

MINISTRY OF EDUCATION & TRAINING

MINISTRY OF CONSTRUCTION

HANOI ARCHITECTURAL UNIVERSITY

INTERNATIONAL CONFERENCE ON
ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING 2019 (ICACE 2019)

“EDUCATION - INTEGRATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT”

(The 50th Anniversary of the Establishment of Hanoi Architectural University)

SESSION 3:

**URBAN INFRASTRUCTURE AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING SYSTEMS-SUSTAINABLE DEVELOPMENT
TENDENCY FOR FUTURE CITIES**

Hanoi 9/2019

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
HANOI ARCHITECTURAL UNIVERSITY

Km 10 Nguyen Trai road - Thanh Xuan district - Hanoi - Vietnam

Tel/Fax: 84.4.38544318 - Email: ird.hau@gmail.com



September 16th, 2019

**INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARCHITECTURE AND CIVIL
ENGINEERING (ICACE 2019)**

“EDUCATION - INTERGRATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT”

Venue: Hanoi Architecture University (HAU), km 10, Nguyen Trai street, Thanh Xuan district, Hanoi, Vietnam.

Time: 10h15-12:30, 16th September 2019 (Monday)

Tiểu ban 3/ Session 3 - Room U306		
Thời gian/Time	Chương trình hội thảo /Conference program	Người trình bày /Address
10h15-10h20	Introduction at session	
10h20-10h25	Speech	Head of Infrastructure Department. Ministry of Construction
Chair: Assoc. Prof. Dr. Tran Thanh Son		
10h25-10h40	ICACE-3.01S: Necessity of pipe collection system and formalization of comprehensive household connection on Planning of urban sewage systems	Mr. MORI Tamaki - <i>JICA Expert of Project for Enhancing Management Capacity of Sewage Works in Socialist Republic of Vietnam</i>
10h40-10h55	ICACE-3.02S: Utilization of Antennas and Propagation for Pipeline tracking and Leakage detecting in Water reticulation	Thien Hoang Dinh, Tamás Madazász, Balázs Kovacs - <i>Institute of Environmental Management, University of Miskolc, Hungary</i>
10h55-11h10	ICACE-3.03S: Experiences and Challenges in Japan for sustainable development of sewerage systems	Ms. Makoto Ibaraki - <i>JICA Expert, Sewerage Policy Advisor in Ministry of Construction</i>
11h10-11h25	Discussion	
Chair: Assoc. Prof. Dr. Nguyen Hong Tien		
11h25-11h40	ICACE-3.04S: Smart city and technical infrastructure planning	Asso. Prof. Nguyen Hong Tien - <i>Vietnam Water Supply and Sewerage Association</i>
11h40-11h55	ICACE-3.05S: Potential application of machine learning models in examining travel mode choice	Doctoral candidate. Tran Vinh Ha, Asso. Prof. Takumi Asada, Asso. Prof. Mikiharu Arimura <i>Muroran Institute of Technology, Hokkaido, Japan</i>

11h55-12h10	ICACE-3.06S: Transportation planning toward X.0 urban	Dr. Nguyen Van Minh - <i>Vietnam Institute for Urban and Rural Planning – Ministry of Construction</i>
12h10-12h25	Discussion	
12h25-12h30	Conclusion	
12h30-13h30	Lunch Party	

Scientific committee of session 3 “Urban structure & Environmental Engineering Systems – Sustainable Development Tendency for Future Cities”

1. Assoc. Prof. Dr. Tran Thanh Son, Chair of committee
2. Assoc. Prof. Dr. Nghiem Van Khanh, Secretary
3. MCs. Than Dinh Vinh, Secretary
4. MCs. Luu Thi Trang, Secretary
5. Assoc. Prof. Dr. Cu Huy Dau
6. Prof. Dr. Hoang Van Hue
7. Assoc. Prof. Dr. Mai Thi Lien Huong
8. Assoc. Prof. Dr. Nguyen Lam Quang
9. Dr. Le Minh Phuong
10. Assoc. Prof. Dr. Gogina E. S (Moscow State University of Civil Engineering, Russian Federation).
11. Assoc. Prof. Dr. Nguyen Hong Tien
12. Dr. Nguyen Van Nam

ICACE - 3.01S: NECESSITY OF PIPE COLLECTION SYSTEM AND FORMALIZATION OF COMPREHENSIVE HOUSEHOLD CONNECTION ON PLANNING OF URBAN SEWAGE SYSTEMS

Mr. MORI Tamaki

JICA Expert of Project for Enhancing Management Capacity of Sewage Works in Socialist Republic of Vietnam, JICA VSC Project: <mori.tamaki@friends.jica.go.jp and tmori@za3.so-net.ne.jp>

(Abstract): Polluted water environment problems in urban area in Vietnam are critical issue due to increasing water consumption as country's economic growth. Although huge governmental efforts to solve these issues have been implemented, the sewerage systems with interceptor often used in urban area have many problems due to low quantity and diluted inflow wastewater.

The cause of this comes from no consideration of proper piped collection system and household connection on sewerage project planning. Up to now, most of donors and governmental officials have just only focused on Treatment system rather than complicated work of pipe network collection and household connection.

As one of feasible and inevitable solution, VSC project would like to recommend that sewerage Facilities Map with flow calculation and the necessity of formalization of comprehensive household connection work, which should be incorporated into governmental procedure, based on Japanese experience and VSC project.

Keywords: interceptor, pipe network collection, house-hold connection, VSC Project

1. Introduction

Polluted water environment problems in urban area in Vietnam are critical issue due to increasing water consumption as country's economic growth. Although huge governmental efforts to solve these issues have been implemented, the sewerage systems with interceptor have many problems due to low quantity and diluted inflow wastewater. Because many of the Interceptor systems simply use old and non-operation & maintenance existing sewer system and are no considered collection system with house-hold connection.

In japan, we have a saying that "we cannot see the forest [wood] for the trees; focus on details and miss the main point ", this saying might be similar situation to sewerage system in developing country. When they say sewerage project, they tend to look at advanced sewerage plant technology rather than steady house-hold connection and collection pipe network.

Therefore, I would like to explain the necessity of formalization of comprehensive household connection work and legitimate collection system which should be incorporated into governmental procedure, based on Japanese experience and VSC project where we have training course for this aim in cooperation with MOC & CUWC.

2. About VSC Project (Vietnam Sewerage Center)

VSC Project has started since 2016 Feb, whose aim was establishment of sewerage center with the function of training, project implementation support, research & development, though both side (Vietnam and Japan) agreed that this project has been continued to implement training activities only. We have conducted 5times of planning for master plan, 2times of preliminary design course and a seminar for appropriate sewerage planning and management for governmental high rank officers. These training include useful Japanese new technology for development of sewerage system. In training, we have much more focused on the necessity of collection system and house-hold connection.

3. Current situation of sewerage system in Vietnam and way forward for solution

Many of the sewerage systems in urban area are using Interceptor system and not considered collection system with house-hold connection. In this regard, many of the treatment plants have problem with low quantity and diluted inflow, in the end they cannot work properly. Furthermore, no effort has been done to analyze and find solution for these problems and it is very sorry that there are some people who say wrongly that it is common sense that quality of inflow to sewerage treatment plant is very diluted.

Therefore, I want to explain that the necessity of collection system and formalization of comprehensive household connection work which should be incorporated into governmental procedure, based on Japanese experience and VSC project activities, which could be the only effective and feasible way to improve polluted water environment.

3-1. Type of sewerage system

There are separate sewerage system and combined sewerage system in general. It is important that both systems must be accompanied with comprehensive pipe network collection system with legitimate house-hold connection. Other words it is the sewerage system that governmental sewerage administrator confirms all perfective connection from house-hold sewer facility to sewerage treatment plant on their official service.

Interceptor sewerage system which is derived from combined system will explain as follows.

3-2 Definition and problems with Interceptor sewerage system

it is not sure that whether Interceptor system has legitimate definition or not, but both Interceptor and CSS are often confused as same system. The basic aim for Interceptor system is improvement of pollution of river in urgent. After installation of this system, development of not only sewer collection but also treatment system is strongly expected to develop and evolve step by step as Table 1. In initial stage of Interceptor, treatment plant will not need advanced STP and simple technology is recommended, which is more reasonable.

Table 1: Desirable Interceptor system evolution

Time stage	House-hold connection	Pipe network	Treatment Plant	Inflow quality
initial	Non	Only interceptor	Simple system	Very diluted
Mid-term	developing	developing	moderate	improved
completion	100%	100%	advanced	As design

There are many problems with Interceptor sewerage system as follows.

People are easily confused and misunderstood by that Interceptor system which is one of combined sewerage system because both system inflow consist of storm water and wastewater.

Legitimate combined sewerage system can expect proper quality and quantity inflow as designed documents because administrator of combined system confirms of perfect connection from household to STP. But since interceptor system is simply using old deteriorated existing drainage system and there are little database and no consideration of house-hold-connection, nobody cannot predict inflow quantity and quality.

Furthermore, old deteriorated existing drainage system has many problems with water leaking in and out of underground due to bad connection and insufficient slant, it is sorry to say that it is almost impossible to get know the quantitative data which is necessary for planning of sewerage system.

Unfortunately, many of the consultants including donor country have not considered the above situation, in the end they have planned and designed interceptor system on parameter as same as those of proper combined system accompanied with collection system with house-hold connection. Therefore, most of the projects are over specification and over investment.

In this system, toilets still need onsite treatment facility and O&M of septic tank cannot solve anything.

It is very difficult to evaluate how effective interceptor system is, because there are no benefits for residents due to no improvements in catchment area itself, especially for SDGs.

Figure 1: Images of existing drainage used in Interceptor system



3-3 current situation of sewerage system in Vietnam

There are more than 50 sewerage treatment plants under operation. Although there are many CSS in the so-called list of treatment plants, they seem to be interceptor system with no consideration of house-hold connection and pipe network.

But Amazingly there are some proper sewerage systems which are SSS or CSS with HHC in Da lat, Buôn Ma Thuột, Bình Dương, Quang Binh, Hue, Nha Trang etc. though they might need technical assistance for house-hold connection.

Most of the sewerage systems under operation seem to have problem with low quantity and diluted inflow, the below is one example. The world bank “Urban wastewater review 2013 “will be reference for this issue.

Table 2: An example of situation of STP

	Capacity (Inflow)	BOD mg/l	SS mg/l	Remark
Design	42,000m ³	200	200	BOD/SS assumption
Actual	7,000m ³	85	65	WB 2013

It would be doubt about investment effectiveness, but you have to pay back debt of STP and machinery will be deteriorated after 15 years since commencement.

3-4 Practical counter measure for improvement of Interceptor system based on Japanese experience

It would be considered that Japanese improvement procedure for sewerage system which was usually constructed by private developer on City planning law will be similar to improvement of Interceptor system in future of Vietnam.

In case of Japan, when the area constructed by private developer is incorporated into separated sewerage system, local government must be careful because unknown water might be taken and lead severe problem. To avoid these problems, local government investigate all the old existing facility thoroughly then this area can be connected to public system.

Practical counter measure for improvement of Interceptor system based on Japanese experience are as follows.

1. Survey for all existing drainage
2. Making facilities ground map for all drainage sewer line with divided catchment area on each sewer line and flow calculation table based on survey result
3. Identification of insufficient drainage line by evaluation of flow calculation
4. CCTV inspection for all drainage lines and location of house-hold connection
5. Improvement & renovation of drainage and manhole based on the result of CCTV & flow calculation
6. Making updated all drainage sewer line with divided catchment area on each sewer line and flow calculation table after improvement & renovation
7. Ground survey of house-hold connection
8. Planning for new house - hold connection and improvement of existing house – hold connection
9. Prediction and consideration of design parameter of treatment plant

3-5 Necessity of Facilities ground map for all drainage sewer line with divided catchment area on each sewer line, Flow calculation table and Database system

In Japan, Facilities ground map for all drainage sewer line with divided catchment area on each

sewer line, Flow calculation table and Database system are very important and essential documents for implementing sewerage project. On the other hand, unfortunately it has not been recognized the necessity and effectiveness of these documents in developing countries.

Figure 2 : Image of Facilities Ground Map

1. **Facilities ground map** for all drainage sewer line with divided catchment area on each sewer line is made by using City planning map and terrain map, in which information of border line of whole sewerage catchment area, all sewer line with its direction, location of manhole, number of line, gradient of line, each divided area, height of ground, name of trunk sewer are included. You can obviously understand the all catchment area information.

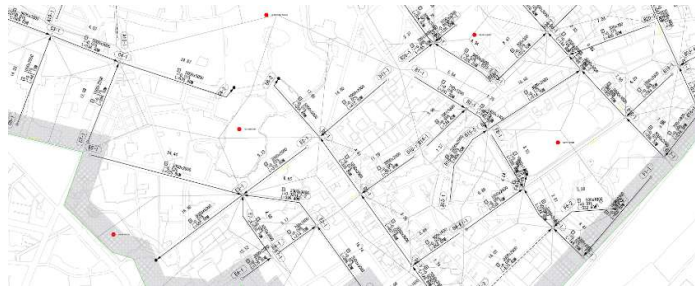


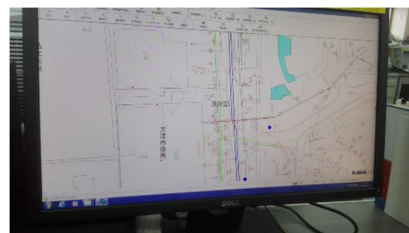
Figure 3 : Image of Flow calculation

2. **Flow calculation** is a table in which planning quantity of planed sewer line and its upstream is calculated and the diameter and gradient of the line for those flow is decided.

Manhole number	Start line	Catchment Area	Result												Remarks		
			Distance	Area	Flow	Flow	Flow	Flow	Flow	Flow	Flow	Flow	Flow	Flow			
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01	101.01
101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02	101.02
101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03	101.03
101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04	101.04
101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05	101.05
101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06	101.06
101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07	101.07
101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08	101.08
101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09	101.09
101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10
101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11	101.11
101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12	101.12
101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13	101.13
101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14	101.14
101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15	101.15
101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16	101.16
101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17	101.17
101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18	101.18
101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19	101.19
101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20	101.20
101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21
101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22	101.22
101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23	101.23
101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24	101.24
101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25	101.25
101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26	101.26
101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27	101.27
101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28	101.28
101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29	101.29
101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30	101.30

Figure 4 : Image of Database system

3. **Database system** for sewerage facilities are fundamental one for administrating sewerage system. Sewerage law in Japan strictly requires local government to keep and maintain them. They consist of documents, records and history, and they become very important materials for O&M, meeting with other utilities company, address for complaints from residents, planning for future improvement or renovation. Therefore, they must be updated for these purposes.



As Facilities ground map, Flow calculation and Database system are the most important materials and it is highly expected for local governments to realize the necessity and utilize them for proper sewerage development in Vietnam.

3-6 Necessity of Inver structure on SSS & CSS manhole

Although there are many technical references for sewerage system, Invert is one of the most important structure for sewerage manhole. Human waste and other raw sewage cannot be flowed to STP without Invert of manhole. Otherwise, septic tank or onsite treatment will never be able to be demolished, which will not make sense for proper sewerage aim.

Necessity of Inver structure on SSS & CSS manhole should be described in Master plan or Feasibility Study in order to install it definitely and properly in all SSS & CSS.

Figure 4: Image of Manhole with Invert in left and manhole without Invert in right



3-7 Current situation and issue of ODA sewerage project so far

Master plan and feasibility study are essential for implementing ODA sewerage project. But unfortunately, the Facilities ground map for all drainage sewer line with divided catchment area on each sewer line and Flow calculation seems to be quite insufficient on Master plan or F/S documents. Because implementing Interceptor system, you do not need to consider sewer network, in the end nobody cares about these important materials.

But interceptor system is only for initial stage, sustainable development of city definitely needs authentic sewerage system with house-hold connection and pipe network. Therefore, proper Facilities ground map for all drainage sewer line with divided catchment area on each sewer line and Flow calculation must be prepared correctly on master plan and feasibility study. In Japan, we have strict guideline for making master plan or related plan, and this guideline requires local governments to prepare surely these documents, finally all Japanese local governments successfully manage authentic sewerage system with house-hold connection and pipe-network.

3-8 Necessity of house-hold connection and proper plumber work

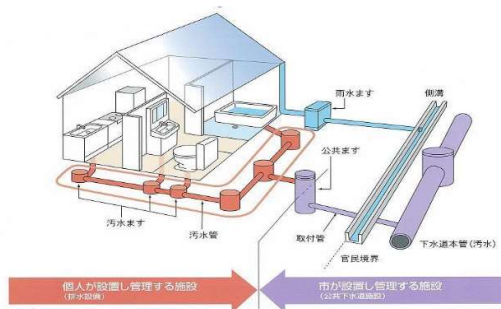
As explained in the above so far, sustainable development of city needs proper sewerage system which will never be accomplished without proper house-hold connection and plumber work.

Look at **the table 3** from 1-12. Source of wastewater comes from tap water and if we fail to collect of this wastewater from 1- 9, wastewater will leak into ground and sometimes conversely underground water easily penetrate gaps or cracks of pipes or manhole.

From 5 to 9 pipe collection system will be done by local government and can be controlled correctly, but from 1 to 4 is house-hold connection work and has to be done by private residents. It will be very difficult to keep quality of house-hold connection without any countermeasures by government.

Figure 5: Image of Household connection
<http://www.city.higashihiroshima.lg.jp>

When we plan sewerage project, for instance, we consider that a person uses 200L, then this 200L wastewater is expected to flow into STP without any loss. in practice, 200L will become 100L or 80L be diluted due to improper house-hold connection plumber work and of course interceptor system also may cause this.



But and

Consequently, we should make mechanism to prevent these troublesome. Therefore, In Japan we have established certified designated HHC Plumber for HHC work to keep high quality based on Law system to accomplish the aim of true sewerage system.

Table 3: Flow of generation of wastewater until discharge of treated water

1. Tap water
2. Household drainage facilities (toilet, kitchen, shower, etc.)
3. Household drainage facilities and inspection hole
4. Public connection hole
5. Tertiary pipe
6. Trunk sewer line of SSS/CSS
7. Pumping station
8. Sewerage Treatment Plant
9. Discharge of treated waste into water body

3-9 About certified designated HHC Plumber system for HHC work

The characteristics of this system is that HHC plumber must be required a HHC construction with technical standard by law. Law can permit only certified designated HHC Plumber for HHC work to keep high quality. The certified chief technical engineer is responsible for the supervision of HHC work. Certified Designated HHC Plumber must hire the Certified chief technical engineer.

