5.3 Usage analysis at shelter (Ohashi Shelter)

The map of destinations at Ohashi Shelter from August/ 2013 to January/2016 was depicted in Fig. 9and distribution of the frequency by distance was shown in Fig.10.

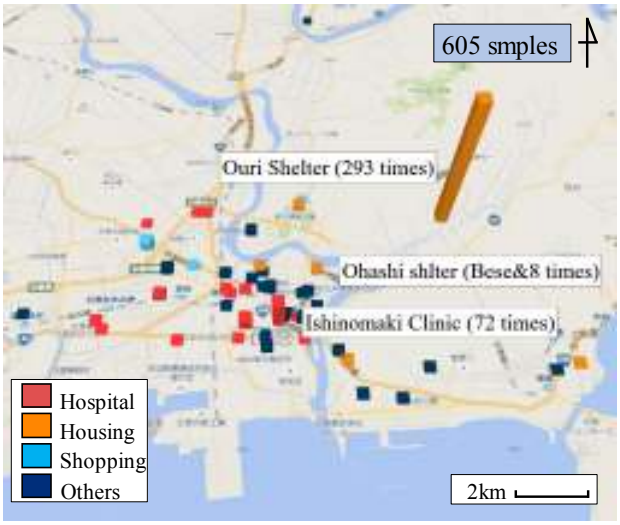
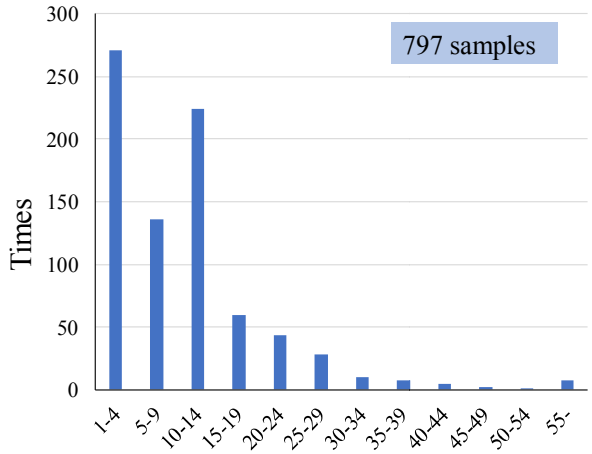


Fig. 9 Map of destinations at Ohashi Shelter



The distance and frequency per use (km)

Fig. 10 The distance and frequency per use (Ohashi Shelter)

Fig. 9 shows that OuriShelter(293 times) is the most frequent.This is because the office of the Japan Car Sharing Association is located, and it is a charging spot, so it was very much more than other destinations.The second most frequent case was Ishinomaki clinic(72 times).When looking at the whole, the distribution of destinations is hospitals and others (such as government offices), other Shelter,DRH, and shopping use is few.The reason for this is that the supermarket is nearby and that it is close to a group of shops. Further, Fig.10 shows that there is little use of long distance.As the reason for this is about 1.6 km to Ishinomaki Station compared with other temporary houses, it is conceivable that the movement accompanying long distance was using railway.

5.4 Usage analysis at shelter (Mangoku-ura Shelter)

The map of destinations at Mangoku-ura Shelter from November/2013 to January/2014 was depicted in Fig. 11 and distribution of the frequency by distancewas shown in Fig.12.

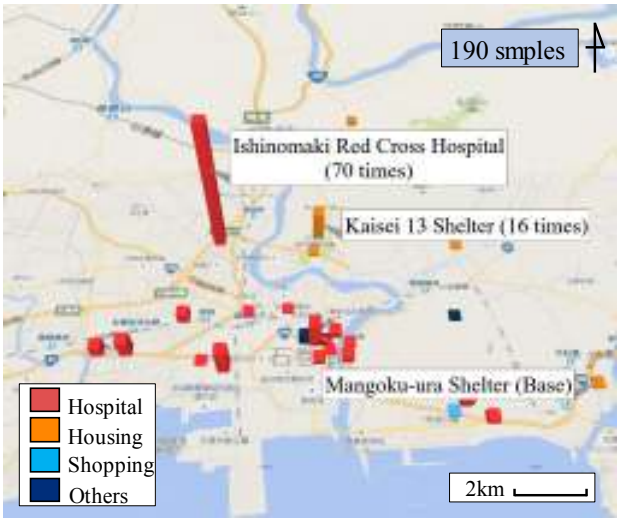
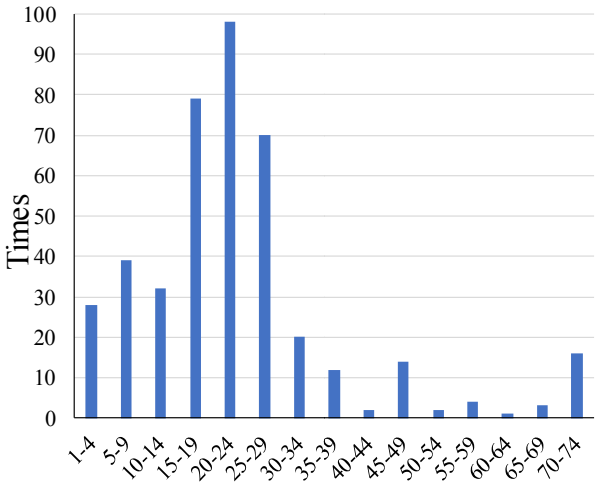


