แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยบูรณาการโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน : กรณีศึกษา บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ทุ่งมหาเมฆ

THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL MASTER PLAN FOR ENERGY SAVING BASED ON INTEGRATION OF LAND USE AND INFRASTRUCTURE : A CASE STUDY OF AERONAUTICAL RADIO OF THAILAND LTD. TUNGMAHAMEK

ชรินทร์ ทองเปี่ยม

CHARIN THONGPIAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AR-M-001-008

แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยบูรณาการโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน : กรณีศึกษา บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ทุ่งมหาเมฆ

THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL MASTER PLAN FOR ENERGY SAVING BASED ON INTEGRATION OF LAND USE AND INFRASTRUCTURE : A CASE STUDY OF AERONAUTICAL RADIO OF THAILAND LTD. TUNGMAHAMEK

ชรินทร์ ทองเปี่ยม

CHARIN THONGPIAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AR-M-001-008

THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL MASTER PLAN FOR ENERGY SAVING BASED ON INTEGRATION OF LAND USE AND INFRASTRUCTURE : A CASE STUDY OF AERONAUTICAL RADIO OF THAILAND LTD. TUNGMAHAMEK

CHARIN THONGPIAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

MASTER OF URBAN AND REGIONAL PLANNING IN URBAN AND ENVIRONMENTAL PLANNING

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2015

KMITL-2015-AR-M-001-008

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดิน : กรณีศึกษา บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ทุ่งมหาเมฆ

THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL MASTER PLAN FOR ENERGY SAVING BASED ON INTEGRATION OF LAND USE AND INFRASTRUCTURE : A CASE STUDY OF AERONAUTICAL RADIO OF THAILAND LTD. TUNGMAHAMEK

นักศึกษา เรืออากาศเอกชรินทร์ ทองเปี่ยม

รหัสประจำตัว 53620114

ปริญญา การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณินทร์ รักวงศ์วาน	
ดร.ณัฏฐกิษฐ นบนอบ	
ดร.ปนายุ ไชยรัตนานนท์	
รองศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 23 มิถุนายน 2558 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ กลุ่มวิชาการวางแผนภาคและเมือง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ 29 **เดือน** กรกฎาคม **พ.ศ.** 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยบูรณาการโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน : กรณีศึกษาบริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ทุ่งมหาเมฆ
ชื่อนักศึกษา	เรืออากาศเอก ชรินทร์ ทองเปี่ยม
รหัสประจำตัว	53620114
ปริญญา	การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร. ประพัทธ์พงษ์ อุปลา

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์ในการศึกษา 3 ประการคือ 1) ลักษณะและรูปแบบโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดินกับการใช้งานของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง สำหรับใช้กำหนดการจัดกลุ่มอาคาร และแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมการใช้พลังงาน 2) เพื่อสร้างรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดของโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค 3) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดการประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นส่วนองค์ประกอบของการหาแนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งการประยุกต์สร้างแบบจำลองโครงข่ายเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดของปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด(Minimum Spanning Tree Problem) ที่ใช้การเขียนรูป(Graphic) และตารางคำนวณ (Spreadsheet)เพื่อใช้วิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุดจากการจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคจำนวน 4 กรณี เปรียบเทียบกับเส้นทางปัจจุบันของระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) พบว่าเส้นทางจำลองกรณีที่ 1 มีระยะทางสั้นที่สุดเท่ากับ 1,182.50 เมตร น้อยกว่าเส้นทางปัจจุบันของงานไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารเท่ากับ 715.50 เมตร น้อยกว่าเส้นทางปัจจุบันของงานประปาเท่ากับ 299.50 เมตร และน้อยกว่าเส้นทางปัจจุบันของงานท่อน้ำเสียเท่ากับ 360 เมตร และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมของระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) เป็นเงินเท่ากับ 2,313,555 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 35.09 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดในส่วนของระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์และสื่อสาร ท่อน้ำเสีย) ปัจจุบัน

การประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด(Saving Algorithm) ของการจำลองแนวถนนเส้นใหม่ พบว่า ระยะทางของการจำลองถนนเส้นใหม่มีระยะทางในการเดินทางลดลงจากปัจจุบัน

เท่ากับ 277.50 เมตร ซึ่งลดต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในการเดินทางภายในพื้นที่ศึกษาเป็นเงินเท่ากับ 157,987 บาทต่อปี หรือร้อยละ 27.15 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของพลังงานเชื้อเพลิงในการเดินทาง ดังนั้นการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) โดยมีตัวแปรของระยะทางและรูปแบบโครงข่ายถนนตาตาราง (Grid Pattern) สำหรับการจัดกลุ่มอาคารสิ่งปลูกสร้างเป็นโซนพื้นที่ (zoning) ใช้ควบคุมพลังงานและรักษาความปลอดภัย ทำให้มีการเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผังกายภาพเพื่อประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ และพื้นที่อื่น ๆ

การจัดโซนพื้นที่ควบคุมพลังงานได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 6 โซน โดยใช้ลักษณะกิจกรรม สภาพแวดล้อมกายภาพ การจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค และแนวจำลองถนนเส้นใหม่ มีหลักเกณฑ์ในการจัดโซนพื้นที่ ประกอบด้วย (1) การนำอาคารเดี่ยวมารวมกับอาคารและสิ่งปลูกสร้างที่เป็นแกนหลักของโซนพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งมีลักษณะกิจกรรมสอดคล้องสัมพันธ์กัน หรือส่งเสริมกิจกรรมซึ่งกันและกัน (2) การใช้แบบจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่มีระยะทางสั้นที่สุดและมีความสมดุลในการใช้พลังงานไฟฟ้า เชื้อเพลิง และน้ำประปา ซึ่งสามารถใช้ทดแทนกันได้ในแต่ละพื้นที่ (3) การเปลี่ยนแปลงลักษณะและสภาพแวดล้อมทางกายภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วน ๆ โดยมีแนวถนน และทางเดินเท้า ทำหน้าที่แบ่งพื้นที่ หรือเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ (4) การปรับขยายพื้นที่ของอาคาร สิ่งปลูกสร้างในอนาคตสามารถประเมินการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นในแต่ละโซนพื้นที่ เพื่อปรับให้เกิดความสมดุลเทียบกับปริมาณสัดส่วนพื้นที่ของการใช้ที่ดินได้อย่างเหมาะสม

Thesis	The Development of Physical Master Plan for Energy Saving Based on Integrating to Land Use and Infrastructure : A Case Study of Aeronautical Radio of Thailand Ltd. Tungmahamek
Student	Flt. Lt. Charin Thongpiam
Student ID	53620114
Degree	Master of Urban and Regional Planning
Program	Urban and Environmental Planning
Year	2015
Thesis Advisor	Dr. Prapatpong Upala

ABSTRACT

This study contained three main objectives including: 1) to study the characteristics and physical forms of infrastructure, land use, and building use in order to determine building clusters and energy-controlled zone; 2) to create a mathematical model and identify the shortest path of the utility lines; 3) to propose a guideline for an energy-saving through integration of infrastructure and land use, which plays an important part in the development of physical master plan.

This study created the network model to specify the optimal path using the Minimum Spanning Tree Problem, which involves the techniques of graphic drawing and spreadsheet calculation. Four scenarios were simulated, then each scenario and existing of utility lines including electricity, water supply, sewer system, and telephone and communication lines was compared. The result revealed that the simulation of case I generates the shortest distance of 1,182.50 meters. Such simulation contains shorter distance than existing electricity line by 715.50 meters, water supply line by 299.50 meters, and sewer line by 360 meters. Moreover, the simulation of case I could reduce 2,313,555 Baht or 35.09 percent of the existing utility cost. Utilization of the Saving Algorithm Economy method, total distance of the simulated road network was 277.50 meters shorter than the current road network, and this could help saving 157,987 Baht per year or equivalent to 27.15 percent of the total cost of energy consumed in travel section in the case study area. The aforementioned evidence showed that a guideline for

energy and cost saving master plan lied upon designing building clusters into energy-and-security controlled zone by manipulation of utility lines in terms of their length and grid pattern. This helps enhancing efficiency in the use of land and resource of Aeronautical Radio of Thailand, Tungmahamek, and also in other cases.

The factors of activities, physical environment, utility lines simulation, and road network model were considered in assigning each of six energy-controlled zones in the case study area. This can be elaborated into four main points. First, several single buildings were combined into any zone based on congruence activities taken place in core buildings of the zone. Second, utility lines simulation was applied in order to establish the shortest path of utility lines and create balance in the consumption of electricity, fuel, and water supply. Third, Physical environment was adjusted by using roads and pedestrian walkway to separate and connect different spaces. Fourth, improvement or expansion buildings in the case study area, in the future, could be estimated in terms of the increasing consumption of energy in each zone so as to reach balance concerning proportion of land used.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตากรุณาจาก ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความรู้ทางวิชาการ ติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงานวิจัย ให้ข้อแนะนำการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง และตรวจทานวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณินทร์ รักวงศ์วาน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ปนายุ ไชยรัตนานนท์ ดร.ณัฏฐกิษฐ นบนอบ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้เมตตากรุณาให้ข้อเสนอแนะ และแนวคิดสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการแก้ไขปรับปรุงวิทยานิพนธ์จนสำเร็จครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.อมร บุญต่อ ให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจทานวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ พร้อมทั้งคณาจารย์สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และทักษะด้านการผังเมืองและเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมในครั้งนี้

ผลบุญใดที่ผู้วิจัยได้กระทำแล้วขออุทิศส่วนบุญกุศลให้แก่นายหรี่ นางทองคำ ทองเปี่ยม (บิดามารดา) และรองศาสตราจารย์ ดร.นพดล สหชัยเสรี ที่ล่วงลับไปแล้ว และเป็นแรงบันดาลใจในการเรียนจนสำเร็จการศึกษาครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณนายสนอง นางระเบียบ ผ่องศรี ที่เป็นผู้ชุบเลี้ยงอุปถัมภ์ค้ำชูมาตั้งแต่เยาว์วัยจนถึงปัจจุบัน ขอบคุณครอบครัวที่น่ารักและอบอุ่น นาวาอากาศเอกหญิง ลักขณา (ภรรยา) นายชวิศ นางสาวธนัชพร ทองเปี่ยม(บุตร-ธิดา) มอบความรัก ความสุข และกำลังใจชั่วนิจนิรันดร

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณแหม่ม คุณจั่น พร้อมทั้งเจ้าหน้าที่สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความกรุณาแนะนำ ช่วยเหลือติดต่อประสานงานต่าง ๆ ในการสอบและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณ จูน อาทิต อัส นิว อาฉี ป๊อป แม็ก ที่ได้ร่วมชั้นเรียนเก็บข้อมูลภาคสนาม สอบวิชาการ(ลุ้นเกรด) ด้วยกันมาตลอด

เรืออากาศเอก ชรินทร์ ทองเปี่ยม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... X

สารบัญภาพ..... XIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 5

1.3.1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา..... 5

1.3.2 ขอบเขตของเนื้อหาการศึกษา..... 6

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

1.5 นิยามศัพท์..... 6

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 7

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง..... 9

2.1 แนวคิดการประหยัดพลังงาน..... 9

2.2 แผนพัฒนาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของบริษัท วิทยุการบินฯ..... 11

2.2.1 แผนแม่บทการเดินอากาศระบบใหม่(CNS/ATM Master Plan)..... 11

2.2.2 แผนแม่บทด้านทรัพยากรบุคคล (HR Master Plan)..... 12

2.2.3 แผนแม่บทด้านสาธารณูปโภค..... 13

2.3 แนวคิดและทฤษฎีการใช้ที่ดิน..... 14

2.3.1 ทฤษฎีการใช้ที่ดิน..... 14

2.3.1.1 ทฤษฎีหลายศูนย์กลาง..... 15

2.3.1.2 ทฤษฎีแหล่งกลาง..... 15

2.3.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning)..... 15

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 แนวคิดทฤษฎีจินตภาพเมือง 19
2.5 แนวคิดกระบวนการวางผังบริเวณ 20
2.6 แนวคิดการวิจัยการดำเนินงาน 23
2.7 แนวคิดการใช้ Heuristic ในการแก้ปัญหา 24
2.8 แนวคิดปัญหาต้นไม้แบบทอดข้ามน้อยสุด 26
2.9 แนวคิดด้านการจัดการสภาพแวดล้อม 30
2.9.1 ปัจจัยที่จะมีความสำคัญต่อการรับรู้สภาพแวดล้อมกายภาพ 30
2.9.2 การออกแบบและวางแผนสภาพแวดล้อมกับมโนทัศน์ 31
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31
2.11 กรอบแนวความคิดในการวิจัย 34

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 35
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 35
3.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ 35
3.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ 37
3.2 เครื่องมือในการศึกษาวิจัย 37
3.2.1 กล้องสำรวจ ,เทปวัดระยะทาง และกล้องถ่ายรูป 37
3.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 38
3.2.3 รถยนต์ 38
3.2.4 การเขียนรูปทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม 38
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 39
3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคเอกสาร 39
3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม 39
3.4 การสร้างแบบจำลองโครงข่ายแนวสาธารณูปโภค 39
3.4.1 การสร้างแบบจำลองแบบโครงข่ายแนวสาธารณูปโภคที่เป็นไปได้ 39
3.4.2 การสร้างแบบจำลองแบบโครงข่ายแนวสาธารณูปโภค(เดิม) 42

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5 การสร้างแบบจำลองเส้นทางการเดินทางโดยวิธี The Saving Algorithm..... 48

3.5.1 การสร้างแบบจำลองกราฟิกของเส้นทางการสัญจร..... 48

3.5.2 การสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของเส้นทางการสัญจร..... 53

3.6 ข้อจำกัดของการศึกษา..... 55

บทที่ 4 พื้นที่การศึกษา..... 56

4.1 สภาพทางกายภาพของบริษัท วิทยุการบินฯ..... 56

4.1.1 พื้นที่และลักษณะที่ตั้ง..... 56

4.1.2 การใช้ประโยชน์พื้นที่..... 57

4.2 การสัญจร..... 63

4.3 ระบบสาธารณูปโภค..... 66

4.4 สรุปสภาพทั่วไปและการพัฒนาพื้นที่..... 70

4.4.1 สภาพพื้นที่ทางกายภาพของที่ตั้งพื้นที่ศึกษา..... 70

4.4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา..... 70

4.4.3 การจัดโซนพื้นที่กลุ่มอาคารของพื้นที่ศึกษา..... 72

4.4.4 บริบทในการพัฒนาพื้นที่ศึกษา..... 72

บทที่ 5 ผลการศึกษา..... 75

5.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย..... 75

5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 78

5.2.1 ผลการศึกษาแบบจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1..... 78

5.2.2 ผลการศึกษาแบบจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 2..... 82

5.2.3 ผลการศึกษาแบบจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 3..... 85

5.2.4 ผลการศึกษาแบบจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 4..... 88

5.2.5 ผลการศึกษาโครงสร้างพื้นฐานสภาพปัจจุบัน..... 91

5.2.5.1 งานระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร..... 91

5.2.5.2 งานระบบประปา..... 93

5.2.5.3 งานระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและระบบ Reuse..... 94

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.2.6 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ 95

5.2.6.1 การวิเคราะห์จำลองโดยวิธี Minimum Spanning Tree Problem 95

5.2.6.2 การวิเคราะห์จำลองโดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด(The Saving Algorithm) ของงานถนน 99

5.3 การวิเคราะห์การใช้พื้นที่ของพื้นที่ศึกษา 102

5.3.1 ผลการศึกษาข้อมูลการใช้พื้นที่ศึกษา 102

5.3.2 ผลการศึกษารูปแบบลักษณะการจัดพื้นที่ตามประเภทของกิจกรรม 104

5.3.3 ผลการศึกษาจัดโซนแบ่งพื้นที่การควบคุมพลังงาน 105

5.3.4 ผลการศึกษาของการจำลองรูปแบบของการจัดกลุ่มอาคารทางกายภาพ 107

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ 109

6.1 สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษา 109

6.2 ลักษณะและรูปแบบของโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา 110

6.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา 115

6.4 ระบบการสัญจรและการประหยัดพลังงานของพื้นที่ศึกษา 118

6.5 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา 119

6.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 119

6.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป 122

บรรณานุกรม 123

ภาคผนวก 128

ภาคผนวก ก 129

ภาคผนวก ข 131

ประวัติผู้ศึกษา 133

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อคิดเห็นและการถ่ายทอดเป็นรูปสถานที่ในการดำรงอยู่ตามสภาพแวดล้อม…..	17
2.2	ส่วนประกอบของโครงข่ายทั่วไป..….....	30
2.3	สรุปตัวแปรและวิธีการที่ใช้งานวิจัยในการหาค่าประหยัดของเส้นทางขนส่งและค่าใช้จ่ายต่ำสุด.....	33
3.1	การจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ สภาพปัจจุบัน…….	36
3.2	ข้อมูลระยะทางของการจำลองแนวเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคที่เป็นไปได้.	41
3.3	ข้อมูลแนวเส้นทางไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน……	42
3.4	ข้อมูลแนวเส้นทางจำลองของงานประปาสภาพปัจจุบัน…….……	44
3.5	ข้อมูลแนวเส้นทางจำลองของงานท่อน้ำเสีย และท่อ Reuse สภาพปัจจุบัน……	46
3.6	ข้อมูลแนวจำลองเส้นทางของงานถนนในพื้นที่ บ. วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……	48
3.7	แนวจำลองเส้นทางถนนที่ใช้ในการประมวลผลหาค่าประหยัดในการเดินทางของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……	54
4.1	สรุปข้อดีข้อเสียของการจัดกลุ่มอาคารในพื้นที่ศึกษา(บ. วิทยุการบินฯ) สภาพปัจจุบัน……	60
4.2	การจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ สภาพปัจจุบัน……..	71
4.3	สรุปข้อดีข้อเสียของการจัดโซนพื้นที่กลุ่มอาคารของพื้นที่ศึกษา(บ. วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ) สภาพปัจจุบัน…….....	72
5.1	การจำลองหาเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค โดยวิธี Minimum Spanning Tree Model : กรณีที่ 1 (W เป็นโหนดเริ่มต้น)…….....	79
5.2	ระยะทางจากแบบจำลองของแนวระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1……...	81
5.3	การจำลองหาเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค โดยวิธี Minimum Spanning Tree Model : กรณีที่ 2 (N เป็นโหนดเริ่มต้น)…….....	82
5.4	ระยะทางจากแบบจำลองของแนวระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 2……...	84
5.5	การจำลองหาเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค โดยวิธี Minimum Spanning Tree Model : กรณีที่ 3 (C เป็นโหนดเริ่มต้น)…….....	85
5.6	ระยะทางจากแบบจำลองของแนวระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 3……...	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.7	การจำลองหาเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค โดยวิธี Minimum Spanning Tree Model : กรณีที่ 4 (K เป็นโหนดเริ่มต้น)…….....	88
5.8	ระยะทางจากแบบจำลอง กรณีที่ 4 ของแนวระบบสาธารณูปโภค ……...	90
5.9	การคิดระยะทางรวมของแนวระบบสาธารณูปโภคระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของเส้นทางไฟฟ้าแรงสูง Line 1 และไฟฟ้าแรงสูง Line 2.....	91
5.10	ระยะทางแนวระบบสาธารณูปโภคระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของเส้นทางไฟฟ้าแรงสูง Line 1.....	92
5.11	ระยะทางแนวระบบสาธารณูปโภคระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของเส้นทางไฟฟ้าแรงสูง Line 2.....	92
5.12	การคิดระยะทางรวมของแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานประปาสภาพปัจจุบันของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……..……	93
5.13	การคิดระยะทางรวมของแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อรวบรวมน้ำเสียและระบบ Reuse สภาพปัจจุบัน ……...…….……	94
5.14	การเปรียบเทียบระยะทางแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนของระบบไฟฟ้าประปาท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และระบบ Reuse ……..……..……	95
5.15	ประมาณการค่าใช้จ่ายของวัสดุและค่าแรงที่ใช้ในการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค…..……..……	96
5.16	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่1 กับแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนของระบบไฟฟ้า โทรศัพท์ และสื่อสาร(เดิม)……...…….……	96
5.17	ค่าประหยัดในการเดินทางโดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm)……..……	100
5.18	การเปรียบเทียบค่าประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่ใช้ในการเดินทางในพื้นที่ บ.วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……..……..……	101
5.19	สรุปการคิดปริมาณร้อยละพื้นที่ใช้งานของกลุ่มอาคารในพื้นที่ศึกษาสภาพปัจจุบัน……..……	103
5.20	การสรุปข้อดีและข้อเสียของรูปแบบลักษณะการจัดเพื้นที่ตามประเภทของกิจกรรมสภาพปัจจุบัน…….....	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.21	สรุปการคิดจำลองปริมาณพื้นที่และร้อยละของโซนพื้นที่กลุ่มอาคารในพื้นที่ศึกษา……..	106
5.22	สรุปข้อดีและข้อเสียของการจำลองรูปแบบของการจัดกลุ่มอาคารทางกายภาพ.....	108
6.1	สรุปการเปรียบเทียบผลการจำลองแนวระบบสาธารณูปโภคโดยใช้วิธี Minimum Spanning Tree Model.....	113
6.2	สรุปการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของการจำลองระบบสาธารณูปโภค และถนนเส้นใหม่ของพื้นที่ศึกษา.....	115
6.3	การสรุปเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่และอัตราร้อยละของการใช้ที่ดินของกลุ่มอาคารสภาพปัจจุบันกับการจัดโซนพื้นที่ควบคุมพลังงาน……...…	117
6.4	การใช้วิธีปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด (Minimum Spanning Tree Model) เพื่อหาเส้นทางระบบสาธารณูปโภค……...……...…….……	120
6.5	การใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm) เพื่อวิเคราะห์ค่าการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์……...…	121
ก.1	การแบ่งประเภทรถยนต์ของกรมการขนส่งทางบกในการสำรวจความสิ้นเปลืองของรถยนต์.……..…	129
ก.2	ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel economy) ของรถยนต์ในเขตกรุงเทพมหานคร.…	129
ก.3	การนับปริมาณจำนวนรถ(คันต่อวัน) ที่ใช้พื้นที่ บ.วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……	130
ก.4	อัตราราคาน้ำมันขายปลีก กทม. และปริมณฑล (บาท/ลิตร).…….……..…	130
ข.1	ตารางสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลรายละเอียดของอาคารและสิ่งปลูกสร้างของพื้นที่ บ.วิทยุการบินฯ ,ทุ่งมหาเมฆ……...……...…….……	131

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ที่มาของปัญหา……...	3
1.2	การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ และพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบ…….	5
1.3	ผังขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา.....	8
2.1	แผนการพัฒนาทรัพยากรบุคคลทั้งระยะสั้นและระยะยาว…….	13
2.2	แผนงานด้านระบบสาธารณูปโภคในส่วนระบบประปา……...……..	14
2.3	โครงสร้างราคาที่ดินในเมือง…….……..	18
2.4	องค์ประกอบของเมืองทั้ง 5 ตามทฤษฎีจินตภาพของเมือง……..	20
2.5	รูปแบบ Central Pattern of Growth (Concentric or Redial)…….……..	20
2.6	รูปแบบ Molecular (Cluster, Satettlelite, Campus)……...……..	21
2.7	รูปแบบ Zoanal Pattern of Growth……..……..	21
2.8	รูปแบบ Grid (Cellular) Pattern of Growth…….…..……..	21
2.9	รูปแบบ Axial (Cross) Pattern of Growth……...…….……..	22
2.10	รูปแบบ Linear Pattern of Growth……..…….……..	22
2.11	รูปแบบของระบบปัญหาจริง ……..……...……..	23
2.12	ระยะทางจากคลังสินค้า (o) ไปยังลูกค้า i และ j ……...……..	25
2.13	กราฟ G ที่มีการเชื่อมโยง ไม่มีวัฏจักร…..…….	26
2.14	กราฟ H เป็นสับเซทของกราฟ G…..…….	26
2.15	กราฟ G ที่ประกอบด้วยจุดยอดทุกจุดของ G.....…….	26
2.16	กราฟต้นไม้ทอดข้าม หรือต้นไม้แผ่ทั่วของ G.....…….	27
2.17	กราฟต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด หรือต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุด.....…….	28
2.18	ภาพประกอบของแนวคิดต้นไม้แบบทอดข้ามน้อยสุด……..…….	29
2.19	กรอบแนวความคิดในการศึกษา.....…..	34
3.1	ตำแหน่งอาคารและสิ่งปลูกสร้างของผังบริเวณพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ.....	37
3.2	เครื่องมืออุปกรณ์ในการทำงานวิจัยของพื้นที่ศึกษา……...……..	38
3.3	รูปแบบผังการคิดระยะทางของแบบจำลองโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค…..	40
3.4	รูปกราฟิกจำลองโครงข่ายของแนวระบบสาธารณูปโภคที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์……..	41

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.5	ผังแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อร้อยสายไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร สภาพปัจจุบัน…….	43
3.6	ผังแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อประปาสภาพปัจจุบัน……...	45
3.7	ผังแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อรวมน้ำเสียและท่อ Reuse สภาพปัจจุบัน……..…..…	47
3.8	ผังเส้นทางจำลองของแนวถนนภายใน ปัจจุบัน บริเวณพื้นที่ บ. วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……..…..	49
3.9	แนวเส้นทางจำลองของถนนภายในเส้นทางที่ 1 (ขาไป).....	50
3.10	แนวเส้นทางจำลองของถนนภายในเส้นทางที่ 2 (ขาไป) และเส้นทางที่ 3(ขากลับ)	51
3.11	แนวเส้นทางจำลอง(ขาไป) ของถนนภายในเส้นทางที่ 4 และเส้นทางที่ 5……..	52
3.12	แนวเส้นทางจำลอง(ขาไป) ของถนนภายในเส้นทางที่ 6 และเส้นทางที่ 7……..	52
3.13	แนวเส้นทางจำลองทางจากประตู 1 ถ.นางลิ้นจี่ หรือ SW ถึงจุดช่องทางเข้า BE กับระยะทางจากประตู 1 ถ.นางลิ้นจี่ หรือ SW ถึงจุดช่องทางออก BW ……...	53
	แสดงแนวเส้นทางจากประตู 1 (ถ.นางลิ้นจี่) SW ถึงจุดหมายแรกด้านช่องทางเข้า-BE กับระยะทางจากประตู 1 (ถ.นางลิ้นจี่) SW ถึงจุดหมายที่สองด้านช่องทางออก-BW……...	66
4.1	ผังบริเวณพื้นที่ศึกษาบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ.....	57
4.2	ตำแหน่งพื้นที่ เส้นทาง และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษาโดยรอบ……	60
4.3	ผังการแบ่งกลุ่มอาคารตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ศึกษาบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……...	61
4.4	อาคารและสิ่งปลูกสร้างบางส่วนที่อยู่ภายในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ และช่องทางประตูเข้า/ออก ด้านถนนนางลิ้นจี่…….	62
4.5	ลักษณะการใช้พรรณไม้ใหญ่และไม้น้ำ(บัว) บริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารที่ใช้เป็นพื้นที่สีเขียวเพื่อการพักผ่อนของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……...	63
4.6	ผังแนวถนนภายในปัจจุบันของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……	64
4.7	แนวถนนด้านกองพันทหารสื่อสาร ฯ (เส้นทางฉุกเฉิน) และจอดรถชั่วคราว….....	64
4.8	แนวซอยสวนพลูและซอยงามดูพลีเลียบแนวที่ดินของ บ.วิทยุการบินฯ….....	64

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.9	แนวซอยสวนพลู (วิทยาลัยอาชีวศึกษาฯ เอี่ยมละออ และแนวถนนนางลิ้นจี่ด้านช่องทางเข้าพื้นที่ศึกษา(บ. วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ)……...……	65
4.10	แนวถนนภายในเข้าอาคารงามดูพลี (อาคารจอดรถ) ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก……...…	65
4.11	แนวถนนภายในฝั่งทิศใต้(ด้านประตูนางลิ้นจี่) และด้านข้างพื้นที่การประปา ฯ…..	65
4.12	ผังแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันของงานระบบไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร……..……...	66
4.13	ท่อร้อยสายแนวไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร ในพื้นที่ศึกษาที่ใช้แบบรางคอนกรีต	67
4.14	แนวไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร ในพื้นที่ศึกษาที่ใช้วัสดุท่อพีอี แบบฝังใต้ดิน…..	67
4.15	แนวไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร แบบท่อพีอีตัดผ่านแนวท่อประปา และท่อน้ำเสีย	67
4.16	ผังแนวระบบท่อประปาของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ…….	68
4.17	ผังแนวระบบรวบรวมน้ำเสียของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……...…..	69
4.18	ผังแนวระบบระบายน้ำของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ……..	69
5.1	รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุดกรณีที่ 1: W เป็นจุดเริ่มต้น……..	80
5.2	แนวเส้นทางจำลองกรณีที่ 1 ของโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อรวมน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)……..	80
5.3	รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุดกรณีที่ 2: N เป็นจุดเริ่มต้น……..	83
5.4	แนวเส้นทางจำลองกรณีที่ 2 ของโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อรวมน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)……..	83
5.5	รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุดกรณีที่ 3: C เป็นจุดเริ่มต้น……..	86
5.6	แนวเส้นทางจำลองกรณีที่ 3 ของโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อรวมน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)……..	86
5.7	รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุดกรณีที่ 4: K เป็นจุดเริ่มต้น……..	89
5.8	แนวเส้นทางจำลองกรณีที่ 4 ของโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อรวมน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)……..	89
5.9	รูปแบบจำลองโครงข่ายของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคของพื้นที่ศึกษา….	98
5.10	รูปแบบจำลองโครงข่ายของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1……...	98

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5.11	แนวเส้นทางแบบจำลองทางจากประตู 1(ถ.นางลิ้นจี่) “SW” ถึงจุดช่องทางเข้า “BE” กับระยะทางจากประตู 1(ถ.นางลิ้นจี่) “SW” ถึงจุดช่องทางออก “BW”……	99
5.12	แนวจำลองถนนเส้นใหม่เชื่อมต่อกับถนนภายในจำนวน 2 เส้น (เส้นทางออกประตู 1 ถ.นางลิ้นจี่ กับเส้นทางจากอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) /ลานจอดรถ)……..	100
5.13	ผังการแบ่งโซนพื้นที่กลุ่มอาคารตามลักษณะการใช้งานปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา……..…….	102
5.14	ผังการแบ่งโซนพื้นที่การควบคุมพลังงานตามลักษณะกิจกรรมการใช้งานของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และการจำลองระบบสาธารณูปโภค และถนนสายใหม่……..	105
5.15	ผังแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่สั้นที่สุด และแนวจำลองถนนเส้นใหม่……	107
6.1	พื้นที่ทางเท้าและพื้นที่ว่างของพื้นที่ศึกษาที่ใช้เป็นแนวจำลองเส้นทางสาธารณูปโภคปัจจุบัน…….	111
6.2	รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่สั้นที่สุด จากกรณีที่ 1: W เป็นจุดเริ่มต้น.	112
6.3	ผังแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่สั้นที่สุด และแนวจำลองถนนเส้นใหม่……	118
ข.1	แนวอาคารและสิ่งปลูกสร้าง,แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค และเส้นทางการเดินรถของพื้นที่ บ.วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ.....	132

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

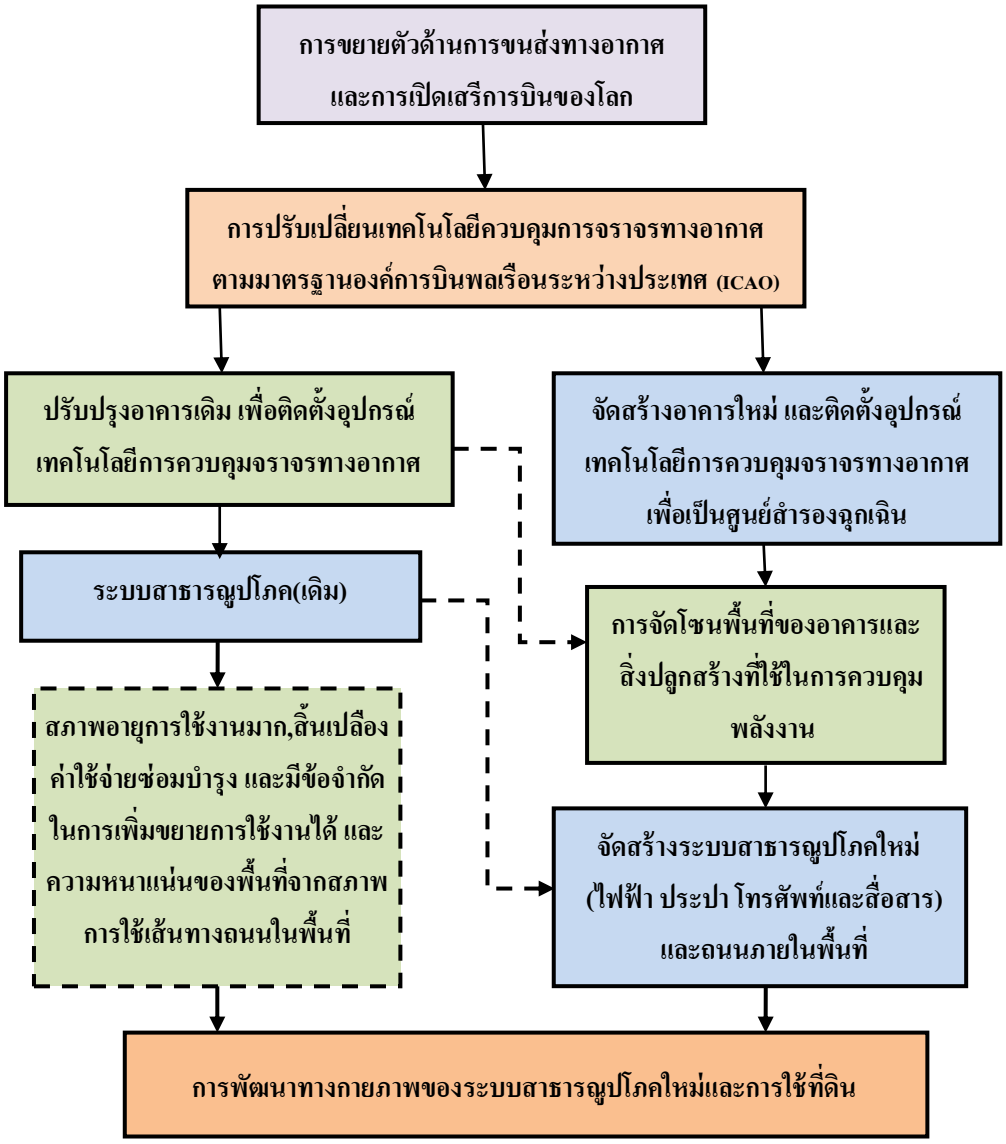
ในสภาพปัจจุบันของโลกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(Climate Change) ทำให้การรักษาด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการลดปัญหามลภาวะต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลที่ถูกจัดว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการของหลายหน่วยงาน ซึ่งจัดว่าเป็นพื้นฐานที่ดีขององค์กรธุรกิจในการจัดทำระบบการจัดการพลังงานตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO 50001 หรือข้อกำหนดกฎระเบียบสากลอื่น ๆ สำหรับมาตรการทางกฎหมายของประเทศไทย ได้แก่ พ.ร.บ. ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2550 โดยกำหนดให้หน่วยงาน (อาคารควบคุม หรือโรงงานควบคุม) ต้องจัดทำรายงานและการตรวจสอบด้านพลังงาน และมาตรการกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำเพื่อให้ธุรกิจพลังงานขนาดใหญ่ต้องกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน(Energy Efficiency Resources Standards: EERS) เป็นต้น

การจัดการพลังงานขององค์กรให้เกิดความประหยัดพลังงานอย่างสมดุลและยั่งยืนจะต้องคำนึงถึงการพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันทั้งเชิงกายภาพและไม่สามารถสัมผัสในเชิงกายภาพได้ เช่น ความสัมพันธ์เชิงสังคม เป็นต้น โดยแนวคิดในการใช้ประโยชน์ที่ดินควรที่จะมองทั้งสองด้านคือ อุปสงค์ (Demand) และอุปทาน (Supply) และไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม (เลิศวิทย์ รังสิรักษ์: 2546) และปัญหาในการจัดการสิ่งก่อสร้าง และการวางแผนในการพัฒนาชุมชนหรือท้องถิ่นเกี่ยวกับการจัดการระบบสาธารณูปโภค ด้านคมนาคม ขนส่ง การจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งการกำจัดขยะและกำจัดของเสียของชุมชน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ทำให้ต้องตามแก้ปัญหาหลายอย่าง เช่น ปัญหาการระบายน้ำ การบำบัดน้ำเสีย ปัญหาการจราจร และปัญหาอื่น ๆ ซึ่งเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการเติบโตของเมืองอย่างรวดเร็ว เพื่อรองรับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพจึงควรมีการวางแผนรองรับในปัญหาเหล่านี้ (ภูธน ยืนมะเริง: 2550)

บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ทุ่งมหาเมฆ เป็นองค์กรรัฐวิสาหกิจที่มีพื้นที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เขตสาทร กรุงเทพมหานคร ที่มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมาก เนื่องจากเป็นย่านศูนย์กลางธุรกิจของเมือง (CBD) ซึ่งมีอาคารขนาดใหญ่จำนวนมาก เช่น อาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า คอนโดมิเนียม สถานศึกษา อาคารพาณิชย์ และหน่วยงานราชการ ทำให้ความต้องการของการใช้พลังงานไฟฟ้า โทรศัพท์ และน้ำประปา ด้าน