Figure 5: HHC Plumber work

Examination for the certified technical engineer is implemented by local government based on provincial law. Japanese sewage association prepares common test for whole country and sells textbook for test.

Registration for certified chief technical engineer, issuing of certification for certified chief technical engineer and Issuing of certification of Designated HHC Plumber company are based on provincial law.



4. Conclusion

STP can work well by decent wastewater with quality and quantity as

designed documents of STP, and to do so, legitimate pipe network with no leaking and no infiltration from environment is essential. Furthermore, High quality HHC & Plumber work also prevents infiltration and leaking from pipe network and household. Only all these efforts can transport all wastewater to STP through pipe network. Fortunately, Certified Designated HHC Plumber System has greatly fulfilled mission of public sewerage system in Japan.

Figure6: Concise HHC model at CUWC

Sewerage system like Interceptor system will never accomplish sustainable development of city. And sewerage system can work properly when wastewater generated by each resident convey to STP through household connection and pipe network without any loss.



Especially above all, it is very difficult for local government to control household connection due to huge number of household connection. But you cannot escape these steps to improve pollution of water environment. It will be highly appreciated if Japanese system and procedure for proper pipe network with household connection are useful for development of sewerage system in Vietnam and it is expected that VSC project will have to be continued to fulfil the mission.

ICACE - 3.02S: UTILIZATION OF ANTENNAS AND PROPAGATION FOR PIPELINE TRACKING AND LEAKAGE DETECTING IN WATER RETICULATION

Thien Hoang Dinh, Tamás Madarász, Balázs Kovács

Institute of Environmental Management University of Miskolc

H-3515 Miskolc-Campus, Hungary.

thiendcct@gmail.com, hgmt@uni-miskolc.hu, modflow@gmail.com

Abstract— Nowadays, safeguarding, consuming drinking water reasonably and eradicating water loss are becoming multi-sectorial genuine concern around the globe. A sizeable amount of water loss on account of the flaws in the aging pipeline networks is confronting the water consumers, producers, legislators and regulators. The first and toughest question is how to find ruptures among huge water reticulation, whose conduits are frequently made of diverse materials and buried at various depths. This article lays emphasis on a number of innovative propagation techniques, contrasts them, and proposes several ways to integrate these methods for pipeline tracking and leakage detecting in water reticulation. The current work also proposes a Hungarian case study, which could be an invaluable source of reference for water leakage detection in Hungary, one of the leading countries in water resource management. Furthermore, the authors have proposed several sensible hypotheses, probably lying at the bottom of this degrading fluid transportation infrastructure that exist all over the globe.

I. INTRODUCTION

A secure and dependable water supply is a critical element of basic prerequisite to human life, especially in the context of widespread groundwater depletion and climate change [1]. That is why proper handling of water has become multiple-sectors concern at both national and international level [2, 3].

Seeking an ecologically effective solution (time and money saving) to this degraded trend of the pipeline network, advantages of geophysical technics have been taken to track various materials [4] of aging underground network, lying at diverse depth [5, 6].

Waterworks has been utilized traditional methods, including acoustic listening devices, leak noise correlators and tethered hydrophone systems [7], the contemporary ones worth mentioning is remote sensing based approach. Each system has its own advantages and limitation as well. Cost effectiveness seems to be a significant element in deciding which method should be broadly used. This paper attempts to propose a combination of traditional and novel methods which might be a good choice for utilities and authorities.

This paper also gives an account of several efficient geophysical methods to trace pipelines and shed light on methods for locating leakages based on the of antennas operation and propagation mechanism.

II. PIPE LINE TRACING METHODS

Inhomogeneity in pipeline stemmed from new construction, installation, replacement with many different types of pipe materials in these networks over time, namely Asbestos, HDPE, cast iron or steel [8, 9]. Hence, it is supposed to have considerable uncertainty, and in many cases, the operator even could not locate the exact position of the pipe when they have to do some modifications or repairs.

To successfully deal with the aforesaid complications, two pieces of apparatus including magnetometer, multichannel resistivity - induce polarization (IP), ground penetrating radar (GPR).

One area of the University of Miskolc campus was picked for examining the techniques. For the ideal setting, one measuring profile above one large diameter (400 mm) pipe was opted to form a geophysical noiseless measurement.



Figure 1. Location of measured profile. [10]

Figure 1 displays the measuring profile. Building 1 depicts the library, Building 2 portrays the University canteen. Point A indicates one end of the profile. Its coordinate is N 48°04,805 E 20°46,040. Point B exhibits the other ends of the profile. Its coordinate is N 48°04,810 E 20°46,061. The yellow line shows the length of the profile (40 m). The blue line represents the water network.

A. Magnetic method.

Magnetic geophysical survey is a very commonplace and budget approach, particularly applicable for near-surface metallic pipes.

The intensity of magnetization is a vector so the shape of a magnetic anomaly is steered by the direction of magnetization in a body. Therefore, the magnetic anomalies are not intimately related to the shape of the causative body [11]. Therefore, it presents a maximum and a minimum peak at 32 m and 17 m respectively.

In Figure 2, there was a metal manhole cover, which is showed as noise. Right choice of testing area enabled this method to operate well and display the searched pipe, which is between 15-20 m. This method will be good at locating the metallic pipe but without any information on burial depth.

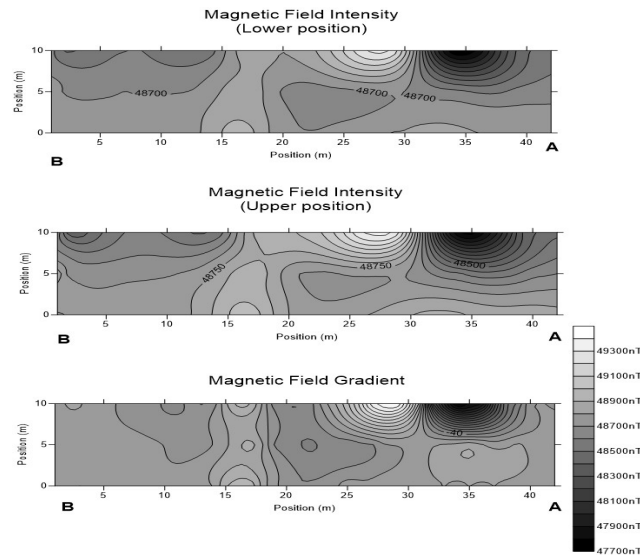


Figure 2. The magnetic anomaly map of the explored area.

B. Electrical methods.

The most widely used method is the electrical one. The inhomogeneity of the subsurface environment will engender differences in resistivity when we launch electric currents into the ground and polarizability when we abruptly switched off this artificially-generated electric currents.

The electrical conductivity properties of buried objects (channels, metal objects, etc.) measurably differ from covering soils. In soil, it is caused by the existing fluid and metallic conductors. The anomaly images of resistivity and polarizability can appear on the scanning section of the electrically artificial environment.

Fluid saturates sedimentary rocks or clay or when fluid flows in large diameter pipes will result in negative anomaly resistivity. On the contrary, positive resistivity anomaly is measured in case of channels made of stone, concrete and ceramics.

By drawing analogy between the inverse models of chargeability (IP time domain) and resistivity, the pipe location could be identified. In Figure 3, two circles depict the prospective locations of the pipes. The first circle with low values of both resistivity and chargeability is horizontally between 17.8-18.3 m and vertically between 2.0-2.5 m. These anomalies could probably interpreted as a plastic or concrete pipe which supplies water. The second one referring relatively lower resistivity and higher chargeability values is horizontally between 12.2-12.8 m and vertically between 3.5-4.0 m. It implies a metallic pipe. Field observation indicated that it should be a sewage pipe. These convincing results suggest that the method is suitable for pipe detection albeit it is a time-consuming method.

III. LEAKAGE DETECTION METHODS

There are several methods to identify leaks: acoustic methods, and remote sensing-based method.

Acoustic methods allow a continuous operation of water distribution network, while the measurement is still being conducted. However, some drawbacks such as passive reaction based on consumer error report, time consuming, and not being economical due to upfront investment and preparation, being highly reliable and reasonable only when the leaking zone

are predefined within a walking distance. These disadvantages unfold a scenario in which we can combine this traditional method with a novel convincing remote sensing-based one.

A. Remote sensing-based method.

Remote sensing-based method, a method of determining underground water content was patented by the United States, coded 9285475 [12] under the name "System and method of underground water detection".

In cooperation with Utilis Ltd., we carried out the verification of new remote sensing-based method in Miskolc (Figure 4). A scan of satellite image dated April 25th, 2017 was adopted to analyze and brought about 235 leaks over 450 km of pipeline together with their degrees of probability.

Collecting information on surface, objects without direct connection can be achieved based on the behavior of electromagnetic waves in remote sensing. Artificial short electromagnetic wave is actively generated by radar technique with an antenna. Travelling time and amplitude of reflected wave provides the information concerning distance and property of the reflecting object, respectively. Microwaves emitted from radar is suitable for investigating the Earth since this wave type is unabsorbable in the atmosphere, and the dispersion is insignificant, so it is insensitive to the weather.

Advanced Land Observing Satellite (ALOS) has a channel, the PALSAR L. Its pixel size and band are 10 m and 23.3 cm, respectively, enabling us to detect the seepage in soil. To amass information regarding soil moisture, the technique employs the L band, denoting 15-30 cm wave length and 1-2 GHz frequency.

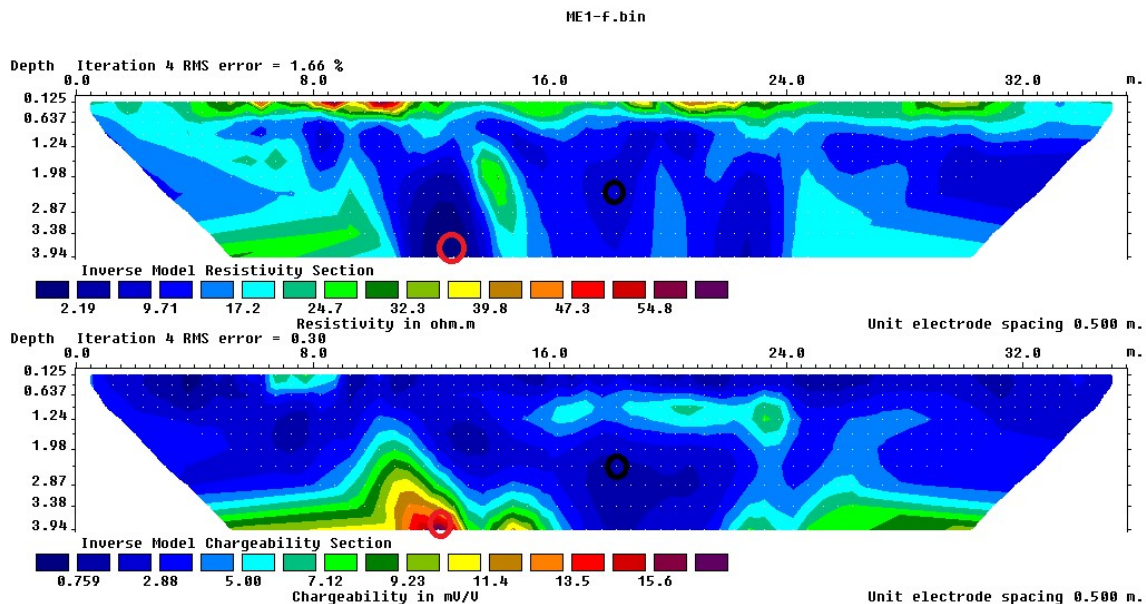


Figure 3. 2D inversion result of resistivity and chargeability

(Measured by the author, interpreted by Dr. Endre Turai).

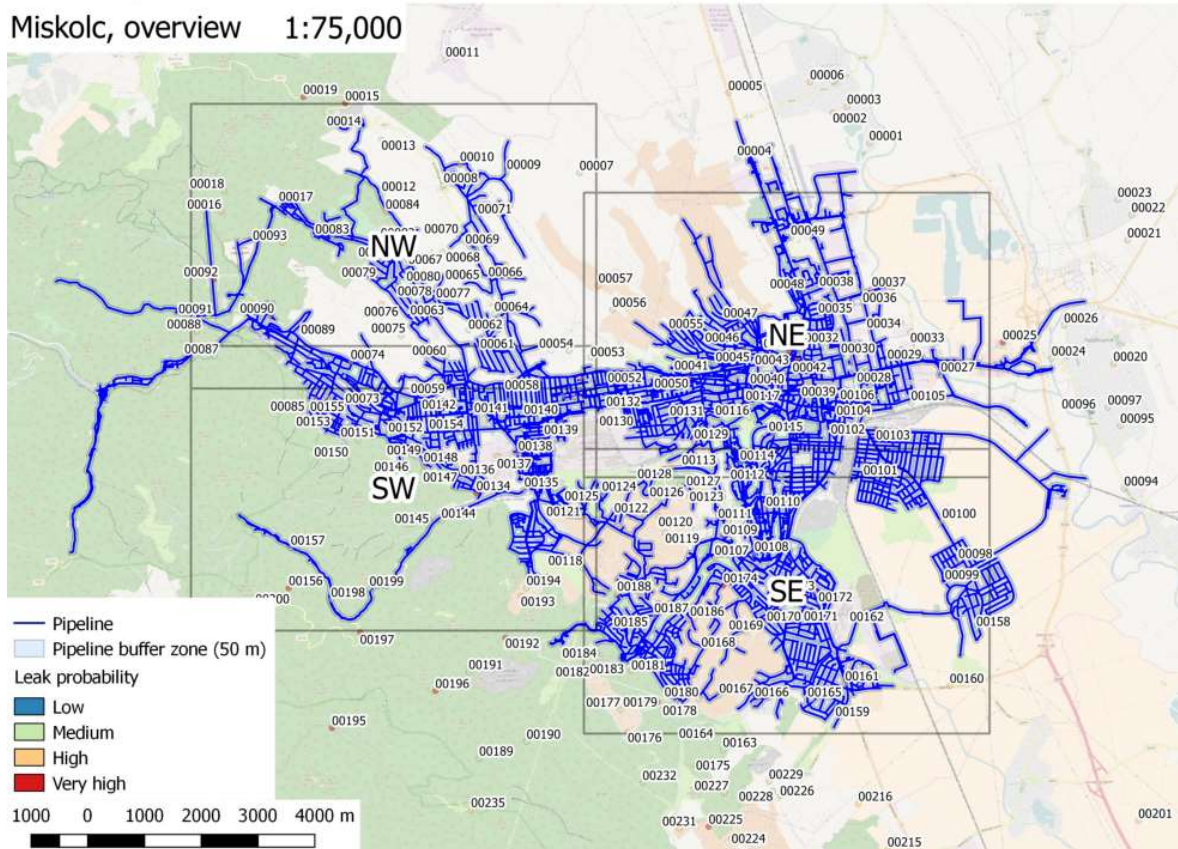


Figure 4. Suspected leak map of water pipeline network in South-western Miskolc, Hungary

The received image is influenced by amplitude, depending on target property structures and the dielectric properties. Since the dielectric constant of water is an order of magnitude bigger than other objects in the environment, it could provide information about leakage.

According to Utilis Ltd., treated drinking water has unique reflection signal and thus potable water can be distinguished from rainwater, groundwater or any subsurface water bodies. Figure 5 briefly presents the filtration and analysis procedure in order to result in the final products including suspected leak map, leak sheets, web application link and data form file (Figure 6).

This method does help enhance the efficiency of the acoustic method and preclude the long-run leakage. To identify the precise location of the breakage with a reasonable certainty, the method itself urges to minimize the noise, stemmed from vegetation, high building and metal object etc. [13].

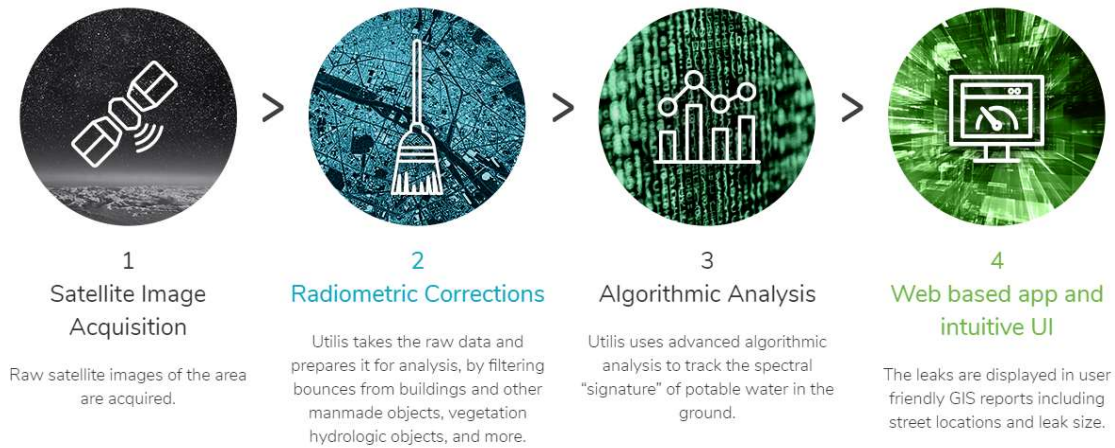


Figure 5. Flow chart of leak detection technique by Utilis Corp. (Guy 2017)

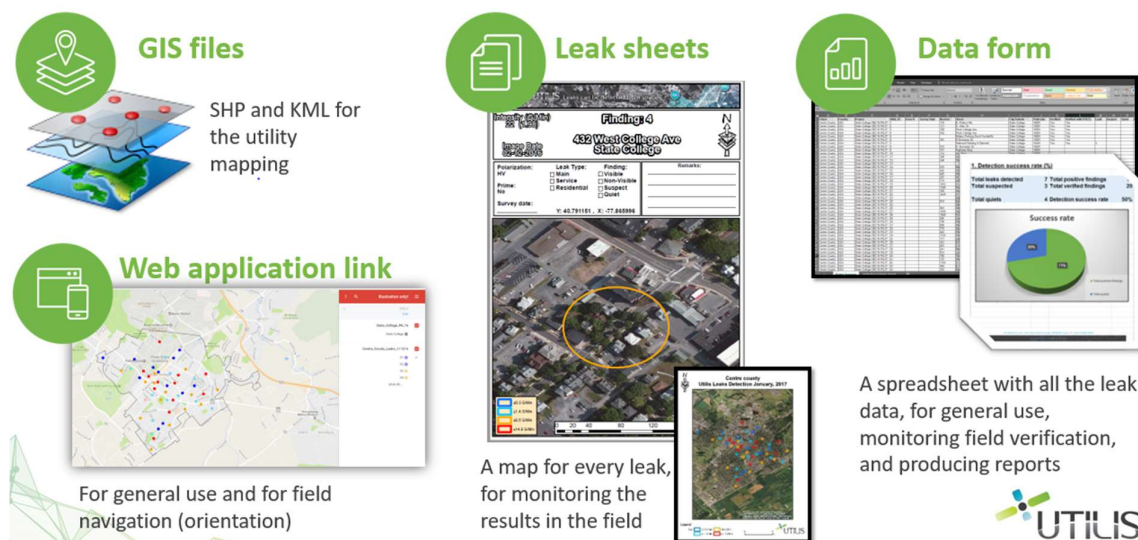


Figure 6. Final products of remote sensing technique by Utilis Corp. (Guy 2017)

B. Acoustic method.

Working as an external method of measuring noise and vibration radiated from turbulent water jet escaping from the leak site, acoustic leak-detection technique has been widely used for many years [14].