Fig. 11 Map of destinations atMangoku-uraShelter



The distance and frequency per use (km)

Fig. 12 The distance and frequency per use (Mangoku-ura Shelter)

Fig. 11 shows that most destinations are hospitals and less use of shopping.Because there are supermarkets and convenience stores in the vicinity ofManshiura, there is an environment that makes it easy to shop, so it seems that demand for shopping at the car share is few, similar to the case of Ohashi It was the result.In addition, Fig. 12 shows that there are many uses of medium distance from 15km to 30km which is the round trip distance to the central urban area, and there is some demand for long distance travel.

6. Relationship between walking area and destination

Fig. 6 shows the result of superimposing the walking area at the Yoshino-cho DRH that was developed by Takegoshi[2] and the map of destinations.

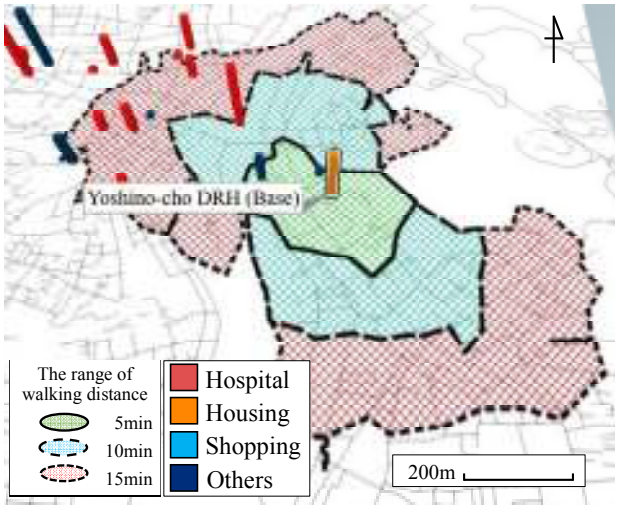


Fig. 6 Relationship between walking area and destination (Yoshino-cho DRH)

There are only 10 destinations within walking distance, 38 places were located outside the range of walking distance. Similar results were obtained for the other three shelters so that it is said that cars are indispensable for the movement of daily life in Ishinomaki.

6. Conclusion

As the result of analysis, it was found that the usage of the car sharing in Ishinomakiarea was affected not only by change of the site locations but also by change in living needs according to recovery situation. For example, long distance trips at the time of operation of the shelter was decreased in DRH. It is very clear that a car sharing system provided mobility to victims. However, most of elderly user could not drive by themselves and need other voluntary people who drives a car for them. This is good to redevelop new community among victims, but it is big burden for voluntary people. Thus, it is necessary to study the appropriate car sharing system in like Ishinomaki area.

Another issue regarding the car sharing system in Ishinomaki is consistency as the system. Once people recover their daily life, need for the car sharing system will be very low. Thus, the car sharing system should be the system which can be operated in local area.

7. Acknowledgment

I would like to express the deepest appreciation to the Japan Car Sharing Association for providing data for this study.

References

[1] Robert C. HAMPSHIRE and Craig GAITES,(2011) Peer-to-Peer Car sharing Market Analysis and Potential Growth, Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, pp. 119-126.