ระบบสาธารณูปการ และเส้นทางถนนในปริมาณมากเพื่อใช้งานกับอาคารสถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ซึ่งบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ก็มีความต้องการพลังงานต่าง ๆ เหล่านี้อย่างมากสำหรับอาคาร สิ่งปลูกสร้าง เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสนับสนุนภารกิจการปฏิบัติงานทางด้านควบคุมจราจรทางอากาศ ด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ และด้านสื่อสารการบินให้มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยต่อผู้ใช้บริการในช่วงเวลา 10-15 ปีที่ผ่านมา(พ.ศ.2542–2557) บริษัท วิทยุการบินฯ ได้ประสบปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) และการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตจนถึงปัจจุบันที่ขาดการวางผังแม่บทที่ชัดเจนและไม่มีความสัมพันธ์กัน ทำให้การใช้งานในอนาคตระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ.2558–2568) คาดการณ์ว่าจากความต้องการของการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นจากการขยายตัวด้านการขนส่งทางอากาศและการเปิดเสรีการบินของโลก ซึ่งองค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) กำหนดมาตรฐานสากลทางด้านเทคโนโลยีการควบคุมจราจรทางอากาศที่จะนำมาใช้รองรับปริมาณการจราจรทางอากาศที่เพิ่มขึ้นและเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่สายการบินและผู้ใช้บริการด้านการขนส่งทางอากาศ ทำให้บริษัท วิทยุการบินฯ จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เทคโนโลยีตามมาตรฐานที่ ICAO กำหนด ซึ่งต้องมีการจัดสร้างและปรับปรุงอาคาร สิ่งปลูกสร้างและโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบสาธารณูปโภคภายในพื้นที่ที่จะแก้ไขปัญหาในอนาคต แยกออกเป็น 2 ประเด็นหลัก (บริษัท วิทยุการบินฯ :2556) ดังนี้ (1) ประเด็นปัญหาของสภาพระบบสาธารณูปโภค และถนนภายในที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีการออกแบบวางผังทางกายภาพเดิมที่มีรูปแบบและชนิดของวัสดุแตกต่างกันและไม่มีความชัดเจน ขาดความสัมพันธ์ของการจัดวางระบบที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ทำให้เกิดความยากลำบากในการซ่อมบำรุงรักษา และไม่สามารถขยายเพิ่มเติมวัสดุอุปกรณ์เพื่อการใช้งานมากขึ้นรองรับความต้องการในอนาคต (2) ประเด็นการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองจากแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคเดิมที่มีระยะทางมากเกินความจำเป็นก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานของวัสดุและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา และค่าเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งก่อให้เกิดพื้นที่ว่างระหว่างอาคารกับอาคาร และพื้นที่ว่างระหว่างแนวเขตที่ดินกับอาคารที่มีการใช้งานไม่คุ้มค่ากับค่าเช่าที่ดินที่อยู่ใกล้ย่านศูนย์กลางธุรกิจของเมือง และความหนาแน่นของพื้นที่

จากการสรุปสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นมาในอดีตที่จำเป็นต้องหาแนวทางในการแก้ไขที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เพราะเป็นปัญหาที่อาจจะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ซึ่งจะต้องหาวิธีการแก้ไขปัญหาและนำไปใช้เป็นแนวทางบูรณาการร่วมกันอย่างเป็นระบบ และเกิดการประหยัดพลังงานอย่างยั่งยืน โดยมีรายละเอียดที่มาของปัญหาแสดงไว้ในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ที่มาของปัญหา

การศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) และถนน เปรียบเทียบกับรูปแบบโครงข่ายจำลองของระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) โดยใช้หลักการของอัลกอริทึม (Algorithm) ที่เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีวิธีการและเป็นการประยุกต์ใช้รูปแบบจำลองโครงข่าย (Applications of Network Models) เพื่อการหาทางเลือกที่ดีที่สุดมีวิธีการวิเคราะห์อยู่หลากหลายวิธี ดังนี้

(1) วิธีการวิเคราะห์เส้นทางเดินที่สั้นที่สุด (Shortest Path Analysis) เป็นแนววิธีที่หาทางเดินสั้นที่สุดระหว่างโหนดเริ่มต้นและโหนดสุดท้ายของข่ายงาน

(2) วิธีปริมาณการไหลสูงสุด(Maximum Flow Method) เป็นแนววิธีที่เหมาะกับการขนถ่ายสินค้า ข่าวสารข้อมูล หรือทรัพยากรใด ๆ จากโหนดเริ่มต้น(Source Node) ไปยังโหนดปลายทาง (Sink Node) โดยมีโหนดระหว่างกลางเป็นที่โหนดที่ขนถ่ายสินค้า

(3) วิธีปริมาณการไหลน้อยสุด(Minimum Flow Method) เป็นแนววิธีที่หาปริมาณผลิตผลของสินค้าหรือการลงทุน

(4) วิธีต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด(Minimum Spanning Tree Method) เป็นแนววิธีที่ใช้ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของข่ายงานที่มีการเชื่อมต่อระหว่างโหนดทุกจุดตลอดข่ายงาน

ในแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานจะเลือกทฤษฎีใดมาใช้งาน และงานวิจัยสภาพทางกายภาพของพื้นที่ในการสร้างแบบจำลองโครงข่าย ระบบสาธารณูปโภค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดครั้งนี้ได้นำเอาวิธีต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด(Minimum Spanning Tree Method) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองโครงข่ายกราฟิกเพื่อวิเคราะห์คำนวณหาระยะทางที่ดีและเหมาะสมที่สุดของระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีอัลกอริทึมแบบประหยัด(The Saving Algorithm) เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และกราฟิกในการวิเคราะห์คำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของงานถนน และมีการนำพื้นที่ว่างระหว่างอาคารหรือพื้นที่ว่างติดแนวเขตที่ดิน ทางเดินเท้า และพื้นที่สีเขียวบางส่วนมาใช้ประโยชน์ในการลดความแออัดของเส้นทาง(ถนน) และการจัดโซนพื้นที่การควบคุมการใช้พลังงานของพื้นที่ โดยมีระยะทางที่เป็นตัวแปรสำคัญที่จะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้ประยุกต์ในการพัฒนาผังกายภาพเพื่อการประหยัดพลังงานของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ และพื้นที่อื่น ๆ ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) ศึกษาลักษณะและรูปแบบโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดินกับการใช้งานของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เพื่อใช้กำหนดการจัดกลุ่มอาคาร และแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมการใช้พลังงาน

2) เพื่อสร้างรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดของโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค

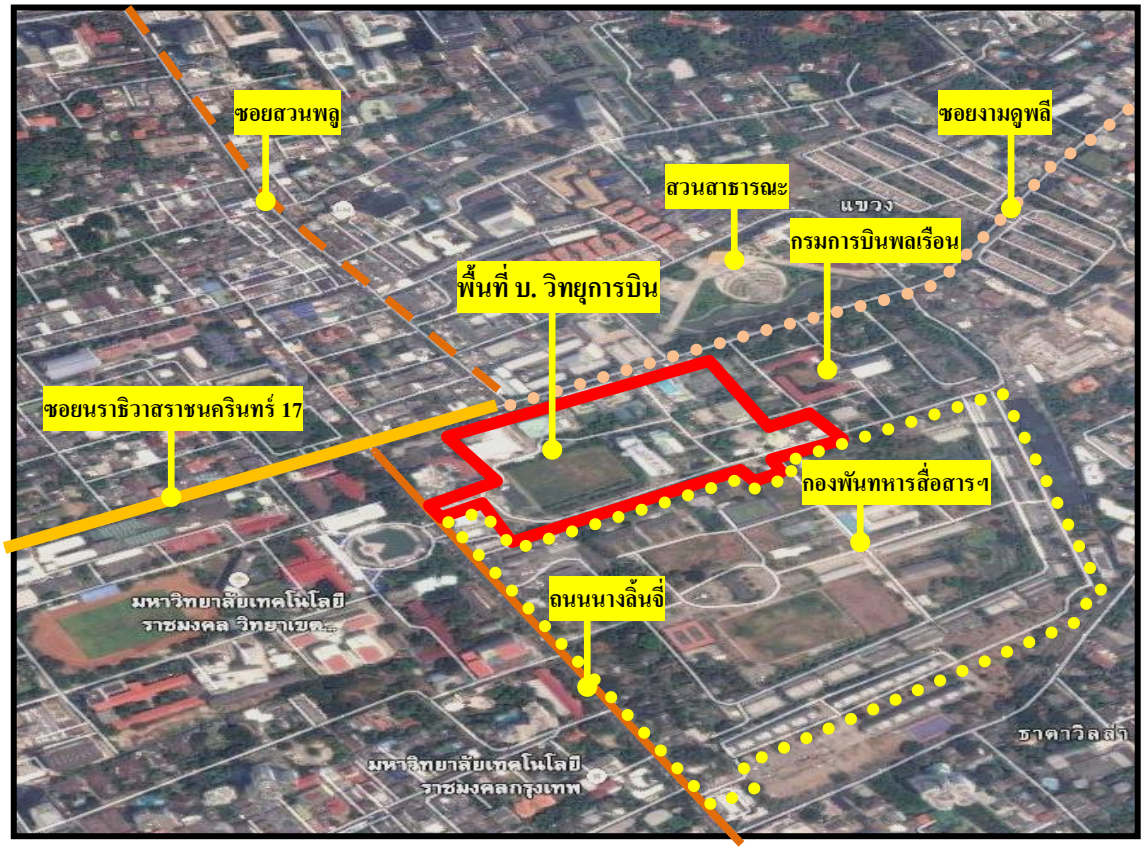
3) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดการประหยัดพลังงาน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

ขอบเขตพื้นที่ศึกษาในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้พื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ สถานที่ตั้งอยู่ติดถนนนางลิ้นจี่ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่เช่าราชพัสดุอยู่ในความดูแลรับผิดชอบของกรมธนารักษ์ เป็นพื้นที่ศึกษาที่มีอายุการใช้งานมาไม่น้อยกว่า 60 ปี และมีขอบเขตของพื้นที่ศึกษาติดต่อกับพื้นที่ข้างเคียง โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 1.2 ดังนี้

- ด้านทิศเหนือ ติดต่อกับ ซอยนราธิวาสราชนครินทร์ 17 ซอยงามดูพลี วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอี่ยมละออ และอาคารพักอาศัย(บ้านแถว) ของกรมการบินพลเรือน
- ด้านทิศใต้ ติดต่อกับ กองพันทหารสื่อสาร กองพลที่1 รักษาพระองค์
- ด้านทิศตะวันออก ติดต่อกับ กรมการบินพลเรือน สวนสาธารณะ
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับ สำนักงานการประปานครหลวง เขตทุ่งมหาเมฆ และบริษัท ทีโอที คอร์ปอร์เรชั่น จำกัด(มหาชน) เขตทุ่งมหาเมฆ ถนนนางลิ้นจี่



ภาพที่ 1.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ และพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบ

ที่มา : Google Map

1.3.2 ขอบเขตของเนื้อหาการศึกษา

ขอบเขตเนื้อหาของการศึกษาครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ศึกษาลักษณะและรูปแบบของโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถนน และอาคารสิ่งปลูกสร้างทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาด้วยวิธีการสำรวจ การศึกษาจากภาพถ่ายทางอากาศ และการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงาน

2) ศึกษาถึงลักษณะของรูปแบบการใช้งานของพื้นที่ที่เกี่ยวกับเส้นทางการจราจรและการสัญจร ที่จอดรถ บ่อน้ำ และระบบสาธารณูปโภค

3) ศึกษาข้อกำหนดทางกฎหมาย นโยบายและมาตรการของการควบคุมอาคาร และการใช้ประโยชน์ที่ดินของภาครัฐด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

4) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาเส้นทางที่ดีที่สุดของโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และการสื่อสาร)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถเข้าใจลักษณะและรูปแบบโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์และสื่อสาร ท่อน้ำเสีย และถนน) และการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา เพื่อการปรับปรุงระบบสาธารณูปโภคให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน

2) ทราบถึงแนวคิดและลักษณะการจัดกลุ่มอาคาร และแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมการใช้พลังงานเพื่อจำแนกขนาดและปริมาณในการใช้งานของระบบสาธารณูปโภคกับกลุ่มอาคารและพื้นที่อย่างเป็นระบบ

3) ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และกราฟิกเพื่อการตัดสินใจของเส้นทางที่ดีที่สุดในการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการพัฒนาผังกายภาพ

4) เพื่อใช้เป็นแนวทางการประหยัดพลังงานในการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) และการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา และพื้นที่อื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

1.5 นิยามศัพท์

ผังกายภาพ (Physical Master Plan) หมายถึง ผังบริเวณที่มีลักษณะโครงสร้างด้านกายภาพของพื้นที่ อันประกอบขึ้นจากภูมิศาสตร์(Topography) และรูปแบบของการใช้ที่ดิน (Land Use Pattern) การจัดระบบสัญจร(Circulation System) ตลอดจนอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ที่

จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่นั้นย่อมมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เช่น รูปร่างที่ดิน ระยะทาง สาธารณูปโภค เป็นต้น

โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) หมายถึง ระบบสาธารณูปโภค และสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานต่าง ๆ ได้แก่ ถนน สะพาน ทางเดิน ระบบไฟฟ้า ระบบประปา โทรศัพท์/ระบบสื่อสารการบิน ระบบระบายน้ำ ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ซึ่งมีการใช้งานอยู่ภายในพื้นที่ศึกษา

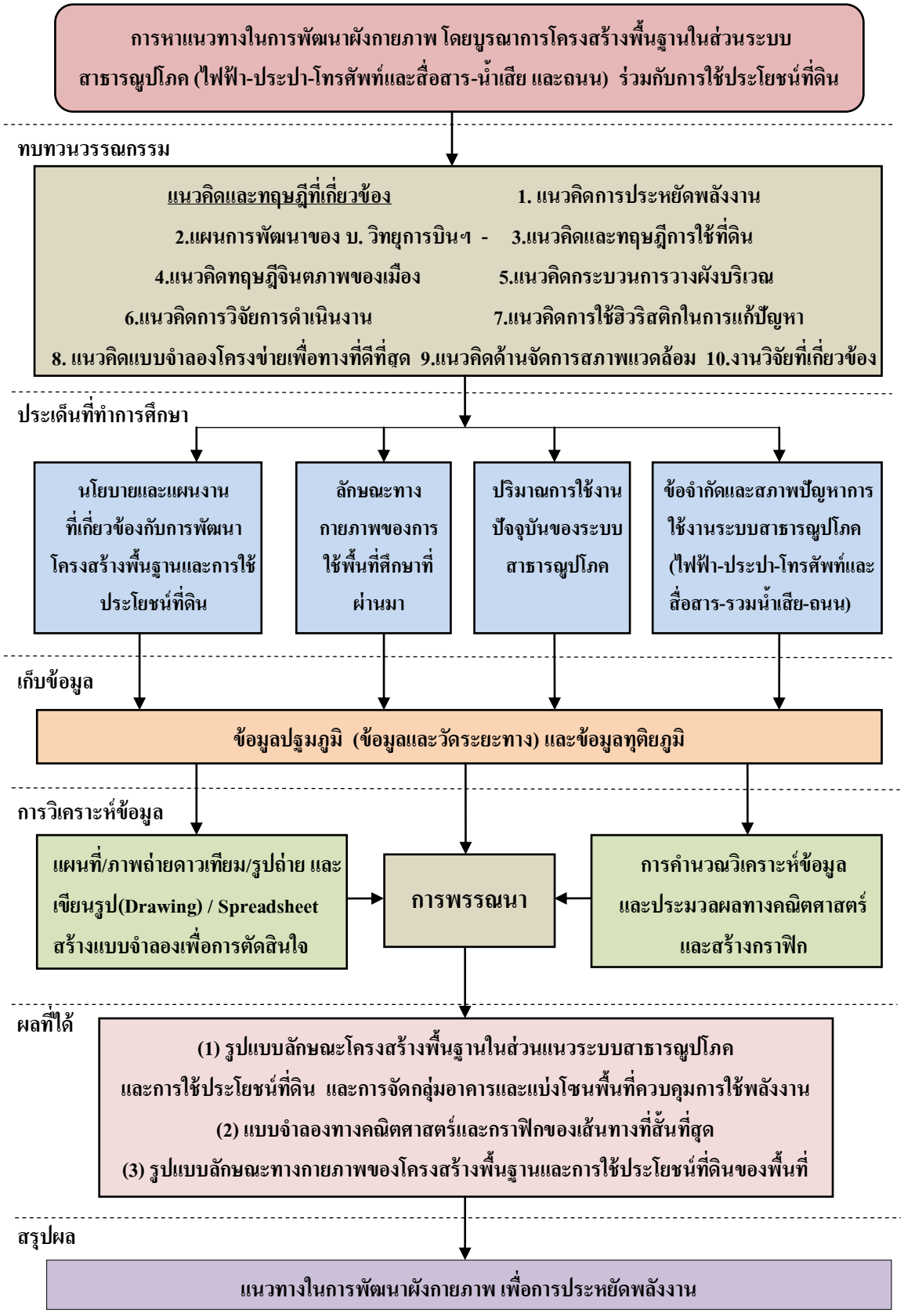
บูรณาการ (Integration) หมายถึง การผสมผสานทรัพยากรในส่วนระบบสาธารณูปโภค (ระบบไฟฟ้ากำลังหลักและไฟฟ้ากำลังสำรอง โทรศัพท์และการสื่อสาร ท่อประปา ท่อน้ำเสีย และถนน) ซึ่งนำสิ่งเหล่านี้มาปรับปรุงบริหารจัดการร่วมกันกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อให้เกิดการพัฒนา หรือทำให้ดีขึ้น

ต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด(Minimum Spanning Tree) หมายถึง กราฟที่เป็นสแปนนิ่งทรี และที่มีค่าน้ำหนักรวมกันแล้วมีค่าน้อยที่สุด โดยที่ กราฟ G = (V,E) พร้อมด้วยฟังก์ชั่นน้ำหนัก w บนเส้นเชื่อมโยง ซึ่งต้องการหา Spanning Tree ที่ผลรวมของ Weight บนเส้นเชื่อมน้อยที่สุด(Spanning Tree คือ ต้นไม้ที่ประกอบด้วยโหนดทุกโหนดของกราฟ โดยแต่ละคู่ของโหนดจะต้องมีเส้นเชื่อมเพียงเส้นเดียว นั่นคือ ไม่มี Loop หรือ วัฏจักร(Cycle)

อัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm) หมายถึง วิธีการรวมจุดส่งสินค้าจุดอื่น ๆ เข้าไว้ในเส้นทางหลักแทนการจัดส่งสินค้าเป็น 2 เส้นทาง โดยการรวมจุดส่งทำให้เกิดการประหยัดในการเดินทาง ซึ่งค่าประหยัด(Saving) จากจุดส่งสินค้าจุดที่ 2 มารวมกับเส้นทางหลักของลูกค้าจุดที่ 1 ทั้งนี้ค่าการประหยัดอาจพิจารณาจากค่าขนส่ง ระยะทาง หรือค่าทรัพยากรอื่น ๆ (กำหนดเป็นค่าตัวแปร) อีกทั้งควรพิจารณาความเป็นไปได้ของเส้นทางในกรณีที่มีการส่งสินค้าด้วยวิธีการรวมจุดส่งว่าสามารถจัดส่งสินค้าตามสภาพความเป็นจริงหรือไม่

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา

การจัดลำดับขั้นตอนในการศึกษาสำรวจรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ เพื่อที่จะนำไปสู่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองกราฟิกและทางคณิตศาสตร์ของแนวระบบสาธารณูปโภค และถนน สำหรับการวิเคราะห์ประมวลผลเปรียบเทียบข้อมูลในเชิงกายภาพและเชิงแนวคิดที่แก้ไขปัญหาและนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผังทางกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 ผังขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยบูรณาการโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับจัดทำกรอบแนวคิด ตามหลักวิธีการ ทฤษฎี ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลที่นำมาใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นการค้นหาแนวทาง ข้อเสนอแนะ และตอบคำถามการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.1 แนวคิดการประหยัดพลังงาน
2.2 แผนพัฒนาของบริษัท วิทยุการบินฯ
2.3 แนวคิดและทฤษฎีการใช้ที่ดิน
2.4 แนวคิดทฤษฎีจินตภาพของเมือง
2.5 แนวคิดกระบวนการวางผังบริเวณ
2.6 แนวคิดการวิจัยการดำเนินงาน
2.7 แนวคิดการใช้ฮิวริสติก (Heuristic) ในการแก้ปัญหา
2.8 แนวคิดแบบจำลองโครงข่ายเพื่อการหาทางเลือกที่ดีที่สุด (Network Optimization Model)
2.9 แนวคิดด้านจัดการสภาพแวดล้อม
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการประหยัดพลังงาน

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานของการผลิตทั้งในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ การใช้พลังงานของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร และผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ แต่ขณะเดียวกันพลังงานในโลกกลับเหลือน้อยลง หายากขึ้น และมีราคาแพง ในปัจจุบันทั่วโลกได้เกิดภาวะวิกฤติด้านพลังงานขึ้นจากความต้องการใช้พลังงานที่มีมากขึ้น หลายปีที่ผ่านมาจึงเกิดกระแสตื่นตัวด้านการบริหารจัดการพลังงานเกิดขึ้นทั่วโลกไม่ว่าจะเป็นการบังคับด้วยกฎระเบียบมาตรฐาน การส่งเสริมสนับสนุนการจัดการพลังงาน การสร้างความตระหนักด้านพลังงาน การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน การส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม การสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน รวมถึงการพัฒนากำลังคนและความสามารถเชิงสถาบัน ตลอดจนการส่งเสริมให้ทั้งภาคการผลิตและภาคบริการมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัด และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้

เพื่อเสริมศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ และเพื่อการบริหารจัดการพลังงานในประเทศของตนได้อย่างยั่งยืน ความพยายามเพื่อลดการใช้พลังงานในระบบลง ซึ่งการอนุรักษ์พลังงานที่ดีจะเป็นการวางแผนในด้านการพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพร่วมกับการลดความต้องการใช้พลังงานลง ซึ่งการอนุรักษ์พลังงานนี้จะให้ประโยชน์ทั้งทางตรงและอ้อม เช่น เพิ่มรายได้ของระบบ เพิ่มคุณภาพของสิ่งแวดล้อม เพิ่มความมั่นคงทางพลังงานของชาติ โดยการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบสำคัญของการวางแผนนโยบายพลังงานของทุกองค์กร และการวางแผนที่ดีจะสามารถลดการใช้พลังงานต่อหน่วยการลงทุนอย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงพลังงาน: 2554)

การจัดการพลังงานภายในองค์กรของบริษัท วิทยุการบินฯ เป็นการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานในส่วนของพื้นที่ภายในสถานที่ทำงาน (Workplace) ซึ่งมีองค์ประกอบของการจัดการพลังงานภายในองค์กรจำนวน 6 องค์ประกอบ ประกอบด้วย (1) นโยบาย เพื่อกำหนดทิศทางและเจตนารมณ์ขององค์กรในเรื่องการจัดการพลังงานอย่างต่อเนื่อง มีความเหมาะสมกับลักษณะและการใช้พลังงานขององค์กร และมีการทบทวนนโยบายและปรับปรุงตามความเหมาะสม (2) การจัดองค์กรในการกำหนดความรับผิดชอบด้านการจัดการพลังงานภายในองค์กรเพื่อการปฏิบัติภารกิจด้านการจัดการพลังงานขององค์การให้บรรลุเป้าหมายและมีศูนย์อนุรักษ์พลังงาน (3) การสร้างแรงจูงใจกระตุ้นให้คนในองค์กรมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีการอบรมด้านจิตสำนึกและด้านเทคนิคในการอนุรักษ์พลังงาน (4) ระบบข้อมูลข่าวสารที่มีความสำคัญต่องานด้านการจัดการพลังงานขององค์กรที่เป็นระบบ (5) การประชาสัมพันธ์ข้อมูลด้านการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการสื่อสารข้อมูลด้านการจัดการพลังงานภายในองค์กรอย่างต่อเนื่อง (6) การลงทุนด้านการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในองค์กร โดยเน้นการลงทุนในมาตรการด้านการสร้างจิตสำนึก ด้านการประหยัดพลังงาน พิจารณาลงทุนในรูปแบบมาตรการทางเทคนิคที่ไม่กระทบต่องานหลักขององค์กร และพิจารณาความคุ้มค่าของการลงทุนในแง่ของประสิทธิภาพการใช้งานและการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ ส่วนการจัดการพลังงานภายนอกองค์กรเป็นการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) มีอยู่สององค์ประกอบคือ (1) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในธุรกิจ (Marketplace Stakeholder) หมายถึง สายการบินที่ใช้บริการงานควบคุมจราจรทางอากาศของประเทศไทย (2) สิ่งแวดล้อม (Environment) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ซึ่งการจัดการพลังงานจากการพิจารณาทั้งสององค์ประกอบดังกล่าวสามารถดำเนินการได้โดยการประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (บริษัท วิทยุการบินฯ :2555 อ้างใน ปิยฉัตร พจน์กระจ่าง: 2556)

สรุปการจัดการพลังงานในการดำเนินงานภายในและภายนอกองค์กรให้มีการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ จะต้องจัดองค์ประกอบของการจัดการพลังงานที่มีการทำงานประสานกัน เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และแนวทางการจัดการพลังงานมีหลายแนวทาง แต่มีเป้าหมายเดียวกันและสอดคล้องกันคือ การลดการใช้

พลังงาน ทำให้เกิดการใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นรูปธรรม และต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นทั้งการจัดการคน และเทคนิคประสิทธิภาพของอุปกรณ์ประกอบกัน

2.2 แผนพัฒนาของบริษัท วิทยุการบินฯ

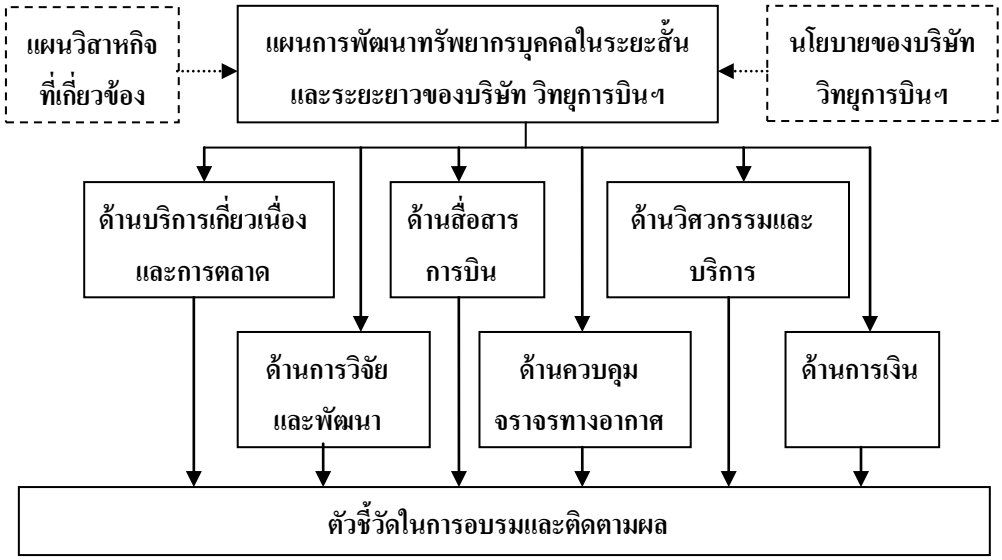
2.2.1 แผนแม่บทการเดินอากาศระบบใหม่ (CNS/ATM Master Plan)

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการขนส่งทางอากาศประกอบกับแรงผลักดันของแนวโน้มของปริมาณการจราจรทางอากาศที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าภายในไม่เกิน 15 ปีนับจากปัจจุบัน องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ(International Civil Aviation Organization ; ICAO) จึงได้จัดทำและประกาศใช้แผนสำหรับการเดินอากาศระบบใหม่ของโลก(Global Air Navigation Plan for CNS/ATM Systems) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ค.ศ.1984 และได้มีการผลักดันให้มีการบังคับใช้ไปยังทุกภูมิภาค โดยกำหนดให้แต่ละภูมิภาคจัดทำแผนการเดินอากาศระบบใหม่ของภูมิภาค(Regional plan for the new CNS/ATM systems) และทุกรัฐภาคีจะต้องจัดให้มีแผนการเดินอากาศระบบใหม่แห่งชาติ(National Plan for CNS/ATM Systems) ที่สอดคล้องกับแผนระดับภูมิภาคและระดับโลกในส่วนของภาครัฐและผู้ใช้บริการ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย รวดเร็ว และมีระเบียบแบบแผนที่เป็นสากล ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของงานด้านบริการจราจรทางอากาศ และบริษัท วิทยุการบินฯ ได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์การสร้างศักยภาพและขีดความสามารถเพื่อนำพาองค์กรให้เป็นหน่วยงานที่มีประสิทธิภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและการเติบโตทางด้านการขนส่งทางอากาศในอนาคต และจากสภาพแวดล้อมของการเดินอากาศระบบใหม่ปัจจุบันและต่อเนื่องไปในอนาคตทุกประเทศในโลกที่มีการเติบโตของการขนส่งทางอากาศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งความต้องการที่เพิ่มขึ้นภายในประเทศ และระหว่างประเทศที่เพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 10 ต่อปี ดังนั้น ความสามารถในการบูรณาการระบบเส้นทางบิน สนามบิน ระบบเทคโนโลยีด้านการจราจรทางอากาศ และระบบสื่อสารการบินเป็นส่วนสำคัญในการจัดโครงสร้างและการบริหารจัดการระบบเส้นทางบินและสนามบินที่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการรองรับ (Capacity) ต่อความต้องการและมีความคล่องตัว รวดเร็ว อันเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคมนาคมทางอากาศในสภาพปัจจุบันและอนาคต ซึ่งความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดาวเทียมได้เข้ามามีส่วนช่วยให้อุตสาหกรรมการบินสำหรับแก้ปัญหาทางด้านระบบจราจรทางอากาศ เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณการจราจรที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง คาดว่าจะสูงขึ้นกว่าปัจจุบันประมาณ 2 เท่าภายในปี พ.ศ.2563 (ค.ศ.2020) การจัดทำแผนแม่บทระบบห้วงอากาศชาติที่มีประสิทธิภาพรองรับการเปิดเสรีทางการบิน และเป็นศูนย์กลางการขนส่งทางอากาศตอนบนของประเทศได้อย่างยั่งยืน (บริษัท วิทยุการบินฯ :2554)

สรุปการจัดแผนแม่บทเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์ในการสร้างศักยภาพความสามารถและเทคโนโลยีอุปกรณ์ด้านการควบคุมจราจรทางอากาศ ระบบสื่อสารการบินให้ได้ตามมาตรฐานสากลขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ(ICAO) ซึ่งการจัดการใช้พลังงานจำเป็นจะต้องมีการดำเนินการให้สอดคล้องควบคู่กัน

2.2.2 แผนแม่บทด้านทรัพยากรบุคคล (HR Master Plan)

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555-2560) ที่ได้กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบบริหารจัดการที่ดี และได้ให้ความสำคัญกับทรัพยากรมนุษย์ว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนให้องค์กรไปสู่เป้าหมาย ซึ่งบริษัท วิทยุการบินฯ ได้กำหนดยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรบุคคลเป็นประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการองค์กรสู่ความเป็นเลิศ จึงได้กำหนดแนวทางการดำเนินงานด้านทรัพยากรบุคคล โดยจัดทำเป็นแผนแม่บทด้านทรัพยากรบุคคลขึ้น เพื่อให้ภารกิจ นโยบาย เป้าหมาย และวิสัยทัศน์ด้านทรัพยากรบุคคล สามารถแปลงไปสู่ขั้นตอนการปฏิบัติได้สัมฤทธิผลอย่างแท้จริง ประกอบด้วย 1) ด้านการควบคุมจราจรทางอากาศ จัดแผนการพัฒนาศักยภาพของบุคลากรในการควบคุมจราจรทางอากาศตามมาตรฐานองค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization; ICAO) และเพิ่มขีดความสามารถในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์สื่อสารควบคู่กับการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้อย่างเป็นระบบ 2) ด้านสื่อสารการบิน จัดทำแผนพัฒนาศักยภาพและทักษะความสามารถของบุคลากรด้านสื่อสารการบินรองรับแผนการเดินอากาศระบบใหม่แห่งชาติ (National Plan for CNS/ATM Systems) 3) ด้านวิศวกรรมและบริการ จัดทำแผนพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรม ประกอบด้วยระบบสื่อสารการบิน ระบบติดตามอากาศยาน และระบบเครื่องช่วยการเดินอากาศ ควบคู่กับการพัฒนาระบบเทคโนโลยีตามมาตรฐานองค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) 4) ด้านการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้บุคลากรมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ กับการปฏิบัตงานและสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ช่วยพัฒนาการทำงานให้สะดวกรวดเร็วขึ้น 5) ด้านบริการที่เกี่ยวเนื่องและการตลาด จัดทำแผนพัฒนาศักยกภาพบุคลากรให้มีการบริการและการจัดการงานธุรกิจในส่วนกลาง (ทุ่งมหาเมฆ สุวรรณภูมิ ดอนเมือง) และส่วนภูมิภาคต่าง ๆ ซึ่งเป็นศูนย์ลูกข่าย(ต่างจังหวัด) ได้อย่างเป็นระบบ 6) ด้านการเงิน มีการทำแผนพัฒนาการให้บริการด้านการเงินตามหลักเกฑ์การเงินสากลอย่างเป็นระบบ โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 2.1 (บริษัท วิทยุการบินฯ :2554)



ที่มา: ผู้วิจัย

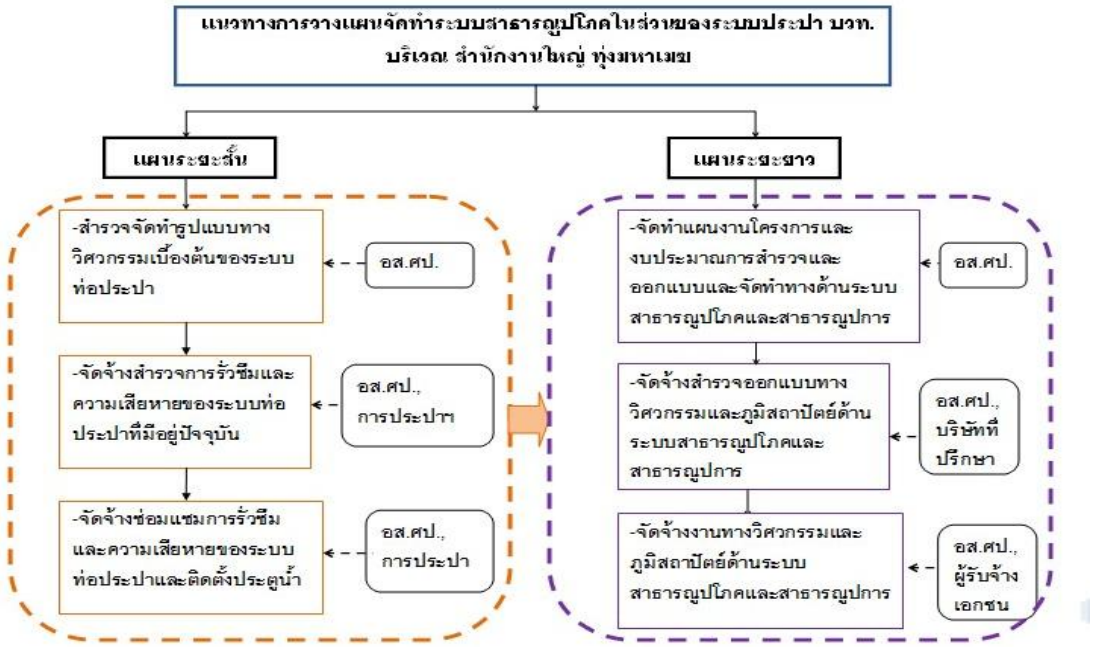
ภาพที่ 2.1 แผนการพัฒนาทรัพยากรบุคคลทั้งระยะสั้นและระยะยาว

สรุปแผนพัฒนาทรัพยากรบุคคลจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนยุทธศาสตร์ที่มุ่งเน้นการสนับสนุนให้กำลังคนสามารถปฏิบัติงานได้บรรลุเป้าหมายและแผนงานที่กำหนดไว้ รวมทั้งใช้เป็นเครื่องมือติดตามความก้าวหน้าและประเมินผลของการดำเนินกิจกรรม ซึ่งมีความพร้อมที่จะขับเคลื่อนให้องค์กรก้าวหน้าไปสู่วิสัยทัศน์ที่ต้องการ

2.2.3 แผนแม่บทด้านสาธารณูปโภค

การจัดแผนแม่บทปรับปรุงคุณภาพและโครงข่ายโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบสาธารณูปโภค ในการเชื่อมโยงเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการพัฒนาปรับปรุงบำรุงรักษาด้านอุปกรณ์และระบบสาธารณูปโภครองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการขนส่งทางอากาศที่นำมาใช้กับการควบคุมจราจรทางอากาศ ประกอบด้วย การพัฒนาปรับปรุงระบบไฟฟ้ากำลัง และระบบไฟฟ้าสำรอง ระบบประปา ระบบน้ำเสีย และถนนภายในเชื่อมต่อระหว่างอาคาร เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาวัสดุและอุปกรณ์เทคโนโลยีที่ให้บริการแก่ผู้ใช้งานภายในและภายนอกอาคารที่ครบถ้วนและสามารถสนับสนุนการปฏิบัติงานด้านการควบคุมจราจรทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง ตลอดจนไม่ก่อให้เกิดอุปสรรคในการเชื่อมโยงการสื่อสารการบินระหว่างนักบินประจำเครื่องบินที่ใช้พื้นที่ห้วงอากาศกับท่าอากาศยานต่าง ๆ ทั่วประเทศและระหว่างประเทศตามมาตรฐานสากลขององค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ(International Civil Aviation Organization ; ICAO) ซึ่งมีการจัดสรรพื้นที่และการใช้ประโยชน์ที่ดินเหมาะสมสอดคล้องกับการจัดวางผังกายภาพที่มีประสิทธิภาพเป็นรูปธรรมในการแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมพลังงาน (บริษัท วิทยุการบินฯ :2556)