The sound waves of escaping water from a leak under pressure propagate along the pipe wall in both directions, fittings and via the water with various velocities depending on the ratio between the diameter, the wall thickness, and the pipe material. The metallic pipes propagate the noise well. Inversely, plastic pipes lower noise because of its elasticity. Besides, at a great distance, the higher frequencies the quicker waves attenuate. Leak noise correlation method was invented based on these principles. On the same pipe (same material), the different amount of time consuming to propagate from break site to the two sensors will be used to define the exact location of the burst. In other words, to obtain a centimeter accuracy outcome, signal delay, the sensors distance, sound velocity (characterized by pipe properties) are needed. The measurement works well only in sections without branches. Figure 7 displays the method. Where T_d : time delay, V : velocity of sound, L : the distance from the closer logger to the leak site, D : distance between the loggers [15].

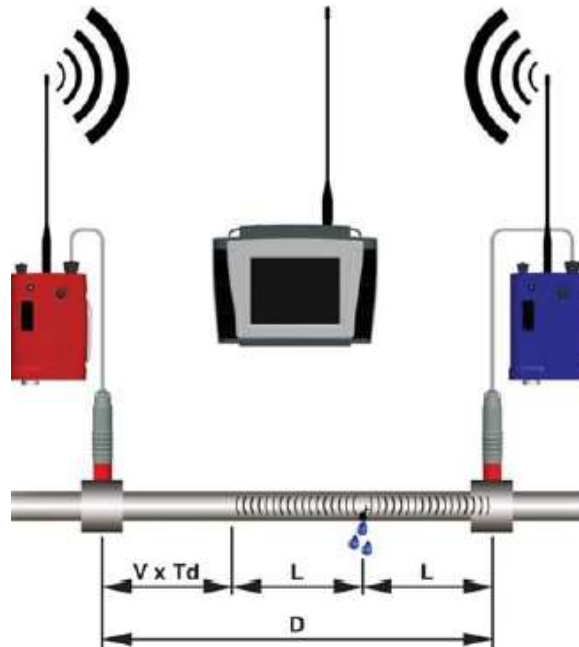


Figure 7. Principle of correlation [15].

The most commonly used pieces of equipment are the ground microphone and the correlator, namely Hydrolux HL 50 hand-held leak locator with an integrated sensor and wireless headphones and Correlux P-1 digital correlator (Figure 8). Because the noise is recorded by two sensors (piezo-microphones and hydrophones) attached to the pipes, valves or hydrants, it is amplified and transmitted to the correlator.



Figure 8. Leak locator (left and right) and Digital correlator for leak location on pipe (middle).

IV. DISCUSSIONS

Nowadays, there are many techniques of leakage detection, although all of them demand an thorough grasp of the water main. Hence, we inspected many geophysical approaches with respect to pipe detection. We employed multichannel resistivity and induced polarization methods. Rested on measurements, it could be deduced that each method is usable for pipe detection in a suitable setting. In view of the different operating principles of the instruments, we appreciate that not all equipment are appropriate for each pipe type. With regard to leakage detection, the acoustic and association methods in leak detecting are time consuming and costly if they are conducted for the whole city. Moreover, complications caused by pipe material is another problem. Because of the introduction of Utilis' Remote sensing-based method, the leakage detection not any longer depends on a customer failure report only, but will be performed far more easily, much more quickly, more budget and with increased efficiency. The

combination between acoustic and Remote sensing-based methods might hasten the leakage detection and obviously lower the water loss.

V. CONCLUSIONS

Irrespective of globally widening gap between water supply and demand for potable water, a huge amount of this priceless resource is still being lost worldwide. This unfavorable circumstance is even getting worse because of a plenty of reasons namely: the degrading reticulation system, harsh weather in the context of climatic variations, the complex transition of bedding soil condition.

Handling this problem properly will be the long-term and sustainable solution to tackle the present technology's limitation (labor shortage, small area of covering, per time unit, pipe material preference [16], time consuming with a low success rate).

With 70% measure of effectiveness in leak detection in Miskolc, the combination of remote sensing based method and on-site acoustic measurement was proven to be a fairly comprehensive methodology for water utilities.

Nonetheless, for a constant innovation in a long-drawn-out strategy, the authors would nominate a rigorous examination in broad variety of corresponding bedding factors that underline geotechnical characteristics to carefully scrutinize the deep roots of this deterioration.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank to Gergő Kiszela, Utilis' team for their help and professional advice in the field measurements. Special thanks to the Institute of Geophysics and Geoinformatics, the Faculty of Earth Sciences and Engineering at the University of Miskolc for letting us using geophysical instruments.

REFERENCES

- [1] Taylor, R. G., Scanlon, B., Döll, P., Rodell, M., Van Beek, R., Wada, Y., ... & Konikow, L. (2013). Ground water and climate change. *Nature Climate Change*, 3(4), 322-329.
- [2] Maidorn T., Sewilam H., 2011 Capacity development for drinking water loss reduction: challenges and experiences. UN-Water Decade Programme on Capacity Development, United Nations University, 183 pp.
- [3] Carmona, María, et al. 2017 "Assessing the effectiveness of Multi-Sector Partnerships to manage droughts: The case of the Jucar river basin." *Earth's Future*.
- [4] Fuchs, H. V., & Riehle, R. (1991). Ten years of experience with leak detection by acoustic signal analysis. *Applied acoustics*, 33(1), 1-19.
- [5] Costello, S. B., Chapman, D. N., Rogers, C. D. F., & Metje, N. (2007). Underground asset location and condition assessment technologies. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 22(5), 524-542.
- [6] Puust, R., Kapelan, Z., Savic, D. A., & Koppel, T. (2010). A review of methods for leakage management in pipe networks. *Urban Water Journal*, 7(1), 25-45.
- [7] Khulief, Y. A., Khalifa, A., Mansour, R. B., & Habib, M. A. (2011). Acoustic detection of leaks in water pipelines using measurements inside pipe. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 3(2), 47-54.

ICACE - 3.03S: EXPERIENCES AND CHALLENGES IN JAPAN FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SEWERAGE SYSTEMS

Makoto Ibaraki⁽¹⁾

(1) MS, JICA Expert, Sewerage Policy Advisor in Ministry of Construction, Email: <ibarama5111@gmail.com>

Abstract: In Japan, wastewater treatment coverage ratio has reached over 90%, and the main focus of the policy on sewerage works is shifting from “Construction of facilities” to “Pursuit of sustainability.” It is urgently needed to strengthen policies and technologies that develop sustainability of sewerage works and satisfy the socio-economic demand, such as strategic management of aging facilities, energy savings and resource recovery, promoting Public Private Partnership (PPP), appropriate setting of sewage service charge, comprehensive rainwater management and so on. This paper introduces the experiences, new challenges for sustainable development of sewerage works in Japan and lessons learnt from Japanese experiences which can be beneficial to foresee the future and set the right orientation of sewerage systems in Vietnam which are now under rapid development.

Keywords: Sewerage, Wastewater, Management, Maintenance, Resource, Japan

1. Introduction

As of the end of FY 2018, the wastewater treatment coverage ratio in Japan reached 91.4%. On the other hand, it is assumed that the annual rehabilitation cost of those sewerage facilities in the whole country is going to reach to about 1 trillion JPY (9 billion USD), which now about 0.6 trillion JPY (5.6 billion USD). In respect of the financial status of sewerage works, only 22.2% of local governments reach full cost recovery by the sewage service charge. Regarding financial and human resources in local governments, it is also expected that the income from sewerage service charge is going to decrease in accordance with the population decline, and staffs engaging in sewerage works tend to decrease, especially in the small size localities. In addition, the risk for natural disasters such as great earthquakes, intense rainfall is also increasing. Basing on the current constraints in sewerage works, severe socio-economic conditions and risks of natural disasters surrounding the sewerage works mentioned above, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) in Japan presented the orientations and supporting measures for local governments towards the sustainable development of sewerage works in the report published on March 2019. This paper mainly introduces some main topics from that report by MLIT.

2. Experiences and current status of sewerage works in Japan

2.1. Facility management

As of the end of FY 2018, the wastewater treatment coverage ratio in Japan reached 91.4%. The length of installed sewer pipes and the number of wastewater treatment plants (WWTPs) were accumulated to about 470,000km and 2,200 respectively. For example, sewer pipes which will pass 50 years since their installation will be reached about 140 thousand km in 20 years ahead, which is now only 14 thousand km. Like this example, it is expected that the ageing sewerage facilities will rapidly increase from now on. The annual rehabilitation cost of those sewerage facilities in the whole country is estimated to reach to about 1 trillion JPY (9 billion USD), which now about 0.6 trillion JPY (5.6 billion USD). Meanwhile, about 3,300 road

collapses occurred due to sewer pipe collapses. In these situations, the central government is promoting the measures for optimization of sewerage system management by means of planned and strategic inspection, maintenance and rehabilitation in order to control and flatten the financial demand for enormous rehabilitation and to prevent road collapses and leakage of wastewater derived from malfunctions of systems.

2.2. Energy consumption and GHGs emission

Sewerage system is generally the facilities that demands a lot of energy, eventually emits a tons of Green House Gases (GHGs). In Japan, sewerage facilities occupy 0.7% of total electricity consumption and 0.5% of total GHGs emissions. Especially, a lot of energy is consumed in the wastewater treatment process. Meanwhile, sewerage sludge is recently recycled in accordance with the progress of recycling technology, and the recycling ratio is reaching 70 %. However, its usage is mainly for cement aggregate. Organic matters in sewerage sludge, which we call biomass, is not beneficially used, and the recycling ratio of biomass is only 32% consisting of 22% for energy and 10% for fertilizer. The central government now promoting energy savings as well as energy recycling in sewerage facilities setting the target that biomass recycling ratio reaches 40% by 2020.

2.3. Public Private Partnership (PPP)

More than 90% of operation and maintenance (hereinafter, this is called "O&M") works are outsourced to private sectors to make sewerage works more efficient under the personnel constraints of local government staffs engaging in sewerage works. Performance-based contracts are increasing instead of Task-assigned contracts. 36 cases of DBO (Design-Build-Operate) type contract have been implemented. In 2018, concession contract was introduced for WWTP in Hamamatsu city as the first case in Japan entrusting 20 years comprehensive management including M&O and rehabilitation to a private company. The central government is also strongly promoting PPP schemes to establish management structure in each local government by utilizing PPP which is suitable to their actual situation towards sustainable sewerage works.

2.4. Financial Status

Sewerage works are large scale public works of which benefits reach not only specific people who enjoy the drainage service but also unspecified people who get the benefit of sanitation improvement of their region and water quality improvement of public water bodies. Given such wide benefits of sewerage works, Japan have been establishing the following cost sharing principles between public sector and sewerage users.

- All cost of both construction and maintenance for rainwater should be covered by public expenditures (central & local).
- The central government subsidize about half of construction cost for main sewerage facilities.
- Another half of construction cost is covered by local bond.
- Repayment of local bond, which is nearly equal to depreciation cost, should be covered by both public expenditures (central & local) and user charge.
- Almost all operation cost of wastewater treatment should be covered by user charge.

Local governments are expected to set sewage user charge to fully cover the remaining cost which is not covered by public expenditures. However, the national average of cost recovery rate is about 80%. Meanwhile, only 22.2% of local governments reach full cost recovery by user charge. Small size local governments tend to have lower cost recovery rates.

User charge income in each locality is assumed to decrease due to population decrease in future. Especially, financial conditions of sewerage work in small size localities are assumed to become more severe. In these situation, appropriate setting of sewerage user charge in each local government is essential towards sustainable sewerage works.

In addition, although applying business accounting to sewerage works is not mandate but recommended, business accounting is beneficial to grasp financial and asset status of sewerage works and make them more transparent. To date, about 45% of local governments that has more than 30 thousand population already introduced business accounting. On the contrary, only 10% of localities that has less than 30 thousand population are using business accounting.

2.5. Rainwater management

The service coverage rate of the rainwater drainage system is currently 58% in Japan. Recently, the risk for flood by inner water has been increasing due to the urbanisation, intense rainfall that exceeds drainage capacities, lack of river flow capacities and growing use of undergrounds. The current basic approach on urban flood control in Japan is to minimize the flooding disasters by comprehensive countermeasures consisting both structural measures and non-structural measures in the prioritized areas. Namely, each local government analyses the intensity of rainfall, assess the risk and vulnerability to flooding of their jurisdiction and select the priority areas. Especially, the areas with high flooding risk where rainwater could be hardly drained when the river water level is high or important public facilities are densely located should be prioritized. Also, local governments enhance the provision of information to the administrators of important facilities and residents by publishing Flood Risk Maps and providing emergency alerts etc.

3. Recent challenges towards sustainable development of sewerage works

Given the current status of sewerage works mentioned above and the role of sewerage system from which many unspecified people get benefits, the MLIT set the active policy to continue to support local government financially and technically towards the sustainable sewerage works. The main focus of the policy is shifting from “Construction of facilities” to “Pursuit of sustainability.” The MLIT presented some challenges that the central government should lead and encourage local governments over the coming medium term as follows.

3.1. Strategic management of ageing facilities

The strategic approach to optimize the management of sewerage systems such as planned inspections, maintenance, repairing and rehabilitation is needed in order to prevent road collapses, leakage of wastewater and water quality deterioration in public water bodies due to malfunctions of systems. To realize that, the Sewerage Law was revised in 2015 to oblige local governments to make maintenance plans and carry out periodic inspection of facilities. Moreover, the central government is now planning to strengthen the technical standards for O&M and has been implementing the research and development (R&D) projects for more intelligent and efficient O&M technologies and database systems using Information and Communication Technology (ICT).

3.2. Energy saving and resource recovery

In order to make the sewerage systems more energy-efficient and environmentally friendly and reach the target that biomass recycling ratio reaches 40% by 2020, MLIT started to set the standards of ideal level of energy consumption and efficiency for facilities to encourage and guide local governments to install preferable equipment. Also, the government is leading and

investing in R&D for energy saving and resource recovering technologies. Furthermore, the government is technically and financially supporting local government for collecting sewage sludge produced in several small-scaled WWTPs into one bigger WWTP enhancing economics of scale.

3.3. Promoting Public Private Partnership (PPP)

It is strongly required to promote introducing a wide variety of PPP methods depending on actual situation in each local government in order to take advantages of efficiency, flexibility and innovation of private sectors into sewerage works towards sustainable sewerage management under the limited financial and human resources. The central government is recently expanding subsidies to local governments for feasibility studies and preparation works for the formulation of PPP projects. On the other hand, local governments must assume ultimate responsibility of sewerage works even when they entrust some of works to private sectors and maintain substantial managerial structure to fulfill their responsibility. Basing on that consideration, the central government have been issuing several guidelines on PPP in order that local governments can understand and implement procedures of formulation PPP projects, role and risk sharing between public and private sector, appropriate monitoring of works done by private sectors and so on.

3.4. Appropriate setting of sewage service charge

Since the financial conditions of sewerage works in localities are assumed to become more severe, appropriate settings of sewerage user charge are required in each locality towards 100% of cost coverage rate from the long-term perspective. However, it is not easy task for local governments to raise sewage service charge by explaining and persuading users and local assemblies. Clear, quantitative and persuasive evidence is needed. Therefore, the government have been encouraging and supporting local governments to apply business accounting by making balance sheets and Profit and Loss (P/L) statement of sewerage works in order to make financial conditions more transparent as the first step for adjusting sewage user charge. Also, the government is considering presenting the appropriate system of sewage user charge suitable for the modern society with the trend where population, water consumption and user charge income are decreasing.

3.5. Comprehensive rainwater management

Currently, it has been unrealistic to prevent from flooding caused by frequent and intense rainfall only with measures taken by public sectors. Therefore, In addition to the measures by public, it is also encouraged for private sectors and residents to install rainwater storage and infiltration facilities in order to accelerate the flood control. The laws were revised in 2015 to encouraged cooperative actions between private and public sectors against urban flooding, for example, establishing subsidiary system for private building owners for installing rainwater storage tanks. Also, MLIT is considering updating the technical structural standards for rainwater control facilities by assessing the recent flood disasters.

4. Lessons from Japanese experiences and recommendations

Considering the experiences, current status and recent challenges in sewerage works in Japan described above, the author would like to raise few recommendations regarding policies and actions needed for more sustainable sewerage works in Vietnam which has a lot of project both ongoing and under planning now.

(1) Giving technical guidelines on O&M of sewerage facilities

In No. 80/2014 dated on August 6th, 2014 Decree on the drainage and treatment of wastewater (hereinafter, this is called “Decree 80”), it is stipulated that O&M of sewerage facilities should meet technical requirements according to the regulations. Basing on this, it is required to issue a technical guideline. The guideline should include method of checking and inspection for each facility and their frequency, so that drainage service companies entrusted by local governments can make reasonable and substantial plan of O&M, and local governments can evaluate the appropriateness of the plans and results of works done by those companies. Also, the guidelines on O&M will be important in the situation where PPP projects is increasing from the viewpoint of securing the quality of work carried out by private sectors.