[2] Masaru TAKEGOSHI,(2016)Analysis on Reaching Area of Temporary and Restoration Dwellings by Transportation Modes in Disaster Area - Case Study of Ishinomaki City, *Nihon* University College of Transportation Systems Engineering Graduation thesis, pp. 65-66,

LIST OF ATRANS YOUNG RESEARCHER'S FORUM COMMITTEE

AND CONTACT ADDRESS

List of ATRANS Young Research's Forum Committee 2017

Young Researcher's Forum Committee	ATRANS Affiliation	University/Institute/Advisor
	Mr. Songgkiet Duangsadee President and Symposium Materials Unit	Khon Kaen University Call : 091-882-8515 E-mail : duangsadee@gmail.com Advisor : Dr.Chulaporn Sota
	Mr. Warut Leejeerajumnean - Head of scientific committee and Paper Coordinators - Page Making and Publishing Unit	Asian Institute of Technology Call : 089-174-9845 E-mail : warut109@yahoo.com Advisor : Dr.Surachet Pravinvongvuth
	Ms. Suchada Pongsawat - Head of Organizing committee - Art and Design - Page Making and Publishing Unit	Burapha University Call : 086-019-9305 E-mail : mararai.suchad@gmail.com Advisor : Dr.Waiphot Kulachai
	Mr. Sanishka Jayasena - Secretary of the committee and Paper Coordinators - Page Making and Publishing Unit	Asian Institute of Technology Call : 061-425-1074 E-mail : sanishka94@gmail.com Advisor : Dr.Surachet Pravinvongvuth

List of ATRANS Young Research's Forum Committee 2017 (continued)

Young Researcher's Forum Committee	ATRANS Affiliation	University/Institute/Advisor
	Mr. Thamaru Kondasingha - Paper Coordinators - Page Making and Publishing Unit	Asian Institute of Technology Call : 098-387-9203 E-mail : kthamaru@gmail.com Advisor : Dr.Surachet Pravinvongvuth
	Mr.Borwornpipat Krasaesen Registration Coordinator	Khon Kaen University Call : 087-240-8820 E-mail : borwornkung@gmail.com Advisor : Dr.Chulaporn Sota
	Ms. Chanida Saisujsaard - Registration Coordinator - Symposium Materials Unit	Chiang Mai University Call : 086-914-5651 E-mail : toon_m_@hotmail.com Advisor : Dr.Preda Pichayapan
	Ms. Boonyanoot Damnoennuran - Registration Coordinator - Page Making and Publishing Unit	Chiang Mai University Call : 080-492-9321 E-mail : jing_07th@outlook.co.th Advisor : Dr.Preda Pichayapan

List of ATRANS Young Research's Forum Committee 2017 (continued)

Young Researcher's Forum Committee	ATRANS Affiliation	University/Institute/Advisor
	Ms. Kanjana Saengkham - Registration Coordinator - Conference Materials Unit	Rangsit University Call : 095-171-1147 E-mail : kanjana.s60@rsu.ac.th
	Ms. Surada Pornphraprom Registration Coordinator	Burapha University Call : 061-635-8730 E-mail : izesrd_36@outlook.co.th Advisor : Dr.Waiphot Kulachai
	Ms. Ploypraew Petchkong - Paper Coordinators - Art and Design	Burapha University Call : 087-563-3232 E-mail : Hiccpp26@gmail.com Advisor : Dr.Waiphot Kulachai
	Ms. Yanirat Krittawethin - Registration Coordinator	King Mongkut's University of Technology Thonburi Call : 063-592-2932 E-mail : yanirat.kr@gmail.com Advisor : Assoc.Prof.Dr. Viroat Srisurapanon

List of ATRANS Young Research's Forum Committee 2017 (continued)

Young Researcher's Forum Committee	ATRANS Affiliation	University/Institute/Advisor
	Ms. Supphakan Sridan - Registration Coordinator	King Mongkut's University of Technology Thonburi Call : 083-060-3929 E-mail : maprangsridan@gmail.com Advisor : Assoc.Prof.Dr. Viroat Srisurapanon
	Ms. Achiraya Sonsai - Registration Coordinator	King Mongkut's University of Technology Thonburi Call : 083-033-0278 E-mail : a36chiraya@gmail.com Advisor : Assoc.Prof.Dr. Viroat Srisurapanon

List of Mentors Young Research's Forum Committee 2017

Young Researcher's Forum Committee	ATRANS Affiliation	University/Institute/Advisor
	Mr. Sorrawat Juntub Mentors	King Mongkut's University of Technology Thonburi Call : 089-154-4944 E-mail : toon.sorrawat@gmail.com Advisor : Assoc.Prof.Dr. Viroat Srisurapanon
	Ms. Amornwadee Yunglung Mentors	King Mongkut's University of Technology Thonburi Call : 095-419-6062 E-mail : amonbook@gmail.com Advisor : Assoc.Prof.Dr. Viroat Srisurapanon
	Mr. Piyapat Petchan Mentors	King Mongkut's University of Technology Thonburi Call : 086-909-0768 E-mail : piyapat.petchan@mail.kmutt.ac.th Advisor : Assoc.Prof.Dr. Viroat Srisurapanon