สรุปจากบริบทในองค์กรของบริษัท วิทยุการบินฯ ให้เอื้อต่อแนวทางการประหยัดพลังงานตามนโยบายการประหยัดพลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อมที่มีผลทำให้เกิดการประหยัดพลังงานและการปรับปรุงระบบสาธารณูปโภครองรับการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เทคโนโลยีในอนาคต โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 2.2



ที่มา: กองอาคารและสถานที่ บริษัท วิทยุการบินฯ (2556)

ภาพที่ 2.2 แผนงานด้านระบบสาธารณูปโภคในส่วนระบบประปา

2.3 แนวคิดและทฤษฎีการใช้ที่ดิน

2.3.1 ทฤษฎีการใช้ที่ดิน

2.3.1.1 ทฤษฎีหลายศูนย์กลาง เป็นทฤษฎีที่เน้นแนวความคิดว่าศูนย์กลางเมืองใหญ่ ๆ นั้นไม่ได้เกิดจากสถานที่เพียงแห่งเดียว นั่นคือเมืองใหญ่ไม่ได้ขยายตัวเกิดขึ้นโดยรอบบริเวณศูนย์กลางเมือง หรือย่านธุรกิจกลางเมืองเพียงแห่งเดียว หากแต่จะขยายตัวโดยรอบศูนย์กลางหลาย ๆ แห่งภายในเมือง เช่น ย่านที่อยู่อาศัย ย่านการค้า ย่านอุตสาหกรรม และอื่น ๆ ศูนย์กลางแต่ละแห่งจะกระจายไปตามบริเวณที่มีการคมนาคมสะดวก อธิบายว่าการเกิดศูนย์กลางของแต่ละกิจกรรมเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความต้องการความสะดวกสบายเข้าถึงได้โดยง่าย และมีข้อดีคือ (1) เป็นการกระจายความเจริญ(Decentralize) จากศูนย์กลางไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของเมืองให้ได้รับบริการสาธารณะโดยทั่วถึง (2) เป็นการลดปัญหาการจราจรบริเวณศูนย์กลางหลักของชุมชน(Central Business District) เพราะแต่ละกลุ่มชนต่างก็มีศูนย์กลางรองของชุมชนบริการอยู่แล้ว จึงไม่

จำเป็นต้องเดินทางเข้าสู่ศูนย์กลางหลักของเมือง (3) เป็นการกระจายความหนาแน่นประชากรไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของเมืองมิให้หนาแน่นแออัดอยู่บริเวณหนึ่งบริเวณใด ทำให้เป็นชุมชนที่น่าอยู่อาศัย (Northam: 1975 อ้างใน กนกภรณ์ ทองขาว: 2545)

2.3.1.2 ทฤษฎีแหล่งกลาง เป็นทฤษฎีเน้นบทบทหน้าที่ระบบเมืองและการจัดระเบียบชุมชน โดยเมืองที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในด้านการให้บริการและสินค้าต่าง ๆ ต่อบริเวณรอบนอก มีองค์ประกอบที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดการกระจายตัวย่านกลาง ได้แก่ ความต้องการให้เกิดย่านกลางในรัศมีการเดินทางที่สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แหล่งกลางแต่ละแห่งจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามหน้าที่ของแต่ละแหล่งกลางนั้น ดังนั้น จึงได้มีการแบ่งพื้นที่การใช้ที่ดินภายในเมืองตามหน้าที่หลักออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) ศูนย์กลางเมือง ได้แก่ พื้นที่ที่ใช้เป็นย่านการค้า การบริหาร และการบริการทางสังคม กิจกรรมต่าง ๆ เช่น ร้านค้า สำนักงาน ธนาคาร สถานที่ราชการ ที่ทำการหน่วยงานบริหาร สำนักงานเทศบาล พิพิธภัณฑ์ โรงภาพยนตร์ เป็นต้น 2) ย่านอุตสาหกรรม คือบริเวณที่ตั้งอุตสาหกรรมการผลิต และอุตสาหกรรมบริการขนาดใหญ่ 3) ย่านพักอาศัย คือ บริเวณที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยของประชากร เช่น อาคารพักอาศัย สวนสาธารณะ รวมทั้งการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ เช่น ย่านการค้าภายในท้องถิ่น ที่ว่าง อุสาหกรรมบริการขนาดเล็ก 4) ที่ว่าง(Open Space) ส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณที่พักอาศัย พื้นที่ในโรงเรียน โรงพยาบาล และสถาบันต่าง ๆ รวมทั้งบริเวณที่ใช้ในการพักผ่อนหย่อนใจ เช่น สวนสาธารณะ และที่ว่างย่านชานเมือง(Lewis and Keeble.1969 : 99 อ้างใน กนกภรณ์ ทองขาว: 2545)

สรุปจากทฤษฎีแหล่งกลางและทฤษฎีแหล่งศูนย์กลางจะมีแนวความคิดสอดคล้องว่า รูปแบบการใช้ที่ดินมีความแตกต่างกันตามกิจกรรมของแต่ละชุมชน ไม่ได้เกิดจากการขยายตัวของความเจริญจากศูนย์กลางเมืองเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกิดจากการขยายตัวของศูนย์กลางชุมชนย่อย ๆ แต่ละประเภทอีกด้วย ดังนั้น การใช้ที่ดินขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญคือ รูปแบบการใช้ที่ดินในพื้นที่นั้น และมีความเชื่อมโยงของระบบคมนาคมขนส่ง และการเป็นพื้นที่ศูนย์กลางเมืองในย่านการค้าที่มีกิจกรรมการให้บริการและสำนักงาน

2.3.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning)

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2539: 11-12) อ้างใน กนกภรณ์ ทองขาว (2545) ได้อธิบายว่า ในการวางผังการใช้ที่ดินในศูนย์ราชการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุด สามารถรองรับความต้องการ และการขยายตัวของหน่วยราชการได้อย่างเหมาะสม ถูกต้องตามหลักวิชาการด้านผังเมือง และมีการใช้ที่ดิน และอาคารภายในบริเวณศูนย์ราชการจังหวัด ดังนี้

1) กำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning) เนื่องจากบริเวณศูนย์ราชการมีการใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมหลายประเภท จึงจำเป็นที่จะต้องมีการจัดระเบียบการใช้ที่ดิน เพื่อให้สามารถ

รองรับการขยายงานของหน่วยงานในอนาคต ให้มีความสง่างาม มีพื้นที่โล่ง พื้นที่อนุรักษ์ ตลอดจนย้ายกิจกรรมที่ไม่มีความสัมพันธ์ออกจากพื้นที่

2) การใช้ประโยชน์อาคาร โดยมีอาคารศูนย์ราชการเป็นที่รวมของหน่วยงานที่มีลักษณะบริหาร และควรเป็นอาคารที่ใช้ประโยชน์ร่วมกันสำหรับงานที่มีลักษณะเดียวกัน รวมทั้งอาคารที่ใช้ประโยชน์ร่วมกัน เช่น อาคารหอประชุม

3) การจัดกลุ่มพื้นที่ใช้สอยสำหรับหน่วยงาน มุ่งเน้นให้มีการรวมกลุ่มหน่วยงานที่มีลักษณะงานหลักสัมพันธ์กันให้อยู่ในกลุ่มอาคารเดียวกัน

4) ระบบการสัญจร และที่จอดรถ โดยให้ความสำคัญกับการปรับปรุงโครงข่ายถนนและสภาพถนนให้มีความเหมาะสม เพียงพอ มีความสะดวกในการเข้าถึง และการเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รวมทั้งมีทางเดินระหว่างอาคารที่มีความร่มรื่น เพื่อส่งเสริมให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดี

5) สภาพแวดล้อม ปรับปรุงและส่งเสริมให้มีสภาพแวดล้อมและภูมิทัศน์ที่ดี โดยให้ความสำคัญกับพื้นที่โล่งสีเขียว

กรมโยธาธิการและผังเมือง (2547) ได้กำหนดว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่มีการควบคุมหรือการวางผังเมือง จะมีลักษณะที่ปะปนกันไม่เป็นระเบียบ เกิดความแออัดจะกระจุกตัวอยู่ที่ศูนย์กลางและกระจายออกไปรอบนอกชุมชนอย่างไร้ทิศทางและแบบแผน การวางผังเมืองเป็นการจัดระเบียลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบคมนาคมขนส่งและเตรียมรองรับการขยายตัวของเมืองในอนาคต โดยการพิจารณาแผนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการพิจารณาจากการใช้อาคารและที่ดินที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีพ แบ่งออกเป็น (1) ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย (2) ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพาณิชยกรรมเป็นลักษณะเด่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเมืองเป็นบริเวณที่มีการรวมตัวของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เข้มข้น เป็นศูนย์กลางธุรกิจกาพาณิชย์และการบริการ แบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ 1) ร้านค้าเบ็ดเตล็ด และตลาดสด เป็นสถานที่จำหน่ายสินค้าเบ็ดเตล็ดของชุมชน มีขนาดพื้นที่เล็กและกระจายตัวอยู่ทั่วไป 2) ศูนย์พาณิชยกรรมในเมือง เป็นบริเวณที่กว้างใหญ่ที่สุดและหนาแน่นที่สุดของธุรกิจการค้าขายและการให้บริการ สำนักงานให้บริการ โรงแรม และอื่น ๆ (3) ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม โดยแบ่งที่ดินประเภทอุตสาหกรรมออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ 1) ประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า 2) ประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ 3) ประเภทคลังสินค้า (4) ที่ดินประเภทที่สงวนและควบคุมการพัฒนา แบ่งที่ดินประเภทนี้ออกเป็น 4 ประเภท คือ 1)ประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม 2) ประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม 3) ประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมไทย 4) ประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและรักษาคุณภาพและสิ่งแวดล้อม

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540: 5-7) ได้ศึกษาและสรุปไว้ว่า ควรจัดแบ่งพื้นที่(Zoning) สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ออกเป็น 3 ส่วนคือ พื้นที่สาธารณะ (Public Zone) ได้แก่

สำนักงาน พื้นที่โล่ง พื้นที่จอดรถ และพื้นที่เพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อยกระดับสภาพแวดล้อม พื้นที่กึ่งสาธารณะ(Semi-Public Zone) ได้แก่ บ้านพักรับรอง และพื้นที่สำหรับพักผ่อน หรือนันทนาการ พื้นที่ส่วนตัว(Private Zone)

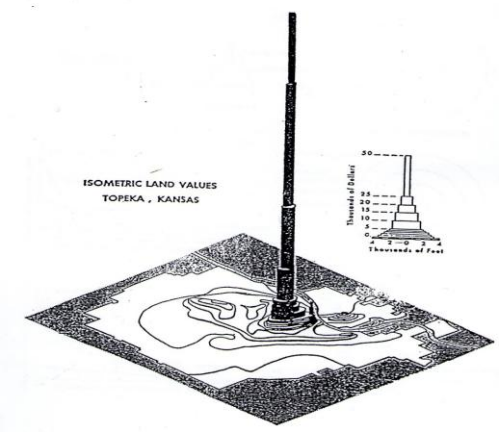
James A. LaGro. (2008 : 227-228) กล่าวว่า การวางแผนอยู่บนแนวความคิดหลักของการแสดงผังการใช้สถานที่ หรือสิ่งที่ไร้ความถาวร ทำให้ดีขึ้นสำหรับกิจกรรมเหล่านี้ หรือการแบ่งเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งลำดับแรกมีการแสดงตำแหน่งของอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง และรูปแบบการหมุนเวียนที่เป็นอันดับรองลงมา และการขับเคลื่อนตัวของขบวนการวางแผนเพิ่มเติมที่จะนำไปสู่ขั้นตอนของการพัฒนาการออกแบบกำหนดขอบเขต หรือวิวัฒนาการได้อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 2.1 ข้อคิดเห็นและการถ่ายทอดเป็นรูปสถานที่ในการดำรงอยู่ตามสภาพแวดล้อม (อ้างจาก James A. LaGro, 2008 : 227)

ลำดับ	ส่วนประกอบเฉพาะ
- ที่ว่างโล่ง (Open Space)	- พื้นที่พักผ่อนหย่อนใจในลักษณะความสงบ ผ่อนคลายความเครียด เช่น การชื่นชมภูมิทัศน์ ฟังดนตรี นั่งเล่น ฯลฯ - พื้นที่พักผ่อนหย่อนใจที่ต้องใช้แรงในการดำเนินกิจกรรม เช่น ออกกำลังกาย เดิน วิ่ง พายเรือ ขี่จักรยาน ฯลฯ - พื้นที่คุ้มครองหรืออนุรักษ์ (Conservation Areas) ป้องกันทรัพยากร
- การหมุนเวียนจากการขับเคลื่อน (Vehicle Circulation)	- ถนน และเส้นทางเข้าหลัก - ขอบเขตตำแหน่งจุดจอดรถรับ/ส่ง - พื้นที่จอดรถ - พื้นที่ลำเลียงและขนถ่ายสินค้า และพื้นที่บริการ - เส้นทางสัญจรเดินเท้า หรือ บาทวิถี - ทางเดินเข้าอาคาร หรือสถานที่ - ทางเดินที่ตัดขวางถนน - ลาน, นอกชาน และจุดเชื่อมต่ออื่น ๆ
- การหมุนเวียนอื่นๆ (Other Circulation)	- ทางจักรยาน - สถานีหรือจุดหยุดเพื่อเชื่อมต่อการเดินทาง
- อาคาร หรือสิ่งก่อสร้าง (Building)	- การใช้งานที่มีหลายรูปแบบ
- สาธารณูปโภค (Utilities)	- แนวท่อ หรือแนวเส้นทางสำหรับการใช้งานร่วมกัน - สถานียกระดับน้ำดี/น้ำเสีย
- ภาพ หรือมุมมอง (View)	- ตำแหน่งสถานที่ที่ให้เกิดการมองเห็นได้ชัดเจน - ตำแหน่งที่มองเห็นสถานที่ที่มองเห็นชัดเจน

เลิศวิทย์ รังสิรักษ์ (2546) ได้อธิบายว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินมี 4 ประเด็นหลัก ดังนี้ 1) Functional Space คือ หน้าที่ใช้สอยของพื้นที่(ที่ตั้ง ขนาดของพื้นที่ สิ่งแวดล้อม โครงสร้าง) รูปแบบของอาคาร พื้นที่อาคารปกคลุมดิน จำนวนชั้น พื้นที่รวม ความสูง สภาพอาคาร การใช้ประโยชน์พื้นที่ว่าง และลักษณะการใช้ที่ดินเดิม 2) Activity Systems คือ รูปแบบหรือกิจกรรมประจำวันที่เกิดขึ้นภายในเมือง โดยดูว่ากิจกรรมนั้น ๆ มีการติดต่อกับกิจกรรมอื่น ๆ อย่างไร มีปัญหาอย่างไร และจะแก้ไขอย่างไร 3) Developability คือ ศึกษาขีดความสามารถในการรองรับกิจกรรมแต่ละอย่างว่าจะนำไปใช้ในการพัฒนาได้มากน้อยแค่ไหน 4) Imagebility คือ การมองการใช้ประโยชน์ในเชิงสุนทรียภาพ จินตภาพ เช่น เควินซ์ ลินซ์ “ Image of city”

สรุปจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน(Zoning) มีการใช้ลักษณะทางกายภาพของการใช้ที่ดินที่เป็นประเภทสถาบันราชการ และแนวทางการจัดแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซนพื้นที่ของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และกิจกรรมของการใช้งานพื้นที่และอาคาร และสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เพื่อช่วยสนับสนุนให้กิจกรรมดำเนินการในการจัดโซนพื้นที่ควบคุมพลังงานของพื้นที่ศึกษา ซึ่งสภาพทางกายภาพของพื้นที่ที่มีราคาของที่ดินในเมืองสูงตามการพัฒนาความเจริญของพื้นที่ที่อยู่ใกล้เคียงย่านศูนย์กลางธุรกิจของเมือง (CBD) ที่ปัจจุบันกิจกรรมที่เป็นธุรกิจกลางของเมืองใหญ่ ๆ ที่อยู่ใจกลางเมืองต้องประสบปัญหาต่าง ๆ เช่น การจราจรติดขัด ราคาที่ดินสูง ความแออัด และความเสื่อมโทรม ประกอบกับมีความเจริญก้าวหน้าด้านการสื่อสารและคมนาคม มีความสะดวกในการเข้าถึง มีระบบโครงข่ายถนนที่ได้มาตรฐานและสามารถเชื่อมต่อกับบริเวณอื่น ๆ เพื่อความสะดวกในการสัญจร (กนกอร บัวแก้ว: 2549) โดยมีการแสดงรายละเอียดของราคาที่ดินที่อยู่ในเขตย่านศูนย์กลางธุรกิจของเมือง (CBD) ตามภาพที่ 2.3



ที่มา : Murphy (1966) (อ้างโดย เลิศวิทย์ รังสิรักษ์.2546)

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างราคาที่ดินในเมือง

2.4 แนวคิดทฤษฎีจินตภาพของเมือง

ทฤษฎีจินตภาพของเมือง คือ การศึกษาหาองค์ประกอบทางด้านกายภาพของพื้นที่และชุมชน ที่ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของพื้นที่ ทำให้ผู้ที่ใช้สอยพื้นที่สามารถรับรู้ลักษณะของพื้นที่และจดจำได้ การศึกษาหาองค์ประกอบทางกายภาพของเมืองนั้นได้ โดยอาศัยหลักการทฤษฎีจินตภาพชุมชนเมือง(Image of the city) ของ เควิน ลินซ์(Kevin G. Lynch - Clerk of the Privy Council and Secretary to the Cabin) ประกอบด้วย สิ่งต่าง ๆ ที่มีความหมายพิเศษอีกหลายประการ เช่นสิ่งที่เป็นอนุสรณ์เตือนความจำ ความเคยชิน ความมุ่งหวัง ผู้คน สถานที่ และกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งมโนภาพที่สร้างขึ้น หรือจินตภาพของเมือง คือ ภาพรวมของเมืองที่มาจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่เป็นจริงของเมือง ส่วนประกอบที่สำคัญในการรับรู้ของเมืองที่เรียกว่าภาพลักษณ์(Image) นั้นมีอยู่สามประการได้แก่ เอกลักษณ์ของเมือง(Identity) โครงสร้างของเมือง(Structure) และความหมาย(Meaning) ที่ใช้วิธีการบันทึกแผนที่(Mapping System) เป็นการบันทึกจินตภาพของแต่ละบุคคลที่แสดงถึงการรับรู้สภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนของเมือง โดยการลดรูปความซับซ้อนลงและเป็นองค์ประกอบหลักของจินตภาพเมือง(Lynch: 1971) ซึ่งได้แบ่งแยกองค์ประกอบทางกายภาพของชุมชนเมืองออกเป็น 5 ประการ ดังนี้

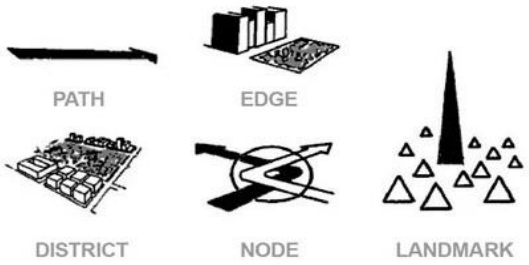
1) **เส้นทาง(Path)** หมายถึง ช่องทางที่ใช้สัญจรเป็นเส้นทางติดต่อกับชุมชน หรือไปยังที่ต่าง ๆ ภายในเมือง ได้แก่ ถนน ตรอก ซอย ทางเท้า ทางรถไฟ แม่น้ำ ซึ่งเส้นทางเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้คนสามารถเห็นสภาพภูมิทัศน์ของเมืองได้ในขณะที่เคลื่อนที่ไปตามเส้นทาง

2) **ขอบ(Edge)** หมายถึง องค์ประกอบเชิงเส้นที่เน้นการกำหนดขอบเขตของสิ่งสองสิ่งที่ต่อเนื่องซึ่งอาจจะเป็นการแยกออกจากกัน หรือเชื่อมต่อกันก็ได้ เช่น แม่น้ำ กำแพงเมือง คูเมือง คูน้ำ คันดิน ทำให้เกิดความชัดเจนในแง่ของจุดเริ่มต้นหรือจุดสุดท้าย ซึ่งเป็นการแบ่งพื้นที่หนึ่งไปยังพื้นที่อื่น

3) **ศูนย์กลางหรือศูนย์ชุมชน(Node)** หมายถึง บริเวณศูนย์รวมของกิจกรรม ซึ่งมักจะเกิดความเคลื่อนไหวของกิจกรรมมีผู้คนหนาแน่น เป็นจุดเริ่มต้นการเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง หรือเป็นที่รวมความหนาแน่นของกิจกรรมบางอย่าง เช่น หัวมุมถนน สถานีขนส่ง ตลาดสด ตามแยกถนนต่าง ๆ

4) **ย่าน(Districts)** หมายถึง ที่ที่มีความคล้ายคลึงกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน หรือทางสถาปัตยกรรม หรือกิจกรรมที่เกิดขึ้น หรืออาจเป็นย่านที่มีความสำคัญในอดีตโดยที่มีอาณาบริเวณแสดงขอบเขตได้ชัดเจน ขนาดพื้นที่เล็กหรือใหญ่ก็ได้ไม่จำกัด

5) **ภูมิสัญลักษณ์(Landmarks)** หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเด่นภายในชุมชนเมืองที่ปรากฏแก่สายตา คือ สิ่งที่แสดงออกถึงจุดเด่น หรือมีความแตกต่างชัดเจนจากสิ่งแวดล้อมใช้เป็นจุดอ้างอิงในการรับรู้หรือจดจำ



ที่มา : Kevin Lynch. 1960,The Image of The City, pp. 47-48

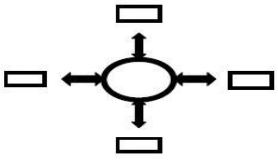
ภาพที่ 2.4 องค์ประกอบของเมืองทั้ง 5 ตามทฤษฎีจินตภาพของเมือง

สรุปจากการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการรับรู้จินตภาพของพื้นที่ สามารถใช้องค์ประกอบของเส้นทาง(Path) และขอบ(Edge) เพื่อใช้ประกอบการจำลองแนวเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคและแนวถนนที่ใช้การวิเคราะห์แบ่งโซนพื้นที่ ส่วนศูนย์กลางหรือศูนย์ชุมชน(Node) จะช่วยในการวิเคราะห์แนวมุมถนนที่เป็นทางแยก ดังนั้นการนำแนวคิดขององค์ประกอบทางกายภาพจินตภาพของชุมชนเมืองมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ขนาดเล็กของพื้นที่ศึกษา เพื่อจะทำให้ง่ายต่อการรับรู้เข้าใจและจดจำลักษณะสภาพทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาและทำการแก้ไขด้วยการปรับปรุง หรือเพิ่มเติมองค์ประกอบที่ด้อยคุณภาพ หรือขาดตกบกพร่องให้สมบูรณ์ขึ้น และจัดเส้นทาง เส้นขอบได้อย่างชัดเจน และเกิดความโดดเด่นของพื้นที่

2.5 แนวคิดกระบวนการวางผังบริเวณ

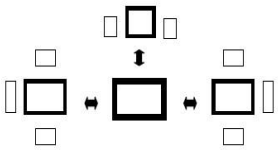
เดชา บุญค้ำ (2532) อ้างใน จำเลือง เกตุทอง (2549) กล่าวว่า รูปแบบการจัดวางผังแม่บทและการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพพื้นที่ งบประมาณ นโยบาย เป็นต้น และต้องคำนึงถึงระยะทางการเดินทางที่เหมาะสมระหว่างส่วนต่าง ๆ ภายในพื้นที่ สามารถแยกได้ 6 รูปแบบ ดังนี้

1) **Central Pattern of Growth (Concentric or Redial)** เป็นการจัดผังที่มีการใช้พื้นที่แบบมีส่วนใช้สอยร่วม และให้อยู่ในบริเวณส่วนกลาง การจัดแยกแบบนี้มีข้อดีคือ การรวมกลุ่มที่กระชับ ส่งเสริมให้เกิดการใช้สอยร่วมกัน ทำให้เกิดความประหยัด และมีข้อเสียคือ กลุ่มใช้สอยกลางอาจถูกปิดล้อมทำให้ขยายตัวได้ยาก



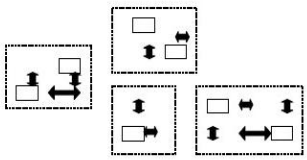
ภาพที่ 2.5 รูปแบบ Central Pattern of Growth (Concentric or Redial)

2) **Molecular (Cluster, Satettlelite, Campus)** เป็นการจัดผังแบบแยกออกเป็นอาคารแต่ละส่วน มีข้อดีคือ แต่ละอาคารจะมีการบริหารและบริการของตนเองที่สะดวก รวดเร็ว และลดความยุ่งยากในการติดต่อ ส่วนข้อเสียคือ มีความสิ้นเปลืองในการบริหาร บริการและการลงทุนสูงมาก



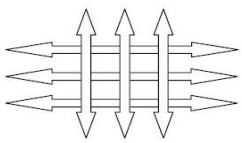
ภาพที่ 2.6 รูปแบบ Molecular (Cluster, Satettlelite, Campus)

3) **Zonal Pattern of Growth** เป็นการจัดผังแบบกลุ่มตามการใช้สอย องค์ประกอบในแต่ละกลุ่มสามารถขยายตัวได้ในขอบเขตของกลุ่ม การจัดแบบนี้มีข้อดีคือ แต่ละองค์ประกอบสามารถขยายตัว โดยส่งผลกระทบกับส่วนอื่น ๆ น้อยและแบ่งแยกเขตการใช้สอยได้อย่างชัดเจน ส่วนข้อเสียคือ ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาจทำได้อย่างจำกัด หลีกเลี่ยงการตัดกันของถนนและทางเดินเท้าได้ยาก



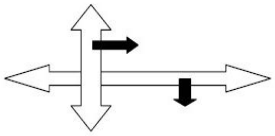
ภาพที่ 2.7 รูปแบบ Zonal Pattern of Growth

4) **Grid (Cellular) Pattern of Growth** เป็นกลุ่มการใช้แยกออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนสามารถขยายตัวได้ตามตาราง ซึ่งอาจกำหนดโดยถนน หรือทางเดินที่จะเป็นตัวแยกส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ออกจากกัน การจัดแบบนี้มีข้อดีคือ มีความเป็นระเบียบขององค์ประกอบทางด้านสาธารณูปโภคและการบำรุงรักษา ส่วนข้อเสียคือ เกิดความสับสนในการใช้สอยได้ง่าย ขาดความกระชับขององค์ประกอบและไม่ประหยัด



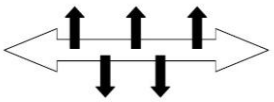
ภาพที่ 2.8 รูปแบบ Grid (Cellular) Pattern of Growth

5) **Axial (Cross) Pattern of Growth** เป็นการจัดองค์ประกอบที่ให้ส่วนกลาง มีลักษณะเป็นแกนยาว 2 แกนตัดกันและขยายตัวออกไปได้ 4 ทิศทาง ส่วนองค์ประกอบอื่นตั้งฉากกับแกนทั้งสอง การจัดแบบนี้มีข้อดีคือสามารถขยายส่วนบริหารและบริการออกไปตามการขยายตัวขององค์ประกอบอื่นได้ แต่มีข้อเสียคือ หากมีการขยายตัวมากไปเกิดความสับสนในการสัญจร และการบริหารและบริการจะลดลงตามระยะทาง



ภาพที่ 2.9 รูปแบบ Axial (Cross) Pattern of Growth

6) **Linear Pattern of Growth** เป็นส่วนใช้สอยกลางที่มีลักษณะเป็นแนวแกนยาว ขยายตัวออกไปได้ 2 ข้าง องค์ประกอบอื่นตั้งฉากกับแกนกลางนี้ และอาจขยายออกไปได้ในแนวที่ตั้งฉากเช่นกัน ข้อดีของการจัดแบบนี้คือความสามารถในการขยายตัวออกไปได้



ภาพที่ 2.10 รูปแบบ Linear Pattern of Growth

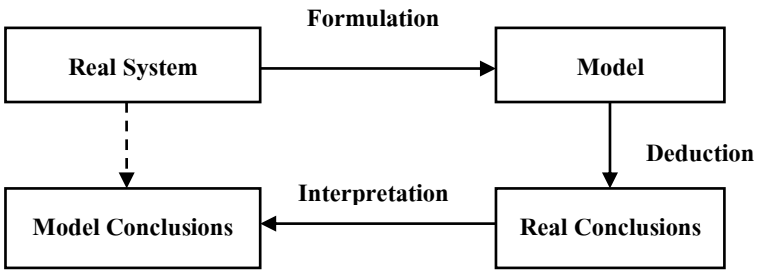
เดชา บุญค้ำ (2554) ได้อธิบายว่า การวางผังบริเวณจะมีขั้นตอนที่เป็นเหตุเป็นผลกัน และมีลักษณะเป็นเส้นตรง แต่อาจไม่เสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอน จึงมีการทำงานซ้ำซ้อนทับกัน (Overlaping) และมีการเคลื่อนไหว (Dynamic) และการย้อนกลับ (Feedback) ไปทำงานเพิ่มเติมในส่วนที่ผ่านมา โดยอาศัยหลักเทคนิควิธีการ (Method) และแนวคิดต่าง ๆ มาผสมผสานกัน ได้แก่ 1) ผังการใช้ที่ดินมีวิวัฒนาการออกมาจากขั้นตอนการวิเคราะห์ เป็นการแสดงให้เห็นการจัดประโยชน์ใช้สอยทั่ว ๆ ไปของผังในแง่ของประเภทกิจกรรม การเชื่อมต่อ และความหนาแน่น และจะต้องจัดการรวมกลุ่มกิจกรรมต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกันในลักษณะที่มีหน้าที่ใช้สอย และความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน มีการประเมินผลตัวเชื่อมต่อระหว่างการใช้ที่ดินต่าง ๆ ตัวเชื่อมต่ออาจเป็นการเคลื่อนตัวของคน สินค้า โครงข่ายการคมนาคม หรือเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างทิวทัศน์ต่าง ๆ และมาตรฐานความหนาแน่น กิจกรรม และแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ จะต้องนำมาประเมินชั่งน้ำหนักเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดออกมา 2) สิ่งที่นักวางผังบริเวณทุกคนควรที่จะต้องสนใจ ได้แก่ การจัดระบบการสัญจรของรถและทางสัญจรของคน แต่ระบบสาธารณูปโภคและโครงข่ายคมนาคม จะต้องมีความสัมพันธ์โดยตรงกับถนนและทางเท้า ท่อน้ำประปา ท่อน้ำเสีย ท่อแก๊ส ท่อน้ำมัน สายไฟฟ้าและโทรศัพท์ ซึ่งควรฝังระบบสาธารณูปโภคและระบบการติดต่อสื่อสารไว้ใต้ดิน แต่เนื่องจาก

งบประมาณที่จำกัด ทำให้งบประมาณเป็นตัวแปรในการตัดสินใจที่สำคัญอย่างหนึ่ง 3) แนวคิดด้านสาธารณูปโภคว่า จะต้องจัดทำผังสาธารณูปโภคทุกชนิดที่อยู่ในบริเวณ โดยแนวเส้นทางสาธารณูปโภคควรอยู่ในที่โล่งหรือใต้ถนน เพื่อที่จะได้บำรุงรักษาสะดวก และน้ำเป็นสาธารณูปโภคที่สำคัญ หากนอกเขตชุมชนไม่มีระบบประปา อาจจำเป็นที่จะต้องต่อท่อหลักเป็นระยะทางหลายกิโลเมตรเข้ามาในบริเวณร่วมกับระบบสาธารณูปโภคอื่น ๆ

สรุปจากแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการวางผังบริเวณ สามารถที่จะนำรูปแบบการจัดวางผังแม่บทที่มีวิธีการรูปแบบลักษณะที่แตกต่างกันออกไปหลายวิธีตามแต่เงื่อนไขและการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพพื้นที่ งบประมาณ นโยบาย เป็นต้น และมีการใช้ระยะทางการเดินทางที่เชื่อมระหว่างส่วนต่าง ๆ ภายในพื้นที่ ดังนั้น การใช้หลักการวางผังบริเวณที่ดีเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ทางกายภาพและประยุกต์ใช้ร่วมกับการสร้างแบบจำลองถนนเส้นใหม่เชื่อมต่อถนนเส้นเดิมเป็นรูปโครงข่ายถนนตาตาราง(Grid Pattern) เพื่อการแยกพื้นที่ออกเป็นส่วน ๆ และมีการขยายตัวในแนวถนน หรือทางเดินที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ความเป็นระเบียบขององค์ประกอบทางด้านสาธารณูปโภค และอำนวยประโยชน์ในการบำรุงรักษา สร้างระบบการสัญจร(ถนน) และการจัดโซนพื้นที่ในการควบคุมพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 แนวคิดการวิจัยการดำเนินงาน

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง (2553) ได้อธิบายว่า การวิจัยดำเนินงานคือ หลักเกณฑ์การตัดสินใจที่จะวางแผนระบบคน และเครื่องจักรให้ดีที่สุด ภายใต้เงื่อนไขที่มีทรัพยากรจำกัด ลักษณะสำคัญของการวิจัยการดำเนินงานจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวแบบการวิจัยการดำเนินงานที่สำคัญคือ ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ในการสร้างตัวแบบนี้จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงๆ จะต้องตั้งข้อสมมุติว่า ทุก ๆ ตัวแปรที่สัมพันธ์กันเป็นแบบเชิงปริมาณ ความสัมพันธ์ของตัวแบบอยู่ในรูปฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายถึงพฤติกรรมของระบบ ผลลัพธ์ของตัวแบบที่สร้างขึ้นหาได้โดยใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เมื่อได้ผลลัพธ์ของตัวแบบที่สร้างขึ้นแล้วจึงตีความหมายออกมาในรูปของระบบปัญหาจริง ๆ แสดงไว้ตามภาพที่ 2.11



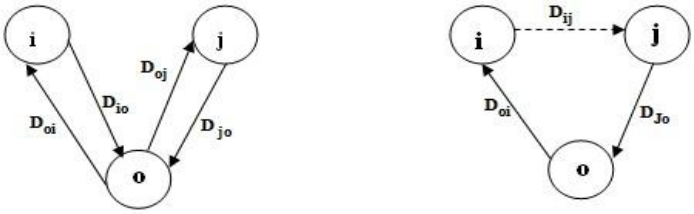
ภาพที่ 2.11 รูปแบบของระบบปัญหาจริง

สรุปจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตัวแบบปัญหาการขนส่ง เป็นตัวแบบแทนปัญหาการขนส่งทรัพยากรระหว่างแหล่งต่าง ๆ เช่น การจัดส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปให้ลูกค้าในสถานที่ต่างกัน หรือการขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังคลังสินค้าต่าง ๆ โดยให้เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำสุด หรือใช้เวลาขนส่งน้อยที่สุด เป็นต้น และตัวแบบข่ายงาน (Network Models) สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวางท่อประปา การตัดถนน การเดินสายไฟฟ้า โทรศัพท์ และอื่น ๆ โดยมีเป้าหมายคือ ระยะทางสั้นที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

2.7 แนวคิดการใช้ฮิวริสติก(Heuristic) ในการแก้ปัญหา

กนกภรณ์ ฐิตโชติ (2540) ได้อธิบายว่า Heuristic เป็นวิธีการ บรรทัดฐาน หรือหลักเกณฑ์สำหรับการตัดสินใจที่จะเลือกปฏิบัติหรือกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งจากทางเลือกที่สามารถทำให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายได้มากที่สุด ซึ่งจำเป็นต้องเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่ไม่ได้รับประกันว่าจะหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ แต่ก็สามารถหาคำตอบที่ดีเพียงพอต่อการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการกำหนดเป้าหมาย(Goal) หรือวัตถุประสงค์(Objective) ในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาอย่างละเอียด เพื่อหาปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการแก้ปัญหาและเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหามีหลักวิธีการสำคัญ 4 รูปแบบดังนี้ 1) Error Analysis เป็นวิธีหาค่าความแตกต่างจากจุดใดจุดหนึ่งถึงจุดมุ่งหมาย เพื่อที่จะได้ทราบว่าในขณะนี้อยู่ห่างจากจุดมุ่งหมายมากน้อยเพียงใด 2) Optimization Method ใช้หลักการวิจัยดำเนินงาน(Operation Research) มาเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ทำให้บรรลุเป้าหมายได้มากที่สุด 3) Use Statistical Information เป็นการนำข้อมูลทางสถิติที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งข้อมูลทางสถิติอาจบ่งบอกว่าทางเลือกใดมีความเป็นไปได้มากกว่าทางเลือกอื่น ๆ 4) Problem Decomposition เป็นการแตกปัญหาที่เกิดขึ้นออกเป็นข้อย่อย ๆ และกำหนดเป้าหมายสำหรับปัญหาข้อย่อย (Sub-goal) และค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่จะทำให้บรรลุ Sub-goal เหล่านั้น ซึ่งเทคนิคนี้จะทำให้การแก้ปัญหาที่ใหญ่มาก ทำได้ง่ายขึ้น