(2) Formulation of database of sewerage systems

Decree 80 obliges Provincial Peoples Committee (PPC) to provide guidance on establish database of drainage and treatment of wastewater. Database of sewerage systems is essential basis of proper asset management. It enables local governments as well as drainage service companies to have common information of current existing assets such as, location, the number of years since installation, construction cost, elevation, length, structure, material, condition, survey record, maintenance history and so on. Basing that information, they can formulate strategic and efficient O&M and construction plans by overviewing the whole existing systems and finding out priority facilities under budgeted restrictions. That information can be surely kept in database even if drainage service company is changed, so that business continuity can be secured. Importantly, database plays a role as “Fixed Asset Ledger” which is the basis of accurate calculation of “depreciation cost.” It can lead to appropriate calculation of drainage tariff to realize “full cost recovery principle” clearly described in Decree 80. Moreover, in order to promote PPP scheme and attract investments in sewerage sector, local governments can disclose their entire sewerage assets and its condition by using that database. Volume of facilities that the local authorities should manage will increase in accordance with rapid development of sewerage system, eventually the importance of database will also increase. Therefore, it is needed to clearly oblige local governments to formulate and manage database of sewerage systems, and the responsible ministry is expected to issue specific guidelines on Database system.

(3) Discussion on principle of cost sharing between public sectors and users

Decree 80 and No. 13/2018/TT-BXD Circular on guiding method for determination of drainage service prices require full cost recovery by user charge. However, the idea that some portions of sewerage works cost should be covered by public expenditure could be possible as the case in Japan mentioned above, since the flood control and water quality improvement by sewerage works benefit unspecified many people. In Japan, substantial public expenditure is allotted for both construction and O&M, to cover all cost by user charge is assumed to be unrealistic since sewerage works need much more cost than water supply works. Many discussions on appropriate cost sharing model in sewerage works have been continued in Japan among representatives from central government, local governments, academia, private sectors and community in order that affordable and acceptable cost sharing models that are suitable for the socio-economic conditions are obtained. It is beneficial and recommended the central government take lead to start discussions on principle of cost sharing between public sectors and users from long-term perspective in Vietnam.

(4) System selection by life-cycle cost and environmental load evaluation

Sewerage system need large amount of expenses in O&M stages after construction since they can properly perform only when they are under appropriate O&M. At the same time, they pose high environmental load consuming a lot of energy such as electricity and emitting GHGs. Therefore, it is preferable to select the sewerage facilities, especially wastewater treatment plants which are main consumer of cost and energy of O&M, by evaluating lifecycle cost consisting of both construction and O&M cost and environmental load in planning stage.

5. References

1. Committee on the improvement of sustainability of sewage works, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan, The report on improvement of sustainability of sewage works, 2019.

ICACE - 3.04S: THÀNH PHỐ THÔNG MINH VỚI QUY HOẠCH HẠ TẦNG KỸ THUẬT SMART CITY AND TECHNICAL INFRASTRUCTURE PLANNING

PGS.TS Nguyễn Hồng Tiến
Nguyên Cục trưởng, Cục Hạ tầng Kỹ thuật, Bộ Xây dựng

Tóm tắt: Thành phố thông minh đang được các Bộ, ngành và UBND các địa phương triển khai thực hiện, vấn đề này không mới so với thế giới nhưng Việt Nam đang là giai đoạn đầu. Nhiều nghiên cứu, hội thảo về vấn đề này đã được tổ chức. Cũng như nhiều câu chuyện bắt đầu để xây dựng một thành phố thông minh bao giờ cũng là công tác quy hoạch. Bài viết trình bày tổng quan về thành phố thông minh và mối liên hệ với quy hoạch hạ tầng kỹ thuật mà trong đó ngoài nội dung quy hoạch truyền thông thì cần bổ sung một số nội dung mới để đáp ứng cho xây dựng và quản lý thành phố thông minh.

Từ khóa: Thành phố thông minh, thoát nước bền vững, Giáo thông thông minh, Cấp nước an toàn.

Abstract: Smart City criteria are being applied by ministries, agencies and local authorities. This model is not new to the world, but it is still in the first stage in Vietnam. Similar to all project, planning is initial step to start building a smart city. The paper presents an overview of smart city and the linkage to technical infrastructure, in which, need to add some contents in order to facilitate the construction and management of smart city.

Keywords: SmartCity, Transport City, Sustainable Urban Drainage and Safe Water Supply

I. Tổng quan về thành phố thông minh

1. Khái niệm về Thành phố thông minh [5]

Thành phố thông minh nhìn một cách tổng thể, theo bài viết trên Tạp chí xã hội thông tin của Tập đoàn VNPT: Đó là một thành phố bền vững và đáng sống; ở đó người dân được sử dụng nhiều dịch vụ, tiện ích hơn, công bằng bình đẳng hơn, tiết kiệm hơn, môi trường sống được cải thiện. Thành phố thông minh nhìn ở khía cạnh công nghệ đó là một thành phố ứng dụng công nghệ thông tin và truyền thông kết nối các cảm biến, mạng không dây tốc độ cao, xử lý dữ liệu lớn để nâng cao chất lượng sống của cư dân đô thị, cải thiện chất lượng phục vụ của chính quyền đô thị, giảm tiêu thụ năng lượng, quản lý hiệu quả nguồn tài nguyên thiên nhiên.

2. Tiêu chí đánh giá đối với 1 thành phố thông minh [4]

Bao gồm 6 tiêu chí đó là: (i) Kinh tế thông minh; (ii) Môi trường thông minh; (iii) Quản lý thông minh; (iv) Giao thông thông minh; (v) Cuộc sống thông minh; (vi) Con người thông minh.

3. Các yếu tố cơ sở hạ tầng của 1 thành phố thông minh [3]

(i) Cung cấp đủ nước; (ii) Bảo đảm cung cấp điện; (iii) Quản lý chất thải; (iv) Phát triển giao thông; (v) Nhà ở giá rẻ; (vi) Kết nối công nghệ thông tin và công nghệ số; (vii) Quản trị nhà nước tốt, đặc biệt là Chính phủ điện tử và có sự tham gia của công dân; (viii) Môi trường bền vững; (ix) An toàn, an ninh; (x) các vấn đề y tế, giáo dục.

4. Một số giải pháp để phát triển thành công thành phố thông minh[3]

(i) Xây dựng Chính phủ điện tử và dịch vụ công dân; (ii) Quản lý chất thải rắn; (iii) Quản lý chất lượng nước; (iv) Quản lý năng lượng; (v) Xây dựng đô thị năng động; (vi) Các ứng dụng khác.

5. Các bước thực hiện dự án thành phố thông minh

(i) Thành lập cơ quan quản lý; (ii) Xác định các thách thức, hạn chế của thành phố; (iii) Đề xuất các giải pháp với tầm nhìn tổng hợp; (iv) Xây dựng kế hoạch thực hiện; (v) Xác định các đối tác, hợp tác hỗ trợ; (vi) Đánh giá kết quả.

Thông qua các đặt vấn đề trên cho thấy từ khái niệm đến các tiêu chí, nội dung và giải pháp để xây dựng thành công một thành phố thông minh đều xuất hiện/vai trò đặc biệt quan trọng đó là hạ tầng kỹ thuật đô thị.



Hình 1: Thành phố Thông minh

II. Những khó khăn và thách thức

1. Thách thức từ con người và năng lực quản lý [5]:

Việc xây dựng một thành phố thông minh đi kèm với nhiều thách thức đòi hỏi phải vượt qua đó là:

(i) Nhận thức – tư duy và tầm nhìn của người quản lý và người dân: Thách thức lớn nhất là thay đổi tư duy quản lý của các cấp lãnh đạo, thành công phụ thuộc rất nhiều vào việc các lãnh đạo ở cấp điều hành hiểu rõ vai trò của CNTT và làm sao để phát huy được việc sử dụng công nghệ này trong các hoạt động về chỉ đạo, điều hành. Tất cả các lãnh đạo và công chức trong các cơ quan quản lý từ Trung ương đến địa phương phải nhận thức đúng và hiểu được tầm quan trọng của Chính phủ điện tử – Chính quyền điện tử... Công nghệ có thể đổi mới, nhưng người dân không thấy tầm quan trọng, không sử dụng, không ủng hộ, không quan tâm và không tham gia cùng chính quyền hay nhà quản lý và ngược lại, thì cũng chẳng thể tận dụng triệt để được lợi thế mà công nghệ có thể mang lại.

(ii) Sự phối hợp giữa các cơ quan quản lý nhà nước với sự hỗ trợ của CNTT-TT nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ công: Thách thức là thay đổi tình trạng các cơ quan quản lý làm việc một cách độc lập theo các chức năng mà thiếu sự phối hợp có hiệu quả giữa các cơ quan như hiện nay.

(iii) Thủ tục hành chính còn nhiều và quy trình quản lý phức tạp cần phải được xem xét lại, đơn giản hóa và minh bạch.

(iv) Thách thức về chất lượng nguồn nhân lực: Con người ở đây phải có trình độ, năng lực, sử dụng thiết bị thông minh và có trách nhiệm.

2. Thách thức từ cơ sở hạ tầng

(i) Công nghệ thông tin – trang thiết bị, phần mềm sử dụng, kết nối mạng, an ninh thông tin, an ninh mạng được xem là quan trọng song vẫn còn nhiều khó khăn. Hạ tầng

thông tin bao gồm: Hạ tầng không dây chưa phổ biến, các điểm truy cập công cộng, hệ thống thông tin hướng dẫn dựa trên Internet có thể tương tác giữa Chính phủ, doanh nghiệp và người dân còn nhiều hạn chế. [5]

(ii) Cơ sở dữ liệu còn hạn chế: Đa dạng về dữ liệu song nhiều dữ liệu chưa thống nhất (nhận dạng, định tính, định lượng...) chưa sẵn sàng kết nối, trao đổi, chia sẻ, phối hợp và tính cập nhật yếu [5]

(iii) Năng lực cạnh tranh của các đô thị thấp, sự phát triển đô thị thiếu kiểm soát, thách thức về chất lượng đô thị và hạ tầng kỹ thuật đô thị không đáp ứng được : Ùn tắc giao thông, ngập úng đô thị, thiếu nước sinh hoạt, ô nhiễm môi trường...Nội dung của quy hoạch đô thị chưa đổi mới để làm cơ sở xây dựng thành phố thông minh.

(iv) Thiếu nguồn lực cho phát triển, chưa có một cơ chế mang tính đột phá – doanh nghiệp có sẵn sàng đầu tư các giải pháp mang tính công nghệ để cung cấp dịch vụ chính quyền sẵn sàng tham gia và cùng doanh nghiệp chia sẻ doanh thu...

3. Thách thức từ phương pháp tiếp cận

Xây dựng đô thị thông minh lấy người dân làm trung tâm. Nhưng hiện nay việc xây dựng này hình như chủ yếu do các cơ quan quản lý nhà nước và các doanh nghiệp nghiên cứu, soạn thảo đề xuất (top-down)... chưa thấy có một cuộc điều tra từ nhân dân (bottom-up) xem họ muốn gì của thành phố mình đang sống. Chúng ta đang làm theo cách cũ từ trên xuống, mang tính áp đặt nhiều hơn và hiện đang có tính phong trào – hội chứng về thành phố thông minh. Mỗi địa phương hãy lấy ý kiến nhân dân xem họ cần gì và đề xuất ưu tiên vào lĩnh vực nào để cơ quan có thẩm quyền ghiên cứu, quan tâm đầu tư theo thứ tự ưu tiên vào lĩnh vực đó.

III. Quy hoạch hạ tầng kỹ thuật với thành phố thông minh

Thành phố thông minh đang là xu thế phát triển của thế giới và Việt Nam cũng không ngoại lệ. Trong đó, để xây dựng thành phố thông minh, điều đầu tiên và quan trọng nhất là công tác quy hoạch. Một số nội dung có liên quan đến quy hoạch hạ tầng kỹ thuật cần quan tâm nghiên cứu và bổ sung được đề xuất như sau:

1. Cơ sở dữ liệu đô thị nói chung và hạ tầng kỹ thuật nói riêng

Cần phải sớm nghiên cứu, hướng dẫn lập cơ sở dữ liệu đô thị đặc biệt các dữ liệu về hạ tầng kỹ thuật đô thị trong đó lưu ý các dữ liệu về hiện trạng, các dữ liệu về dự báo tiềm năng phát triển và các dữ liệu tác động làm hạn chế phát triển (Biến đổi khí hậu, thiên tai, ô nhiễm môi trường...); Có cơ chế chia sẻ, cập nhật và kết nối thông tin.Các ứng dụng cho quản lý đô thị, quy hoạch.. dựa trên nền tảng thiết bị thông minh sẽ truy cập và sử dụng cơ sở dữ liệu này vì vậy xây dựng một hệ cơ sở dữ liệu lớn cho quy hoạch phát triển đô thị thông minh cần phải đặc biệt lưu ý việc này.

2. Quy hoạch giao thông gắn kết với quy hoạch không gian đô thị và đất đai

Bao gồm: (1) Tổ chức mạng lưới giao thông hiệu quả nhất cho việc đi lại, hạn chế tiêu tốn năng lượng (lựa chọn mạng lưới ngắn và thuận tiện; mạng lưới gắn với mô hình phát triển đô thị tập trung; tổ chức giao thông đô thị góp phần thúc đẩy phát triển giao thông công cộng.); (2) Tạo khả năng tiếp cận đến mạng lưới giao thông: Lựa chọn loại hình giao thông công cộng theo quy mô đô thị; Mạng lưới đường chính thuận lợi, đường phố đủ rộng để bố trí giao thông công cộng 2 chiều; lựa chọn vị trí điểm đỗ, bãi đỗ, bến đỗ hợp lý liên kết, kết nối các loại hình giao thông công cộng thông qua việc thúc đẩy phát triển đô thị (TOD).

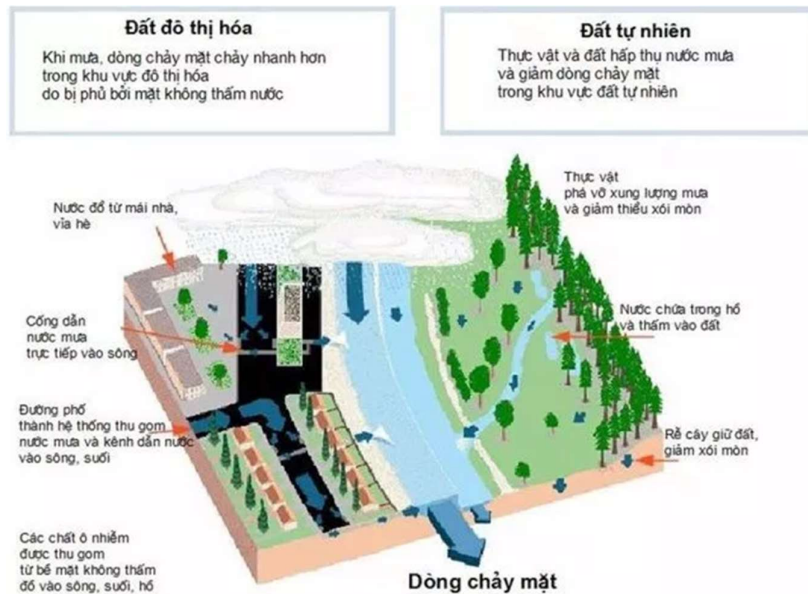
Quy hoạch giao thông hướng tới giao thông thông minh: Mục tiêu của giao thông thông minh là chấm dứt tình trạng tắc nghẽn giao thông, tích hợp nhiều loại hình giao thông và đáp ứng đi lại của người dân. Các tiêu chí đánh giá và phát triển giao thông thông

minh có thể bao gồm: (1) Kết nối thông minh, (2) quản lý và điều hành thông minh, (3) tiện ích thông minh, (4) cảnh báo thông minh và (5) đi lại thông minh.

Như vậy, quy hoạch giao thông cần lưu ý lấy Trung tâm quản lý giao thông là chính (vị trí, quy mô phải được xác định) để kết nối giao thông công cộng bằng xe bus, ta xi với đường sắt đô thị, đường thủy (nếu có); hệ thống giám sát đường cao tốc, thu phí điện tử, đèn giao thông, điều khiển giao thông.... Qua hệ thống quản lý thông minh cung cấp cho người tham gia giao thông những thông tin kịp thời và chuẩn xác nhất để có thể đưa ra những phán đoán/quyết định việc sử dụng tuyến, loại hình giao thông và thời gian xuất hành hiệu quả.

3. Quy hoạch thoát nước hướng tới mục tiêu bền vững ứng phó với biến đổi khí hậu:

Dựa trên cơ sở dữ liệu đầy đủ về điều kiện tự nhiên đề xuất lựa chọn tần suất thiết kế, khống chế cao độ nền xây dựng tối thiểu hợp lý; xây dựng bản đồ ngập úng đô thị (bản đồ ngập úng hiện trạng và dự báo các khu vực ngập úng theo các kịch bản). Ngay trong các giải pháp quy hoạch đô thị phải bố trí các khu vực / dành chỗ để chứa nước – vùng ngập nước tự nhiên thay vì để nước tự do lấn chiếm không gian như hiện nay, một số khu vực có thể cho phép ngập lụt nhằm đảm bảo thoát lũ an toàn và giảm khối lượng san nền. Đề xuất mô hình và ứng dụng các giải pháp thoát nước bền vững bắt đầu từ quy hoạch sẽ tăng khả năng chống chịu và giảm thiểu đáng kể các rủi ro. Xác định các vị trí đặt trạm quan trắc tự động thông qua đó giám sát nguồn nước thải để báo về các trung tâm xử lý .



Hình 2: Thoát nước bền vững

Trong quy hoạch xử lý nước thải tùy vào từng khu vực cụ thể, cần phân tích, đánh giá và lựa chọn giải pháp xử lý nước tập trung hoặc phi tập trung hay kết hợp nhằm nâng cao tỷ lệ nước thải được xử lý trước khi xả ra nguồn tiếp nhận; bổ sung công trình tách nước thải đối với các đô thị đã có hệ thống cống chung, xây dựng hệ thống cống thoát riêng đối với các khu công nghiệp, khu đô thị mới. Nghiên cứu, lựa chọn các công nghệ tiên tiến trong xử lý nước thải, bùn thải phù hợp với đặc điểm của từng khu vực và sức chịu tải của nguồn tiếp nhận; đề xuất các quy định về tái sử dụng nước thải, bùn thải sau xử lý ..

4. Quy hoạch cấp nước hướng tới bảo đảm an ninh nước và cấp nước an toàn

Ngoài các nội dung truyền thống trong quy hoạch cần bổ sung xác định phạm vi hành lang bảo vệ nguồn nước (NĐ số 43/2015); xác định các vị trí quan trắc ô nhiễm nguồn; có các giải pháp bảo vệ nguồn nước mặt và nước dưới đất; có các giải pháp bổ cập nước ngầm;

5. Quy hoạch quản lý chất thải rắn

Cần phải xác định ngay từ khi lập quy hoạch quản lý chất thải rắn (CTR) đó là: Quản lý chất thải rắn là một trong những nội dung quan trọng của công tác bảo vệ môi trường và theo xu hướng quốc tế, chất thải nói chung hiện đang được coi là một nguồn tài nguyên, kinh tế không chất thải, kinh tế tuần hoàn. Chính vì vậy chất thải rắn cần phải được phân loại, thu gom phù hợp với công nghệ xử lý, khuyến khích các công nghệ xử lý CTR thành nguyên liệu, nhiên liệu, các sản phẩm thân thiện môi trường; xử lý kết hợp thu hồi năng lượng, tiết kiệm đất đai. Trong quy hoạch quản lý CTR, vị trí, quy mô các cơ sở xử lý CTR phải đảm bảo quy chuẩn quy định.

6. Quy hoạch cấp điện và chiếu sáng đô thị

a) Nguồn điện cho chiếu sáng đô thị, cho sinh hoạt sẽ ưu tiên dùng năng lượng mặt trời, năng lượng gió, năng lượng tái tạo. Các ngôi nhà, tòa nhà sẽ dùng vật che bên ngoài hoặc trên nóc nhà và công trình bằng hệ thống pin mặt trời để thu năng lượng sử dụng cho chính công trình.

b) Chiếu sáng thông minh là chiếu sáng sử dụng công nghệ điều khiển tác động vào nguồn sáng nhằm đạt được 2 mục tiêu (1) Nâng cao chất lượng chiếu sáng, làm thay đổi các chỉ tiêu ánh sáng của môi trường được chiếu sáng về độ rọi, độ chói, chỉ số thể hiện màu (CRI) và thẩm mỹ, (2) Tiết kiệm điện năng cho chiếu sáng. Hệ thống chiếu sáng thông minh mà trong đó hệ thống được điều khiển linh hoạt điều chỉnh độ sáng, điều chỉnh màu sáng phù hợp; cho phép tích hợp chiếu sáng với các chức năng của môi trường được chiếu sáng, tận dụng ánh tự nhiên và tiết kiệm năng lượng, an toàn nhưng vẫn đáp ứng nhu cầu của người sử dụng, chính vì vậy khi quy hoạch chiếu sáng đô thị cần lưu ý các nội dung quan trọng này.

IV. Kết luận

Thành phố thông minh đã và đang thành hiện thực. Mọi nỗ lực xây dựng thành phố thông minh có ứng dụng CNTT-TT là nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống cho người dân, cải thiện chất lượng phục vụ của chính quyền mặt khác việc nâng cao trách nhiệm của người dân với thành phố mình đang sống là rất quan trọng. Để xây dựng thành phố thông minh điều đầu tiên và quan trọng nhất bắt đầu từ công tác quy hoạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đinh Văn Hiệp (2017), "*Hệ thống giao thông thông minh trong đô thị*" Nhà xuất bản Xây dựng
2. Trung tâm thông tin, Bộ Xây dựng, "*Tổng luận hệ thống giao thông đô thị thông minh*" Hà Nội 7/2016
3. Trần Kim Chung (2018), "*Vận dụng phương thức hợp tác công tư trong phát triển thành phố thông minh tại Việt Nam – Lý luận, thực trạng và giải pháp*" Kỷ yếu hội thảo Phát triển đô thị thông minh và hợp tác công tư 6/2018.
4. Lưu Đức Cường (2018), "*Đô thị thông minh – Quy hoạch đô thị hướng tới đô thị thông minh tại Việt Nam*" Kỷ yếu Hội nghị khoa học chiếu sáng toàn quốc năm 2018.
5. Nguyễn Hồng Tiến (2015), "*Quy hoạch&Hạ tầng kỹ thuật*" Nhà xuất bản Hồng Đức.

ICACE - 3.05S: POTENTIAL APPLICATION OF MACHINE LEARNING MODELS IN EXAMINING TRAVEL MODE CHOICE

Tran Vinh Ha⁽¹⁾, Takumi Asada⁽²⁾, Mikiharu Arimura⁽³⁾

(1) Doctoral candidate, Muroran Institute of Technology, Hokkaido, Japan; Lecturer, Faculty of Urban Infrastructure and Environmental Engineering, Hanoi Architecture University, Email: tranhadhkt@gmail.com

(2) Assistant professor, Muroran Institute of Technology, Hokkaido, Japan, Email: asada@mmm.muroran-it.ac.jp

(3) Associate professor, Muroran Institute of Technology, Hokkaido, Japan, Email: arimura@mmm.muroran-it.ac.jp

Abstract: The study on travel behavior plays an important role in the transportation field. This article presents an overview of machine learning application in commuting mode choice research. The summarization synthesized from numerous academic papers indicates that the researchers are now paying more attention to apply and develop machine learning in this sector. While the researches applied conventional methods are decreasing because of its intrinsic limitations, artificial intelligent techniques show their advantages in solving travel behavior problems. These include the ability to handle big and complex input data, the performance of prediction and revealing the interaction between explanatory variables, etc. The findings of the present study, on one hand, concrete the power of machine learning and, on the other hand, encourage researchers and practitioners to apply advanced methods confidently in the transportation domain.

Keywords: Travel mode choice, machine learning, travel behavior, data mining, transportation, review.

1. Introduction

In the transportation field, travel demand management is an important part that takes the attention of many researchers and policymakers. Beside identifying traffic demand by determining the trip generation, trip distribution, the task of examining commuter travel behavior is also substantial in the transport modeling process [1]. Travel behavior consists of travel mode choice, route choice, vehicle ownership, and another related topic. The component of mode choice represents the mean of transport that a traveler uses when commuting. This reflects the attributes of not only the individual but the transport system such as the quality or the efficiency of public transport service.

Traditional research in this field mainly bases on the theory of choice model that borrowed from economic industry [2]. Even this theory has many advantages by its ability in disclosing the human behavior [3], there are still limitations exist such as the long time-consuming in data collecting and the intrinsic problems that constraints obtaining the best result. Meanwhile, in the last decades, the rise of information technology introduces the emerging methods which have been applied in the wide range of research fields called Machine learning (ML). For transportation, there are some studies show that ML outperforms the conventional methods in most of their experiments [4], [5]. In additional, several researchers applied ML as a major method to solve travel behavior problems and found superior outcomes [6]–[8]. The presence of these studies gives a promising application of ML in this field of study.

The present study aims to give an overview of the two approaches used in examining travel mode choice subject. By providing discussions on the attributes of compared methods, we attempt to demonstrate the advantages of ML technique and its applying cautions. As a result, the summarizations would encourage the researchers and practitioners to apply the advanced techniques confidently.

The paper consists of four parts. The upcoming section introduces the brief characteristics of the two approaches used in travel mode choice analysis with the representatives are the common logit and typical ML models. Section three expresses a comprehensive comparison of both techniques. This part comprises the three facets about ability in dealing with the data, model's performance and some drawbacks. In the last section, we summarize some worth-findings and discussions.

2. An overview of applied methods in examining travel mode choice

2.1. Conventional methods

The original logit model family is based on the assumption about the characteristics of choice probabilities namely the independence from irrelevant alternatives (IIA). This means the ratio of the choice probabilities of any two alternatives is unaffected by the systematic utilities of any other alternatives. The IIA property reflects most of the realistic cases, gives the logit models advantages of obtaining the close form of the formula and its interpretable ability. Nevertheless, when applying in some cases, IIA is not appropriate. This matter is demonstrated by the well-known "red bus and blue bus" or "path choice" problem [3].

The early and popular logit model is Multinomial logit model (MNL). By the ease of applying and interpreting, this method has been used by many research studies in travel mode choice field [9]–[13]. Another logit structure, Nested logit model (NL), is supposed to improve MNL by relaxing the IIA property and has been applied successfully by several researchers [14]–[16]. Finally, the two logit-based models namely Multinomial probit model (MNP), Mixed logit model (MXL) show their better results because of the flexible form and mainly solving the limitations of MNL. The applications of these models are shown in the article of Bhat [17], Can [18], Jou et al. [19], Masiero and Zoltan [20].

2.2. Travel mode choice with machine learning approach

In this part, we are going to introduce the typical ML models with their structure and characteristics. These models include Neural Network (NN), Random Forest (RF), Gradient Boost Machine (GMB) and Support Vectors Machine (SVM).

Neural networks include Feedforward Neural Network (FNN), Convolution Neural Network (CNN), Recurrent Neural Network (RNN). While FNN is the most popular by its simple structure and easy to compute with the regular data, CNN performs better in image analyzing tasks and RNN suitable for the language and text recognition. The FNN with the multiple hidden layers can be separated into three types namely Multiple Feedforward Neural network (MPLNN), Evident Neural Network (ENN) and Radial Basis Function Neural Network (RBFNN). The two later models are supposed to have the ability to detect and deal with outliers.

Different from the statistic method, NN use the pattern association and error correction to solve the problem while the MNL and its developed models based on the random utility maximization. Figure 1 illustrates the mechanism behind the NN. The architecture of NN

comprises an input layer, hidden layers, an output layer, and the activation functions. The input layer represents the explanatory variable. The signals from each input node are weighted and flow to units in hidden layers. At the hidden unit, the signals are summed product and pass through nonlinear activation function (step, sigmoid, hyperbolic tangent or rectified linear unit - ReLU). After emerging from the hidden unit, the signals are weighted again and sent to the next layer. Lastly, the signal stated in the output layer to determine the outcomes. The number of hidden layers stands for the complexity of the NN models.

The application of NN in travel behavior in early is introduced by Hensher and Ton [21] and Sayed and Razavi [22]. In the later research study, Cantarella and de Luca [23] developed the more comprehensive NN model by experimenting a different set of parameters of NN. These parameters include the number of hidden layers, the number of units in each hidden layer, the type of activation function and the value of epochs. Lately in several articles, Omrani et al. [7], [24] did the experiments to express the outperformance of NN in comparison with the other methods in the city of Luxembourg. The results indicated the desirable power of NN when solving the task.

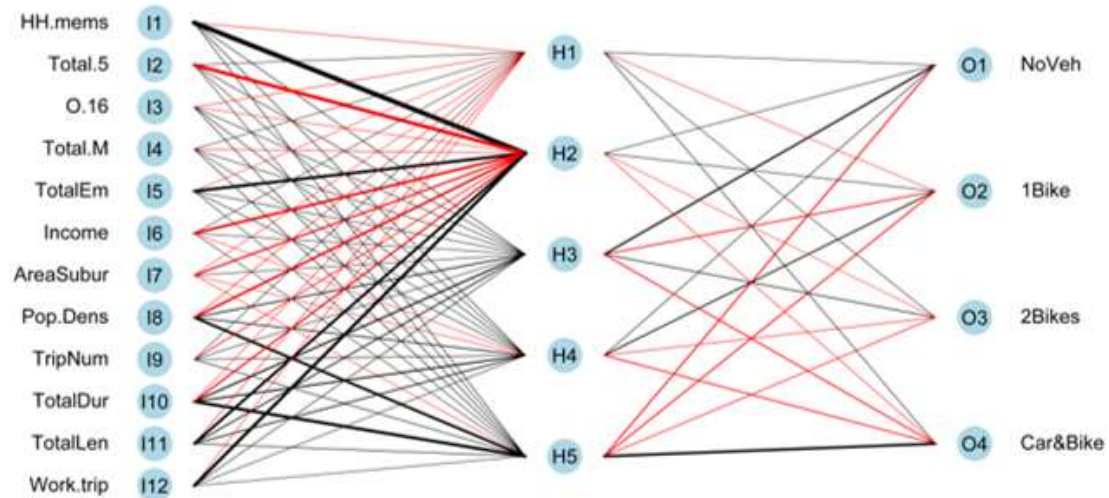


Figure 1: A single hidden layer neural networks architecture

Another popular ML techniques would mention here are Random forest (RF) and Gradient boost machine (GBM). These both techniques are in the family of ensemble method using decision tree (DT) as the base learner. The DT formation reflects the data structure for classification (see Figure 2). At each node of the tree, a feature is used to split the data to the sub-node. The deepest node is called leaf represents for the class. The algorithm of DT is stated to be sensitive with the noise data and easy to be overfitting.

In term of the ensemble, RF is close to bagging when it grows numerous trees parallelly using the random features at each node [25], [26]. Then, the combination of trees will form a stronger model. The superior performance of RF is demonstrated in the study of Hagenauer and Helbich [27] and Cheng et al. [8] while it obtains the highest accurately prediction among the other methods. On the other side of the ensemble, Friedman [28] introduced GBM as boosting. For GBM, instead of combining independent trees, it builds a series in sequence. In which, the later tree will learn from the previous tree to improve its performance. The strength of GBM is proved by Wang and Ross [6] and Ding et al. [29]

when applying this method in examining travel mode choice in the Delaware Valley region and metropolitan Washington respectively.

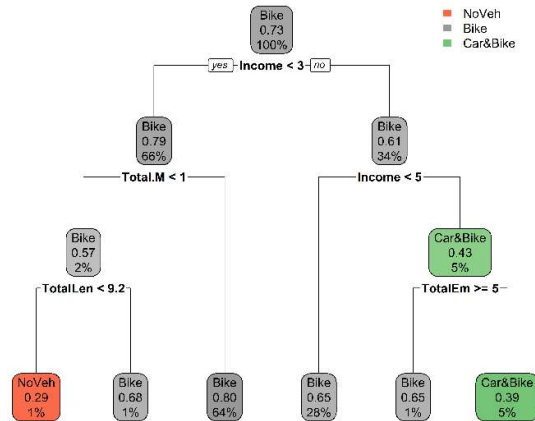


Figure 2: The decision tree diagram

SVM classifies the alternatives based on the maximizing the margins between the data as illustrated in Figure 3. Zhang and Xie [30] applied the C-SVM to examine travel mode choice in the San Francisco Bay Area in 1990. In this study, the SVM outperformed MNL and a single hidden layer NN by its both training time and predictive accuracy. In another study of Zong et al. [31], instead of using regular data, the authors used the GPS data collected in Beijing in 2010 to identify the commuting mode choice of the city's citizen. The c-SVM model with the support from the GA technique (Genetic Algorithm) in order to find the optimal set of parameters of SVM. The developed method was significant efficiency and accuracy in classifying the mode choice in comparison with the other method such as GIS/GPS by Gong et al. [32]. Gaining the profit from mobile devices, Semanjski et al. [33] used the crowdsourced data collected from a smartphone app to predict the travel mode choice in the city of Leuven, Belgium. The result of the SVM model had an accuracy of 82% promises the high performance of this method. Besides the application in travel mode choice, SVM is also used in other sectors of transportation research such as activity pattern recognition [34], route choice behavior [35] or travel time prediction [36].

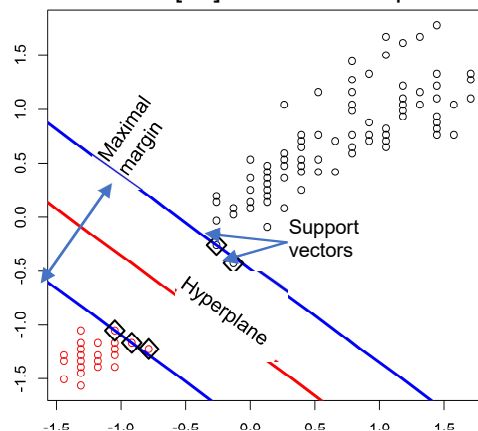


Figure 3: The concept of SVM method

3. A comparison of the two propensities analyzing travel mode choice

In this study, 258 research articles in the last five years related to travel mode choice are collected to reveal the trend of ML application. The main source of these data is from the Web of Knowledge database with the supplement of independent resources. Figure 5 expresses the total of the published paper and the share of three main applied method groups. Note that the total published articles in 2019 are count in the first six months of this year.

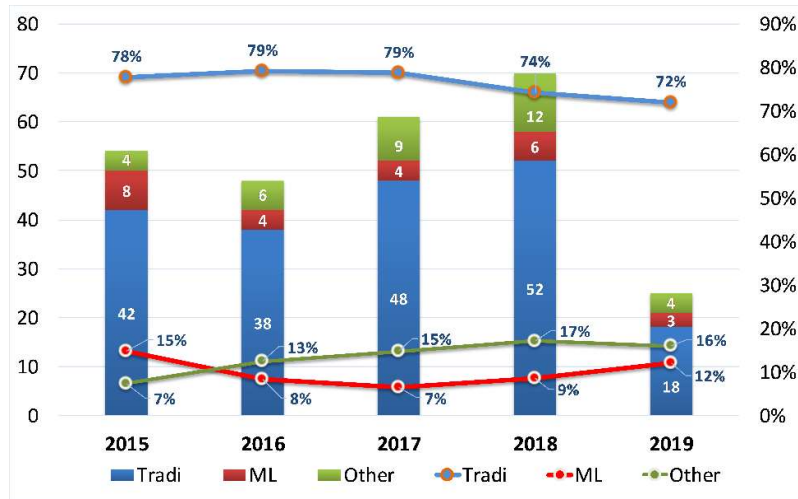


Figure 4: Proportion of applied methods in the last 5 years

The graph expresses the increase in the proportion of researches applied ML methods along with the reduction of traditional methods. In 2015, the studies using ML had the highest number when compared with those in other years. Nonetheless, the year of 2019 has the potential of getting over 2015 when in the first half of the year there are three papers applied ML. Besides the emerging of ML methods, studying in this field saw the appearance of other methods in examining travel mode choice. When in 2015, there were just four studies found in this domain, the number of papers increased to 12 in 2018. And in the last four years, the number of works involved in this approach was more than the ML approach.