Clarke and Wright (1964) อ้างใน ณรงค์ บ่อวารี (2552) กล่าวว่า เป็นวิธีที่อาศัยการกำหนดกฎเกณฑ์บางประการขึ้นมา เพื่อหาคำตอบที่ดีและเหมาะสมในระดับหนึ่ง และสามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ และสลับซับซ้อนมากหรือตัวแบบที่ไม่สามารถกำหนดได้อย่างชัดเจน ถึงแม้จะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด แต่จะเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ที่สามารถหาได้ในช่วงเวลาจำกัด สำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนและยุ่งยาก และช่วยแก้ปัญหาที่ไม่สามารถกำหนดรูปแบบได้ชัดเจน โดยประยุกต์วิธี The Saving Algorithm โดยการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า พิจารณาจากระยะทางการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้า(o) ไปจนถึงตำแหน่งของลูกค้า i และ j โดยที่ S_{ij} คือต้นทุนระยะทางการขนส่งสินค้าที่ประหยัดได้จากผลของการเชื่อมโยง(i , j) ทำให้เกิดเส้นทาง(o ,i , j) ดังมีการแสดงไว้ในภาพที่ 2.12



(a) การจัดส่งสินค้าไป-กลับทุก ๆ จุดส่งสินค้า (b) การบรรทุกขนส่งสินค้าเข้าด้วยกัน

ภาพที่ 2.12 ระยะทางจากคลังสินค้า(o) ไปยังลูกค้า i และ j

ดังนั้นจะได้สมการหาระยะทางในการขนส่งสินค้า 1 เที่ยว (ไป-กลับ) ดังนี้

$$\mathbf{S_{oi}} = 2\sum_{i=1}^{n} D_{oi} \quad \text{หรือ} \quad \mathbf{S_{oj}} = 2\sum_{j=1}^{n} D_{oj} \qquad (1)$$

โดยที่ $oi = io$ และ $oj = jo$ เมื่อ $1 \leq i, j \leq n$

และจะได้สมการในการคำนวณค่าประหยัด เท่ากับ

$$S_{ij} = (D_{oi} + D_{io} + D_{oj} + D_{jo}) - (D_{oi} + D_{jo} + D_{ij})$$

$$\mathbf{S_{ij} = D_{io} + D_{oj} - D_{ij}} \qquad (2)$$

โดยที่ $D_{ij} = D_{ji}$ เมื่อ $1 \leq i, j \leq n$

O คือ จุดเริ่มต้นในการขนส่งสินค้าไปให้ลูกค้า i และ j

S_{ij} คือ ค่าประหยัดระหว่างจุดส่งสินค้า i และ j

D_{oi} คือ ระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า o และ i

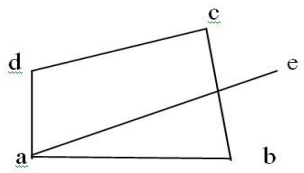
D_{oj} คือ ระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า o และ j

D_{ij} คือ ระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า i และ j

สรุปจากการนำแนวคิดการใช้ฮิวริสติกเพื่อการแก้ปัญหาทางกายภาพ โดยประยุกต์วิธี The Saving Algorithm มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ เพื่อสร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และกราฟิกของโครงข่ายถนนสำหรับการจัดโซนพื้นที่และจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้างให้สอดคล้องกับระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสารการบิน) เพื่อใช้ในการแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมพลังงานและพัฒนาเพิ่มศักยภาพของการใช้ที่ดินของพื้นที่ศึกษา

2.8 แนวคิดปัญหาต้นไม้แบบทอดข้ามน้อยสุด

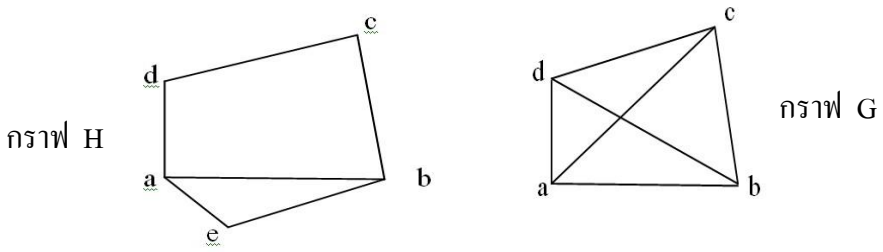
กานดา ลือสุทธิวิบูลย์ และยุพิน จิรสุขานนท์ (2548) ได้อธิบายว่า **บทนิยาม** วัฏจักร (Cycle) คือ วงจรที่ไม่มีจุดยอดซ้ำกัน ยกเว้น จุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย และต้นไม้ (Tree) คือ กราฟเชื่อมโยงที่ไม่มีวัฏจักร หรือไม่มีวงจร โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 กราฟ G ที่มีการเชื่อมโยง ไม่มีวัฏจักร

บทนิยาม กราฟย่อย(Subgraph) ของกราฟ G คือ กราฟที่ประกอบด้วยจุดยอด และเส้นเชื่อมใน G สำหรับกราฟ H จะเป็นกราฟย่อยของกราฟ G โดยแสดงไว้ในภาพที่ 2.14

เมื่อ $V(H) \subset V(G)$ และ $E(H) \subset E(G)$



ภาพที่ 2.14 กราฟ H เป็นกราฟย่อยของกราฟ G

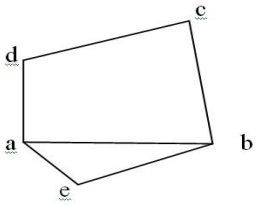
เนื่องจาก $V(H) = \{a,b,c,d\} \subset V(G)$

$E(H) = \{ab,bc,cd,ad\} \subset E(G)$

เพราะ $V(G) = \{a,b,c,d\}$

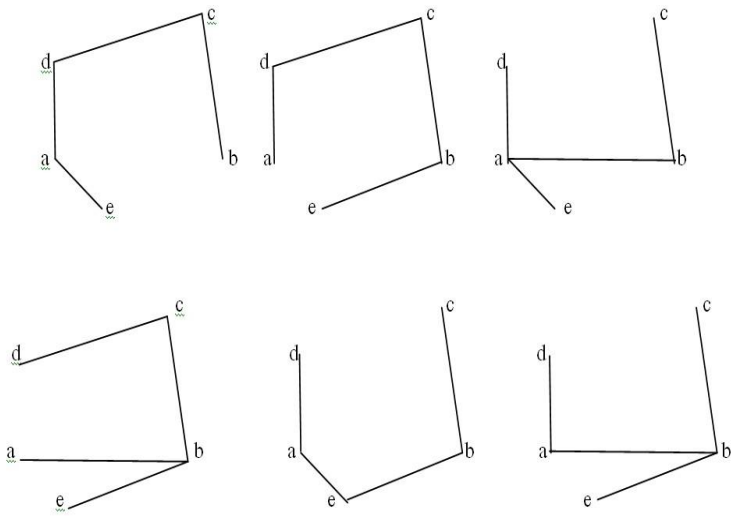
และ $E(G) = \{ab,ac,bc,bd,cd,da\}$

บทนิยาม ต้นไม้ทอดข้าม หรือต้นไม้แผ่ทั่ว(Spanning Tree) คือ ต้นไม้ที่เป็นกราฟย่อยของกราฟเชื่อมโยง G ที่ประกอบด้วยจุดยอดทุกจุดของ G โดยแสดงไว้ในภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 กราฟ G ที่ประกอบด้วยจุดยอดทุกจุดของ G

จากภาพที่ 2.15 กราฟ G จะมีต้นไม้ทอดข้าม หรือต้นไม้แผ่ทั่วของ G คือ



ภาพที่ 2.16 กราฟต้นไม้ทอดข้าม หรือต้นไม้แผ่ทั่วของ G

บทนิยาม ต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด หรือต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุด(Minimum Spanning Tree) คือ ต้นไม้ที่มีผลรวมของค่าน้ำหนักของแต่ละเส้นเชื่อมน้อยที่สุด

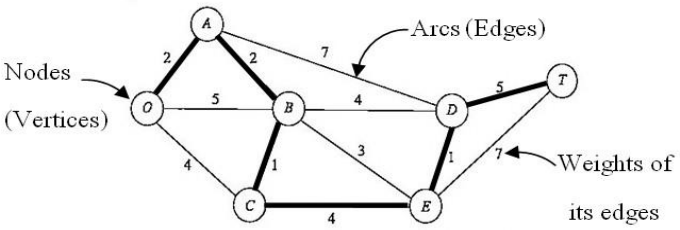
ต้นไม้เป็นกราฟที่ไม่ระบุทิศทาง ซึ่งมีการเชื่อมโยงและไม่มีวัฏจักรหรือวงจร จะแสดงให้เห็นว่า ถ้ากราฟ G (V, E) เป็นกราฟที่ไม่ระบุทิศทาง ที่ตอบสนองใด ๆ ของสองคุณสมบัติแล้ว และมีการตอบสนองคุณสมบัติที่สาม ดังนั้นจึงเป็นต้นไม้

- กราฟ G (V, E) มีการเชื่อมต่อ
- กราฟ G (V, E) ไม่เป็นวัฏจักร
- $|E| = |V| - 1$ เป็นการหาค่าของจำนวนเส้นเชื่อมโยงโหนด(ทุกโหนด)

โดยพิจารณาหาผลรวม (W) ของค่าน้ำหนัก ระยะทาง หรือทรัพยากรอื่น ๆ (u ,v) สำหรับการใช้แทนค่าในสมการที่ (3)

- น้ำหนัก w(u,v) ของแต่ละเส้นเชื่อมโยง $(u,v) \in E$ (หมายถึง (u,v) เป็นสมาชิกของ E)
- หา $T \subseteq E$ (หมายถึง T เป็นสับเซทของ E และสมาชิกทุกตัวของ T เป็นสมาชิกของ E) โดย T ต่อเชื่อมโยงทุกโหนด
- T คือ ต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด หรือต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุด)

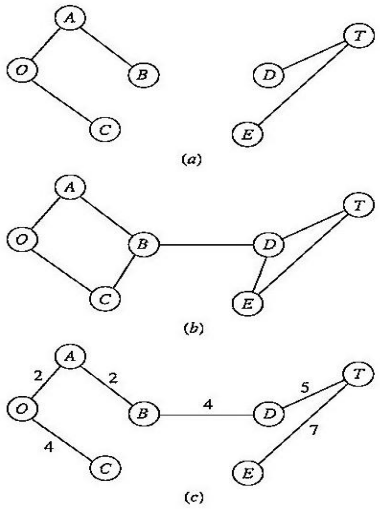
ดังนั้น
$$w(T) = \sum_{(u,v)\in T} w(u,v) \qquad (3)$$



ภาพที่ 2.17 กราฟต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด หรือต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุด

ปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุดที่กำหนดเป็นกราฟต้นไม้ทอดข้ามของค่าใช้จ่ายน้อยสุด โดยมีรายละเอียดแสดงอยู่ในภาพที่ 2.17 สำหรับกราฟที่มีขั้นตอนวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุดมีวิธีอัลกอริทึมจำนวน 2 วิธีคือ วิธีอัลกอริทึม Prim และวิธีอัลกอริทึมของ Kruskal ส่วนใหญ่ของอัลกอริทึมที่เป็นอย่างเดียวกันของวิธีต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุดสำหรับกราฟที่ไม่ระบุทิศทาง และมีการกำกับ(น้ำหนักหรือระยะทาง)และเป็นกราฟไม่มีทิศทาง(Patel. J. N and Patel. M**:** 2014) และต้นไม้ทอดข้ามของกราฟที่เชื่อมโยงต่อเป็นกราฟย่อยของต้นไม้และเชื่อมโยงต่อทุกจุดเข้าด้วยกันในกราฟเดียวสามารถมีต้นไม้ทอดข้ามที่แตกต่างกัน และสามารถกำหนดน้ำหนักไปที่เส้นเชื่อมโยงแต่ละเส้น ซึ่งแสดงเป็นตัวเลขกำกับไว้ และใช้เพื่อกำหนดน้ำหนักให้กับต้นไม้ทอดข้าม โดยการคำนวณผลรวมของน้ำหนักของเส้นเชื่อมโยงโหนดทั้งหมด จะใช้วิธีต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด (Minimum Spanning Tree ,MST) หรือน้ำหนักที่เป็นต้นไม้ทอดต่ำที่มีน้ำหนักน้อยกว่าหรือเท่ากับน้ำหนักของต้นไม้ทุกต้นที่ทอดข้ามอื่น ๆ มากกว่าปกติของกราฟไม่ระบุทิศทาง สำหรับการหาราคาที่ต่ำสุด (น้ำหนัก) ประกอบด้วย ต้นไม้โดยใช้อัลกอริทึมที่อยู่บนพื้นฐานของเมทริกซ์น้ำหนักของกราฟถ่วงน้ำหนัก(Vijayalakshmir and Kalaivani: 2014) โดยที่ปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด (Minimum Spanning Tree Problem) จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path Problem) ทั้งสองกรณีมีโครงข่ายแบบไม่ระบุทิศทางและระบุทิศทาง ซึ่งตัวชี้วัดของความยาวในเชิงบวก(ระยะทาง ค่าใช้จ่าย และเวลา) ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงแต่ละปัญหา สำหรับปัญหาเส้นทางที่สั้นที่สุดนี้อยู่ที่การเชื่อมโยงเส้นทางระหว่างต้นทางและปลายทางที่ให้เส้นทางระหว่างคู่ของแต่ละโหนด ดังนี้ 1) โหนดของโครงข่ายที่ไม่เกิดการเชื่อมโยงกับโครงข่ายที่มีการเชื่อมโยง ซึ่งมีศักยภาพและความยาวในเชิงบวกสำหรับแต่ละโหนดที่มีการถูกแทรกลงในโครงข่าย เช่น ความยาวของการเชื่อมโยง ประกอบด้วย ระยะทาง ค่าใช้จ่าย และเวลา 2) ความต้องการในการออกแบบโครงข่ายโดยการเชื่อมต่อที่พึงพอใจในความต้องการเส้นทางระหว่างคู่ของโหนดทุกโหนด 3) เพื่อช่วยลดความยาวรวมของการเชื่อมโยงเข้าสู่โครงข่ายแทรก สำหรับโครงข่ายที่เป็นอัลกอริทึมของปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุดมีขั้นตอนจำลองการเชื่อมโยงโหนดแต่ละโหนด(Frederick and Gerald : 2001)

แนวคิดของต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุดจะเห็นว่ารูปลักษณะของกราฟิกใดที่เป็นต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 2.18 ดังนี้



(a) ไม่เป็นต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด

(b) ไม่เป็นต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด

(c) เป็นต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด

ภาพที่ 2.18 ภาพประกอบของแนวคิดต้นไม้แบบทอดข้ามน้อยสุด

1) จากภาพที่ 2.18 (a) ไม่เป็นต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด เพราะโหนด O, A, B และ C ไม่ได้มีการเชื่อมโยงต่อกับโหนด D, E และ T จึงเกิดเป็นต้นไม้สองต้น ๆ หนึ่งจะมีการเชื่อมโยงแต่ละต้นแยกจากกันทำให้มีสองชุดของโหนด

2) จากภาพที่ 2.8 (b) ทำการขยายโครงข่ายเป็นสองส่วนเชื่อมโยงกัน แต่ไม่ได้เป็นต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด เพราะมีโหนดที่มีสองวงรอบคือ วงรอบที่หนึ่ง จะมีโหนด O-A-B-C–O และวงรอบที่สอง จะมีโหนด D-T-E-D

3) จากภาพที่ 2.18 (c) เป็นต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด เพราะจำนวนโหนด (n) เท่ากับ 7 โหนด แสดงว่าเส้นอาร์กเชื่อมโยงโครงข่ายจะเท่ากับ n -1 = 6 เส้น คือ C-O-A-B-D-T-E

สรุปปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุดสามารถแก้ไขปัญหาได้ในทางที่ตรงไปตรงมามาก เพราะปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นหนึ่งในไม่กี่ปัญหาที่ไม่ได้คำนึงถึง หรือเป็นปัญหาที่ละโมภ(Greedy) ในการสร้างต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุดใช้กับกฎที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการเลือกการเชื่อมโยงเส้นทางระหว่างต้นทางและปลายทางที่ให้เส้นทางระหว่างคู่ของแต่ละโหนด และเส้นอาร์กเชื่อมโยงโครงข่ายได้ครบทุกโหนด ซึ่งค่าน้ำหนักรวมที่ต่ำสุดใช้อัลกอริทึมที่อยู่บนพื้นฐานของเมทริกซ์น้ำหนักของกราฟถ่วงน้ำหนัก ในการประยุกต์ใช้งานของปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด เช่น การออกแบบโครงข่ายโทรคมนาคม โครงข่ายใยแก้วนำแสง โครงข่ายสายโทรศัพท์ โครงข่ายของสายไฟ เป็นต้น โดยมีการแสดงรายละเอียดส่วนประกอบของโครงข่ายไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของโครงข่ายทั่วไป

โหนด (Nodes)	เส้นโค้ง (Arcs)	การไหล (Flow)
ทางแยก (Intersection)	ถนน (Roads)	รถยนต์ (Vehicles)
สนามบิน (Airports)	เส้นทางบิน (Air lanes)	เครื่องบิน (Aircraft)
จุดสลับ (Switching points)	สายไฟ และสื่อสาร (Wires ,channel)	ข้อมูลข่าวสาร (Messages)
สถานีปั๊มน้ำ (Pumping stations)	เส้นท่อ (Pipes)	ของเหลว (Fluids)
ศูนย์การทำงาน (Work centers)	เส้นทางการจัดการวัสดุ (Materials-handling routes	งาน (Jobs)

ที่มา : Hillier & Lieberman ,2001. Introduction to Operations Research .pp .408

2.9 แนวคิดด้านจัดการสภาพแวดล้อม

มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมในฐานะที่เป็นผู้ร่วม และการรับรู้สภาพแวดล้อมนั้นย่อมได้รับอิทธิพลของบุคคลที่รับรู้ด้วย การรับรู้จึงไม่ได้เป็นผลที่เกิดขึ้นโดยตรงจากคุณสมบัติของสภาพแวดล้อมอย่างเดียว และมักเต็มไปด้วยความหมายที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการกระทำอาจเป็นความหมายทางหน้าที่ใช้สอยที่เป็นตัวกำหนดความแตกต่างของส่วนต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อม (Gibson : 1979)

2.9.1 ปัจจัยที่น่าจะมีความสำคัญต่อการรับรู้สภาพแวดล้อมกายภาพ (วิมลสิทธิ์ หรยางกูร และคณะ : 2554) ดังนี้

1) สภาพแวดล้อมกายภาพในฐานะแหล่งข่าวสารในการรับรู้ เป็นการจัดระเบียบการรับรู้ การรับรู้ความรู้สึก การรับรู้ความคงที่ทางวัตถุของสิ่งต่าง ๆ ในด้านขนาด รูปร่าง ความสว่าง สี และความคงที่ทางตำแหน่ง และการรับรู้มายาทางทัศนาการ(เป็นหลักทางทัศนียภาพ เช่น การเปรียบเทียบขนาดตามความลึกหรือระยะทางที่เปลี่ยนไปตามปรากฏการณ์ทางทัศนียภาพ การลวงตาที่เกิดจากอิทธิพลของสภาวะแวดล้อมที่อยู่ใกล้เคียง จึงอาจเกิดการรับรู้ที่ไม่สอดคล้องกับสภาพจริงได้)

2) ประสบการณ์ในอดีตของบุคคลที่รับรู้สภาพแวดล้อมกายภาพ เป็นประสบการณ์ของมนุษย์เกิดจากการเรียนรู้ โดยการสะสมสิ่งที่รับรู้เข้ามาในขณะที่เกิดความสัมพันธ์ทางการกระทำระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อม โดยมีการนำผลของการกระทำที่ได้ทำไปแล้วมาพิจารณา

ประกอบเพื่อประเมินโอกาสและข้อจำกัดของสภาพแวดล้อมถือเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งสำหรับกระบวนการทางพฤติกรรมและกระบวนการรับรู้สภาพแวดล้อมกายภาพ

3) ความใส่ใจและการให้คุณค่า เป็นความต้องการหรือเป้าหมายในปัจจุบันหรืออนาคต ก่อให้เกิดความใส่ใจ(Attention) และการให้คุณค่า(Value) ต่อสิ่งต่าง ๆ ขึ้นในขณะรับรู้ ความใส่ใจในการรับรู้ หมายถึง ความสนใจที่มีต่อข่าวสารที่เป็นสิ่งเร้าข่าวสารที่มีอยู่มากมายนั้นผ่านการรับรู้ก็เฉพาะส่วนที่สอดคล้องกับความสนใจของบุคคลขณะนั้น

2.9.2 การออกแบบและวางแผนสภาพแวดล้อมกับมโนทัศน์

1) สภาพแวดล้อมกายภาพที่ส่งเสริมให้เกิดจินตภาพ คุณสมบัติทางทัศนาการที่ทำให้เกิดจินตภาพคือ การจัดระเบียบ มีส่วนช่วยให้เกิดการจดจำ การจัดให้มีสัญญาณชี้แนะปรากฏอยู่และการจัดระเบียบของสภาพแวดล้อมกายภาพ ย่อมทำให้สามารถเกิดจินตภาพได้ชัดเจนขึ้น (Imageability) ที่ลินซ์ได้พยายามเน้นถึงในการออกแบบหรือวางแผนสภาพแวดล้อมกายภาพของเมือง

2) สภาพแวดล้อมกายภาพที่สอดคล้องกับระยะทางและขอบเขตในระบบมโนทัศน์ เป็นส่วนหนึ่งของระบบมโนทัศน์ ได้แก่ การรู้ระยะทางใกล้ไกล การรู้ลักษณะของเส้นทางว่าเป็นลักษณะตรงหรือคดเคี้ยว การรู้ตำแหน่งหรือขอบเขตส่วนต่าง ๆ ของเมือง

3) สภาพแวดล้อมกายภาพที่สอดคล้องกับความหมาย เป็นความรู้สึกต่าง ๆ ที่มีต่อสภาพแวดล้อมกายภาพนั้นสามารถสรุปเป็นมิติฐานมูลที่มีความสำคัญต่อสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ เพียงไม่กี่มิติ เช่น ผู้บริหารอาจมีมิติความโล่งในความรู้สึกต่อสภาพแวดล้อมของสำนักงานที่ต้องการความโล่ง ส่วนพนักงานปฏิบัติงานอาจมีมิติความเป็นสัดเป็นส่วน เนื่องจากต้องการความเป็นส่วนตัว เป็นต้น

4) ระบบมโนทัศน์กับการวางแผนทางพฤติกรรม เป็นจินตภาพ ความสัมพันธ์ทางด้านระยะทางหรือขอบเขต หรือความหมายต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงความรู้สึกและทัศนคติ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้น สิ่งที่คงอยู่ในระบบมโนทัศน์ย่อมเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบและวางแผนสภาพแวดล้อมกายภาพ

สรุปการจัดการสภาพแวดล้อมมีการใช้ทัศนียภาพของงานออกแบบกับการรับรู้ความลึกองค์ประกอบ 3 มิติ ลักษณะพื้นที่ การรู้ตำแหน่งหรือขอบเขตส่วนต่าง ๆ และการจัดระเบียบของสภาพแวดล้อมกายภาพมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และทราบความสัมพันธ์ของพื้นที่

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการหาเส้นทางที่ดีที่สุด โดยการใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด และการใช้แบบจำลองข่ายงานที่เหมาะสม(Network Optimization Model) เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับด้านระบบ

การขนส่ง และด้านอุตสาหกรรมเป็นส่วนมาก ดังนั้นผู้ทำการศึกษาจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการวิจัยเรื่อง แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน ดังนี้

สรัลชยา ถาวรสันต์ (2546) ได้ทำการวิจัยแนวทางการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพโดยการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหามลทัศน์ที่เกิดขึ้นจากระบบโครงสร้างพื้นฐานไม่เป็นระเบียบในปัจจุบัน รวมถึงวางแผนป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต ซึ่งเป็นปัญหามลทัศน์ที่เกิดขึ้นจากโครงสร้างพื้นฐานที่ควรมีการจัดการและปรับปรุง ได้แก่ เปลี่ยนรูปแบบการวางสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์จากการเดินสายอากาศเป็นแบบเดินสายใต้ดิน ปรับปรุงคุณภาพท่อประปาและท่อระบายน้ำ ปรับปรุงทางเดินเท้าให้มีความเป็นระเบียบ โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการจัดการ ข้อจำกัดการพัฒนาด้านสาธารณูปโภค ระยะเวลาทำงาน มาทำการประมวลผล เพื่อสร้างรูปแบบสมการเชิงเส้นและใช้โปรแกรมเชิงเส้น(Linear Programming) ในการหาค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการจัดการ

กิตติภูมิ ภักดี (2548) จากการวิจัยได้เสนอแนวทางการปรับปรุงผังแม่บททางกายภาพมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์ ประกอบด้วย เชิงแนวคิดและนโยบาย รวมทั้งเชิงกายภาพ โดยเชิงแนวคิดได้เสนอแนวความคิดในการสร้างความสัมพันธ์ให้กับมหาวิทยาลัย แยกออกเป็นด้านความสัมพันธ์กับชุมชนภายนอก ด้านความสัมพันธ์กับทางวิชาการ และด้านความสัมพันธ์กับประวัติศาสตร์ สำหรับแนวทางการปรับปรุงในเชิงกายภาพ ประกอบด้วย ภูมิสัญลักษณ์ รูปแบบทางสถาปัตยกรรม วัสดุและภูมิทัศน์ การปรับปรุงพื้นที่(ที่ดิน) เดิมให้มีศักยภาพในการใช้งานมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงประโยชน์ใช้สอยบางพื้นที่ เพื่อตอบสนองต่อการใช้พื้นที่อย่างมีศักยภาพและมีความเป็นระบบมากขึ้น

อุบลรัตน์ เธียรธนาคม (2551) ได้ทำการวิจัยการใช้วิธีเชิงฮิวริสติกเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีคลังสินค้าหลายแห่ง ซึ่งประกอบด้วยสามขั้นตอนหลัก โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ระยะทางรวมของระบบน้อยที่สุด ในการหาผลเฉลยเบื้องต้น ลูกค้าจะถูกแจกจ่ายไปยังคลังสินค้าที่ใกล้ที่สุดโดยวิธีใกล้ไหนไปนั่น(Arbitrary Nearest Neighbor Algorithm) จากนั้นเส้นทางของยานพาหนะในแต่ละคลังจะถูกสร้างขึ้น โดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด(Saving Algorithm) และเส้นทางนั้นๆ ผลการคำนวณแสดงให้เห็นถึงการลดลงของระยะทางรวมของระบบในแต่ละขั้นตอน

ฉัตรชัย ไม้อุดม (2551) ได้ทำการศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อวางแผนการขนส่งพนักงานให้มีต้นทุนต่ำสุด โดยการจัดเส้นทางเดินรถตามความต้องการที่เปลี่ยนไปและหาเส้นทางเดินรถจากจำนวนจุดทั้งหมดเพื่อให้ต้นทุนรวมต่ำสุด ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก เป็นการสร้างคำตอบตั้งต้นด้วยการประยุกต์ใช้วิธี Saving

Algorithms หาเส้นทางเดินรถตู้แต่ละคันและจำนวนพนักงานที่ต้องรับ-ส่ง ขั้นตอนที่สอง เป็นการปรับปรุงคำตอบตั้งต้นด้วยการประยุกต์ใช้ Local Search แบบ λ-Interchange Local Search Decent จากการทดลองการจัดเส้นทางเดินรถรับ-ส่งพนักงานสามารถลดต้นทุนรวมของการจัดเส้นทางเดินรถรับ-ส่งพนักงานได้ประมาณร้อยละ 60 ซึ่งเป็นการลดต้นทุนค่าเช่ารถตู้ประมาณร้อยละ 56.5 ของต้นทุนการเดินทางรวมของรถตู้ทั้งหมดประมาณร้อยละ 3.5

ปกรณ์ เกตุแย้ม (2553) ได้ทำการวิจัยการศึกษาหาตำแหน่งที่ตั้งของสถานีแม่สำหรับบริการก๊าซเอ็นจีวี โดยใช้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ พื้นที่การศึกษาครอบคลุมพื้นที่ใน 4 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี และปทุมธานี ในการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีแม่ก๊าซเอ็นจีวี ได้ประยุกต์ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ของ Daskin เพื่อหาผลรวมของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการขนส่งทั้งหมดในการตั้งสถานีแม่ก๊าซเอ็นจีวีแต่ละแห่งที่เพิ่มขึ้น โดยได้นำข้อมูลทั้งหมดไปใส่ในโปรแกรม ArcGIS และใช้การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) ในการประมวลผลหาค่าที่เหมาะสม โดยค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จะเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการขนส่งให้ดีขึ้น

ตารางที่ 2.3 สรุปตัวแปรและวิธีการที่ใช้งานวิจัยในการหาค่าประหยัดของเส้นทางขนส่งและค่าใช้จ่ายต่ำสุด

ตัวแปร และวิธีการวิจัย	สรัลชยา ถาวรสันต์ (2546)	กิตติภูมิ ภักดี (2548)	อุบลรัตน์ เธียรธนาคม (2551)	ฉัตรชัย ไม้อุดม (2551)	มนชนก จี้กังวาฬ (2552)	ณรงค์ บ่อวารี (2552)	ปกรณ์ เกตุแย้ม (2553)
ระยะทาง	X		X	X	X	X	X
อัลกอริทึมแบบประหยัด			X	X		X	X
วิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)	X					X	X
เชิงแนวคิดและนโยบาย		X					
วิธี Premium Excel Solver					X		
สมการคณิตศาสตร์Daskin							X
รูปแบบสมการเชิงเส้น	X			X			
การปรับปรุงในเชิงกายภาพ		X	X	X	X	X	
ค่าใช้จ่าย	X		X	X	X	X	X
ระบบโครงสร้างพื้นฐาน	X	X					

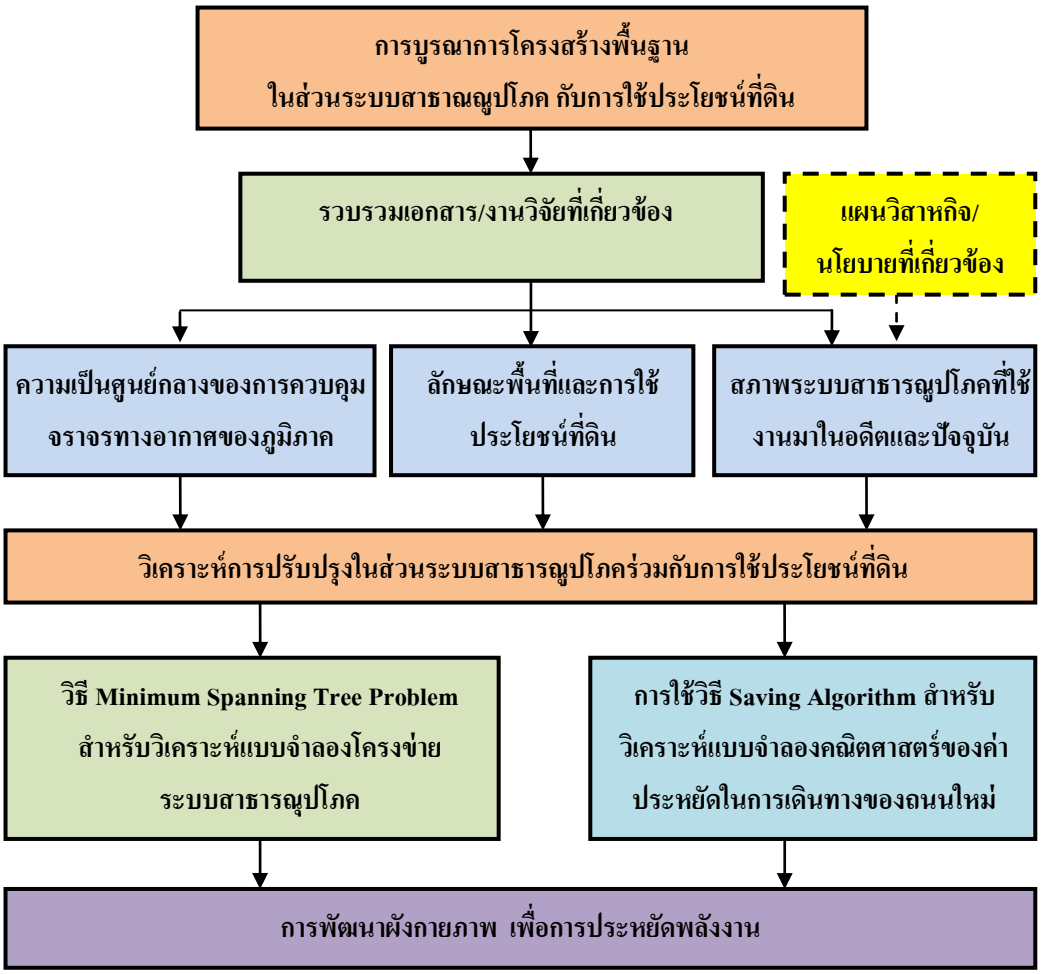
สรุปจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามตารางที่ 2.3 มีการใช้ตัวแปรและวิธีการที่สำคัญสำหรับการหาค่าประหยัดของเส้นทางขนส่งและค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด โดยสรุปรายละเอียดแยกออกเป็นดังนี้ 1) ตัวแปรที่สำคัญ ประกอบด้วย (1) ระยะทางที่สั้นที่สุดในการขนส่งสินค้าจาก

คลังสินค้าถึงลูกค้าแต่ละราย (2) ค่าใช้จ่ายในการเดินทางขนส่งสินค้าแต่ละประเภท 2) วิธีการที่สำคัญที่ใช้งาน ประกอบด้วย (1) วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) (2) การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) (3) การปรับปรุงในเชิงกายภาพ

ในการศึกษาจากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหารูปแบบการเดินทาง (รถยนต์) ที่มีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด และการจัดระบบสัญจร ทางเดินเท้า และเส้นทางถนนใหญ่เข้าสู่องค์ประกอบหลักของโซนพื้นที่ และการจำลองโครงข่ายของโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค เพื่อนำมาใช้ประมวลผลหาค่าใช้จ่ายและระยะทางที่สั้นที่สุด และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และลักษณะกิจกรรมต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษาในเชิงกายภาพ

2.11 กรอบแนวความคิดในการศึกษา

จากการศึกษาเอกสารและแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ สามารถสรุปกรอบแนวความคิดที่ใช้ในการศึกษาแสดงไว้ในภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 กรอบแนวความคิดในการศึกษา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาหาแนวทางสำหรับการพัฒนาผังกายภาพรองรับการเติบโตของบริษัท วิทยุการบินฯ ที่เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีการขยายตัวของพื้นที่อาคาร สิ่งปลูกสร้าง และการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและการเปลี่ยนแปลงเพิ่มศักยภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อรองรับการปรับเปลี่ยนเครื่องมืออุปกรณ์เทคโนโลยีด้านการควบคุมจราจรทางอากาศที่เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยทำการศึกษาด้านกายภาพ นโยบายและแผนการพัฒนาของบริษัท วิทยุการบินฯ และข้อจำกัดต่าง ๆ ซึ่งเป็นการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลสำหรับนำไปใช้ประกอบการสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ประมวลผลสรุปหาคำตอบในการศึกษาครั้งนี้ โดยผลสุดท้ายที่คาดว่าจะได้รับคือการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงานของพื้นที่ศึกษาบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ และพื้นที่อื่น ๆ

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

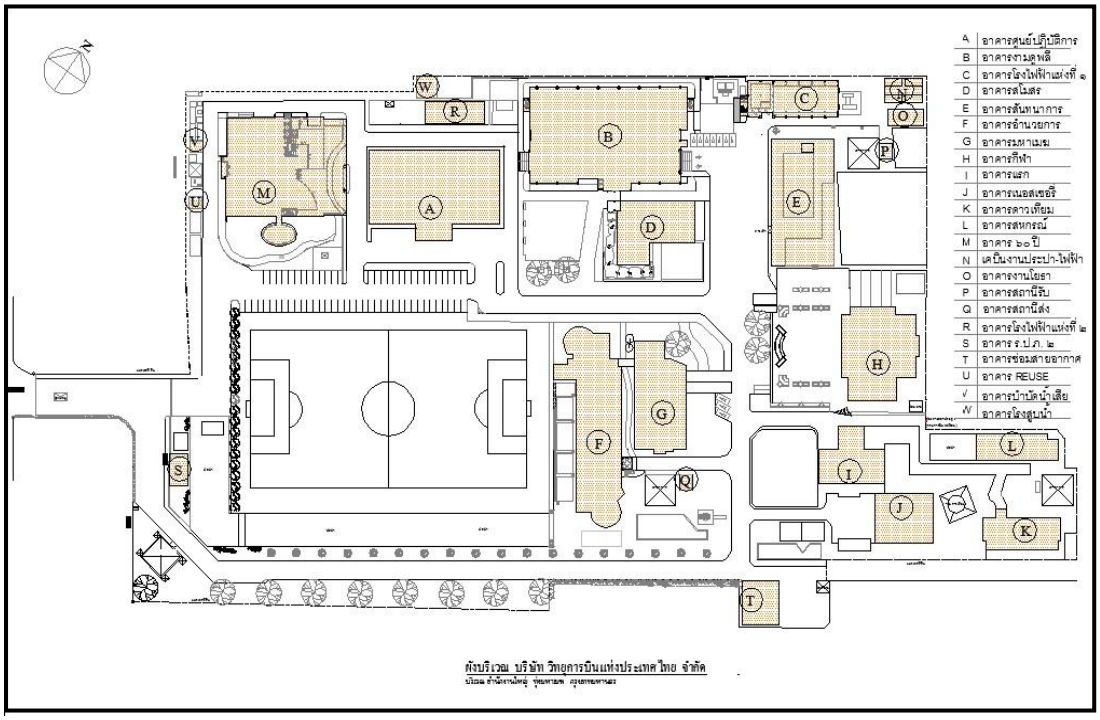
ในการศึกษาวิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แยกออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้านกายภาพ และการจดบันทึกข้อมูล โดยจะทำการเก็บข้อมูลจากการสำรวจแนวเส้นทางและวัดระยะทางของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และการสื่อสาร และถนน) เพื่อจัดเก็บรายละเอียดข้อมูลของเส้นทางและระยะทาง แนวราบนำไปใช้เขียนสัญลักษณ์แสดงแนวเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ลงในแบบผังบริเวณพื้นที่ศึกษที่มีการแสดงตำแหน่งของอาคาร สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ไว้ และมีแนวเชื่อมต่อกับพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบ ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้เหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ประมวลผลทางด้านกราฟิกและคณิตศาสตร์และใช้การพรรณาผลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลการใช้พื้นที่และตำแหน่งของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และการจัดกลุ่มอาคารของพื้นที่ศึกษาประกอบกับผลการศึกษาที่ใช้การเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมกายภาพของระบบสาธารณูปโภคสภาพปัจจุบันกับรูปแบบการจำลองโครงข่ายระบบสาธารณูปโภค และการจำลองแนวถนนเส้นใหม่ โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.1 และภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ สภาพปัจจุบัน