3.1. The ability of dealing with the complexity and missing data

For statistical methods, the data must follow some rules. For example, in linear regression, the continuous variable should be normal distribution and the category variable must be transformed into the dummy. In the case of logit models, the data is needed to be reform to the wide or the long shape, not the original one. The researcher needs data on the attributes of all the alternatives, not just the attributes for the chosen alternative. Consequently, the data size will increase significantly in some cases and lead to additional time-consuming.

It is also stated that the logit models are highly impacted by the correlation between explanatory variables. Whereas, ML is unaffected by this phenomenon. Moreover, the restriction of logit models also shows in the data attribute requirements. For example, if the missing data exist, it may fail to create the logit models. Besides that, the outliers and the noise data have a great impact on the logit models performance and cause mechanism bias.

Eventually, the logit model is ineffective in solving the non-linearity problem, while ML model can reveal the nonlinear relation between independent and dependent variables [4], [22].

3.2. The performance of prediction and classification problems

Any mode choice model can act as a classifier and predictor. Thus, the accuracy plays as an indicator for their performance. Table 1 shows the summarized the successful predicting rate of ML and conventional methods from numerous research articles. As the data display, ML is superior when compared with traditional approaches. While Hensher and Ton [21] did not found the excessive difference between NN and NL in their study, the study of Xie et al. [37] shows the superior of NN in comparison with DT and MNL in both overall and individual accuracy. Whereas, when applied seven methods including ML and MNL approach in Nederland, Hagenauer and Helbich [27] found the highest accuracy was the RF model and the worst performance was MNL. The recent study by Golshani et al. [38], the result from a comprehensive comparison between NN and traditional methods states that NN archived the most accuracy followed by joint copula model and MNL when the overall correction is 87.20%, 77.77%, and 63.92% respectively.

Table 1: Summaries performance of applied ML researches

No	Study	Topic*	Applied method	Outperformance method
1	L. Cheng et al. [8]	MC	MNL, AdaBoost, SVM, RF	RF
2	Golshani et al. [38]	MC	MNL, NN	NN
3	Hagenauer and Helbich [27]	MC	MNL, NB, SVM, NN, BOOST, BAG, RF	RF
4	Omrani et al. [24]	MC	MNL, NN, SVM	NN
5	Zhang and Xie [30]	MC	MNL, NN, SVM	SVM
6	Cantarella and de Luca [23]	MC	RUM, NN	NN
7	Xie et al. [37]	MC	MNL, DT, NN	NN
8	Hensher and Ton [21]	MC	NL, NN	NN
9	Sun and Park [35]	RC	NN, SVM	SVM
10	Yuen et al. [39]	RC	MNL, NN	NN
11	Sayed and Razavi [22]	RC	MNL, NN, Neurofuzzy	Neurofuzzy

MNL: Multinomial Logit model; NL: Nested logit model; RUM: Random utility model; NN: Neural networks; NB: Naïve Bayes; SVM: Support vector machine; BOOST: Boosting; BAG: bagging; RF: Random forests; DT: Decision tree; AdaBoost: Adaptive boosting
 *) MC: Mode choice; RC: Route choice

Besides the overall accuracy, another issue that many researchers concern about is the ability to predict the individual has a low proportion of dependent variable. In travel mode choice, there is a provision that the amount of people chose to travel by walking is day by day increasing while the engine vehicle becomes popular. Consequently, the count of nonmotorized mode drop significantly and cause the phenomenon of unbalance outcome. The understanding of this mode choice behavior is meaningful when we want to promote this kind of mode. For evaluating the ability to control the unbalance outcome, the Kappa value is reasonable. The original idea of Kappa value was introduced by Cohen in 1960. Based on this concept, Fleiss et al. [40] proposed the equation to calculate the Kappa using relevant proportion while Ben-David [41] produced Kappa value using the count. Both methods generate the original Kappa or unweighted Kappa value. When the unweighted Kappa values are equal, Fleiss et al. [40] suggested using the weighted Kappa to evaluate the performance.

Using the confusion matrix utilized by numerous studies [30], [37], [38], we calculated the Kappa value as well as weighted Kappa value to compare the performance of ML with the other methods. The results indicate that the ML approach outperforms conventional method in predicting the extremely low proportion of dependent variables.

3.3. The drawbacks and handling orientation

In predicting problem, besides the high accuracy performance, there is a big challenge for any predictor is overfitting. This phenomenon appears when the model performs well in the training process, but it fails in the testing data or in predicting mission. While the statistic models can avoid overfitting by its close form, the ML methods usually get this trouble. In the study of Xie et al. [37], when comparing the rate of successful prediction of each model in training and predicting dataset, the MNL lost only 0.93% while the inaccuracy rate of DT and NN fell 2.28% and 5.35% respectively. In the case of SVM, its performance decreases by about 0.2% and 2% in two scenarios in the analysis of Zhang and Xie [30]. Wang and Ross [6] gave the evident of overfitting of GBM with the value of error rate rise 6.8% and 12% in different datasets. This is much higher when comparing with MNL model (0.1%).

Take this into account, the explanation for the logit models is the ability to estimate the parameters consistently in a close formula because of the IIA property [2]. Meanwhile, ML performance depends heavily on the quality of the parameters and also the skill of the practitioner. In order to obtain the optimal parameters' set, the model maker needs to fully understand not only the ML algorithm but the role of each parameter. Besides that, some techniques help to find the optimal parameters' set concretely can be applied such as k-fold cross-validation (CV) or bootstrap. Bootstrap is well-known for its ability dealing with the small size of the dataset while CV is suggested to has the advantage of unbiased and efficient in time-consuming [42], [43].

Another consideration that the researcher concerns about is the features' contribution. It explains how sensitive the outcome relates to the change of variable value. For the conventional method, the standardized coefficient could stand for the magnitude of the feature effect [44], [45]. Even though, some researchers argue that this method is not as reliable as the dominance analysis [46], [47]. By contrast, ML has no coefficient, so the variables relative importance is used instead. In the case of NN, the contribution of each predictor is calculated through the use of NID [48], [49] (the neural interpret diagram introduced by Özesmi and Özesmi [50]). RF and GBM produce the relative importance of variable by "mean decrease Gini" (MDG) or "mean decrease accuracy" (MDA) [26]. The other ML method variable relative important can be observed by the permutation-based method (same concept of MDA) as in the research study of Hagenauer and Helbich [27].

After determining the level of variables' impact, the trend of the effect of that variable is needed to disclose. This matter represents the difference between the statistic and the ML method. While the conventional method can express the effect trend of a variable by the sign of the coefficient, the ML model is ambiguous in reveal the direction of variable's impact. To our best knowledge, just only NN can produce the effect trend following the method introduced by Olden et al. [49] so far.

4. Conclusions and discussions

The present paper demonstrates an overview of the two approaches used in examining travel mode choice. A comprehensive comparison indicates that the ML techniques

outperform traditional logit model in solving the choice behavior problem. Moreover, many advantages of ML are identified as the ability to deal with the big size and complexity of the data. Additionally, with the open form, ML can easily reveal the nonlinear relation between explanatory variables and the outcome.

In term of transport planning work, determining mode choice would help planners to compute traffic demand then integrate into the model. Besides that, understanding the split mode mechanism in commuting will support the policy-making process to create and maintain a sustainable transport system. Even the ML methods have many advantages, they are usually uninterpretable due to the “black-box” characteristic. Under the concern of researchers in informatics and mathematics, the black box is expected to uncover. The example of calculating the variables important of RF and NN is a worthy motivation in solving this problem. Recently, instead of explaining the overall the ML operation, Ribeiro et al. [51] introduced a novel method to interpret an individual prediction of any ML algorithm.

By the presence of a new collecting data method and the emerging structure of the data, the traditional methods seem to ineffective to solve. For example, the development of mobile devices supports to collect continuous data, the image or geographic material obtained from GPS/GIS provides a new challenge on data mining. Consequence, the ML could account for this problem when it can deal with various data types and less computation cost.

Eventually, even ML shows the promising application in travel mode choice analysis, a combination of the two method tendencies still exists. In one hand, ML help classifying and predicting well in performance and on the other hand, traditional methods support to interpret the cause and effect between explanatory variables and the outcomes.

References

1. J. De Dios Ortúzar and L. G. Willumsen, *Modelling Transport*, 4th ed. John Wiley & Sons, Ltd, 2011.
2. K. E. Train, *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge university press, 2003.
3. M. Ben-Akiva and M. Bierlaire, Discrete Choice Methods and their Applications to Short Term Travel Decisions, in *Handbook of Transportation Science*, vol. 23, Springer, Boston, MA, 1999, pp. 5–33.
4. M. G. Karlaftis and E. I. Vlahogianni, Statistical methods versus neural networks in transportation research: Differences, similarities and some insights, *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 19, no. 3, pp. 387–399, 2011.
5. R. Abduljabbar, H. Dia, S. Liyanage, and S. A. Bagloee, Applications of artificial intelligence in transport: An overview, *Sustain.*, vol. 11, no. 1, 2019.
6. F. Wang and C. L. Ross, Machine Learning Travel Mode Choices: Comparing the Performance of an Extreme Gradient Boosting Model with a Multinomial Logit Model, *Transp. Res. Rec.*, 2018.
7. H. Omrani, O. Charif, P. Gerber, A. Awasthi, and P. Trigano, Prediction of Individual Travel Mode with Evidential Neural Network Model, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, vol. 2399, pp. 1–8, 2013.
8. L. Cheng, X. Chen, J. De Vos, X. Lai, and F. Witlox, Applying a random forest method approach to model travel mode choice behavior, *Travel Behav. Soc.*, vol. 14, no. August 2018, pp. 1–10, 2019.
9. I. Gokasar and G. Gunay, Mode choice behavior modeling of ground access to airports: A case study in Istanbul, Turkey, *J. Air Transp. Manag.*, vol. 59, pp. 1–7, 2017.
10. M. Moniruzzaman, A. Páez, K. M. Nurul Habib, and C. Morency, Mode use and trip length of seniors in Montreal, *J. Transp. Geogr.*, vol. 30, pp. 89–99, 2013.

11. N. Singh and V. Vasudevan, Understanding school trip mode choice – The case of Kanpur (India), *J. Transp. Geogr.*, vol. 66, no. December 2017, pp. 283–290, 2018.
12. C. Thrane, Examining tourists' long-distance transportation mode choices using a Multinomial Logit regression model, *Tour. Manag. Perspect.*, vol. 15, pp. 115–121, 2015.
13. M. Vrtic, N. Schuessler, A. Erath, and K. W. Axhausen, The impacts of road pricing on route and mode choice behaviour, *J. Choice Model.*, vol. 3, no. 1, pp. 109–126, 2010.
14. M. C. De Haas, R. G. Hoogendoorn, C. E. Scheepers, and S. Hoogendoorn-Lanser, Travel mode choice modeling from cross-sectional survey and panel data: The inclusion of initial nonresponse, *Transp. Res. Procedia*, vol. 32, pp. 268–278, 2018.
15. M. S. Hasnine, T. Y. Lin, A. Weiss, and K. N. Habib, Determinants of travel mode choices of post-secondary students in a large metropolitan area: The case of the city of Toronto, *J. Transp. Geogr.*, vol. 70, no. April 2017, pp. 161–171, 2018.
16. X. S. Lu, T. L. Liu, and H. J. Huang, Pricing and mode choice based on nested logit model with trip-chain costs, *Transp. Policy*, vol. 44, pp. 76–88, 2015.
17. V. Van Can, Estimation of travel mode choice for domestic tourists to Nha Trang using the multinomial probit model, *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 49, pp. 149–159, 2013.
18. L. Masiero and J. Zoltan, Tourists intra-destination visits and transport mode: A bivariate probit model, *Ann. Tour. Res.*, vol. 43, pp. 529–546, 2013.
19. C. R. Bhat, Quasi-random maximum simulated likelihood estimation of the mixed multinomial logit model, *Transp. Res. Part B*, vol. 35, pp. 677–693, 2001.
20. R. C. Jou, D. A. Hensher, and T. L. Hsu, Airport ground access mode choice behavior after the introduction of a new mode: A case study of Taoyuan International Airport in Taiwan, *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 47, no. 3, pp. 371–381, 2011.
21. D. A. Hensher and T. T. Ton, A comparison of the predictive potential of artificial neural networks and nested logit models for commuter mode choice, *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 36, no. 3, pp. 155–172, 2000.
22. T. Sayed and A. Razavi, Comparison of neural and conventional approaches to mode choice analysis, *J. Comput. Civ. Eng.*, vol. 14, no. 1, pp. 23–30, 2000.
23. G. E. Cantarella and S. de Luca, Multilayer feedforward networks for transportation mode choice analysis: An analysis and a comparison with random utility models, *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 13, no. 2, pp. 121–155, 2005.
24. H. Omrani, H. Omradini, and H. Omrani, Predicting travel mode of individuals by machine learning, *Transp. Res. Procedia*, vol. 10, no. July, pp. 840–849, 2015.
25. L. Breiman, Bagging predictors, *Mach. Learn.*, vol. 24, no. 2, pp. 123–140, 1996.
26. L. Breiman, Random Forests, *Mach. Learn.*, vol. 45, no. 1, pp. 5–32, 2001.
27. J. Hagenauer and M. Helbich, A comparative study of machine learning classifiers for modeling travel mode choice, *Expert Syst. Appl.*, vol. 78, pp. 273–282, 2017.
28. J. H. Friedman, Greedy function machine: A gradient boosting machine, *Statistics (Ber.)*, vol. 29, no. 5, pp. 1189–1232, 2001.
29. C. Ding, X. Cao, and Y. Wang, Synergistic effects of the built environment and commuting programs on commute mode choice, *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 118, pp. 104–118, 2018.
30. Y. Zhang and Y. Xie, Travel Mode Choice Modeling with Support Vector Machines, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, vol. 2076, no. 1, pp. 141–150, 2008.
31. F. Zong, Y. Bai, X. Wang, Y. Yuan, and Y. He, Identifying Travel Mode with GPS Data Using Support Vector Machines and Genetic Algorithm, *Information*, vol. 6, no. 2, pp. 212–227, 2015.
32. H. Gong, C. Chen, E. Bialostozky, and C. T. Lawson, A GPS/GIS method for travel mode detection in New York City, *Comput. Environ. Urban Syst.*, vol. 36, no. 2, pp. 131–139, 2012.
33. I. Semanjski, A. Lopez, and S. Gautama, Forecasting Transport Mode Use with Support Vector Machines Based Approach, *Trans. Marit. Sci.*, vol. 05, no. 02, pp. 111–120, 2016.
34. M. Allahviranloo and W. Recker, Daily activity pattern recognition by using support vector machines with multiple classes, *Transp. Res. Part B Methodol.*, vol. 58, pp. 16–43, 2013.
35. B. Sun and B. B. Park, Route choice modeling with Support Vector Machine, *Transp. Res. Procedia*, vol. 25, pp. 1811–1819, 2017.

36. C. Wu, C. Wei, D. Su, M. Chang, and J. Ho, Travel time prediction with support vector regression, *Proc. 2003 IEEE Int. Conf. Intell. Transp. Syst.*, vol. 2, pp. 1438–1442, 2004.
37. C. Xie, J. Lu, and E. Parkany, Work Travel Mode Choice Modeling Using Data Mining: Decision Trees and Neural Networks, *Transp. Res. Rec.*, vol. 1854, no. 03, pp. 50–61, 2003.
38. N. Golshani, R. Shabanpour, S. M. Mahmoudifard, S. Derrible, and A. Mohammadian, Modeling travel mode and timing decisions: Comparison of artificial neural networks and copula-based joint model, *Travel Behav. Soc.*, vol. 10, no. September 2017, pp. 21–32, 2018.
39. J. K. K. Yuen, E. W. M. Lee, and W. W. H. Lam, An intelligence-based route choice model for pedestrian flow in a transportation station, *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 24, pp. 31–39, 2014.
40. J. L. Fleiss, B. Levin, and M. C. Paik, *Statistical Methods for Rates and Proportions (3rd ed.)*. Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2003.
41. A. Ben-David, Comparison of classification accuracy using Cohen's Weighted Kappa, *Expert Syst. Appl.*, vol. 34, no. 2, pp. 825–832, 2008.
42. S. Borra and A. Di Ciaccio, Measuring the prediction error. A comparison of cross-validation, bootstrap and covariance penalty methods, *Comput. Stat. Data Anal.*, vol. 54, no. 12, pp. 2976–2989, 2010.
43. J. H. Kim, Estimating classification error rate: Repeated cross-validation, repeated hold-out and bootstrap, *Comput. Stat. Data Anal.*, vol. 53, no. 11, pp. 3735–3745, 2009.
44. S. Menard, Six approaches to calculating standardized logistic regression coefficients, *Am. Stat.*, vol. 58, no. 3, pp. 218–223, 2004.
45. S. Menard, Standards for standardized logistic regression coefficients, *Soc. Forces*, vol. 89, no. 4, pp. 1409–1428, 2011.
46. R. Azen and D. V. Budescu, The Dominance Analysis Approach for Comparing Predictors in Multiple Regression, *Psychol. Methods*, vol. 8, no. 2, pp. 129–148, 2003.
47. R. Azen and N. Traxel, Using Dominance Analysis to Determine Predictor Importance in Logistic Regression, *J. Educ. Behav. Stat.*, vol. 34, no. 3, pp. 319–347, 2009.
48. J. D. Olden and D. A. Jackson, Illuminating the 'black box': A randomization approach for understanding variable contributions in artificial neural networks, *Ecol. Modell.*, vol. 154, no. 1–2, pp. 135–150, 2002.
49. J. D. Olden, M. K. Joy, and R. G. Death, An accurate comparison of methods for quantifying variable importance in artificial neural networks using simulated data, *Ecol. Modell.*, vol. 178, no. 3–4, pp. 389–397, 2004.
50. S. L. Özesmi and U. Özesmi, An artificial neural network approach to spatial habitat modelling with interspecific interaction, *Ecol. Modell.*, vol. 116, no. 1, pp. 15–31, 1999.
51. M. T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin, 'Why Should I Trust You?': Explaining the Predictions of Any Classifier, 2016.

ICACE - 3.06S: QUY HOẠCH GIAO THÔNG THEO XU HƯỚNG ĐÔ THỊ X.0 TRANSPORTATION PLANNING TOWARD X.0 URBAN

Nguyễn Văn Minh

TS, Viện Quy hoạch Đô thị và Nông thôn Quốc gia, Email: minhnguyen106@gmail.com

Tóm tắt.

Sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật ứng dụng qua các cuộc cách mạng công nghiệp đã tạo ra các đô thị phát triển tương ứng. Và kèm theo đó là các vấn đề về thượng tầng và hạ tầng thay đổi để bắt kịp bước tiến của đô thị. Hệ thống giao thông là một bộ phận quan trọng của kết cấu hạ tầng đô thị; có vị trí, vai trò trọng yếu trong phát triển kinh tế xã hội; góp phần quyết định hình thái cấu trúc phát triển không gian, sử dụng đất cũng như các hệ thống hạ tầng kỹ thuật đô thị khác. Bài viết trình bày về các thời kỳ, xu hướng phát triển đô thị; quy hoạch giao thông qua các thời kỳ và dự báo xu hướng quy hoạch giao thông trong đô thị tương lai.

Từ khóa: quy hoạch giao thông, cách mạng công nghiệp, đô thị, phát triển đô thị.

Abstract.

Due to the rapid development of applied science and technology, urban areas have been created and changed, as well as society's superstructure and infrastructure. Transport system plays an important role in urban areas with many aspects including socio-economic development, decision on the form of spatial development structure, land use and other urban technical infrastructure systems. The paper presents generations of urban, urban development trends; generations of transportation planning and forecast of transportation planning in future cities.

Keywords: Transportation planning, industrial revolutions, urban area, urban development.

1. Các khái niệm, thuật ngữ.

- Quy hoạch: là việc sắp xếp, phân bố không gian các hoạt động kinh tế - xã hội, quốc phòng, an ninh gắn với phát triển kết cấu hạ tầng, sử dụng tài nguyên và bảo vệ môi trường trên lãnh thổ xác định để sử dụng hiệu quả các nguồn lực của đất nước phục vụ mục tiêu phát triển bền vững cho thời kỳ xác định. [1]

- Đô thị: là khu vực tập trung dân cư sinh sống có mật độ cao và chủ yếu hoạt động trong lĩnh vực kinh tế phi nông nghiệp, là trung tâm chính trị, hành chính, kinh tế, văn hóa hoặc chuyên ngành, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của quốc gia hoặc một vùng lãnh thổ, một địa phương, bao gồm nội thành, ngoại thành của thành phố; nội thị, ngoại thị của thị xã; thị trấn.[2]

- Quy hoạch đô thị: là việc tổ chức không gian, kiến trúc, cảnh quan đô thị, hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật, công trình hạ tầng xã hội và nhà ở để tạo lập môi trường sống thích hợp cho người dân sống trong đô thị, được thể hiện thông qua đồ án quy hoạch đô thị [2]

- Quy hoạch giao thông đô thị: là việc xác định quỹ đất dành cho xây dựng và phát triển giao thông, vị trí, quy mô công trình đầu mối; tổ chức hệ thống giao thông đô thị trên mặt đất, trên cao và dưới mặt đất; xác định phạm vi bảo vệ và hành lang an toàn giao thông [2]

- Cách mạng công nghiệp: là cuộc cách mạng trong lĩnh vực sản xuất; là sự thay đổi cơ bản các điều kiện kinh tế xã hội, văn hóa, kỹ thuật.

Theo Cambridge Dictionary, cách mạng công nghiệp được định nghĩa là “những thay đổi trong sản xuất và vận chuyển bắt đầu với tiêu thụ công nghiệp được thay thế bằng máy móc trong các nhà máy có quy mô rộng lớn hơn”.

Nhân loại đã và đang trải qua 4 cuộc cách mạng công nghiệp mang tính lịch sử: cách mạng công nghiệp lần thứ nhất diễn ra từ thế kỷ XVIII đến nửa đầu thế kỷ XIX với đặc trưng là việc sử dụng năng lượng nước, hơi nước và cơ giới hóa sản xuất; cách mạng công nghiệp lần thứ hai diễn ra từ nửa cuối thế kỷ XIX đến nửa đầu thế kỷ XX với đặc trưng là việc sử dụng năng lượng điện và sự ra đời của các dây chuyền sản xuất hàng loạt trên quy mô lớn; cách mạng công nghiệp lần thứ ba diễn ra từ nửa cuối thế kỷ XX với đặc trưng của việc sử dụng điện tử và công nghệ thông tin để tự động hóa sản xuất; cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư bắt đầu từ đầu thế kỷ XXI với đặc trưng của internet ngày càng phổ biến và di động, trí tuệ nhân tạo.

- Đô thị X.0: Mỗi cuộc cách mạng công nghiệp diễn ra đã tác động sâu, mạnh đến mọi mặt đời sống, kinh tế, chính trị, khoa học kỹ thuật và môi trường. Tương ứng với mỗi thời kỳ thay đổi này sẽ sản sinh ra đô thị với hình thái, quy mô, tính chất phù hợp với sự phát triển của khoa học công nghệ. Trong bài viết, thuật ngữ “đô thị X.0” là đô thị tương ứng với các cuộc cách mạng công nghiệp đã, đang và sẽ diễn ra.

2. Lịch sử hình thành và phát triển đô thị X.0.

Lịch sử tiến hóa của xã hội loài người đã hình thành từ hàng triệu năm trước công nguyên. Con người đã trải qua các thời kỳ văn minh từ nguyên thủy, văn minh nông nghiệp cho đến văn minh công nghiệp và hậu công nghiệp. Mỗi thời kỳ gắn liền với sự phát triển, tiến bộ của khoa học kỹ thuật làm thay đổi quan hệ sản xuất và phương thức sản xuất; kéo theo đó làm thay đổi tập quán, lối sống của người dân; hình thức sinh sống tập trung từ quần cư tới cụm, xóm, thôn, làng cho đến đô thị. Phải đến thế kỷ XVIII, gắn với cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất, đô thị thực sự mới hình thành theo đúng nghĩa là nơi tập trung dân cư đông đúc chủ yếu hoạt động trong lĩnh vực phi nông nghiệp... Cho đến nay, lịch sử nhân loại đã chứng kiến 4 cuộc cách mạng công nghiệp đã và đang diễn ra làm thay đổi mọi mặt của đời sống xã hội loài người, trong đó có đô thị. Mỗi cuộc cách mạng đã tạo ra một dạng hình thái đô thị tương ứng.

2.1. Đô thị 1.0.

Đô thị 1.0 gắn liền với cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất diễn ra từ nửa cuối thế kỷ XVIII đến nửa đầu thế kỷ XIX.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất được đánh dấu bởi dấu mốc quan trọng là phát minh ra động cơ hơi nước. Phát minh vĩ đại này đã châm ngòi cho sự bùng nổ của công nghiệp thế kỷ XIX lan rộng từ Anh đến Châu Âu, Hòa Kỳ và các nước trên thế giới; mở ra một kỷ nguyên mới trong lịch sử nhân loại – kỷ nguyên sản xuất cơ khí, cơ giới hóa. Trong giai đoạn này, các đô thị bắt đầu phát triển mạnh mẽ về quy mô dân số cũng như các chức năng đô thị. Tuy nhiên, đô thị vẫn chỉ phát triển tự phát ở dạng quần cư, tập trung tại các khu vực có điều kiện thuận lợi phát triển như khu vực cảng, các khu vực có khả năng khai thác công nghiệp... Kết nối giữa các khu vực chức năng trong đô thị chỉ là hệ thống đường đất cho phương tiện phi cơ giới (xe ngựa và đi bộ); kết nối đô thị và đô thị là hệ thống đường xe lửa và đường đất. Đây là giai đoạn khởi đầu cho sự phát triển mạnh mẽ của các thế hệ đô thị tiếp theo.

Bảng 1: Dân số các đô thị lớn qua các giai đoạn [3] (Đơn vị: ngàn người)

Thành phố	Năm			
	1800	1850	1900	1920
London	865	2.363	4.536	4.483
Paris	545	1.053	2.714	2.806
Berlin	172	419	1.889	4.024
New York	79	696	3.437	5.620

2.2. Đô thị 2.0.

Đô thị 2.0 gắn liền với cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai diễn ra từ nửa cuối thế kỷ XIX đến nửa đầu thế kỷ XX.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai diễn ra khi có sự phát triển của ngành điện, vận tải, hóa học, sản xuất thép và đặc biệt là sản xuất và tiêu dùng hàng loạt. Cuộc cách mạng công nghiệp này đã tạo nên những tiền đề mới và cơ sở vững chắc để phát triển nền công nghiệp ở mức cao hơn nữa.

Giai đoạn này các đô thị phát triển cực kỳ mạnh mẽ, song song với quá trình công nghiệp hóa. Văn minh đô thị phát triển nhanh chóng, sự tập trung sản xuất và dân cư đã tạo nên các đô thị lớn và cực lớn (xem bảng 1). Cơ cấu đô thị phức tạp hơn. Đặc trưng trong thời kỳ này là sự phát triển thiếu kiểm soát của các thành phố, dẫn tới tình trạng lộn xộn, vô nguyên tắc, ô nhiễm tiếng ồn và bụi bặm... Một loạt các mô hình phát đô thị được nghiên cứu, ứng dụng nhằm khắc phục những vấn đề này, hướng tới một đô thị tốt đẹp hơn (xem bảng 2). Tuy nhiên, việc áp dụng và xây dựng chấp vá nên hiệu quả của các mô hình này đem lại chưa thực sự như mong muốn.

Bảng 2: Các mô hình đô thị từ nửa cuối thế kỷ XIX đến nửa cuối thế kỷ XX [4]

TT	Tên mô hình	Tính chất, chức năng	Thời gian	Các thành phố áp dụng
1	Thành phố lý tưởng (Cities of Imagination)	Viễn cảnh tương lai cho các thành phố mà trong đó thỏa mãn mọi hoạt động của con người	1880 – 1987	
2	Thành phố sôi động về đêm (The city of Dreadful Night)	Thành phố với nhiều khu nhà ổ chuột và tệ nạn xã hội	1880 -1900	London, Paris, New York, Berlin
3	Thành phố đa dạng với nhiều màu sắc sắc sỡ (The city By-Pass Variegated)	Thành phố với mạng lưới giao thông nhanh nối liền trung tâm đô thị với khu vực ngoại thành	1900 – 1940	London, Paris, New York, Berlin
4	Thành phố vườn (The Garden city)	Kết hợp những đặc điểm tốt nhất của thành thị và nông thôn vào trong một thành phố	1900 - 1940	London, Paris, New York, Berlin
5	Thành phố trong vùng (The city in the Region)	Hình thành quy hoạch vùng để định hướng phát triển đô thị	1900 – 1940	Edinburgh, London, New York
6	Thành phố tượng đài (The city of Monument)	Các thành phố gắn liền với tượng đài của danh nhân, sự tích... gắn liền với lịch sử, truyền thuyết... cùng với nhiều vườn hoa, công viên	1900 - 1940	Chicago, New Delhi, Moscow, Berlin...
7	Thành phố tháp (The city of towers)	Thành phố có quy hoạch mạng lưới hình tia, hình nan quạt	1920 – 1970	Paris, Chadigarh, Brasilia, London, St Louis
8	Thành phố bình đẳng cộng đồng (The city of Sweat Equity)	Thành phố mang tính đặc thù của một nền tự trị trên cơ sở cộng đồng	1890 – 1987	Ediburh, Indore, Lima, Berkeley, Macclesfield
9	Thành phố với những đường cao tốc (The city of Highway)	Thành phố với mạng lưới đường cao tốc dùng nhiều phương tiện giao thông xe bus để chuyên chở khách từ trong nội thành ra ngoại thành một cách nhanh chóng nhất, tiên nghi nhất	1920 – 1987	Long Island, Wicosin, Los Angeles, Paris...

10	Thành phố lý thuyết (The city of theory)	Thành phố khoa học, thành phố hàn lâm, thành phố của các trường đại học	1955 – 1987	Philadenphia, Manchester, California
11	Thành phố của những doanh nghiệp vừa và nhỏ (The city of Enterprise)	Phân biệt chức năng rõ ràng giữa các khu vực theo thứ bậc sang hèn rõ rệt	1975 – 1987	Baltimore, Hongkong, London
12	Thành phố thứ cấp (The city of the Permanent – The Enduring Slum)	Nhiều khu ổ chuột trong các đô thị lớn	1920 – 1987	Chicago, St Louis, London

2.3. Đô thị 3.0.

Đô thị 3.0 gắn liền với cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba diễn ra từ nửa cuối thế kỷ XX. Cuộc cách mạng công nghiệp này gắn liền với sự ra đời và lan tỏa của công nghệ thông tin, tự động hóa sản xuất. Sự phát triển nhanh chóng của khoa học công nghệ thông tin đã làm cho thế giới như “nhỏ hơn”, kết nối về mọi mặt dễ dàng và thuận tiện hơn. Từ sau Thế chiến lần 2, cả thế giới bước vào công cuộc tái thiết. Quá trình công nghiệp hóa kéo theo quá trình đô thị hóa mạnh mẽ, sự liên kết về mặt không gian dần không còn là vấn đề, dẫn tới việc hình thành các “siêu đô thị” với quy mô trên 10 triệu dân (theo số liệu của Thomas Brinkhoff: Major Agglomerations of the World, <http://www.citypopulation.de>, tính đến tháng 1 năm 2019 toàn thế giới có 34 đô thị trên 10 triệu dân và 575 đô thị trên 1 triệu dân). Đây là xu hướng phát triển tất yếu của đô thị, tuy nhiên để giải quyết các hậu quả của quá trình phát triển này là mối thách thức đối với các nhà quản lý, nhà quy hoạch. Và trong hơn nửa thập kỷ qua, đã chứng kiến các mô hình đô thị mới nhằm giải quyết các vấn đề này, như: thành phố sinh thái, sinh thái thành phố, thành phố giao lưu, thành phố công nghệ thông tin, thành phố theo lứa tuổi, thành phố di sản, thành phố dưới mặt đất và dưới lòng đại dương, đô thị bền vững, đô thị nén, thành phố thông minh...

2.4. Đô thị 4.0.

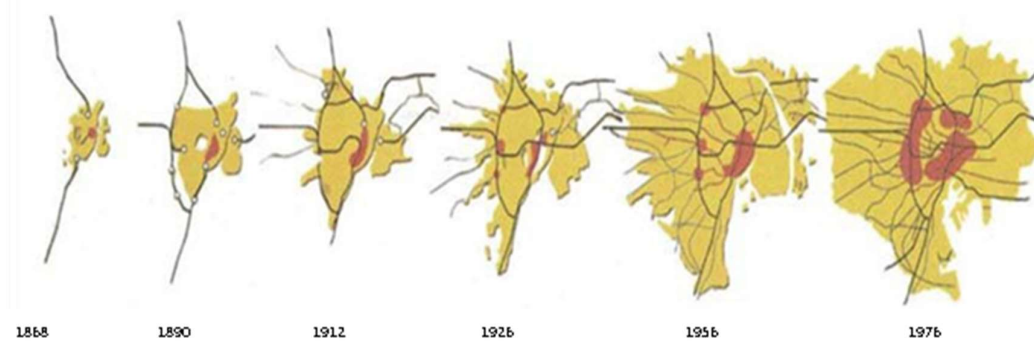
Đô thị 4.0 gắn liền với cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư diễn ra đầu thế kỷ XXI được hình thành từ những thành tựu to lớn từ cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba để lại, với xu hướng kết hợp giữa các hệ thống thực và ảo, internet kết nối vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI), các hệ thống kết nối internet (IoT), Bigdata, công nghệ nano... [5]

Kế thừa, phát huy những thành tựu của cách mạng công nghiệp lần thứ 3 và hệ thống đô thị 3.0; những năm gần đây, với những bước tiến mạnh mẽ về khoa học con người đã dần ứng dụng vào quy hoạch và xây dựng hệ thống đô thị mới – đô thị tương lai – đô thị thế hệ 4.0 – đô thị thông minh với nền tảng các tiêu chí chủ yếu: quản lý thông minh, kinh tế thông minh, môi trường thông minh, giao thông thông minh, cuộc sống thông minh, con người thông minh. Trong một tương lai không xa, khi mà công nghệ kết nối thực tế ảo, trí tuệ nhân tạo... phát triển vượt bậc sẽ giải phóng hoàn toàn sức lao động của con người; phá vỡ mọi quan niệm về khoảng cách không gian và thời gian; làm thay đổi quan điểm khái niệm về đô thị, các khu chức năng và hệ thống tiêu chuẩn quy hoạch đô thị hiện nay. Không gian đô thị không chỉ gói gọn trong không gian mặt đất, trên mặt đất mà còn bao gồm cả không gian dưới mặt đất và đại dương. Việc mở rộng đô thị không làm ảnh hưởng đến khu vực nông thôn, khu vực cảnh quan sinh thái tự nhiên...

2.5. Nhận xét sự phát triển đô thị hướng tới đô thị X.0.

Như vậy, trải qua các thời kỳ phát triển đô thị từ 1.0 đến 4.0; các đô thị xuất phát từ điểm tập trung dân cư có mật độ thưa thớt với mục đích sản xuất công nghiệp, thương mại dịch vụ, qua các thời kỳ đã hình thành lên các siêu đô thị với quy mô lên đến hàng chục triệu dân và diện tích trên bề mặt đất ngày càng mở rộng. Với các đô thị 1.0, khi tốc độ đô thị hóa chậm, công tác xây dựng đô thị chưa cao thì diện tích đất tự nhiên tương đối lớn, không gian cây xanh còn nhiều đảm bảo điều kiện vi khí hậu và nhu cầu sinh hoạt của người dân. Khi tốc độ đô thị hóa tăng nhanh, tốc độ xây dựng đô thị diễn ra mạnh mẽ trên mặt đất trong các thời

kỳ đô thị tiếp (2.0,3.0) thì diện tích đất tự nhiên, các khu vực cảnh quan sinh thái tự nhiên bị thu hẹp nhanh chóng, không gian xanh, không gian công cộng ngày càng bị nén chặt trong các siêu đô thị (xem hình 1 với ví dụ minh họa của thủ đô Tokyo); cuộc sống con người trở nên ngột ngạt hơn. Đến giai đoạn đô thị 3.0 gần đây và tiếp theo là đô thị 4.0, xu hướng khai thác không gian ngoài mặt đất để mở rộng diện tích xây dựng đô thị mà không cần mở rộng ranh giới đang được nghiên cứu cùng với các lý thuyết về đô thị nén, đô thị xanh bền vững, đô thị định hướng theo phát triển giao thông, đô thị thông minh... nhằm xây dựng một đô thị tương lai mà trong đó con người sinh sống, làm việc chủ yếu ở không gian ngoài mặt đất; trả lại diện tích bề mặt đất cho không gian sinh thái tự nhiên, các công trình công cộng phục vụ cộng đồng...