ลำดับ	กลุ่มอาคาร	การใช้งาน	สัญลักษณ์
1	กลุ่มอาคารปฏิบัติการจราจรทางอากาศ		
	1.1 อาคารศูนย์ปฏิบัติการ	-ควบคุมจราจรทางอากาศ	A
	1.2 อาคาร 60 ปี	-ควบคุมจราจรทางอากาศ	G
2	กลุ่มอาคารบริหารและวิจัยพัฒนา		
	2.1 อาคารอำนวยการ	-บริหาร/อำนวยการ การเงินและธุรการ	F
	2.2 อาคารมหาเมฆ	-งานวิจัย วิศวกรรม คลังพัสดุ	G
	2.3 อาคาร รปภ.	-รักษาความปลอดภัย	S
	2.4 พื้นที่สีเขียว	-พื้นที่ว่าง	-
3	กลุ่มอาคารธุรกิจและสวัสดิการ		
	3.1 อาคารสันทนาการ	-สระว่ายน้ำ ฟิตเนส ห้องพยาบาล	E
	3.2 อาคารกีฬา	-สนามกีฬาในร่ม อเนกประสงค์	H
	3.3 อาคารแรก	-สำนักงานด้านธุรกิจการบิน	I
	3.4 อาคารเนอสเซอรี่	-สถานเลี้ยงเด็กอ่อน	J
	3.5 อาคารสหกรณ์และโทรคม	-การสื่อสาร การเงิน	L
4	กลุ่มอาคารสื่อสาร		
	4.1 อาคารสถานีรับ(สื่อสาร)	-ระบบการสื่อสารการบิน	P
	4.2 อาคารสถานีส่ง(สื่อสาร)	-ระบบการสื่อสารการบิน	Q
	4.3 อาคารดาวเทียม	-ระบบดาวเทียม	K
	4.4 อาคารซ่อมสายอากาศ	-ห้องปฏิบัติงานด้านซ่อมบำรุง	T
5	กลุ่มอาคารสนับสนุนบริการ		
	5.1 อาคารงามดูพลี	-ที่จอดรถ และที่พัก	B
	5.2 อาคารสโมสร	-ห้องอาหาร ห้องสมุด พักผ่อน	D
6	กลุ่มอาคารสนับสนุนสาธารณูปโภค		
	6.1 อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	-ระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าสำรอง	C
	6.2 เคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม	-ห้องทำงานและเก็บอุปกรณ์	N
	6.3 อาคารช่างโยธา	-ห้องทำงานและเก็บอุปกรณ์	O
	6.4 อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 2	-ระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าสำรอง	R
	6.5 อาคาร Reuse	-ห้องระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	V
	6.6 อาคารบำบัดน้ำเสีย	-ห้องระบบบำบัดน้ำเสีย	U
	6.7 อาคารโรงสูบน้ำ	-ห้องระบบสูบน้ำ	W



ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งอาคาร สิ่งปลูกสร้างของผังบริเวณของบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ
ที่มา กองอาคารและสถานที่ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด

3.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า เอกสาร ภาพถ่ายดาวเทียม รูปถ่ายสถานที่ และข้อมูลหน่วยงาน และเทศบัญญัติต่าง ๆ เช่น กรมโยธาธิการและผังเมือง กรุงเทพมหานคร เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์รูปแบบและแนวทางของการศึกษาวิจัยตามหลักเกณฑ์มาตรฐานทางวิชาการและข้อกำหนดทางด้านผังเมืองและวิศวกรรม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 กล้องสำรวจ เทปวัดระยะทาง และกล้องถ่ายรูป

ผู้วิจัยมีการใช้เครื่องมือวิจัยเกี่ยวกับการวัดมุม ขนาดทิศทาง และระยะทาง(แนวราบ) และบันทึกภาพของอาคารสิ่งปลูกสร้าง ระบบสาธารณูปโภค และเส้นทางสัญจรและทางเดินตามสภาพแวดล้อมทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาปัจจุบัน ซึ่งการบันทึกลงในสมุดบันทึกข้อมูลภาคสนามที่ผู้ทำการวิจัยใช้บันทึกข้อมูลของภาคสนามที่ได้จากการสังเกต และใช้เครื่องมือประกอบการวัดระยะทาง เช่น กล้องสำรวจและวัดมุม เทปวัดระยะทางขนาดความยาวไม่ต่ำกว่า 50 เมตร และกล้องถ่ายรูปบันทึกภาพนิ่ง สำหรับใช้ประกอบข้อมูลการนำเสนอเอกสารการวิจัย และนำมาทบทวนความเข้าใจระหว่างทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 3.2

3.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ผู้วิจัยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ควรมีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1 กิกะไบต์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูล การเขียนรูปกราฟิกในการสร้างแบบจำลอง และประมวลผลที่ได้จากทำการสำรวจข้อมูลภาคสนาม เพื่อช่วยในการตัดสินใจของเส้นทางที่ดีที่สุดในการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน และนำมาใช้ในการจำลองสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 3.2

3.2.3 รถยนต์

ผู้วิจัยใช้รถยนต์เป็นการหาระยะทางในการเดินทางตามเส้นทางจำลองและสภาพการใช้เส้นทางจริงในสภาพปัจจุบัน เพื่อวัดผลเปรียบเทียบกับระยะเส้นทางในการวัดระยะทางด้วยชุดเครื่องมือการสำรวจ และหาจุดเส้นทางที่ร่นระยะทางและเวลาในการเดินทางให้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างคุ้มค่า โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 3.2

3.2.4 การเขียนรูปทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม

การจำลองเขียนรูปกราฟิก(Graphic) สำหรับสร้างรูปแบบแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคและถนน ซึ่งมีการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเขียนรูปกราฟิกและใช้อุปกรณ์การเขียนแบบ(Drawing) มาช่วยสนันสนุนในการสร้างแบบจำลองของรูปแบบที่อยู่ในสภาพปัจจุบันเปรียบเทียบกับสภาพการจำลองรูปแบบในอนาคต และใช้ตารางคำนวณ (Spreadsheet) สำหรับบันทึก ประมวลผล และแสดงผลเปรียบเทียบการประหยัดของพลังงาน โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ในการทำงานวิจัยของพื้นที่ศึกษา

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคเอกสาร

1) ศึกษาถึงแนวนโยบาย และแผนงานการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้พื้นที่สำหรับการจัดสร้างอาคาร สิ่งปลูกสร้างของบริษัท วิทยุการบินฯ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับนโยบายและแผนงานรองรับการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีการจราจรทางอากาศตามมาตรฐานสากลขององค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ(ICAO)

2) ศึกษาถึงลักษณะของการวางตำแหน่งอาคาร สิ่งปลูกสร้าง โครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค และการใช้ประโยชน์ที่ดินของบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม

1) การวิเคราะห์หาระยะทางของระบบสาธารณูปโภค ตำแหน่งอาคาร สิ่งปลูกสร้างและเส้นทางสัญจร(ถนน) การจัดแบ่งกลุ่มอาคารตามลักษณะการใช้งานทางกายภาพสภาพแวดล้อม ความสัมพันธ์ของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ว่างภายนอกอาคารและพื้นที่สีเขียว

2) การวิเคราะห์สร้างกราฟิกรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค ร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการตัดสินใจด้วยเครื่องคอมพิวเตร์ โดยการเขียนรูป(Grarphic) และตารางการคำนวณ (Spreadsheet)

3.4 การสร้างแบบจำลองโครงข่ายแนวระบบสาธารณูปโภค

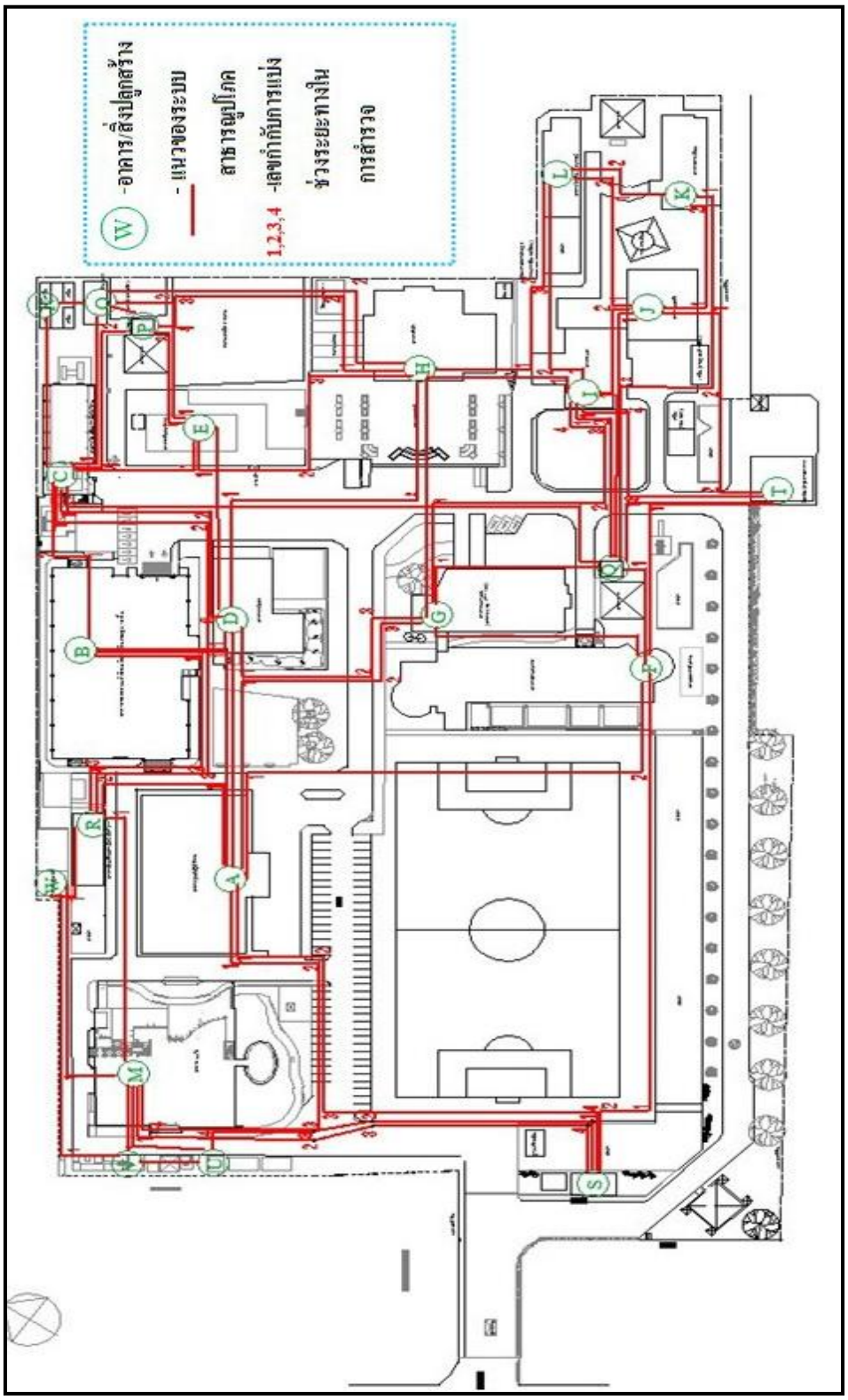
3.4.1 การสร้างแบบจำลองแบบโครงข่ายแนวระบบสาธารณูปโภคที่เป็นไปได้

การใช้ข้อมูลการสำรวจวัดระยะทางของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ สร้างรูปกราฟิก(Graphics) ของแบบจำลองโครงข่ายโดยการเขียนรูปกราฟิก สำหรับการใช้วิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุดของแนวระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ซึ่งมีขั้นตอนรายละเอียดต่อไปนี้

1) สร้างจำลองรูปแบบโครงข่ายของอาคาร สิ่งปลูกสร้างแต่ละแห่งที่เรียกว่า “โหนด” และเชื่อมต่อโครงข่ายของโหนดด้วยเส้นอาร์ก ที่ใช้แทนแนวเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่เป็นไปได้ทางกายภาพจากการสำรวจข้อมูล ระยะทางตามเส้นทางของพื้นที่ศึกษา โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 3.3

2) ทำการบันทึกข้อมูลระยะทางที่เชื่อมต่อระหว่างโหนดที่เป็นอาคาร สิ่งปลูกสร้างลงในตารางข้อมูลโครงข่าย โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.2 ซึ่งมีจำนวนเส้นอาร์กเท่ากับ 55 สันและจำนวนของโหนดทั้งหมดเท่ากับ 23 โหนด

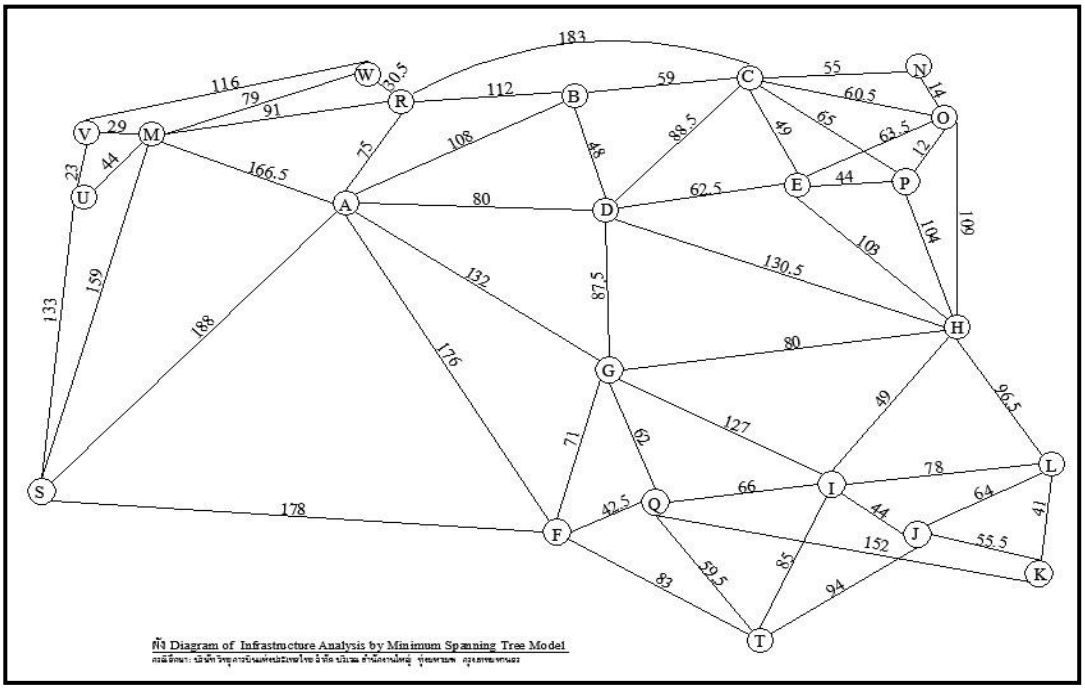
3) การนำข้อมูลของโหนดและเส้นอาร์กเพื่อใช้สร้างกราฟิกของการจำลองรูปแบบโครงข่ายแนวระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่เป็นไปได้ โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.3 รูปแบบผังการคิดระยะทางของแบบจำลองโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลระยะทางของการจำลองแนวเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคที่เป็นไปได้

No.	From (First)	Go to (Last)	Distance ,m. [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	Total
1	A	B	69.0	0.0	0.0	0.0	39.0	108.0
2	A	D	0.0	0.0	0.0	0.0	80.0	80.0
3	A	F	35.0	106.0	0.0	0.0	35.0	176.0
4	A	G	65.0	37.0	18.0	0.0	12.0	132.0
5	A	M	22.0	24.0	54.5	47.5	18.5	166.5
6	A	R	30.0	32.0	0.0	0.0	13.0	75.0
7	A	S	22.0	23.0	52.0	71.0	20.0	188.0
8	B	C	27.0	8.0	0.0	0.0	24.0	59.0
9	B	D	39.0	0.0	0.0	0.0	9.0	48.0
10	B	R	28.0	36.0	30.0	0.0	18.0	112.0
11	C	D	10.5	38.0	34.0	0.0	6.0	88.5
12	C	E	45.0	0.0	0.0	0.0	15.0	60.0
13	C	O	9.5	0.0	0.0	0.0	55.5	65.0
14	C	N	0.0	0.0	0.0	0.0	55.0	55.0
15	C	P	11.0	44.0	0.0	0.0	10.0	65.0
16	C	R	14.0	40.0	83.0	30.0	16.0	183.0
17	D	E	0.0	0.0	0.0	0.0	62.5	62.5
18	D	G	18.5	35.0	19.0	0.0	15.0	87.5
19	D	H	38.5	50.0	0.0	0.0	42.0	130.5
20	E	H	13.5	30.0	30.0	0.0	29.5	103.0
21	E	O	7.0	37.0	0.0	0.0	19.5	63.5
22	E	P	8.0	29.0	0.0	0.0	7.0	44.0
23	F	G	10.0	54.0	0.0	0.0	7.0	71.0
24	F	Q	32.0	0.0	0.0	0.0	10.5	42.5
25	F	S	140.0	16.0	0.0	0.0	22.0	178.0
26	F	T	48.5	0.0	0.0	0.0	34.5	83.0
27	G	H	0.0	0.0	0.0	0.0	80.0	80.0
28	G	I	36.0	46.5	24.5	9.0	11.0	127.0
29	G	Q	16.0	0.0	0.0	0.0	46.0	62.0
30	H	P	16.0	24.0	45.0	10.0	9.0	104.0
31	H	I	44.0	0.0	0.0	0.0	5.0	49.0
32	H	L	30.0	26.5	5.0	0.0	35.0	96.5
33	H	O	17.0	23.0	0.0	0.0	69.0	109.0
34	I	J	8.0	27.0	0.0	0.0	9.0	44.0
35	I	L	7.0	9.0	0.0	0.0	62.0	78.0
36	I	Q	8.0	9.0	0.0	0.0	49.0	66.0
37	I	T	6.0	12.0	27.0	0.0	40.0	85.0
38	J	L	9.0	40.0	0.0	0.0	15.0	64.0
39	J	K	15.5	33.0	0.0	0.0	7.0	55.5
40	J	Q	7.0	0.0	0.0	0.0	80.0	87.0
41	J	T	20.0	58.0	0.0	0.0	16.0	94.0
42	K	L	16.0	8.0	0.0	0.0	17.0	41.0
43	M	R	82.0	0.0	0.0	0.0	9.0	91.0
44	M	S	20.0	47.5	17.0	57.5	17.0	159.0
45	M	U	23.0	0.0	0.0	0.0	21.0	44.0
46	M	V	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	29.0
47	M	W	18.0	0.0	0.0	0.0	61.0	79.0
48	N	O	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	14.0
49	O	P	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.0
50	Q	K	8.5	61.5	25.0	0.0	57.0	152.0
51	Q	T	19.0	0.0	0.0	0.0	40.5	59.5
52	R	W	7.0	0.0	0.0	0.0	23.5	30.5
53	V	U	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	23.0
54	V	W	87.0	0.0	0.0	0.0	29.0	116.0
55	U	S	20.0	60.0	16.0	27.5	9.5	133.0



ภาพที่ 3.4 รูปกราฟิกจำลองโครงข่ายของแนวระบบสาธารณูปโภคที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

3.4.2 การสร้างแบบจำลองแบบโครงข่ายแนวระบบสาธารณูปโภค(เดิม)

1) รูปกราฟิกการจำลองงานไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน ตามข้อมูลรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 และตามภาพที่3.5

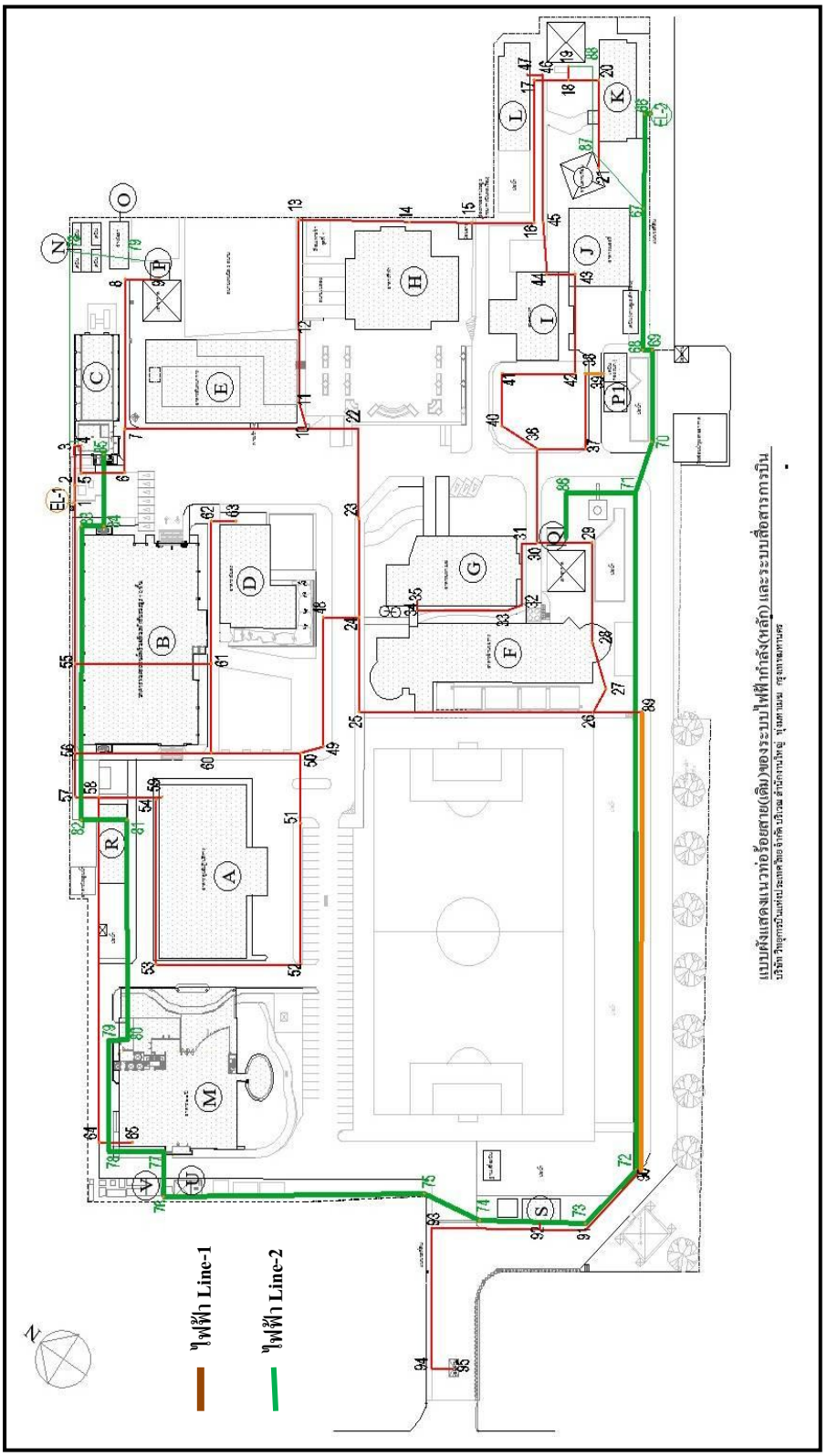
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลแนวเส้นทางไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน

แนวที่	**หมายเลขกำกับแนวเส้นทางแต่ละเส้นทางในผังบริเวณ**																		
(1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	-	-	-	-	-	-	-
(3)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	-	-	-	-	-
(4)	36	40	41	42	43	44	45	46	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(5)	37	38	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(6)	48	49	50	51	52	53	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(7)	55	56	57	58	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(8)	60	61	62	63		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(9)	60	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(10)	64	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(11)	89	90	91	92	93	94	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(12)	66	67	68	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
(13)	71	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(14)	87	88	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

โดยที่

แนวที่ (1) ,(2),..,(11) คือ เส้นทางการจำลองสภาพแนวเส้นทางไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร Line-1 (สภาพปัจจุบัน) เช่น แนวที่ (1) มีเส้นทางคือ 1-2-3-4-5-6-7-8-9 เป็นต้น

แนวที่ (12) ,(13),(14) คือ เส้นทางการจำลองสภาพแนวเส้นทางไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร Line-2 (สภาพปัจจุบัน) เช่น แนวที่ (12) มีเส้นทางคือ 66-67-68-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85 เป็นต้น



ภาพที่ 3.5 ผังแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อร้อยสายไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน

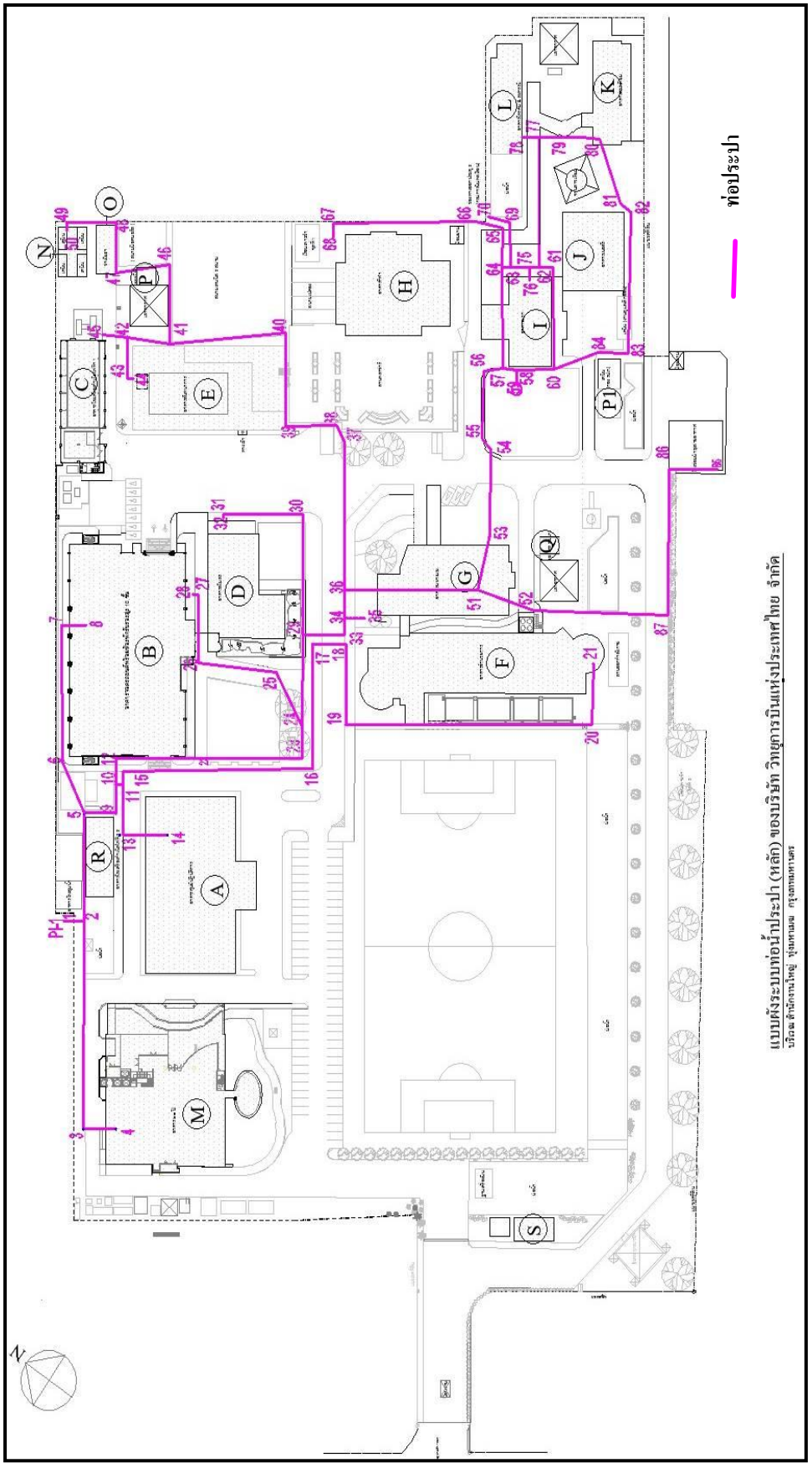
2) รูปกราฟิกของแบบจำลองงานประปา โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.4 และภาพที่ 3.6

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลแนวเส้นทางจำลองของงานประปาสภาพปัจจุบัน

แนวที่	**หมายเลขของแนวเส้นทางจำลองในผังบริเวณ**															
(1)	1	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)	2	5	6	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(3)	5	9	10	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(4)	10	11	13	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(5)	10	12	23	24	25	26	27	28	-	-	-	-	-	-	-	-
(6)	11	15	16	17	18	19	20	21	-	-	-	-	-	-	-	-
(7)	24	29	30	31	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(8)	29	33	34	35		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(9)	34	36	37	38	39	40	41	42	43	44	-	-	-	-	-	-
(10)	42	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(11)	41	46	47	48	49	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(12)	36	51	52	87	86	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(13)	51	53	54	55	56	57	58	60	61	62	63	64	65	66	67	68
(14)	58	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(15)	62	77	78	79	80	81	82	83	84	(60)	-	-	-	-	-	-
(16)	77	78		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(17)	63	78	69	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

โดยที่

แนวที่ (1) ,(2),..,(17) คือ เส้นทางการจำลองสภาพแนวเส้นทางงานประปา (สภาพปัจจุบัน) เช่น แนวที่ (1) มีเส้นทางคือ 1-2-3-4 เป็นต้น



ภาพที่ 3.6 ผังแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อประปาสภาพปัจจุบัน

3) รูปกราฟิกของแบบจำลองงานท่อน้ำเสีย และท่อ Reuse โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.5 และภาพที่ 3.7

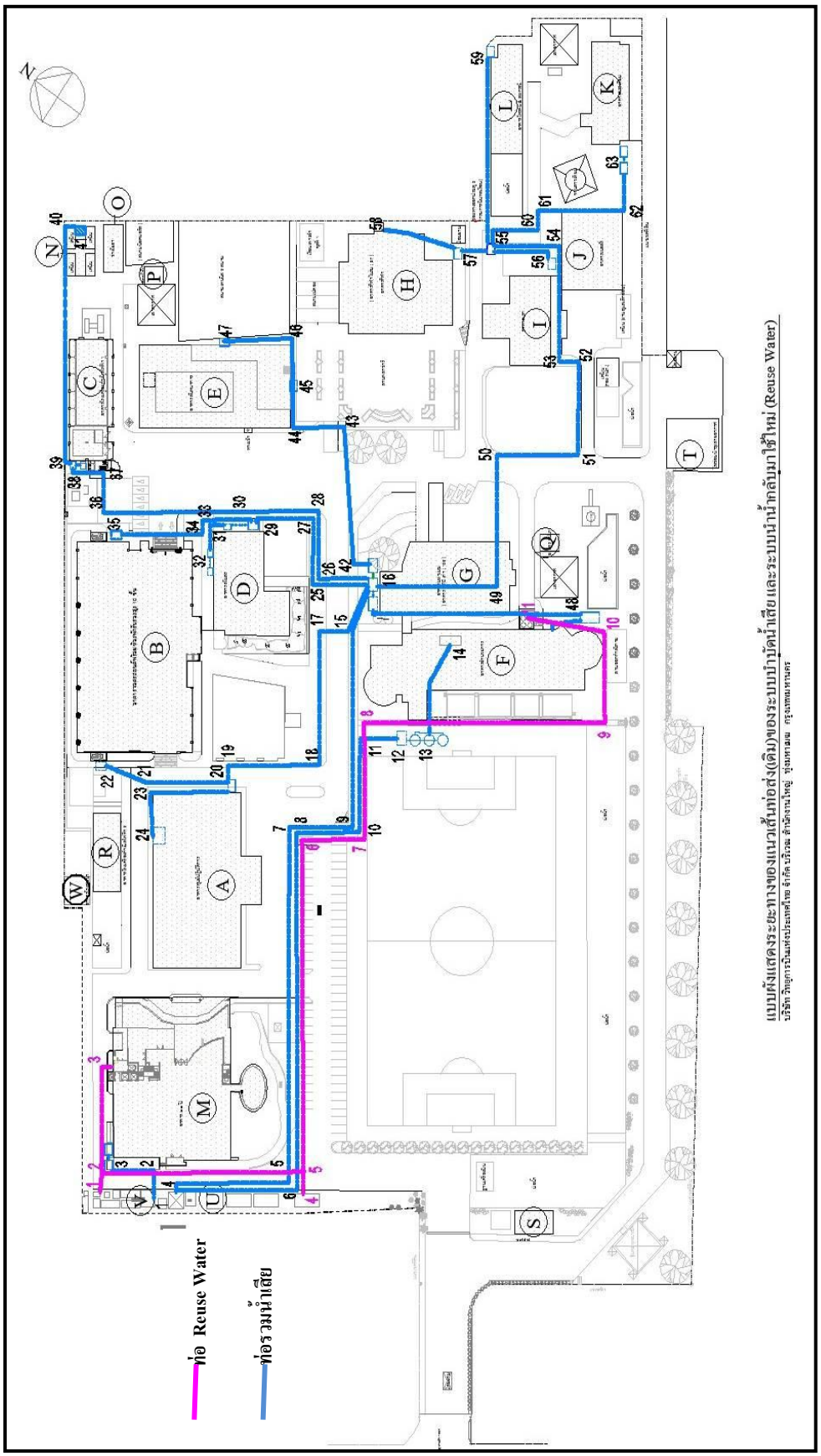
ตารางที่ 3.5 ข้อมูลแนวเส้นทางจำลองของงานท่อน้ำเสีย และท่อ Reuse สภาพปัจจุบัน

แนวที่	**หมายเลขของแนวเส้นทางจำลองในผังบริเวณ**										
[1]	**1**	**2**	**3**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[2]	**4**	**5**	**7**	**9**	**15**	**16**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[3]	**4**	**6**	**8**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**-**	**-**	**-**
[4]	**20**	**22**	**23**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[5]	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**23**	**24**	**-**	**-**	**-**	**-**
[6]	**16**	**25**	**27**	**29**	**30**	**31**	**32**	**-**	**-**	**-**	**-**
[7]	**16**	**26**	**28**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**-**	**-**
[8]	**16**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**-**	**-**	**-**	**-**
[9]	**29**	**33**	**34**	**35**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[10]	**16**	**48**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[11]	**16**	**49**	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**
[12]	**55**	**56**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[13]	**55**	**60**	**61**	**62**	**63**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[14]	**58**	**59**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[15]	**1**	**2**	**3**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[16]	**2**	**5**		**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
[17]	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**-**	**-**	**-**

โดยที่

แนวที่ [1] ,[2],..,[14] คือ เส้นทางการจำลองสภาพแนวเส้นทางงานท่อน้ำเสีย (สภาพปัจจุบัน) เช่น แนวที่ [11] มีแนวส้นทางคือ 16-49-50-51-52--53-54-55-56-57-58

แนวที่[15],[16],[17] คือ เส้นทางการจำลองสภาพแนวเส้นทางท่อ Reuse (สภาพปัจจุบัน) เช่น แนวที่ [17] มีแนวส้นทางคือ 4-5-6-7-8-9-10-11



ภาพที่ 3.7 ผังแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อรวมน้ำเสียและท่อ Reuse สภาพปัจจุบัน