Hình 1: Quá trình phát triển không gian đô thị Tokyo giai đoạn 1868-1976 [7]

3. Quy hoạch giao thông trong các thời kỳ phát triển đô thị.

Trong quá trình phát triển của đô thị cùng với phát triển khoa học kỹ thuật công nghệ, phương tiện, phương thức giao thông vận tải cũng được cải tiến nhằm đáp ứng đầy đủ nhu cầu ngày càng tăng cao của xã hội. Những yếu tố này đã làm thay đổi góc nhìn cũng như lý thuyết về quy hoạch giao thông.

3.1. Quy hoạch giao thông thời kỳ đô thị 1.0.

Giao thông trong thời kỳ này tương ứng với giai đoạn phát triển đô thị 1.0. Đặc điểm giao thông của giai đoạn thế kỷ XVIII là dùng sức kéo bằng ngựa chạy trên đường phố. Với quy mô và tốc độ phát triển đô thị chậm, phương thức và phương tiện giao thông bằng xe ngựa hoàn toàn phù hợp.

Đến đầu thế kỷ XIX, tốc độ phát triển đô thị diễn ra nhanh chóng về quy mô và số lượng, các phát minh khoa học về động cơ hơi nước được áp dụng rộng rãi. Trong giai đoạn này, giao thông đường ray xe lửa chạy bằng động cơ hơi nước xuất hiện và giảm dần số lượng xe ngựa trong giao thông hành khách đường phố.

Giai đoạn này gọi là giai đoạn đường xe ngựa và đường sắt. Hệ thống mạng lưới giao thông vẫn còn thô sơ. Đường sắt, đường thủy, đường bộ phát triển song song nhưng vẫn còn ở mức độ sơ sài do khoa học công nghệ cũng như nhu cầu của người dân vẫn chưa cao. Kết nối trong đô thị chủ yếu bằng phương tiện giao thông phi cơ giới (đi bộ và xe ngựa). Lý thuyết về quy hoạch đô thị nói chung và quy hoạch giao thông chưa phát triển, mạng lưới giao thông được đầu tư, xây dựng theo nhu cầu tự phát kết nối giữa các khu vực chức năng cũng như giữa đô thị với đô thị.

3.2. Quy hoạch giao thông thời kỳ đô thị 2.0.

Giao thông trong thời kỳ này tương ứng với giai đoạn phát triển đô thị 2.0. Đặc điểm giao thông của giai đoạn này là sử dụng động cơ đốt trong và động cơ điện gắn liền với sự phát triển bùng nổ của phương tiện ô tô và nền móng cho hệ thống giao thông ngoài mặt đất (tàu điện ngầm và tàu điện trên cao). Sự thay thế phương tiện xe ngựa bằng các phương tiện

giao thông cơ giới thuận tiện hơn, kết nối dễ dàng hơn là xu hướng phát triển tất yếu trong tiến trình phát triển của khoa học kỹ thuật. Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các đô thị, lý thuyết quy hoạch đô thị nói chung và quy hoạch giao thông nói riêng được nghiên cứu triển khai nhằm giải quyết các hậu quả của quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa đang diễn ra. Các lý thuyết, sổ tay hướng dẫn về quy hoạch giao thông đô thị, mạng lưới giao thông, khối lượng giao thông và dòng hành khách, hệ thống giao thông đối ngoại, mạng lưới đường phố, tổ chức và điều khiển giao thông đường phố... được nghiên cứu và ban hành. Tuy nhiên, với quy mô dân số đô thị quá đông, mật độ dân cư tăng nhanh, sự bùng nổ phương tiện giao thông phi cơ giới cá nhân dẫn tới tình trạng quá tải của hệ thống hạ tầng kỹ thuật. Liên kết trong đô thị chủ yếu bằng giao thông trên mặt đường phố (ô tô và tàu điện) và một phần giao thông ngoài mặt đường phố (tàu điện ngầm và tàu điện trên cao). Không gian đô thị trở nên chật chội trong quy mô diện tích hữu hạn trên mặt đất. Giao thông phi cơ giới dần bị hạn chế.

3.3. Quy hoạch giao thông thời kỳ đô thị 3.0.

Giao thông trong thời kỳ này tương ứng với giai đoạn phát triển đô thị 3.0. Đặc điểm giao thông của giai đoạn phát triển nhanh chóng, mạnh mẽ và ngày càng hoàn thiện về phương tiện cũng như phương thức và tốc độ. Chỉ tiêu ô tô/1000 dân như là một chỉ tiêu đánh giá sự phát triển hưng thịnh của các đô thị trên thế giới. Ô tô bus dần làm suy yếu và thay thế tàu điện trên các đường ray trong vận tải hành khách công cộng trên đường phố; tàu điện ngầm chiếm vai trò trọng yếu trong vận tải hành khách tại các đô thị trên 1 triệu dân. Sự xung đột giao thông ngày càng tăng giữa các phương thức vận tải trong đô thị là cơ sở để phát triển hệ thống giao thông ngoài mặt đất. Ngoài các khu vực chức năng của đô thị, diện tích bề mặt đất còn lại được sử dụng để xây dựng hệ thống giao thông đô thị, tuy nhiên vẫn không theo kịp được sự phát triển của đô thị. Hệ thống hạ tầng kỹ thuật nói chung và giao thông nói riêng luôn đặt trong tình trạng quá tải, dẫn tới ùn tắc giao thông thường xuyên xảy ra. Từ cuối thế kỷ XX, con người đã hướng tới khai thác không gian ngầm để tăng diện tích đô thị mà không cần mở rộng ranh giới hành chính: một số công trình tiện ích công cộng được xây dựng dưới lòng đất, các công trình giao thông và hạ tầng kỹ thuật ngầm. Diện tích bề mặt được giải phóng và sử dụng cho xây dựng công viên, giao thông, hạ tầng kỹ thuật thiết yếu... Các công nghệ tiên tiến được áp dụng trong quản lý và vận tải như carsharing, uber, grab... tuy nhiên hiện tượng ùn tắc vẫn thường xuyên xảy ra.

Đầu thế kỷ XX, xu hướng xây dựng thành phố dành cho người đi bộ, thành phố không khói bụi hay thành phố dành cho người đi xe đạp, thành phố vắng bóng ô tô diễn ra mạnh mẽ. Tiêu biểu như: tại Helsinki, thủ đô của Phần Lan đã ra quyết định hướng tới thành phố vắng bóng ô tô vào năm 2025; thủ đô Copenhagen của Đan Mạch đã chuyển đổi và phát triển hệ thống giao thông xanh từ những năm 1970, đến nay Copenhagen là thành phố đi xe đạp nổi tiếng với 40% dân số đi làm bằng xe đạp [6]; Tokyo, thủ đô của Nhật Bản với quy hoạch đô thị theo định hướng TOD gắn liền với hệ thống đường sắt cũng đã quay lại với giao thông phi cơ giới thông qua các pháp lệnh về quy hoạch và các chiến dịch tuyên truyền quảng bá phương thức ưu tiên đi bộ và đi xe đạp, dự kiến đến năm 2021 tổng số km đường đi xe đạp khoảng 221km [8].

3.4. Quy hoạch giao thông thời kỳ đô thị 4.0.

Giao thông trong thời kỳ này tương ứng với giai đoạn phát triển đô thị 4.0. Đặc điểm giao thông trong giai đoạn phát triển mạnh mẽ nhờ các ứng dụng công nghệ thông tin, trí tuệ nhân tạo trong quản lý và vận tải. Giao thông vận tải khối lượng lớn ngoài mặt đường phố sẽ phát triển mạnh mẽ nhờ các công nghệ tiến; phương tiện cơ giới cá nhân sẽ dần bị hạn chế; thời đại xăng dầu sẽ dần được thay thế bằng năng lượng sạch, năng lượng tái tạo; không gian trên mặt đất được ưu tiên cho phương tiện phi cơ giới, phương tiện sử dụng năng lượng sạch, phương tiện công cộng không người lái và đi bộ... Như vậy trong giai đoạn này, các lý thuyết về quy hoạch giao thông cần thay đổi và nghiên cứu lại bởi những thay đổi về phương thức, phương tiện, quỹ đất và không gian (bên trên, bên dưới và mặt đất) xây dựng giao thông...

3.5. Nhận xét sự phát triển của quy hoạch giao thông qua các thời kỳ đô thị.

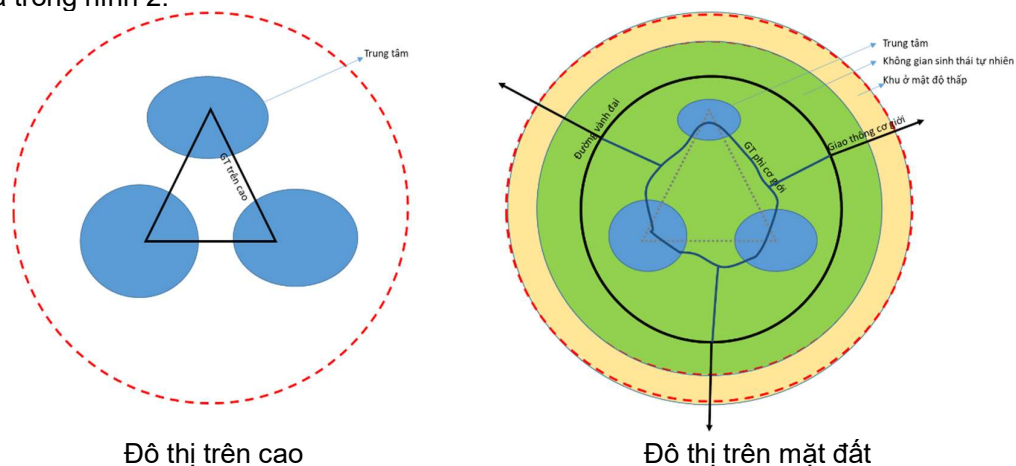
Giao thông phát triển gắn liền với tiên tiến của khoa học qua các thời kỳ, từ phương tiện thô sơ tới phương tiện sử dụng động cơ hơi nước, phương tiện sử dụng động cơ đốt trong, phương tiện sử dụng điện, phương tiện sử dụng năng lượng tái tạo, phương tiện không người lái... Phương tiện và phương thức di chuyển ảnh hưởng mạnh mẽ đến công tác quy hoạch giao thông. Khi quỹ đất đô thị không còn nhiều, tình trạng ô nhiễm môi trường giao thông gây ra cùng với ùn tắc ngày càng nghiêm trọng thì quy hoạch giao thông cũng dần tìm những hướng đi mới. Giao thông trên mặt đất lại quay về với điểm xuất phát ban đầu trong điều kiện ứng dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật – ưu tiên sử dụng phương tiện phi cơ giới thể hệ mới; hệ thống giao thông cơ giới được sử dụng ở những tầng, những chiều đô thị khác (dưới lòng đất, trên cao). Xu hướng này cũng phù hợp với quá trình phát triển của xã hội loài người để tạo ra một môi trường sống trong lành, hài hòa với thiên nhiên và bền vững.

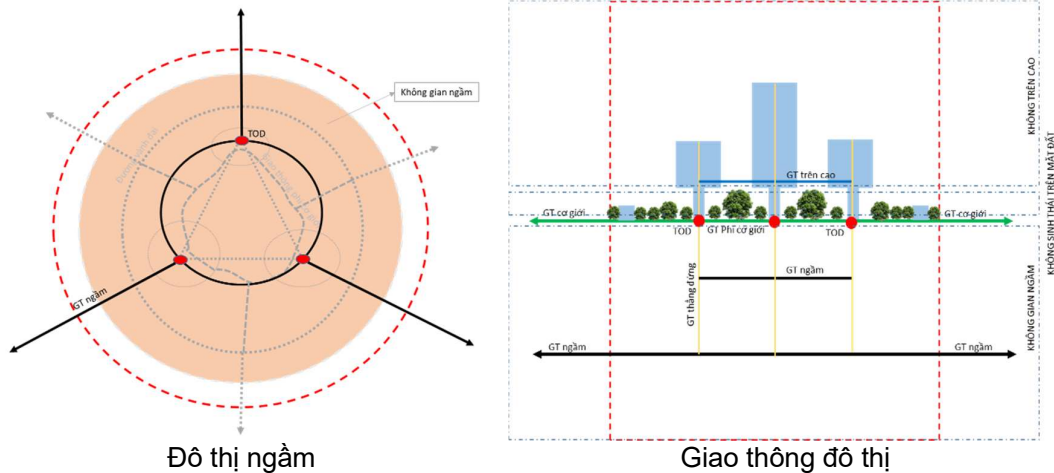
4. Dự báo quy hoạch giao thông trong đô thị X.0 – Đô thị tương lai.

Qua tổng hợp, phân tích và đánh giá có thể nhận thấy đô thị đang phát triển theo hướng thẳng đứng. Quỹ đất bề mặt quá tải trong khi nhu cầu sử dụng đất ngày càng tăng, không gian sinh thái tự nhiên không còn thì việc khai thác không gian ngầm và không gian trên cao nhằm trả lại mặt đất cho mục đích tự nhiên và công cộng phù hợp với xu hướng phát triển xanh, bền vững. Bên cạnh đó, khoa học công nghệ phát triển áp dụng vào mọi vấn đề của đô thị sẽ tạo nên những đô thị thông minh. Trung tâm đô thị sẽ được xây dựng với mô hình đô thị nén theo hướng TOD của hệ thống giao thông ngầm; các công trình trung tâm thiết kế và xây dựng theo xu hướng chiếm ít diện tích sử dụng đất trên mặt đất mà sử dụng không gian trên cao (công trình dạng hình nấm, kim tự tháp ngược...); đồng thời khai thác không gian ngầm cho các chức năng ngoài chức năng ở của đô thị; các khu ở thấp tầng được xây dựng theo tiêu chuẩn nhà vườn và bố trí ở ngoại ô và ngăn cách với khu trung tâm bằng các vành đai xanh... Đây chính là mô hình phát triển đô thị tương lai – đô thị X.0.

Không gian đô thị thay đổi, chức năng và vị trí khu chức năng thay đổi cùng với tiến bộ khoa học trong mọi mặt đời sống và trong cải tiến phương tiện giao thông sẽ làm thay đổi phương thức di chuyển cũng như lý thuyết quy hoạch giao thông. Quy hoạch giao thông đô thị sẽ phân chia thành các tầng bậc, thứ tự ưu tiên khác nhau, đồng thời kết nối hài hòa giữa chúng: giao thông trên cao, giao thông trên mặt đất, giao thông ngầm, giao thông thẳng đứng. Việc khai thác các chiều không gian khác của đô thị để trả lại không gian mặt đất cho môi trường tự nhiên đồng nghĩa với giao thông trên mặt đất sẽ chủ yếu xây dựng hệ thống giao thông xanh, giao thông phi cơ giới và thân thiện với môi trường. Không gian trên cao và không gian ngầm sẽ được xây dựng ưu tiên cho các phương tiện cơ giới cá nhân và công cộng vận tải hành khách với khối lượng lớn. Giao thông theo phương thẳng đứng sẽ có chức năng kết nối giữa các tầng giao thông, tại đây cũng sẽ hình thành nên các trung tâm TOD của đô thị.

Xu hướng đô thị và quy hoạch giao thông đô thị X.0 – đô thị tương lai được mô hình hóa trong hình 2.





Hình 2: Mô hình đô thị tương lai và giao thông trong các chiều không gian

5. Kết luận.

Quá trình hình thành và phát triển đô thị qua bất cứ giai đoạn nào cũng đều hướng tới nhân tố con người. Trong tất cả các hình thái đô thị này, yếu tố giao thông luôn được đặt lên hàng đầu với vai trò là huyết mạch kết nối đô thị, đô thị với đô thị và quốc gia với quốc gia. Khi mà khoa học công nghệ phát triển như vũ bão, thành tựu ứng dụng vào phát triển giao thông là sự phát triển tất yếu khách quan để hướng tới một đô thị xanh, thông minh và bền vững trong tương lai. Điều đầu tiên và quan trọng nhất bắt đầu từ công tác quy hoạch. Những phân tích, dự báo trong bài viết trên cơ sở khoa học hình thành và phát triển đô thị, giao thông đô thị đã đưa ra góc nhìn mới về đô thị, giao thông và quy hoạch giao thông cho đô thị tương lai.

Tài liệu tham khảo.

1. Quốc hội, Luật quy hoạch số 21/2017/QH14 ngày 24/11/2017;
2. Quốc hội, Luật quy hoạch đô thị số 30/2009/QH12 ngày 17/06/2009;
3. Nguyễn Thế Bá, Quy hoạch xây dựng phát triển đô thị, *Nhà xuất bản Xây dựng*, Hà Nội, tr30, 1999;
4. Peter Hall, *Cities of Tomorrow*, New York, USA, 1988;
5. Minh Khoa, Cách mạng công nghiệp 4.0, *Tạp chí điện tử Học viện Cảnh sát Nhân dân*, Hà Nội, 2018;
6. Xu, L, Inspiration to Green Transportation Development of Walking city Copenhagen, *Annual National Planning Conference 2010 Collections*, Denmark, 2010;
7. Phạm Thúy Loan, Tokyo Metropolis – Mô hình một vùng siêu đô thị, *Tạp chí điện tử Ashui*, Hà Nội, 2013;
8. Nguyễn Hồng Tiến, Vận tải hành khách công cộng khối lượng lớn Xe buýt nhanh, *Nhà xuất bản Hồng Đức*, Hà Nội, 2017;