3.5 การสร้างแบบจำลองเส้นทางการเดินทางโดยวิธี The Saving Algorithm

3.5.1 การสร้างแบบจำลองกราฟิกของเส้นทางการสัญจร

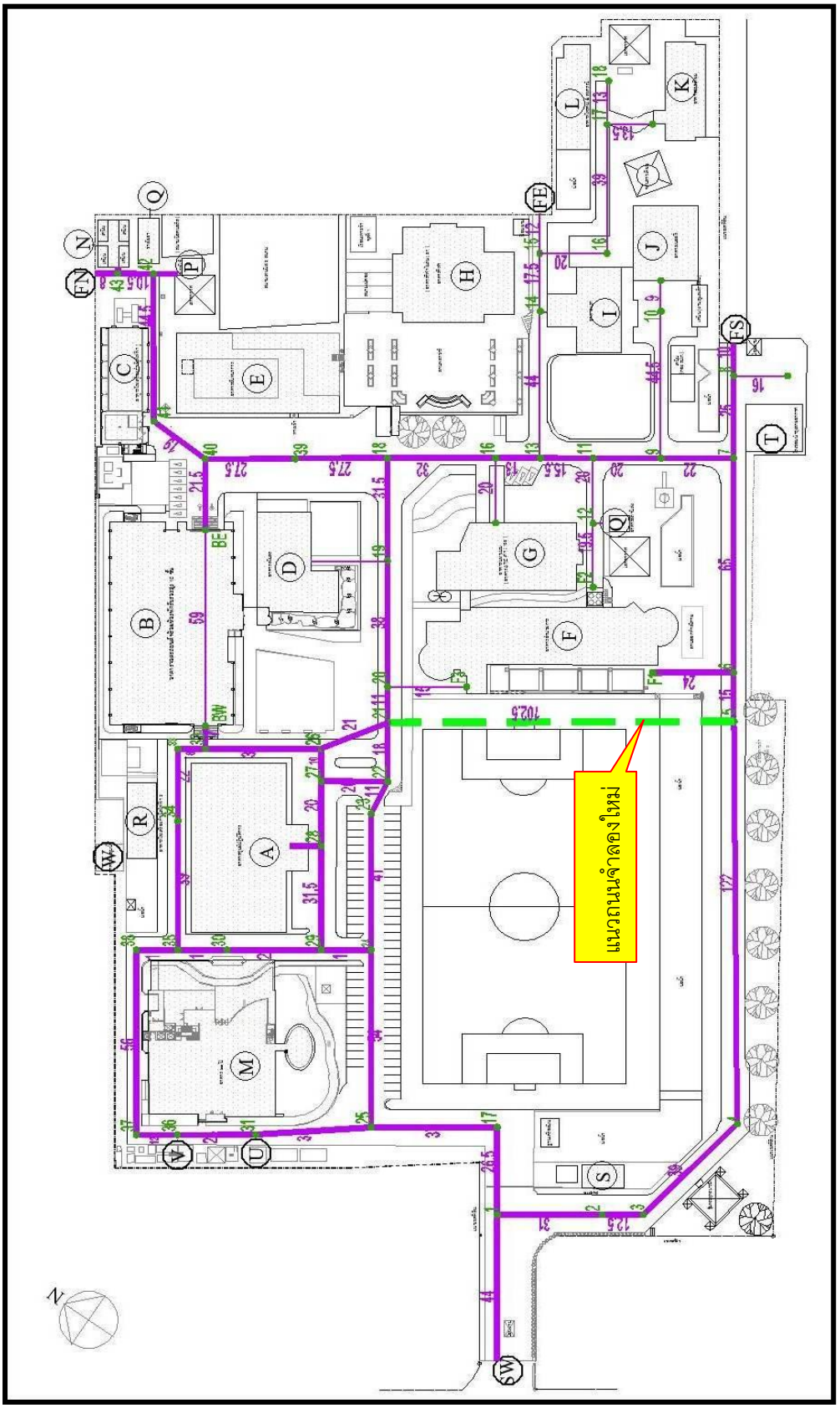
การสร้างแบบจำลองโดยใช้กราฟิก (Graphics) และจัดเก็บข้อมูลของระยะทางในการจำลองแนวเส้นทางถนน(เดิม) และแนวเส้นทางถนนจำลองใหม่ในพื้นที่ศึกษา แยกออกเป็นเส้นทางของงานถนน ดังมีรายละเอียดที่แสดงไว้ตามตารางที่ 3.6 และภาพที่ 3.8

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลแนวจำลองเส้นทางของงานถนนในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

เส้นทาง	หมายเลขของแนวเส้นทางจำลองในผังบริเวณ													
Z-1	SW	1	2	3	4	5	6	7	9	11	13	16	18	39
	40	BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z-2	SW	1	17	25	24	29	28	27	22	21	20	19	18	39
	40	BE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z-3	BE	40	39	18	19	20	21	5	4	3	2	1	SW	-
Z-4	SW	1	2	3	4	5	5	6	7	9	11	13	16	18
	19	20	21	22	23	24	29	30	35	34	33	32	BE	-
Z-5	SW	1	17	25	24	29	30	35	34	33	32	BW	-	-
Z-6	BW	32	26	21	20	19	18	13	11	9	7	6	5	4
	3	2	1	SW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Z-7	BW	32	26	21	5	4	3	2	1	SW	-	-	-	-

โดยที่

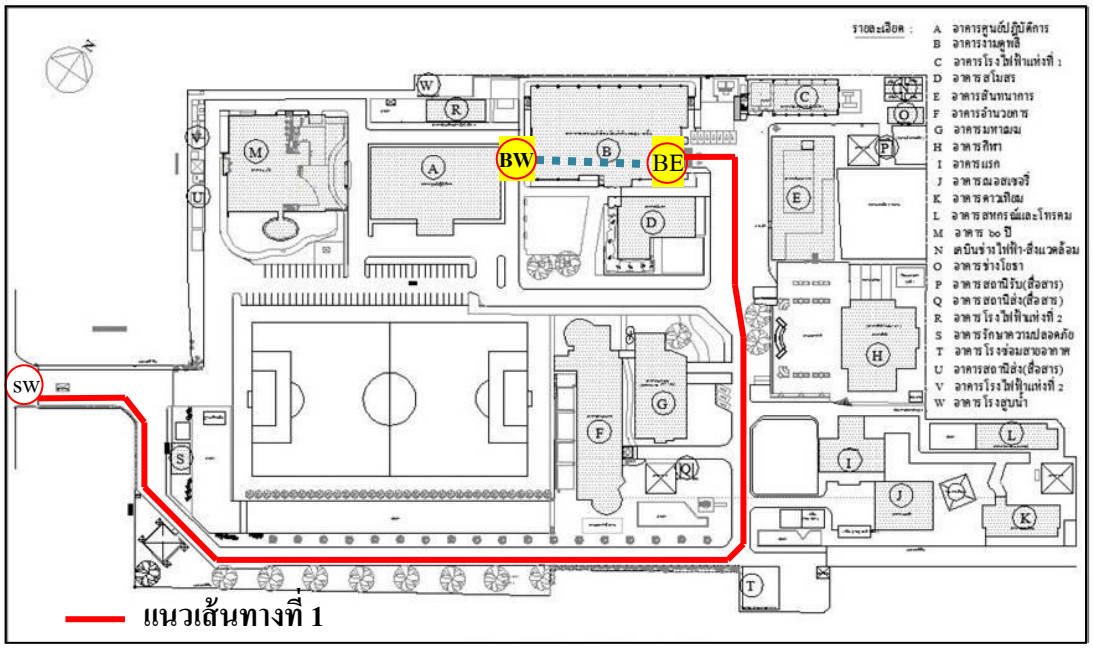
เส้นทาง Z-1,Z-2,..,Z-7 หมายถึง เส้นทางจำลองกราฟิกของแนวเส้นทางถนนในผังบริเวณพื้นที่ศึกษา เช่น เส้นทาง Z-1 มีแนวเส้นทางถนนคือ SW-1-2-3-4-5-6-7-9-11-13-16-18-39-40-BE



ภาพที่ 3.8 ผังเส้นทางจักรยานในปัจจุบัน บริเวณสี่แยกที่ 1 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

การศึกษาสำรวจเส้นทางของงานถนนในสภาพปัจจุบัน และเส้นทางจำลองถนนใหม่จากข้อมูลตามตารางที่ 3.6 ของพื้นที่ศึกษา และนำมาใช้ในการสร้างรูปกราฟิกแบบจำลองของเส้นทางสัญจรเพื่อหาค่าความประหยัดของการเดินทาง แยกออกเป็น 7 เส้นทาง ดังนี้

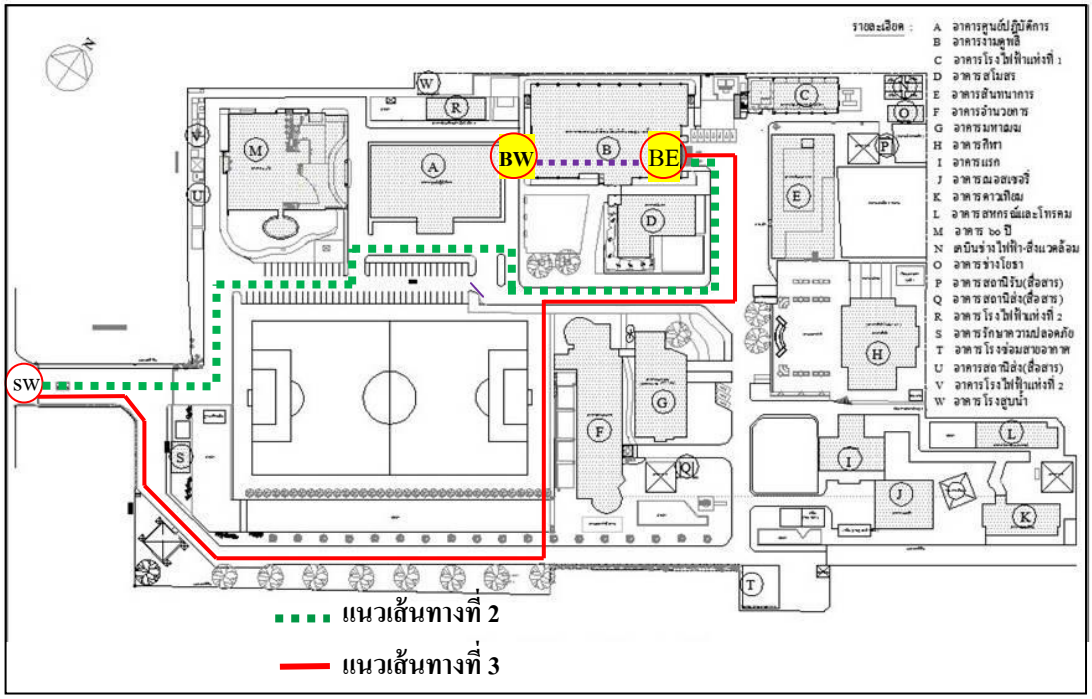
1) เส้นทาง Z-1 เป็นแนวเส้นทางถนนที่เริ่มจากประตู 1ด้านถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW จนถึงตำแหน่งทางเข้าอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) “B” ด้านทิศตะวันออก หรือ BE โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 แนวเส้นทางจำลองของถนนภายในเส้นทางที่ 1 (ขาไป)

2) เส้นทาง Z-2 เป็นแนวเส้นทางถนนจำลองใหม่ที่มีเส้นทางจากตำแหน่งประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW ผ่านแนวเส้นทางถนนภายในของลานจอดรถด้านหน้าอาคารศูนย์ปฏิบัติการ “A” และอาคารสโมสร “D” ถึงตำแหน่งทางเข้าอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) “B” ด้านทิศตะวันออก หรือ BE โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 3.10

3) เส้นทาง Z-3 เป็นแนวเส้นทางถนน(ขากลับ) เดินทางจากอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) “B” ด้านทิศตะวันออก หรือ BE ผ่านแนวถนนของลานจอดรถข้างอาคารสันทนาการ “E” และด้านหน้าอาคารสโมสร “D” และผ่านเส้นทางจำลองของถนนใหม่ (พื้นที่สนามฟุตบอล) ด้านหน้าอาคารอำนวยการ “F” ถึงตำแหน่งทางออกด้านประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่ หรือSW โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 แนวเส้นทางจำลองของถนนเส้นทางที่ 2 (ขาไป) และเส้นทางที่ 3 (ขากลับ)

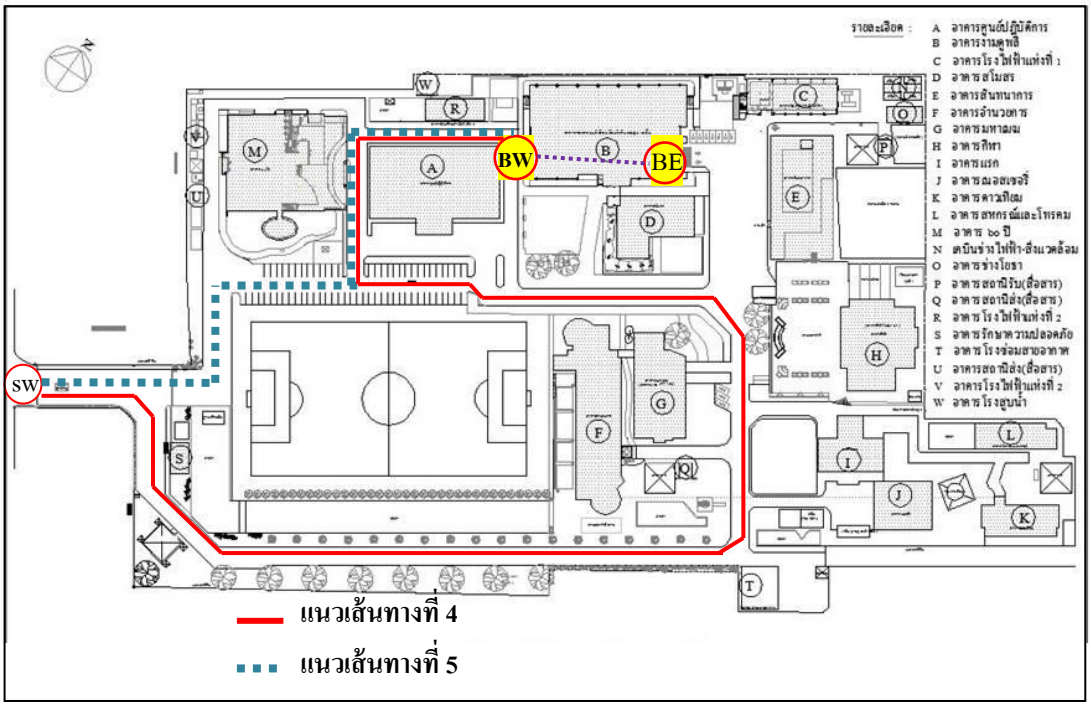
4) เส้นทาง Z-4 เป็นแนวเส้นทางจำลองถนนใหม่ที่มีเส้นทางเดินทางเริ่มจากตำแหน่งทางเข้าประตู 1ด้านถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW ผ่านลานจอดรถข้างอาคาร 60 ปี “M” และแนวถนนภายในข้างอาคารศูนย์ปฏิบัติการ “A” ถึงตำแหน่งทางเข้าอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) “B” ด้านทิศตะวันออก หรือ “BE” โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 3.11

5) เส้นทาง Z-5 เป็นแนวเส้นทางจำลองถนนใหม่ที่มีเส้นทางเดินทางเริ่มจากตำแหน่งทางเข้าประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW ผ่านแนวถนนภายในเลียบแนวบ่อน้ำผ่านหน้าอาคารมหาเมฆ “G” และด้านหน้าอาคารสโมสร “D” ผ่านแนวเส้นทางถนนภายในของลานจอดรถด้านหน้าอาคารศูนย์ปฏิบัติการ “A” และแนวถนนภายใน ระหว่างอาคาร 60 ปี “M” กับอาคารศูนย์ปฏิบัติการ “A” ถึงตำแหน่งอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) “B” ด้านทิศตะวันตก หรือ BW โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 3.11

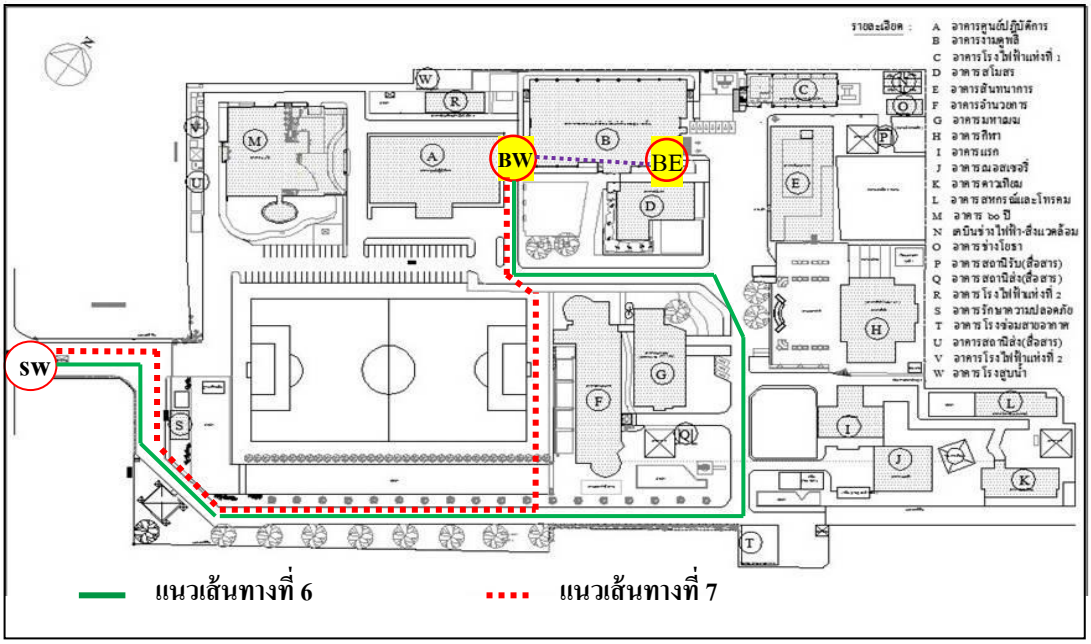
6) เส้นทาง Z-6 เป็นแนวเส้นทางจำลอง (ขากลับ) ของเส้นทางการเดินทางที่เริ่มจากตำแหน่งทางออกอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) “B” ด้านทิศตะวันตก หรือ BW ผ่านแนวถนนภายในหน้าอาคารสโมสร “D” ผ่านแนวถนนภายในด้านหน้าอาคารมหาเมฆ “G” และแนวถนนภายในเลียบแนวบ่อน้ำ ถึงตำแหน่งทางออกประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 3.12

7) เส้นทาง Z-7 เป็นแนวเส้นทางจำลองที่มีเส้นทางการเดินทางจากอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) “B” ด้านทิศตะวันตก หรือ BW ผ่านแนวเส้นทางจำลองของถนนใหม่ (พื้นที่สนาม

ฟุตบอล) ด้านหน้าอาคารอำนวยการ “F” และแนวถนนภายในเลียบแนวบ่อน้ำ ถึงตำแหน่งทางออกประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.11 แนวเส้นทางจำลอง(ขาไป) ของถนนภายในของเส้นทางที่ 4 และเส้นทางที่ 5

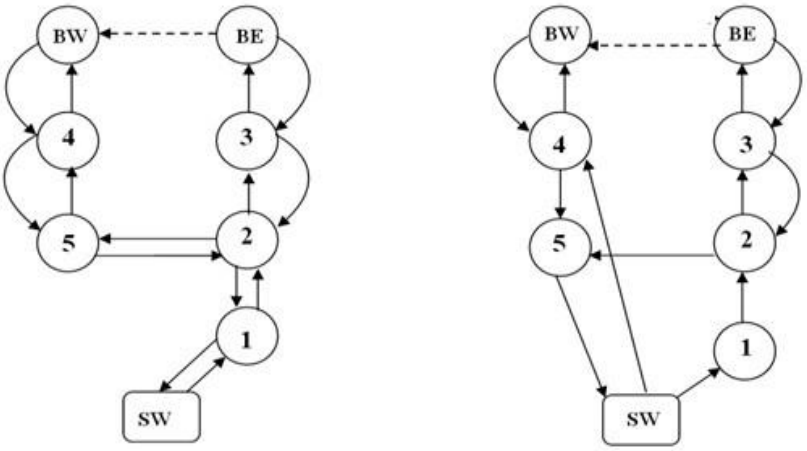


ภาพที่ 3.12 แนวเส้นทางจำลอง(ขาไป)ของถนนภายในของเส้นทางที่ 6 และเส้นทางที่ 7

3.5.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการสัญจร

การประหยัดพลังงานจากการคิดค่าใช้จ่ายการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่ใช้เส้นทาง โดยการประยุกต์ใช้วิธี The Saving Algorithm จากการจัดเส้นทางการเดินทางของรถยนต์ที่ใช้เส้นทางจากทางเข้าประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ ถึงอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) โดยใช้จุดหมายที่เริ่มการเดินทางคือประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW ถึงจุดหมายแรกของการเดินทางคืออาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) ด้านทิศตะวันออก หรือ BE และเส้นทางจากประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ ถึงจุดหมายที่สองของการเดินทางคืออาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) ด้านทิศตะวันตก หรือ BW ซึ่งมีการแสดงรายละเอียดไว้ตามภาพที่ 3.13

โดยที่ $S_{(BE,BW)}$ คือต้นทุนระยะทางการเดินทางขนส่งที่ประหยัดได้จากผลของการเชื่อมโยง (BE , BW) ทำให้เกิดเส้นทาง SW-BE-BW-SW และเส้นทาง SW- BW-BE-SW



(a) เส้นทางเดิม (b) เส้นทางใหม่

ภาพที่ 3.13 แนวเส้นทางจำลองทางจากประตู 1 ถ.นางลิ้นจี่ หรือ SW ถึงจุดช่องทางเข้า BE กับระยะทางจากประตู 1 ถ.นางลิ้นจี่ หรือ SW ถึงจุดช่องทางออก BW

การคำนวณระยะทางในการเดินทาง 1 เที่ยว (ไป-กลับ) จากการประยุกต์ใช้วิธี The Saving Algorithm สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หาได้ดังนี้

$$S_{(SW,BE)} = \sum_{BE=1}^{n} D_{(SW,BE)} + \sum_{BE=1}^{n} D_{(BE,SW)} \quad (4)$$

และ $$S_{(SW,BW)} = \sum_{BE=1}^{n} D_{(SW,BW)} + \sum_{BE=1}^{n} D_{(BW,SW)} \quad (5)$$

การคำนวณระยะทางจากประตู1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW ในการเดินทาง ไป-กลับ ทุก ๆ จุดของอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) คือ BE และ BW จากการประยุกต์ใช้วิธี The Saving Algorithm โดย

ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หาค่าประหยัดในการเดินทาง ซึ่งมีการแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.6 ดังนี้

$$S_{(BE,BW)} = [\{\sum D_{(SW,BE)} + \sum D_{(BE,SW)}\} + \{\sum D_{(SW,BW)} + \sum D_{(BW,SW)}\}] - [D_{(SW,BE)} + D_{(BW,SW)} + D_{(BE,BW)}] \quad (6)$$

โดยที่ $S_{(BE,BW)}$ คือ ค่าประหยัดในการเดินทางของของจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW กับตำแหน่ง BE และ BW

$S_{(SW,BE)}$ คือ ระยะทางในการเดินทางไป-กลับระหว่างประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW และอาคารงามดูพลีด้านทิศตะวันออก หรือ BE

$S_{(SW,BW)}$ คือ ระยะทางในการเดินทางไป-กลับระหว่างประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW และอาคารงามดูพลีด้านทิศตะวันตก หรือ BW

$D_{(SW,BE)}$ คือ ระยะทางในการเดินทางของจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW ถึงตำแหน่งอาคารงามดูพลีด้านทิศตะวันออก หรือ BE

$D_{(SW,BW)}$ คือ ระยะทางในการเดินทางของจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW ถึงตำแหน่งอาคารงามดูพลีด้านทิศตะวันตก หรือ BW

$D_{(BE,SW)}$ คือ ระยะทางในการเดินทางของจุดอาคารงามดูพลีด้านทิศตะวันออก หรือ BE ถึงตำแหน่งประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW

$D_{(BW,SW)}$ คือ ระยะทางในการเดินทางของจุดอาคารงามดูพลีด้านทิศตะวันตก หรือ BW ถึงตำแหน่งประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ หรือ SW

ตารางที่ 3.7 แนวจำลองเส้นทางถนนที่ใช้ในการประมวลผลหาค่าประหยัดในการเดินทางของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

Saving no.	เส้นทางขาไป	เส้นทางขากลับ
1	เส้นทาง Z-1	เส้นทาง Z-6
2	เส้นทาง Z-4	เส้นทาง Z-3
3	เส้นทาง Z-1	เส้นทาง Z-7
4	เส้นทาง Z-2	เส้นทาง Z-7
5	เส้นทาง Z-5	เส้นทาง Z-3

3.6 ข้อจำกัดของการศึกษา

1) ในการทำวิจัยนี้มีข้อจำกัดของพื้นที่ศึกษาที่จัดเป็นเขตพื้นที่ด้านความมั่นคงของประเทศ ทำให้เป็นพื้นที่เขตหวงห้ามตามประกาศใช้กฎอัยการศึกที่เป็นช่วงเวลาที่ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนามของพื้นที่ศึกษา ดังนั้น เพื่อเป็นการปฏิบัติตามกฎด้านความปลอดภัยของทางทหารที่ควบคุมดูแลพื้นที่ ทำให้ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลระหว่างเดือนกันยายน–ธันวาคม 2557 การถ่ายภาพจากกล้องบันทึกภาพสามารถนำมาเปิดเผยข้อมูลตำแหน่งและภาพประกอบของพื้นที่อาคาร สิ่งปลูกสร้างในวิทยานิพนธ์ได้เฉพาะบางส่วนเท่านั้น

2) อัตราราคาค่าเชื้อเพลิงเบนซิน 95 (ภาคผนวก ก แสดงไว้ในตารางที่ ก.4) ใช้อัตราของราคาขายปลีกค่าเชื้อเพลิงในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลของบริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) ณ วันที่ 13 เมษายน 2558 เท่ากับ 33.46 บาท/ลิตร

บทที่ 4
พื้นที่การศึกษา

การวิจัยเรื่อง แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยบูรณาการโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในบทที่ 4 นี้ผู้วิจัยได้นำเสนอสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ เพื่อสร้างความเข้าใจในลักษณะพื้นที่ทางกายภาพและระบบโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค สำหรับการเชื่อมโยงกับนโยบายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการให้บริการการเดินอากาศของประเทศให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลระบบใหม่ และมีศักยภาพเพียงพอที่จะรองรับปริมาณการขนส่งทางอากาศที่กำลังเพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการจัดหาและติดตั้งระบบเทคโนโลยีและอุปกรณ์ตามข้อกำหนดของระบบการบริหารจราจรทางอากาศสากล(Global Air Traffic Management System) ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการศึกษาจากทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลหาแนวทางหรือข้อเสนอแนะเพื่อตอบคำถามการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 สภาพทางกายภาพของบริษัท วิทยุการบินฯ

4.1.1 พื้นที่และลักษณะที่ตั้ง

บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ตั้งอยู่ที่ซอยงามดูพลี ถนนนางลิ้นจี่ เขตสาทร แขวงทุ่งมหาเมฆ กรุงเทพมหานคร ขนาดเนื้อที่ 37 ไร่ 2 งาน 7 ตารางวา หรือ 60,108 ตารางเมตร เป็นพื้นที่เช่าราชพัสดุอยู่ในความรับผิดชอบของกรมธนารักษ์ พื้นที่เขตสาทร บริเวณฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาหรือฝั่งพระนคร ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดิน(พื้นที่สีน้ำเงิน) ประเภทสถาบันราชการและพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม พักอาศัยหนาแน่นมาก และสถาบันการศึกษา

สภาพของลักษณะภูมิประเทศของเขตสาทร กรุงเทพมหานคร เป็นที่ราบลุ่ม มีระดับความสูงเหนือค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1.50 เมตร ซึ่งมีความลาดเอียงของระดับพื้นดินจากทิศเหนือค่อย ๆ ลาดเอียงสู่อ่าวไทยทางทิศใต้ ในทางภูมิศาสตร์เรียกพื้นที่นี้ว่า “บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ” ซึ่งเกิดจากตะกอนน้ำพา(Alluvium) โดยเป็นส่วนหนึ่งของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย(The Lower General Plain of Thailand) จัดเป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูกข้าวและพืชประเภทต่าง ๆ และมีการทรุดตัวของชั้นดินในปริมาณเฉลี่ย 5-10 เซ็นติเมตรต่อปี ทำให้ท่อระบายน้ำภายในพื้นที่มีค่าระดับต่ำกว่าท่อน้ำสาธารณะ ดังนั้นการระบายน้ำทิ้งต้องใช้ระบบปั๊มสูบน้ำเพื่อระบายน้ำออกสู่ท่อน้ำสาธารณะ

ส่วนแนวเขตที่ดินของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ทุ่งมหาเมฆ กับพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบ ดังมีรายละเอียดตามท้ายนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับซอยนราธิวาสราชนครินทร์ 17 ซอยงามดูพลี วิทยาลัยอาชีวศึกษาเอี่ยมละออ และอาคารพักอาศัย(บ้านแถว) ของกรมการบินพลเรือน
- ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่กองพันทหารสื่อสาร กองพลที่ 1 รักษาพระองค์
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่กรมการบินพลเรือน ที่มีแนวเขตเชื่อมต่อกับพื้นที่สวนสาธารณะและอาคารมูลนิธิ ม.ร.ว. คึกฤทธิ์ ปราโมช
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่สำนักงานบริษัท ทีโอที คอร์ปอร์เรชั่น จำกัด(มหาชน) เขตทุ่งมหาเมฆ สำนักงานการประปานครหลวง สาขาทุ่งมหาเมฆ ถนนนางลิ้นจี่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และศูนย์พัฒนาชุมชนของกองพันทหารสื่อสาร กองพลที่ 1 รักษาพระองค์

ภาพที่ 4.1 ผังบริเวณพื้นที่ศึกษาบริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ทุ่งมหาเมฆ

ที่มา :Google Map

4.1.2 การใช้ประโยชน์พื้นที่

การใช้ประโยชน์พื้นที่ทางกายภาพในปัจจุบันของบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ เป็นพื้นที่เช่าราชพัสดุ ขนาดเนื้อที่ 37 ไร่ 2 งาน 7 ตารางวา คิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 60,028 ตารางเมตร ซึ่งมี

อาคาร สิ่งปลูกสร้างภายในพื้นที่ประมาณ 20 กว่าอาคาร และมีการแบ่งกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้าง ตามลักษณะการใช้งานจำนวน 6 กลุ่ม ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) กลุ่มอาคารปฏิบัติการจราจรทางอากาศ เป็นกลุ่มอาคารที่มีลักษณะของการใช้สอยของพื้นที่ภายในอาคาร สำหรับการปฏิบัติงานด้านควบคุมจราจรทางอากาศ และใช้ติดตั้งระบบอุปกรณ์ด้านวิศวกรรมจราจรทางอากาศ ระบบติดตามอากาศยาน ระบบสื่อสารการบิน และการฝึกอบรมด้านการจราจรทางอากาศ มีอาคารต่าง ๆ ที่อยู่ในกลุ่มดังกล่าวนี้ ประกอบด้วย

(1) อาคารศูนย์ปฏิบัติการ เป็นอาคาร ค.ส.ล. สูง 4 ชั้น และดาดฟ้าติดตั้งระบบสื่อสารการบิน ระบบปรับอากาศรวม และถังน้ำสำรอง ค.ส.ล. ชั้นดาดฟ้า

(2) อาคาร 60 ปี เป็นอาคาร ค.ส.ล. สูง 10 ชั้น และมีหลังคาชนิดเหล็กรีดแผ่น (Metal Sheet) มีการติดตั้งระบบสื่อสารการบิน ระบบปรับอากาศรวมบริเวณชั้น 9 และถังน้ำสำรอง ค.ส.ล. บริเวณชั้นดาดฟ้า

2) กลุ่มอาคารบริหารและพัฒนา เป็นกลุ่มอาคารที่มีลักษณะของการใช้สอยของพื้นที่ภายในอาคาร สำหรับการบริหารจัดการ ธุรการและการเงิน และการทดสอบเครื่องมืออุปกรณ์ด้านการบิน และพื้นที่สีเขียว มีอาคารต่างๆ ที่อยู่ในกลุ่มดังกล่าวนี้ ประกอบด้วย

(1) อาคารอำนวยการ เป็นอาคาร ค.ส.ล. สูง 8 ชั้น และดาดฟ้าติดตั้งระบบปรับอากาศรวม และถังน้ำสำรอง ค.ส.ล. ชั้นดาดฟ้า

(2) อาคารมหาเมฆ เป็นอาคาร ค.ส.ล. สูง 4 ชั้น และดาดฟ้าติดตั้งระบบปรับอากาศรวม และถังน้ำสำรอง ค.ส.ล. ชั้นดาดฟ้า

(3) อาคาร รปภ. เป็นอาคาร ค.ส.ล. ชั้นเดียว เพื่อให้การอำนวยความสะดวกและความปลอดภัย

(4) พื้นที่สีเขียว จัดเป็นพื้นที่สำรองฉุกเฉินและการขยายตัวในอนาคต

3) กลุ่มอาคารธุรกิจและสวัสดิการ เป็นกลุ่มอาคารที่มีลักษณะของการใช้สอยของพื้นที่ภายในอาคาร สำหรับการจัดการธุรกิจการบิน สหกรณ์-โทรคม(สื่อสาร) มีอาคารต่าง ๆ ที่อยู่ในกลุ่มดังกล่าวนี้ ประกอบด้วย

(1) อาคารสันทนาการ เป็นอาคาร ค.ส.ล. สองชั้น (กิจกรรมออกกำลังกาย)

(2) อาคารกีฬา เป็นอาคาร ค.ส.ล. สองชั้น และโรงยิมเนเซียมอเนกประสงค์

(3) อาคารแรก เป็นอาคาร ค.ส.ล. สองชั้น ใช้งานด้านธุรกิจสื่อสารการบินและวิศวกรรมการบิน

(4) อาคารเนอสเซอรี่ เป็นอาคาร ค.ส.ล. ชั้นเดียว ใช้เป็นสถานดูแลเด็กอ่อน และพัฒนาเด็กเล็กก่อนวัยเรียนให้กับลูกหลานพนักงาน

(5) อาคารสหกรณ์-โทรคม เป็นอาคาร ค.ส.ล. ชั้นเดียว ใช้งานทางด้านธุรการและการเงิน และติดตั้งระบบอุปกรณ์โทรคมนาคม

4) กลุ่มอาคารสื่อสาร เป็นกลุ่มอาคารที่มีลักษณะของการใช้สอยของพื้นที่ภายในอาคาร สำหรับการสื่อสารด้านการควบคุมจราจรทางอากาศและสื่อสารการบิน มีอาคารต่าง ๆ ที่อยู่ในกลุ่มดังกล่าวนี้ ประกอบด้วย

(1) อาคารสถานีรับ (สื่อสาร) เป็นอาคาร ค.ส.ล. ชั้นเดียว ติดตั้งระบบอุปกรณ์สื่อสาร และมีโครงเสาอากาศเหล็กสูง 300 ฟุต

(2) อาคารสถานีส่ง (สื่อสาร) เป็นอาคาร ค.ส.ล. ชั้นเดียว ติดตั้งระบบอุปกรณ์สื่อสาร และมีโครงเสาอากาศเหล็กสูง 300 ฟุต

(3) อาคารดาวเทียม เป็นอาคาร ค.ส.ล. สองชั้น ใช้งานติดตั้งระบบอุปกรณ์ดาวเทียมด้านธุรกิจสื่อสารการบินและวิศวกรรมสื่อสารการบิน

(4) อาคารโรงซ่อมสายอากาศ เป็นสำนักงานรูปแบบไม้ชั้นเดียว สำหรับเป็นสถานที่ปฏิบัติงานและเก็บอุปกรณ์ในการซ่อมบำรุงระบบช่างสายอากาศ

5) กลุ่มสนับสนุนบริการ เป็นกลุ่มอาคารที่มีลักษณะของการให้บริการด้านที่พัก ที่จอดรถ ห้องอาหาร ห้องสมุดและการพักผ่อนหย่อนใจ มีอาคารต่าง ๆ ที่อยู่ในกลุ่มดังกล่าวนี้ ประกอบด้วย

(1) อาคารงามดูพลี เป็นอาคาร ค.ส.ล. สูง 10 ชั้น มีห้องพัก 50 ห้อง ที่จอดรถประมาณ 700 คัน และถังน้ำสำรอง บริเวณชั้นดาดฟ้า

(2) อาคารสโมสร เป็นอาคาร ค.ส.ล. สองชั้น มีห้องอาหาร ห้องสมุด และห้องบริการเสริมสวย

6) กลุ่มสนับสนุนสาธารณูปโภค เป็นกลุ่มอาคารที่มีลักษณะของการให้บริการด้านระบบสาธารณูปโภค มีอาคารต่าง ๆ ที่อยู่ในกลุ่มดังกล่าวนี้ ประกอบด้วย

(1) อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1 เป็นอาคาร ค.ส.ล.สามชั้น ติดตั้งระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง จำนวน 4 ชุด

(2) เคบินช่างไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม เป็นสำนักงานชนิดตู้คอนเทนเนอร์แบบสองชั้น สำหรับเป็นสถานที่ปฏิบัติงานและเก็บอุปกรณ์ในการซ่อมบำรุงระบบช่างไฟฟ้าและงานสิ่งแวดล้อม(ประปา-น้ำเสีย)

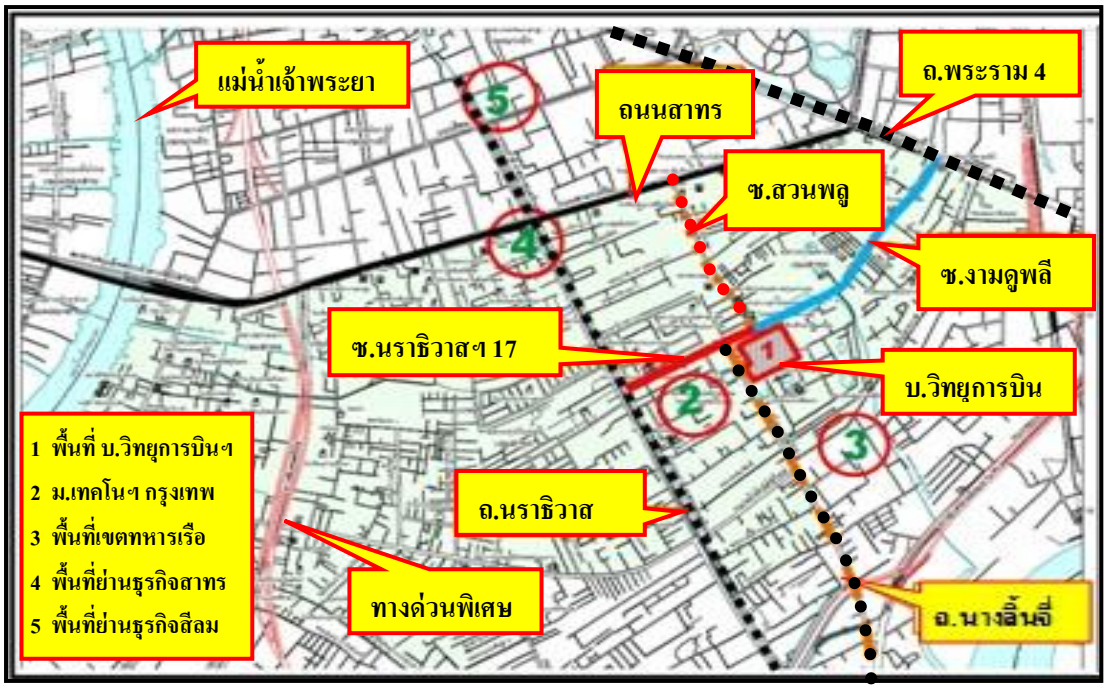
(3) อาคารช่างโยธา เป็นสำนักงานรูปแบบไม้ชั้นเดียว สำหรับเป็นสถานที่ปฏิบัติงานและเก็บอุปกรณ์ในการซ่อมบำรุงระบบช่างโยธา

(4) อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 2 เป็นอาคาร ค.ส.ล. สามชั้น ติดตั้งระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง จำนวน 2 ชุด

(5) อาคาร Reuse เป็นอาคารติดตั้งอุปกรณ์กรองน้ำเสียและปรับสภาพน้ำทิ้ง

(6) อาคารบำบัดน้ำเสีย เป็นอาคารติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย

(7) อาคารโรงสูบน้ำ เป็นสถานที่สูบน้ำออกสู่พื้นที่ท่อระบายน้ำสาธารณะ



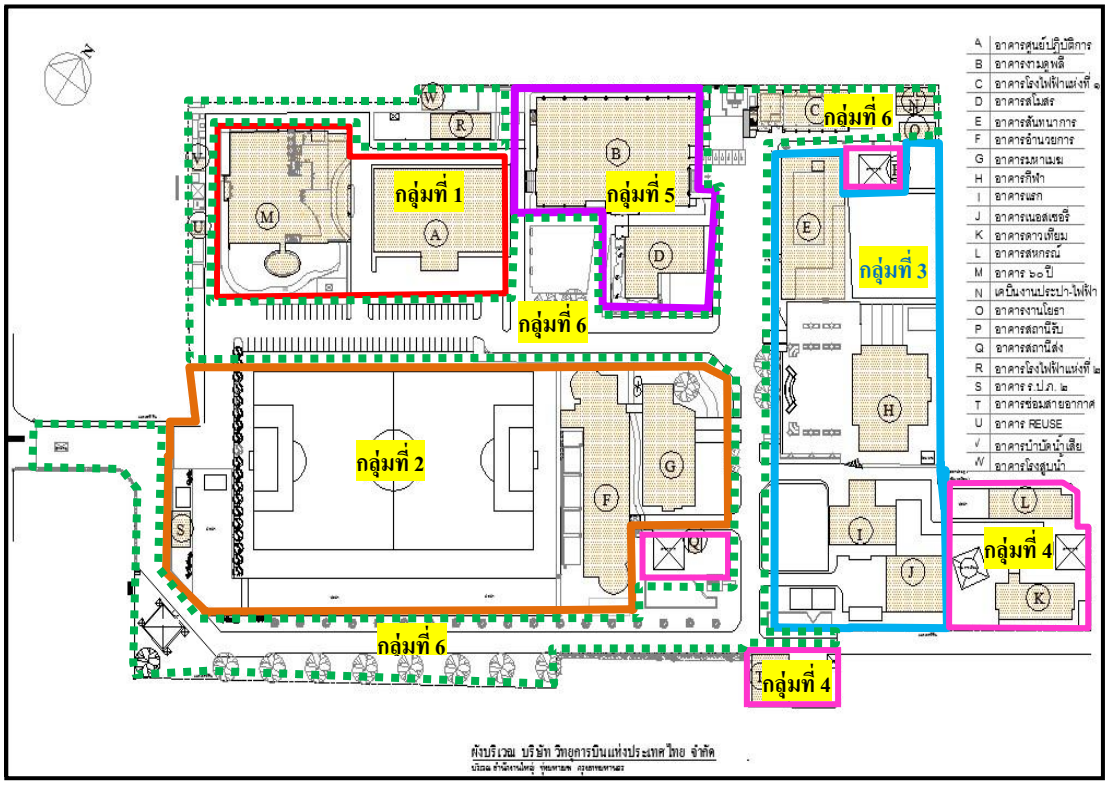
ภาพที่ 4.2 ตำแหน่งพื้นที่ เส้นทาง และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษาโดยรอบ

จากสภาพทางกายภาพของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ มีการจัดกลุ่มอาคารตามลักษณะของประเภทกิจกรรมเดียวกัน หรือคล้ายกันมาใช้ในการแบ่งกลุ่มอาคารปัจจุบัน เพื่อประโยชน์ในการแบ่งหน้าที่ดูแลรับผิดชอบพื้นที่อาคารด้านความปลอดภัย และด้านอาชีวอนามัยแต่ปัจจุบันพื้นที่ของบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ยังไม่มีรูปแบบที่สอดคล้องกับลักษณะรูปแบบในการจัดกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบของพื้นที่เข้าด้วยกัน ทำให้ขาดความสมดุลกันและยากแก่การปรับขยายตัวของพื้นที่อาคารในอนาคต โดยมีการสรุปรายละเอียดข้อดีข้อเสียแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปข้อดีข้อเสียของการจัดกลุ่มอาคารในพื้นที่ศึกษา(บ. วิทยุการบินฯ) สภาพปัจจุบัน

ลำดับ	ข้อดี	ข้อเสีย
1	-มีการแบ่งแยกเขตพื้นที่การใช้สอยชัดเจน	-การขยายตัวได้ยาก เพราะพื้นที่ถูกปิดล้อม
2	-ใช้เป็นแนวเขตความปลอดภัยแต่ละพื้นที่ที่ใช้มาตรการป้องกันแตกต่างกันตามความสำคัญของพื้นที่ปฏิบัติงาน	-ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาคารทำได้จำกัด
3	-	-การตัดกันของถนนและพื้นที่ทางเท้าจำนวนมาก และมีค่าระดับที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้พื้นที่

แผนงานโครงการที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาคือ โครงการก่อสร้างอาคาร AEROTHAI Complex ที่มีพื้นที่ใช้สอยของโครงการไม่น้อยกว่า 30,000 ตารางเมตร เช่น พื้นที่สำนักงาน หอประชุม สนามกีฬาแบบอเนกประสงค์ พื้นที่สันทนาการ ที่จอดรถไม่น้อยกว่า 1,000 คัน และพื้นที่สำรองสนับสนุนภารกิจด้านความมั่นคงให้กับหน่วยงานภาครัฐ(กองทัพบก กองทัพเรือ กองทัพอากาศ กระทรวงคมนาคม กรมการบินพลเรือน ฯลฯ) และการสนับสนุนภารกิจด้านการควบคุมจราจรทางอากาศขององค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ(ICAO) ทำให้ปัญหาความหนาแน่นของพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นจากเดิม ปัญหาด้านเส้นทางการสัญจร ปัญหาที่จอดรถ(พนักงานและผู้ใช้บริการ) และปัญหาความต้องการใช้งานของระบบสาธารณูปโภค ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา ซึ่งการจัดกลุ่มอาคารของพื้นที่ศึกษาสภาพปัจจุบัน พบว่า พื้นที่กลุ่มอาคารส่วนใหญ่จะถูกปิดล้อมด้วยพื้นที่กลุ่มอาคารสนับสนุนสาธารณูปโภคที่จะเป็นงานสนับสนุนด้านระบบไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน ซึ่งจะเชื่อมต่อพื้นที่กลุ่มอาคารอื่น ๆ ทำให้การใช้งานพื้นที่กลุ่มอาคารแต่ละอาคารไม่สัมพันธ์กัน และไม่สามารถแยกการควบคุมพลังงานในแต่ละกลุ่มอาคารได้ เพราะมีการกระจัดกระจายการใช้พลังงานตามสภาพตำแหน่งของอาคารที่มีอยู่เดิม โดยมีแสดงรายละเอียดพื้นที่กลุ่มอาคารไว้ในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ผังการแบ่งกลุ่มอาคารตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ศึกษาบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

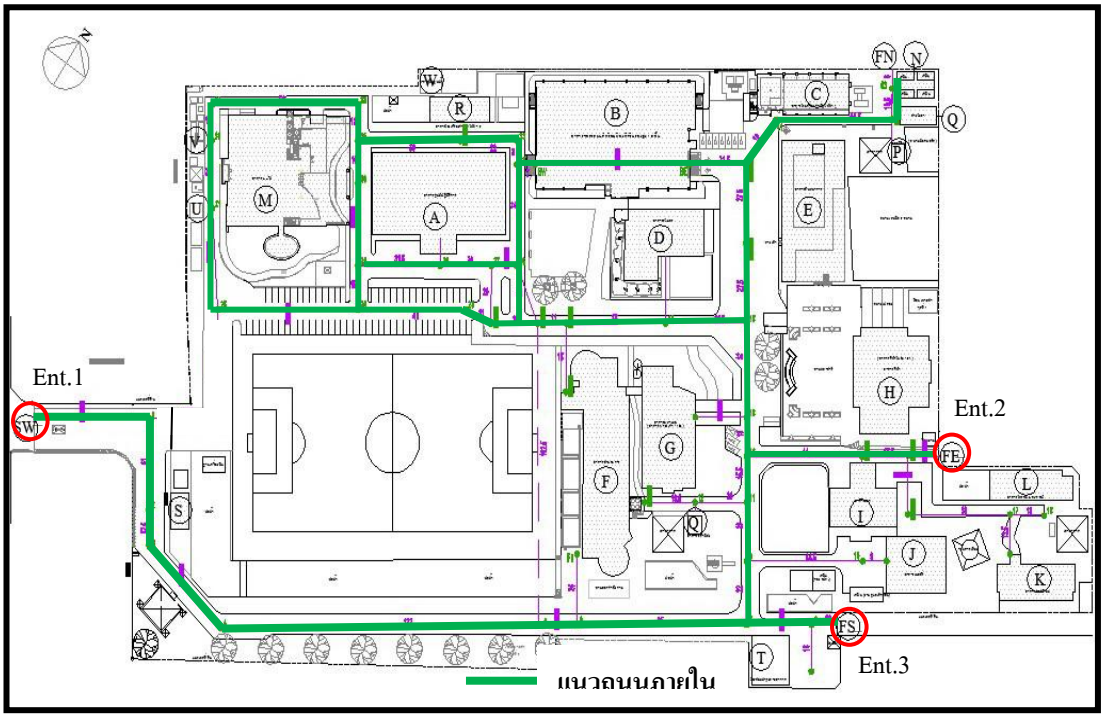
ภาพที่ 4.4 อาคารและสิ่งปลูกสร้างบางส่วนที่อยู่ภายในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ และช่องทางประตูเข้า/ออก ด้านถนนนางลิ้นจี่

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของบริษัท วิทยุการบินฯ ด้านกายภาพเป็นพื้นที่ราบลุ่ม และมีบ่อน้ำ (Reservoir) ที่ใช้เป็นที่รองรับน้ำฝนและน้ำทิ้งจากอาคารและบริเวณพื้นที่ภายนอกของอาคารต่าง ๆ การติดต่อกับพื้นที่ภายนอกหรือพื้นที่สาธารณะจะมีถนนคอนกรีตกว้าง 8.00 เมตร และทางเดินเท้าเชื่อมต่อกับพื้นที่ภายนอก มีแนวรั้วที่เป็นกำแพงก่ออิฐและรั้วตาข่ายเสริมความสูงแนวรั้วเพิ่มเติมเพื่อป้องกันอันตรายและภัยคุกคาม และส่วนพื้นที่สีเขียวมีการใช้พรรณไม้ปลูกให้ความร่มรื่นร่มเงาเป็นรูปแบบลักษณะผสมผสานระหว่างพรรณไม้ใหญ่ที่มีทั้งพันธ์ไม้ใบและไม้ดอก เช่น ต้นชมพูพันธ์ทิพย์ หูกวาง หูกระจง พญาสัตบรรณ ลีลาวดี อโศกอินเดีย ประดู่ เป็นต้น และการใช้พรรณไม้คลุมดินและไม้น้ำ เช่น บานบุรี ต้นบัว เป็นต้น และสนามหญ้า (ฟุตบอล) ทำให้เกิดความสวยงามและใช้เป็นแนวเขตพื้นที่สีเขียวภายในพื้นที่ศึกษา

ภาพที่ 4.5 ลักษณะการใช้พรรณไม้ใหญ่และไม้น้ำ(บัว) บริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารที่ใช้เป็นพื้นที่สีเขียวเพื่อการพักผ่อนของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

4.2 การสัญจร

เส้นทางการสัญจรจากแนวถนนนางลิ้นจี่ ซึ่งเป็นถนนสายหลักเป็นถนนคอนกรีตสาธารณะกว้าง 4 เลน อยู่ทางด้านประตู 1(ถ.นางลิ้นจี่) ทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษาเชื่อมต่อเข้าสู่ภายในพื้นที่ด้วยถนนคอนกรีตขนาดกว้าง 8.00 เมตรเป็นเส้นทางหลัก และมีถนนคอนกรีตกว้าง 6.00-8.00 ม. เชื่อมต่อกับพื้นที่อาคารต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเชื่อมต่อกับพื้นที่กรมการบินพลเรือนด้านประตู 2 สามารถใช้เป็นเส้นทางเข้า/ออกของซอยงามดูพลีออกสู่ถนนพระราม 4 และซอยสวนพลู(ถนนสาทร) ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา และประตู 3 เป็นเส้นทางที่ใช้สำหรับเดินทางเข้า/ออกเชื่อมต่อกับพื้นที่กองพันทหารสื่อสาร กองพลที่ 1 รักษาพระองค์ ออกสู่ถนนนางลิ้นจี่ โดยจะเปิดให้ใช้ในงานเฉพาะกรณีเหตุฉุกเฉิน หรืออนุญาตให้ใช้เป็นเส้นทางสัญจรของรถยนต์เข้าสู่พื้นที่จอดรถชั่วคราว อันเนื่องจากบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ประสบปัญหาพื้นที่จอดรถไม่เพียงพอกับปริมาณรถของพนักงานและผู้ใช้บริการ(ด้านการบิน) ปริมาณพื้นที่จอดรถซึ่งแนวเส้นทางนี้จะอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.6 ผังแนวถนนภายในปัจจุบันของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

ภาพที่ 4.7 แนวถนนด้านกองพันทหารสื่อสาร ฯ (เส้นทางจุกเฉิน) และจอดรถชั่วคราว

ภาพที่ 4.8 แนวซอยสวนพลูและซอยงามดูพลีเลียบแนวที่ดินของ บ.วิทยุการบินฯ

ส่วนการสัญจรใช้ทางเดินเท้าเชื่อมติดต่อพื้นที่ชุมชนซอยสวนพลู (ตลาด ร้านค้า สถานศึกษา หน่วยงานราชการ และเอกชน) โดยใช้เส้นทางประตูด้านทิศใต้เป็นช่องทางเข้า/ออกพื้นที่ศึกษาที่ใช้การสัญจรเดินเท้าและจักรยาน และเป็นแนวพื้นที่จุดเปลี่ยนโหมดการเดินทางเนื่องจากเป็นที่จอดรถจักรยานยนต์รับจ้าง หรือรถแท็กซี่ (TAXI) เพื่อใช้เดินทางไปยังระบบขนส่งสาธารณะประเภทรถไฟฟ้า รถโดยสาร BRT เป็นต้น และสามารถใช้เป็นเส้นทางเข้าสู่สวนสาธารณะที่ติดกับแนวซอยงามดูพลี ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของบริษัท วิทยุการบินฯ โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.9 แนวซอยสวนพลู (วิทยาลัยอาชีวศึกษาฯ เอี่ยมละออ และแนวถนนนางลิ้นจี่ ด้านช่องทางเข้าพื้นที่ศึกษา(บ. วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ)

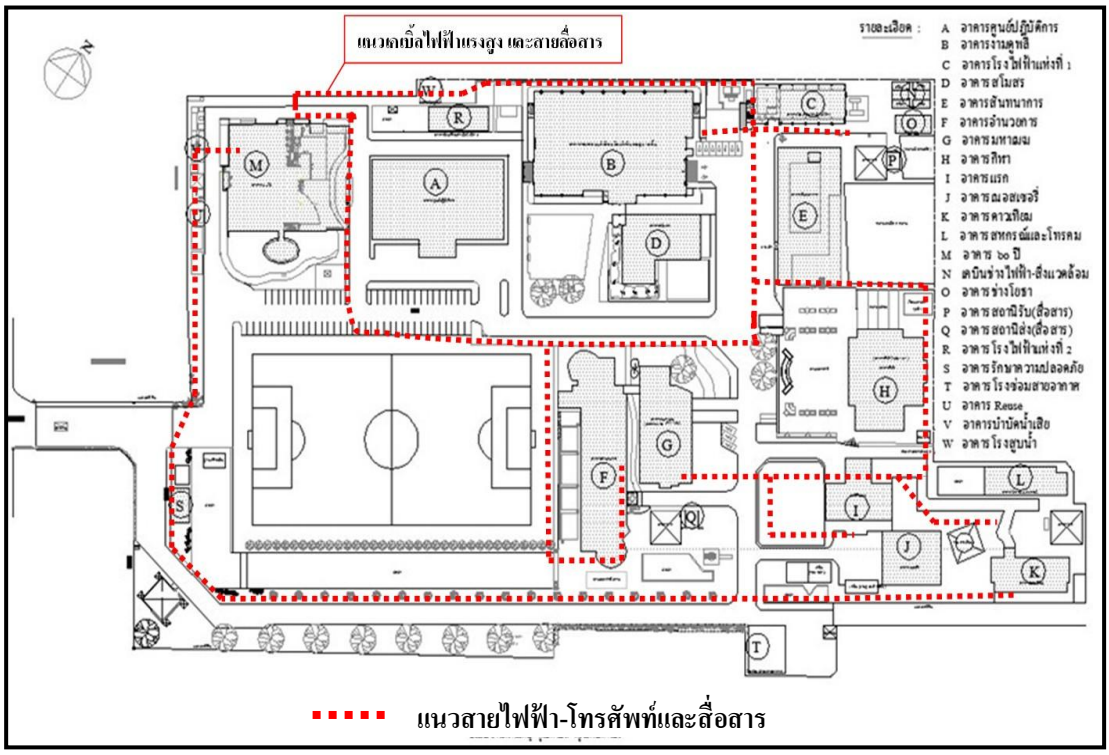
ภาพที่ 4.10 แนวถนนภายในเข้าอาคารงามดูพลี (อาคารจอดรถ) ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

ภาพที่ 4.11 แนวถนนภายในฝั่งทิศใต้(ด้านประตูนางลิ้นจี่) และด้านข้างพื้นที่การประปา ฯ

4.3 ระบบสาธารณูปโภค

ระบบสาธารณูปโภค ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้า ประปา ท่อระบายน้ำ ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร รวมถึงเส้นทางถนนและทางเดิน ของบริษัท วิทยุการบินฯ แยกออกเป็น

1) ระบบไฟฟ้า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้านครหลวง เขตคลองเตย 2 เส้นทางคือ เส้นทางที่ 1 เป็นแนวอาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1 ที่มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองรองรับการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอาคารสถานที่ที่ปฏิบัติงานภายในพื้นที่สำนักงานใหญ่ ในกรณีฉุกเฉินหรือมีเหตุขัดข้องที่การไฟฟ้านครหลวงไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ ส่วนเส้นทางที่ 2 เป็นแนวอาคารดาวเทียมด้านถนนส่วนบุคคลของกองพันทหารสื่อสาร กองพลที่ 1 รักษาพระองค์ (เปิดให้ใช้กรณีฉุกเฉิน หรือจอดรถชั่วคราว) สำหรับแนวระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่มีอยู่เดิมจะใช้ท่อร้อยสาย(Duct Bank) แบบรางคอนกรีตคล้ายท่อ Block Culvert และบางส่วนต่อเชื่อมกับแนวท่อร้อยสายที่ใช้วัสดุท่อพีอี แบบฝังใต้ดินเข้าสู่อาคาร และบางส่วนใช้แบบรางเคเบิลแลดเดอร์(Ladder Wire-Way) เชื่อมต่อพาดสายไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารเข้าสู่อาคารต่าง ๆ มีข้อดีคือ ใช้เวลาทำงานสั้น สะดวก รวดเร็ว และข้อเสียคือ ไม่สามารถขยายขนาดท่อสายไฟฟ้าและสายสื่อสารได้ มีการใช้พื้นที่มาก และการบำรุงรักษาทำได้ยาก ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงจากระยะทางของแนวระบบสาธารณูปโภค โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 4.12



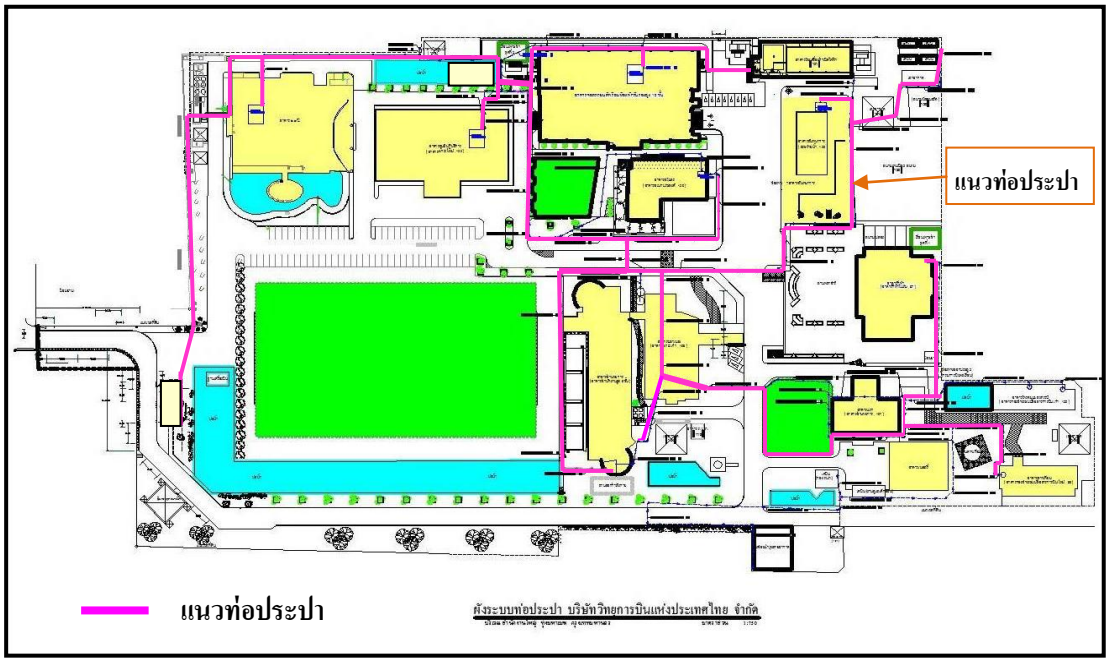
ภาพที่ 4.12 ผังแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันของงานระบบไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร

ภาพที่ 4.13 ท่อร้อยสายแนวไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร ในพื้นที่ศึกษาที่ใช้แบบรางคอนกรีต

ภาพที่ 4.14 แนวไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร ในพื้นที่ศึกษาที่ใช้วัสดุท่อพีอี แบบฝังใต้ดิน

ภาพที่ 4.15 แนวไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร แบบท่อพีอีตัดผ่านแนวท่อประปา และท่อน้ำเสีย

2) ระบบน้ำประปามีการต่อเชื่อมกับระบบท่อประปาของการประปานครหลวง ซึ่งมีการใช้ระบบท่อฝังใต้ดิน เป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และท่อพีอี ชนิดทนทานแรงดันสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 นิ้ว และท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 นิ้ว โดยจ่ายน้ำเข้าสู่ถังพักน้ำใต้ดิน ค.ส.ล. แต่ละอาคารและใช้ระบบปั๊มสูบน้ำแรงดันสูงขึ้นสู่ถังพักน้ำชั้นดาดฟ้าของอาคารแต่ละหลัง เพื่อทำการจ่ายน้ำใช้งานภายในอาคาร และอาคารที่อยู่ใกล้เคียง โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 4.16

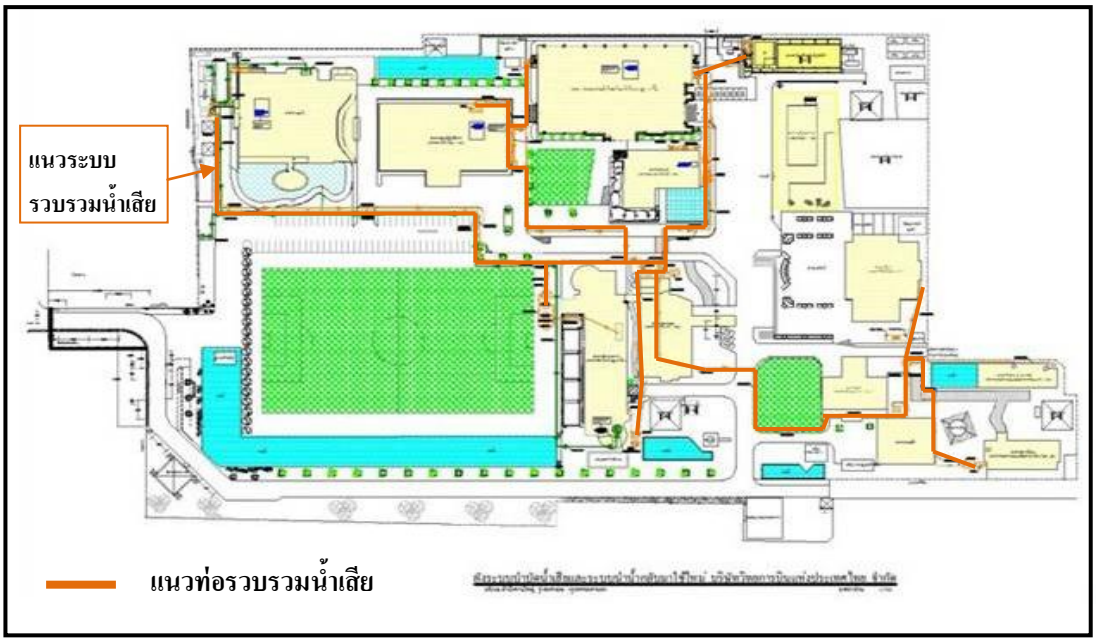


ภาพที่ 4.16 ผังแนวระบบท่อประปาของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

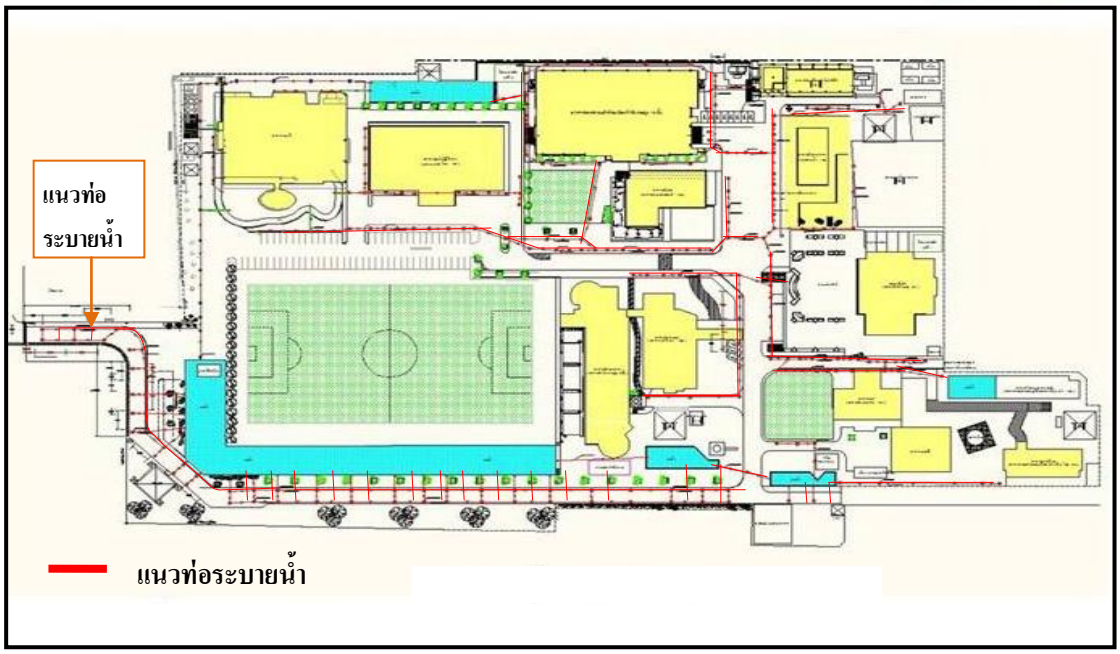
3) ระบบท่อรวมน้ำเสียของอาคารแต่ละอาคารจะมีการวางท่อพีอี ชนิดทนทานแรงดันสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 นิ้ว เพื่อใช้ระบบปั๊มน้ำแรงดันสูบน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียที่รับน้ำเสียมาจากบ่อเกรอะน้ำเสียแต่ละอาคาร และสูบน้ำเสียเข้าสู่บ่อรวบรวมน้ำเสียหลักของระบบบำบัดน้ำเสียด้านทิศตะวันตก(ติดกับแนวที่ดินสำนักงานบริษัท ทีโอทีฯ)เพื่อบำบัดน้ำเสีย ก่อนปล่อยลงสู่บ่อเก็บกักน้ำของบริษัท วิทยุการบินฯ โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 4.17

4) ระบบระบายน้ำที่เป็นส่วนหลักจะใช้ท่อคอนกรีตขนาด ø 60 ซม. ฝังใต้ดินเชื่อมต่อกับบ่อเก็บกักน้ำ(บ่อเปิด) และมีการรับน้ำจากท่อระบายน้ำคอนกรีตขนาด ø 30 ซม. ที่เชื่อมต่อรับน้ำทิ้งที่มาจากอาคารแต่ละหลัง และระบายน้ำทิ้งลงสู่บ่อพักเก็บน้ำรวม และใช้วัชพืชน้ำและแสงแดดช่วยในการบำบัดน้ำเสียภายในบ่อเก็บกักน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งปัญหาของสภาพภูมิประเทศของพื้นที่มีค่าระดับที่ต่ำกว่าพื้นที่ภายนอก ทำให้การระบายน้ำจากพื้นที่ภายในจึงจำเป็นต้องใช้แรงดันของปั๊มน้ำในการสูบน้ำออกสู่ภายนอกพื้นที่ เพื่อระบายน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

ผลกระทบที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน พบว่า น้ำทิ้ง(น้ำฝน) ในพื้นที่มีปริมาณมาก และการสูบน้ำออกสู่ภายนอกอาจล้นท่วมพื้นที่สาธารณะ(ถนนและทางเท้า) โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.17 ผังแนวระบบรวบรวมน้ำเสียของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ



ภาพที่ 4.18 ผังแนวระบบระบายน้ำของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

4.4 สรุปสภาพทั่วไปทางกายภาพและการพัฒนาพื้นที่

การศึกษาสำหรับการวางแผนการพัฒนาทางกายภาพของพื้นที่จะต้องมีการพิจารณาเกี่ยวกับรูปร่าง ขนาด และทิศทางของพื้นที่ตั้ง รวมทั้งค่าความสูงต่ำของระดับพื้นที่ และรูปทรงของพื้นที่ตั้ง และคุณสมบัติโดยรอบสถานที่ตั้ง(ความสูงของอาคาร) ซึ่งมีลักษณะรูปแบบการใช้งานของอาคารและสิ่งปลูกสร้างแตกต่างกัน เช่น อาคารสำนักงาน อาคารศูนย์ปฏิบัติการควบคุมจราจรทางอากาศ อาคารกีฬา อาคารสโมสร อาคารที่จอดรถ เป็นต้น รวมถึงโครงสร้างเสาอากาศ จานดาวเทียม เป็นต้น และการแบ่งแยกโซนพื้นที่ของการพัฒนาผังกายภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลสำรวจทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา (บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.4.1 สภาพพื้นที่ทางกายภาพของที่ตั้งพื้นที่ศึกษา

บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ มีพื้นที่เชื่อมต่อกับหน่วยงานราชการและเอกชน เส้นทางสัญจรสาธารณะ และจากสถานการณ์ทางการเมืองในช่วง พ.ศ.2556-2557 พบว่า มีความเสี่ยงสูงด้านภัยคุกคามจากภายนอกพื้นที่ที่มีผลต่อความปลอดภัยของพนักงานผู้ปฏิบัติงานและอาคารสถานที่ต่าง ๆ ที่ให้บริการด้านควบคุมจราจรทางอากาศ และส่วนสนับสนุนด้านเครื่องมืออุปกรณ์และการบริการด้านอื่น ๆ ที่มีการปฏิบัติงานของพื้นที่ภายในสำนักงานใหญ่ เพราะพื้นที่ของบริษัทวิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ มีความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย และการสร้างแนวป้องกัน(รั้ว)เป็นแนวติดถนนสาธารณะ(ซอยสวนพลูและซอยงามดูพลี) ซึ่งอยู่ใกล้กับพื้นที่ตั้งของอาคารศูนย์ปฏิบัติการกับอาคาร 60 ปี ที่ใช้เป็นศูนย์กลางการควบคุมจราจรทางอากาศของประเทศและภูมิภาค ซึ่งมีการใช้ระยะร่นของอาคารตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร แต่การใช้ระยะห่างของแนวรั้วถึงตัวอาคารประมาณ 7.00 เมตร ทำให้ประสบปัญหาด้านความปลอดภัยกับอาคารที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดอันตรายที่อยู่ใกล้พื้นที่สาธารณะมากเกินไป และจำเป็นต้องหาวิธีการป้องกันร่วมกับการปรับปรุงผังกายภาพของพื้นที่สำหรับใช้ในการป้องกันอันตรายจากภัยคุกคามภายนอกอย่างมีประสิทธิภาพ

4.4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ เป็นพื้นที่เช่าราชพัสดุ ขนาดเนื้อที่ 37 ไร่ 2 งาน 7 ตารางวา หรือ 60,028 ตารางเมตร โดยมีอาคารและสิ่งปลูกสร้างภายในพื้นที่ประมาณ 20 กว่าอาคาร และมีอัตราส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน(Ground Area Coverage Ratio) ประมาณ 29.44 % หรือประมาณ 17,674 ตารางเมตร และอัตราส่วนพื้นที่ว่างอันปราศจากสิ่งก่อสร้างต่อพื้นที่แปลงที่ดิน (Open Space Ratio) ประมาณ 66.28% หรือประมาณ 39,790 ตารางเมตร ซึ่งมีการแบ่งกลุ่มอาคารต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้งานได้จำนวน 6 กลุ่ม โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ สภาพปัจจุบัน

ลำดับ	กลุ่มอาคาร	การใช้งาน	พื้นที่รวม(ตร.ม.)
1	กลุ่มอาคารปฏิบัติการจราจรทางอากาศ		5,358
	1.1 อาคารศูนย์ปฏิบัติการ	-ควบคุมจราจรทางอากาศ	
	1.2 อาคาร 60 ปี	-ควบคุมจราจรทางอากาศ	
2	กลุ่มอาคารบริหารและวิจัยพัฒนา		21,572
	2.1 อาคารอำนวยการ	-บริหาร/อำนวยการ การเงินและธุรการ	
	2.2 อาคารมหาเมฆ	-งานวิจัย วิศวกรรม คลังพัสดุ	
	2.3 อาคาร รปภ.	-รักษาความปลอดภัย	
	2.4 พื้นที่สีเขียว	-พื้นที่ว่าง	
3	กลุ่มอาคารธุรกิจและสวัสดิการ		11,376
	3.1 อาคารสันทนาการ	-สระว่ายน้ำ ฟิตเนส ห้องพยาบาล	
	3.2 อาคารกีฬา	-สนามกีฬาในร่ม อเนกประสงค์	
	3.3 อาคารแรก	-สำนักงานด้านธุรกิจการบิน	
	3.4 อาคารเนอสเซอรี่	-สถานเลี้ยงเด็กอ่อน	
	3.5 อาคารสหกรณ์และโทรคม	-การสื่อสาร การเงิน	
4	กลุ่มอาคารสื่อสาร		5,052
	4.1 อาคารสถานีรับ(สื่อสาร)	-ระบบการสื่อสารการบิน	
	4.2 อาคารสถานีส่ง(สื่อสาร)	-ระบบการสื่อสารการบิน	
	4.3 อาคารดาวเทียม	-ระบบดาวเทียม	
	4.4 อาคารซ่อมสายอากาศ	-ห้องปฏิบัติงานด้านซ่อมบำรุง	
5	กลุ่มสนับสนุนบริการ		5,370
	5.1 อาคารงามดูพลี	-ที่จอดรถ และที่พัก	
	5.2 อาคารสโมสร	-ห้องอาหาร ห้องสมุด พักผ่อน	
6	กลุ่มอาคารสนับสนุนสาธารณูปโภค		11,300
	6.1 อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	-ระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าสำรอง	
	6.2 เคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม	-ห้องทำงานและเก็บอุปกรณ์	
	6.3 อาคารช่างโยธา	-ห้องทำงานและเก็บอุปกรณ์	
	6.4 อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 2	-ระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าสำรอง	
	6.5 อาคาร Reuse	-ห้องระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	
	6.6 อาคารบำบัดน้ำเสีย	-ห้องระบบบำบัดน้ำเสีย	
	6.7 อาคารโรงสูบน้ำ	-ห้องระบบสูบน้ำ	

4.4.3 การจัดโซนพื้นที่กลุ่มอาคารของพื้นที่ศึกษา

สภาพปัจจุบันของบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ยังไม่มีรูปแบบที่เด่นชัดและมีลักษณะสอดคล้องกับรูปแบบของการจัดกลุ่มองค์ประกอบในการวางผังแม่บท (เดชา บุญค้ำ และคณะ: 2532 อ้างในกิตติภูมิ ภักดี: 2548) ทำให้การวางตัวของกลุ่มอาคารยังมีการกระจัดกระจายตามแนวอาคารเก่าและพื้นที่ที่เหลืออยู่ เพราะการจัดวางตัวของกลุ่มอาคารในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ส่วนใหญ่จะยึดตามแนวอาคารเก่าในอดีตและสร้างทดแทน โดยมีขนาดและรูปทรงที่เปลี่ยนไป ซึ่งมีการสรุปข้อดีและข้อเสียของการจัดกลุ่มอาคารในปัจจุบัน โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สรุปข้อดีข้อเสียของการจัดโซนพื้นที่กลุ่มอาคารของพื้นที่ศึกษา(บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ) สภาพปัจจุบัน

ลำดับ	ข้อดี	ข้อเสีย
1	- การจัดกลุ่มที่มีกิจกรรมแยกประเภทเดียวกันหรือคล้ายกัน ทำให้การจัดสิ่งอำนวยความสะดวกได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน	- ลักษณะการใช้งานไม่มีความสัมพันธ์กับภาพรวมของพื้นที่ทั้งหมด ทำให้เกิดสภาพการปิดล้อมพื้นที่ก่อให้เกิดความไม่สะดวกในการเดินทางสัญจรของทางเดินเท้าที่มีเส้นทางตัดกับถนนภายในเป็นส่วนใหญ่
2	- การแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบดูแลอาคารและสิ่งปลูกสร้างมีขอบเขตพื้นที่ของแต่ละกลุ่มอาคารอย่างชัดเจน	- ระบบสาธารณูปโภคที่ใช้ไม่มีความสมดุล ทำให้ขนาดวัสดุและความยาวที่ใช้งานแต่ละโซนพื้นที่ไม่มีการกระจายอยู่ในพื้นที่เดียวกัน แต่มีการตัดกันกับโซนพื้นที่อื่น ๆ ก่อให้เกิดการเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายของระบบสาธารณูปโภคให้เพียงพอกับปริมาณความต้องการใช้งานให้ครบทุกโซนพื้นที่ของกลุ่มอาคาร
3	-	- มีระยะทางในการเดินทางมาก ทำให้สูญเสียพลังงานเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้าในการใช้ประกอบกับเส้นทางของการเดินทางภายในพื้นที่

4.4.4 บริบทในการพัฒนาพื้นที่ศึกษา

การพัฒนาพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ยังไม่มีแผนแม่บทที่ชัดเจนของการกำหนดนโยบายพัฒนาผังแม่บทด้านอาคารสถานที่และโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภคให้สอดคล้องสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่จะต้องคำนึงถึงการพัฒนาผัง

กายภาพตำแหน่งของอาคารสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ที่มีอยู่ เพื่อช่วยในการจัดโซนการใช้พื้นที่ดิน (Zoning) และการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในส่วนพื้นที่ที่ใช้สำหรับการพัฒนาขยายพื้นที่อาคารสถานที่ (ส่วนใหญ่จะใช้พื้นที่อาคารเก่า และเปลี่ยนขนาดรูปทรง) กับพื้นที่สีเขียวที่เป็นพื้นที่สำรองในอนาคต เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและเพิ่มศักยภาพในการใช้พื้นที่ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม ตามแผนแม่บทบริหารพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่เช่าของราชพัสดุในลักษณะรูปแบบการพัฒนาแบบยั่งยืน(Sustainable Development) สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ และพื้นที่โดยรอบอย่างเป็นระบบ

สภาพทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาในการจัดกลุ่มอาคารมีการวางตัวของกลุ่มอาคารที่ไม่มีความต่อเนื่องกัน และการแบ่งโซนการใช้งานไม่สามารถแยกการควบคุมพลังงานการใช้งานแต่ละโซนได้อย่างชัดเจน แม้จะมีกลุ่มอาคารบริหารและพัฒนาอยู่เป็นจุดศูนย์กลาง แต่กลุ่มอาคารสื่อสาร กลุ่มอาคารธุรกิจและสวัสดิการ กลุ่มอาคารสนับสนุนบริการ และกลุ่มอาคารสนับสนุนสาธารณูปโภค มีการวางตัวกระจัดกระจายตามแนวผังอาคารเก่า ทำให้มีพื้นที่เว้นว่างโดยรอบอาคารหรือพื้นที่ที่เหลือจากการตัดเส้นทางถนนที่มีการใช้ประโยชน์น้อยเกินไป ก่อให้เกิดเป็นพื้นที่เสื่อมโทรมที่ไม่ได้รับการดูแลบำรุงรักษาและมิได้นำมาใช้ประโยชน์ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการใช้ที่ดินให้มีความคุ้มค่าต่อการใช้งาน ซึ่งการจัดกลุ่มอาคารยังขาดการคำนึงถึงลักษณะการใช้งานและสภาพทางกายภาพของตำแหน่งอาคาร สิ่งปลูกสร้างที่มีอยู่ในปัจจุบันของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ส่งผลให้การใช้พื้นที่ในปัจจุบันเกิดความสับสนซ้อนทับกันของแนวระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) ทำให้ความยาวของระยะทางในการใช้งานมาก จึงส่งผลต่อการสิ้นเปลืองของค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่ทำได้ยากลำบาก นอกจากนี้การปิดล้อมของพื้นที่อาคารและสิ่งปลูกสร้างส่งผลกระทบต่อเส้นทางในการเดินทางสัญจรทางรถยนต์ที่มีระยะทางมากและมีความหนาแน่นต่อพื้นที่ลานจอดรถก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงของการสัญจรทางรถยนต์ในพื้นที่

จากสภาวการณ์ปัจจุบันการใช้งานระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีการออกแบบและจัดทำไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2537 และปรับปรุงเพิ่มเติมในช่วงปี พ.ศ.2540-2542 ทำให้ข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเพื่อให้สามารถรองรับการให้บริการแก่พนักงานที่ปฏิบัติงานปริมาณจำนวน 1,000-1,200 คน และคาดการณ์จำนวนพนักงานประมาณ 1,800-2,000 คน ทำให้ปริมาณความต้องการไม่เพียงพอในอนาคตจากการปรับขยายตัวของหน่วยงาน ซึ่งในช่วงระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า บริษัท วิทยุการบินฯ จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนปรับปรุงด้านโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภคให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีระบบบริหารห้วงอากาศที่จะต้องมีการติดตั้งระบบเครื่องมืออุปกรณ์เทคโนโลยีด้านการควบคุมจราจรทางอากาศและรองรับ

ปริมาณจำนวนของพนักงานที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบสาธารณูปโภคและการสัญจรให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีแนวความคิดของการจัดแยกระบบสาธารณูปโภคออกเป็นส่วนหลัก ๆ 2 ส่วนคือ

(1) ส่วนแรก เป็นงานไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารการบินที่เป็นปัจจัยหลักในการใช้สนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์ทางด้านควบคุมการจราจรทางอากาศ

(2) ส่วนที่สอง เป็นงานระบบประปา ท่อน้ำเสียที่เป็นปัจจัยสำหรับสนับสนุนเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

สำหรับแนววิธีการในการดำเนินการ โดยนำเข้ามารวมไว้ด้วยกันในท่อร้อยสาย(Man Hole)และกล่องคอนกรีต(Duct Bank) และให้มีความชัดเจนของการวางแผนผังแม่บทของพื้นที่อาคารสถานที่ สิ่งปลูกสร้าง และโซนพื้นที่การควบคุมการใช้พลังงานในอนาคต ดังนั้น จึงควรที่จะมีการจัดกลุ่มอาคารและแบ่งโซนพื้นที่ที่มีความคล่องตัวในการเดินทาง และการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานเชื้อเพลิงให้มีความคุ้มค่าสอดคล้องกับการเพิ่มศักยภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเป็นระบบ และเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องหาแนวทางในการพัฒนาผังกายภาพของการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภคที่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพ

บทที่ 5
ผลการศึกษา

ผลของการศึกษาที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างแบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ (Optimization Modeling) ในรูปแบบจำลองปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยที่สุด (Minimum Spanning Tree Model) สำหรับการหาแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคจำนวน 4 กรณี เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ทั้ง 4 กรณี ไปใช้สำหรับการเปรียบเทียบกับรูปแบบการใช้งานของแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบัน และการประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm) สำหรับการหาแนวเส้นทางที่ประหยัดที่สุดในการเดินทางภายในพื้นที่ศึกษา และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะนำไปใช้ประกอบการจัดโซนพื้นที่ควบคุมพลังงาน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษา

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการใช้แทนชื่ออาคาร สิ่งปลูกสร้าง จุดหรือตำแหน่ง และค่าระยะทางที่ใช้ในการคำนวณวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ประกอบด้วย

สัญลักษณ์	ความหมาย
Ⓐ	อาคารศูนย์ปฏิบัติการ
Ⓑ	อาคารงามดูพลี
Ⓒ	อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1
Ⓓ	อาคารสโมสร
Ⓔ	อาคารสันทนาการ
Ⓕ	อาคารอำนวยการ
Ⓖ	อาคารมหาเมฆ
Ⓗ	อาคารกีฬา
Ⓘ	อาคารแรก
Ⓙ	อาคารเนอสเซอรี่
Ⓚ	อาคารดาวเทียม
Ⓛ	อาคารสหกรณ์และโทรคม
Ⓜ	อาคาร 60 ปี
Ⓝ	เคบินช่างไฟฟ้าและสิ่งแวดล้อม

สัญลักษณ์	ความหมาย
Ⓞ	อาคารช่างโยธา
Ⓟ	อาคารสถานีรับ (สื่อสาร)
Ⓠ	อาคารสถานีส่ง (สื่อสาร)
Ⓡ	อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 2
Ⓢ	อาคารรักษาความปลอดภัย
Ⓣ	อาคารซ่อมบำรุงสายอากาศ
Ⓤ	อาคาร Reuse Water
Ⓥ	อาคารบำบัดน้ำเสีย
Ⓦ	อาคารโรงสูบน้ำ
Ⓟ1	เคบินรักษาความปลอดภัย
m. , ม.	ความยาวหนึ่งเมตร
S_{oi} , S_{oj}	ระยะทางในการขนส่งสินค้า 1 เที่ยว (ไป-กลับ)ของจุด o ถึง i และจุด o ถึง j
O	จุดเริ่มต้นในการขนส่งสินค้าไปให้ลูกค้า i และ j
Doi	ระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า O และ i
Doj	ระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า O และ j
Dij	ระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า i และ j
SW	ตำแหน่งประตู 1 ทางเข้า/ออกด้านถนนนางลิ้นจี่
BE	ตำแหน่งทางเข้า/ออกของอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) ด้านทิศตะวันออก
BW	ตำแหน่งทางเข้า/ออกของอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) ด้านทิศตะวันตก
$S_{(BE, BW)}$	ค่าประหยัดที่ใช้ในการเดินทางของของจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW) กับจุด BE และจุด BW
$S_{(SW, BE)}$	ระยะทางในการเดินทางไป-กลับระหว่างประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW) และอาคารที่จอดรถด้านทิศตะวันออก(BE)
$S_{(SW, BW)}$	ระยะทางในการเดินทางไป-กลับระหว่างประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW) และอาคารที่จอดรถด้านทิศตะวันตก(BW)
$D_{(SW, BE)}$	ระยะทางในการเดินทางของจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW) ถึงอาคารที่จอดรถด้านทิศตะวันออก (BE)
$D_{(SW, BW)}$	ระยะทางในการเดินทางของจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW) ถึงอาคารที่จอดรถด้านทิศตะวันตก (BW)

สัญลักษณ์	ความหมาย
$D_{(BE, SW)}$	ระยะทางในการเดินทางของจุดอาคารที่จอดรถด้านทิศตะวันออก(BE) ถึงจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW)
$D_{(BW, SW)}$	ระยะทางในการเดินทางของจุดอาคารที่จอดรถด้านทิศตะวันตก(BW) ถึงจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW)
FS	ตำแหน่งประตู 3 ทางเข้า/ออกด้านกองพันทหารสื่อสาร กองพลที่ 1 รักษาพระองค์
FN	ตำแหน่งประตู 4 ทางเข้า/ออก(ใหม่) ด้านซอยงามดูพลี
FE	ตำแหน่งประตู 2 ทางเข้า/ออกด้านกรมการบินพลเรือน
EL-1+P	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1-อาคารสถานีรับ
EL-1+K	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1-อาคารดาวเทียม
EL-1+F,G	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 -อาคารอำนวยการ และอาคารมหาเมฆ
30-L	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 จากจุดที่ 30 –อาคารสถานีรับ(สื่อสาร)
30-P1	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 จากจุดที่ 30-เคบินรักษาความปลอดภัย
24-A	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 จากจุดที่ 24-อาคารศูนย์ปฏิบัติการ
1-A	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 จากจุดที่ 1-อาคารศูนย์ปฏิบัติการ
56-D	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 จากจุดที่ 56-อาคารสโมสร
50-60, 55-61	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 จากจุดที่ 50-จุดที่ 60 และตำแหน่งจุดที่ 55-จุดที่ 61
58-M	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 จากจุดที่ 58-อาคาร 60ปี
26-Door1	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 จากจุดที่ 26-จุดประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่
EL-2+P	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 2 เข้าสู่อาคารสถานีรับ (สื่อสาร)

สัญลักษณ์	ความหมาย
71-Q	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 2 จากจุดที่ 71-อาคารสถานีส่ง(สื่อสาร)
67-Tower	แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 2 จากจุดที่ 67-เสาอากาศ
4-1	แนวท่อรวมน้ำเสียของเส้นหมายเลข 4 เชื่อมต่อกับแนวเส้นท่อเส้นที่ 1
4-2	แนวท่อรวมน้ำเสียของเส้นหมายเลข 4 เชื่อมต่อกับแนวเส้นท่อเส้นที่ 2
1, 20	แนวท่อรวมน้ำเสียของเส้นหมายเลข 1 และหมายเลข 20
16-1, 16-2 , 16-3	แนวท่อรวมน้ำเสียของเส้นหมายเลข 16 เชื่อมต่อกับแนวเส้นท่อเส้นที่ 1, 2 และ 3
S-60	ท่อพีอี ชนิดฝังใต้ดินทนทานแรงดันสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 60 มิลลิเมตร
S-90	ท่อพีอี ชนิดฝังใต้ดินทนทานแรงดันสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 90 มิลลิเมตร
mm. , มม.	ความยาวในการวัดขนาด 1 มิลลิเมตร
ก.ม./ลิตร	กิโลเมตรต่อลิตร
CNS/ ATM	Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management
อส.ศป.	กองอาคารและสถานที่ ฝ่ายบริหารศูนย์ประกอบการ บริษัท วิทยุการบิน ฯ
ICAO	องค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ(International Civil Aviation Organization)
รปภ.	การรักษาความปลอดภัย

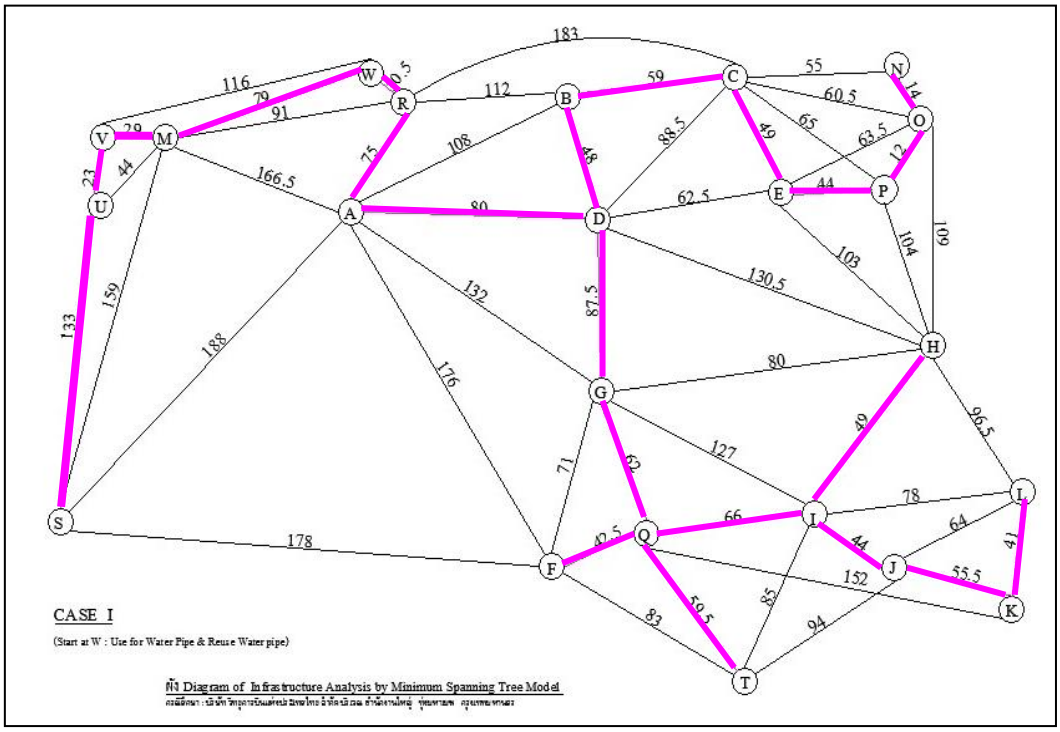
5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.1 ผลการศึกษาแบบจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1

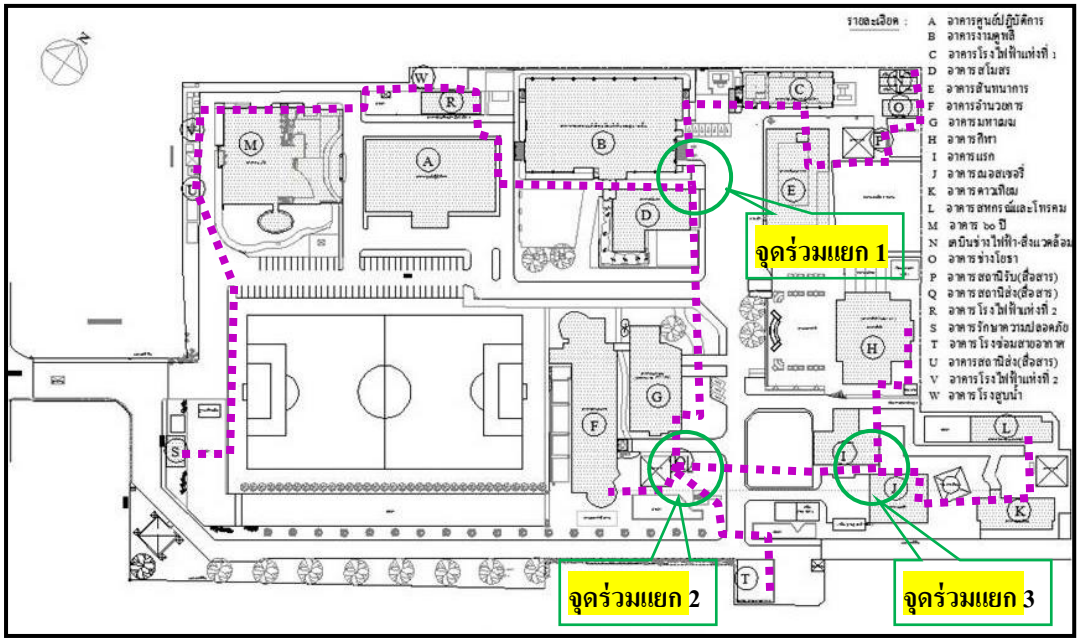
พบว่า การจำลองใช้จุดเริ่มต้นที่อาคารโรงสูบน้ำ “ W ” มีระยะทางที่วัดระยะและประมวลผลได้จากรูปแบบจำลองกราฟิกโครงข่ายของแนวระบบสาธารณูปโภคเท่ากับ 1,182.50 เมตร โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การจำลองหาเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค โดยวิธี Minimum Spanning Tree Model : กรณีที่ 1 (W เป็นโหนดเริ่มต้น)

ลำดับ	โหนดเริ่มต้น	เส้นอาร์ก (เส้นใหม่)	ระยะทาง (ม.)	โหนดต่อเส้นอาร์กเดิม	เส้นอาร์ก (เดิม-1)	เส้นอาร์ก (เดิม-2)	เส้นอาร์ก (เดิม-3)
1	W	R - W	30.50	-	-	-	-
2	W	M - W	79.00	W	R - W	-	-
3	W	M - V	29.00	M	M - W	-	-
4	M	V - U	23.00	V	M - V	-	-
5	R	A - R	75.00	R	R - W	-	-
6	A	A - D	80.00	A	A - R	-	-
7	D	B - D	48.00	D	A - D	-	-
8	B	B - C	59.00	B	B - D	-	-
9	C	C - E	49.00	C	B - C	-	-
10	E	E - P	44.00	E	C - E	-	-
11	P	O - P	12.00	P	E - P	-	-
12	O	N - O	14.00	O	O - P	-	-
13	D	D - G	87.50	D	A - D	B - D	-
14	G	G - Q	62.00	G	D - G	-	-
15	Q	F - Q	42.50	Q	G - Q	-	-
16	Q	Q - T	59.50	Q	G - Q	F - Q	-
17	Q	I - Q	66.00	Q	G - Q	F - Q	Q - T
18	I	I - J	44.00	I	I - Q	-	-
19	I	H - I	49.00	I	I - Q	-	-
20	J	J - K	55.50	J	I - J	-	-
21	K	K - L	41.00	K	J - K	-	-
22	U	U - S	133.00	U	V - U	-	-
รวม	-	-	1,182.50	-	-	-	-



ภาพที่ 5.1 รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุด กรณีที่ 1: W เป็นจุดเริ่มต้น



ภาพที่ 5.2 แนวเส้นทางจำลองกรณีที่ 1 ของโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อรวมน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)

ตารางที่ 5.2 ระยะทางจากแบบจำลองของแนวระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1

ลำดับ	จุดเริ่มต้น	จุดปลายเส้นทาง	ระยะทาง (ม.)	ร้อยละ	แตกต่าง (ม.)
1	อาคารโรงสูบน้ำ	อาคาร รปภ.	264.00	22.33	0
2	อาคารโรงสูบน้ำ	อาคารสโมสร	185.50	15.69	78.50
3	อาคารสโมสร	เคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม	226.00	19.11	38.00
4	อาคารสโมสร	อาคารอำนวยการ	192.00	16.24	72.00
5	อาคารสโมสร	อาคารช่างสายอากาศ	209.00	17.64	55.00
6	อาคารสถานีส่ง	อาคารกีฬา	115.00	9.73	149.00
7	อาคารสถานีส่ง	อาคารสหกรณ์-โทรคม	206.50	17.46	57.50

จากผลการศึกษารูปแบบจำลองของแนวระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 พบว่า ข้อมูลตามตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 ใช้จุดเริ่มต้นที่อาคารโรงสูบน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณเชื่อมต่อของระบบประปา และระบบโทรศัพท์ที่เป็นสาธารณะ มีระยะทางเชื่อมต่อกับอาคาร สิ่งปลูกสร้างทั้งหมดในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ เท่ากับ 1,182.50 เมตร ทำให้เกิดจุดแยกร่วมของเส้นทางจำนวน 3 จุด ตามที่แสดงไว้ในภาพที่ 5.2 ดังนี้ จุดที่ 1 บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคารสโมสร “ D ” กับอาคารงามดูพลี “ B ” จุดที่ 2 บริเวณด้านหน้าอาคารสถานีส่ง(สื่อสาร) “ Q ” และจุดที่ 3 บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคารแรก “ I ” กับอาคารเนอสเซอรี่ “ J ”

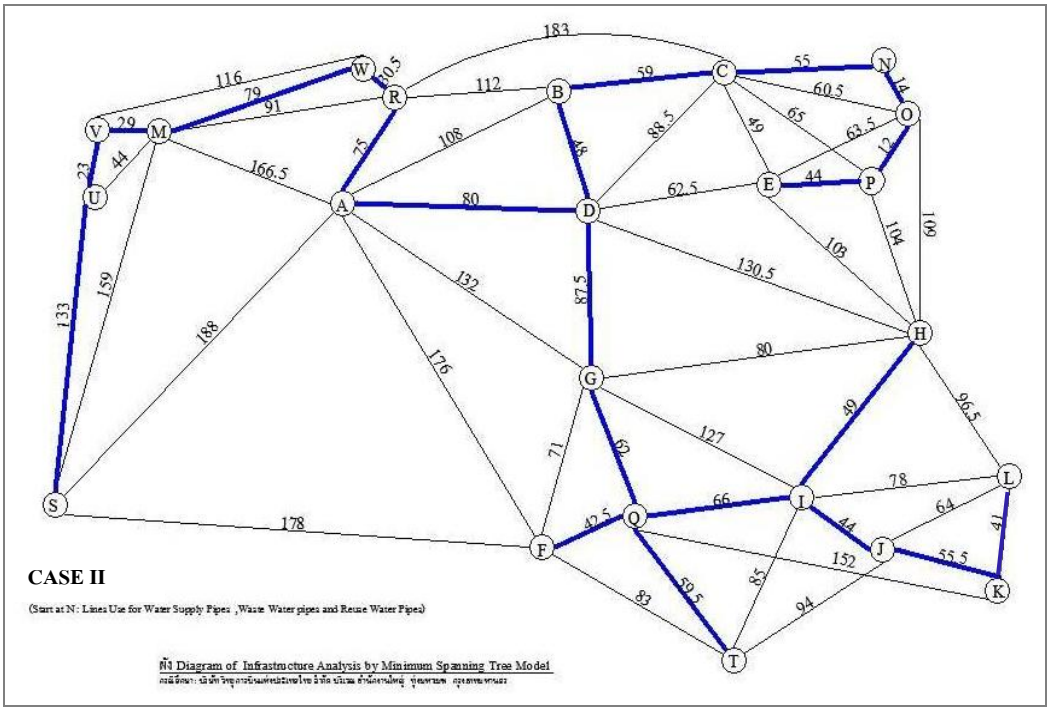
การใช้ตารางคำนวณประมวลผลค่าระยะทางของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคจากอาคารโรงสูบน้ำถึงอาคาร รปภ. มีความยาวเท่ากับ 264 เมตร หรือร้อยละ 22.33 และเส้นทางจากอาคารสโมสรถึงเคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม มีความยาวเท่ากับ 226 เมตร หรือร้อยละ 19.11 และเส้นทางจากอาคารสโมสรถึงอาคารซ่อมสายอากาศ ความยาวเท่ากับ 209 เมตร หรือร้อยละ 17.59 ความยาวแตกต่างเท่ากับ 240.50 เมตร และเส้นทางจากอาคารสถานีส่งถึงอาคารสหกรณ์-โทรคม มีความยาวเท่ากับ 206.50 เมตร หรือร้อยละ 17.38 และค่าแตกต่างระยะทางเท่ากับ 38-149 เมตร หรือร้อยละ 3.23-12.6 ทำให้ผลของระยะทางของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคใกล้เคียงกัน และมีความสมดุลในการจ่ายพลังงานภายในพื้นที่ และสามารถใช้ในการแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมพลังงานได้อย่างเหมาะสม

5.2.2 ผลการศึกษาแบบจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 2

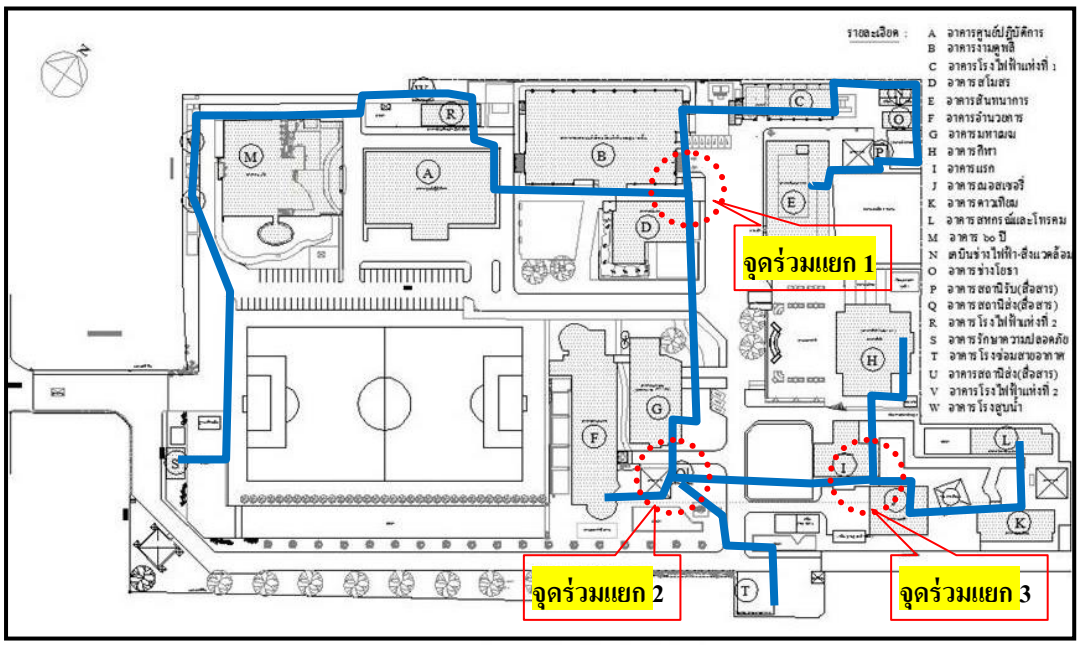
พบว่า การจำลองใช้จุดโหนดเริ่มต้นที่เคบินไฟฟ้า “ N ” มีระยะทางจากแบบจำลองกราฟิกโครงข่ายของแนวระบบสาธารณูปโภคเท่ากับ 1,188.50 เมตร แสดงไว้ในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 การจำลองหาเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคโดยวิธี Minimum Spanning Tree Model : กรณีที่ 2 (N เป็นโหนดเริ่มต้น)

ลำดับ	โหนดเริ่มต้น	เส้นอาร์ก (เส้นใหม่)	ระยะทาง (ม.)	โหนดต่อเส้นอาร์กเดิม	เส้นอาร์ก (เดิม-1)	เส้นอาร์ก (เดิม-2)	เส้นอาร์ก (เดิม-3)
1	N	N - O	14.00	-	-	-	-
2	O	O - P	12.00	O	N - O	-	-
3	P	P - E	44.00	P	O - P	-	-
4	N	C - N	55.00	N	N - O	-	-
5	C	B - C	59.00	C	C - N	-	-
6	B	B - D	48.00	B	B - C	-	-
7	D	A - D	80.00	D	B - D	-	-
8	A	A - R	75.00	A	A - D	-	-
9	R	R - W	30.50	R	A - R	-	-
10	W	M - W	79.00	W	R - W	-	-
11	M	M - V	29.00	M	M - W	-	-
12	V	V - U	14.00	V	M - V	-	-
13	D	D-G	87.50	D	A-D	B-D	-
14	G	G-Q	62.00	G	D-G	-	-
15	Q	F-Q	42.50	Q	G-Q	-	-
16	Q	Q-T	59.50	Q	G-Q	F-Q	-
17	Q	I-Q	66.00	Q	G-Q	F-Q	Q-T
18	I	I-J	44.00	I	I-Q	-	-
19	I	H-I	49.00	I	I-Q	-	-
20	J	J-K	55.50	J	I-J	-	-
21	K	K-L	41.00	K	J-K	-	-
22	U	U-S	133.00	U	V-U	-	-
รวม	-	-	1,188.50	-	-	-	-



ภาพที่ 5.3 รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุด กรณีที่ 2: N เป็นจุดเริ่มต้น



ภาพที่ 5.4 แนวเส้นทางจำลองกรณีที่ 2 ของโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)

ตารางที่ 5.4 ระยะทางจากแบบจำลองของแนวระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 2

ลำดับ	จุดเริ่มต้น	จุดปลายเส้นทาง	ระยะทาง (ม.)	ร้อยละ	แตกต่าง(ม.)
1	เคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม	อาคารสถานีรับ	70.00	5.89	379.50
2	เคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม	อาคารสโมสร	162.00	13.63	287.50
3	อาคารสโมสร	อาคาร รปภ.	449.50	37.82	0
4	อาคารสโมสร	อาคารอำนวยการ	192.00	16.15	257.50
5	อาคารสโมสร	อาคารซ่อมสายอากาศ	209.00	17.59	240.50
6	อาคารสถานีส่ง	อาคารกีฬา	115.00	9.68	334.50
7	อาคารสถานีส่ง	อาคารสหกรณ์-โทรคม	206.50	17.38	243.00

จากผลการศึกษารูปแบบจำลอง พบว่า ข้อมูลตามตารางที่ 5.3 และตารางที่ 5.4 แนวระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่ใช้จุดเคบินช่างไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อมเป็นจุดเริ่มต้น มีระยะทางในการเชื่อมต่อกับอาคารและสิ่งปลูกสร้างทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 1,188.50 เมตร ทำให้เกิดจุดแยกร่วมของเส้นทางจำนวน 3 จุด ตามที่แสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 5.4 ดังนี้ จุดที่ 1 บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคารสโมสร “ D ” กับอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) “ B ” จุดที่ 2 บริเวณด้านหน้าอาคารสถานีส่ง(สื่อสาร) “ Q ” และจุดที่ 3 บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคารแรก “ I ” กับอาคารเนอสเซอรี่ “ J ”

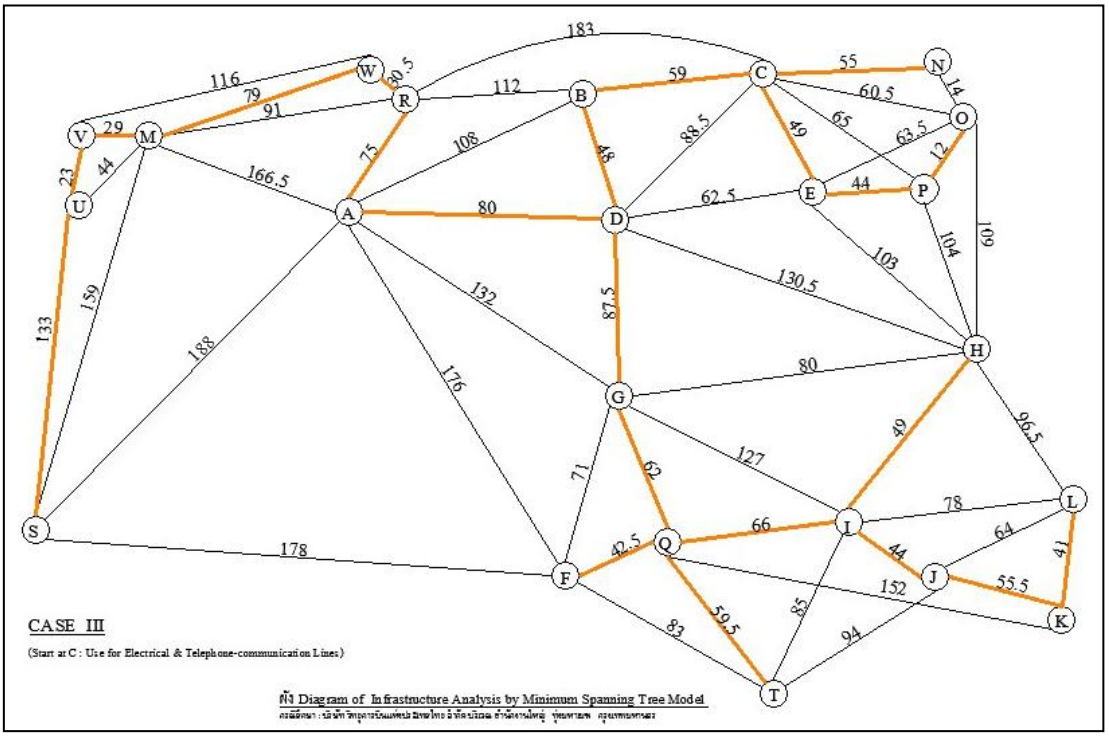
การใช้ตารางคำนวณประมวลผลค่าระยะทางของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคของกรณีที่ 2 พบว่าเส้นทางจากอาคารสโมสรถึงอาคาร รปภ. เป็นเส้นทางยาวที่สุดเท่ากับ 449.50 เมตร หรือร้อยละ 37.82 ของความยาวทั้งหมด และเส้นทางจากอาคารสโมสรถึงอาคารซ่อมสายอากาศ ความยาวเท่ากับ 209 เมตร หรือร้อยละ 17.59 ของความยาวทั้งหมด และความยาวแตกต่างเท่ากับ 240.50 เมตร และเส้นทางจากอาคารสถานีส่งถึงอาคารสหกรณ์-โทรคม ความยาวเท่ากับ 206.50 เมตร หรือร้อยละ 17.38 ของความยาวทั้งหมด และมีความยาวของเส้นทางแตกต่างระหว่าง 243-379.50 เมตร หรือร้อยละ 20.45–31.93 ซึ่งความยาวของเส้นทางที่แตกต่างกันมาก และไม่มีความสมดุลในความยาวของเส้นทางที่ใช้จ่ายพลังงาน และการควบคุมพลังงานแต่ละโซนพื้นที่ทำได้ยาก และมีความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายของการสูญเสียพลังงานในเส้นทางสูง

5.2.3 ผลการศึกษาแบบจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 3

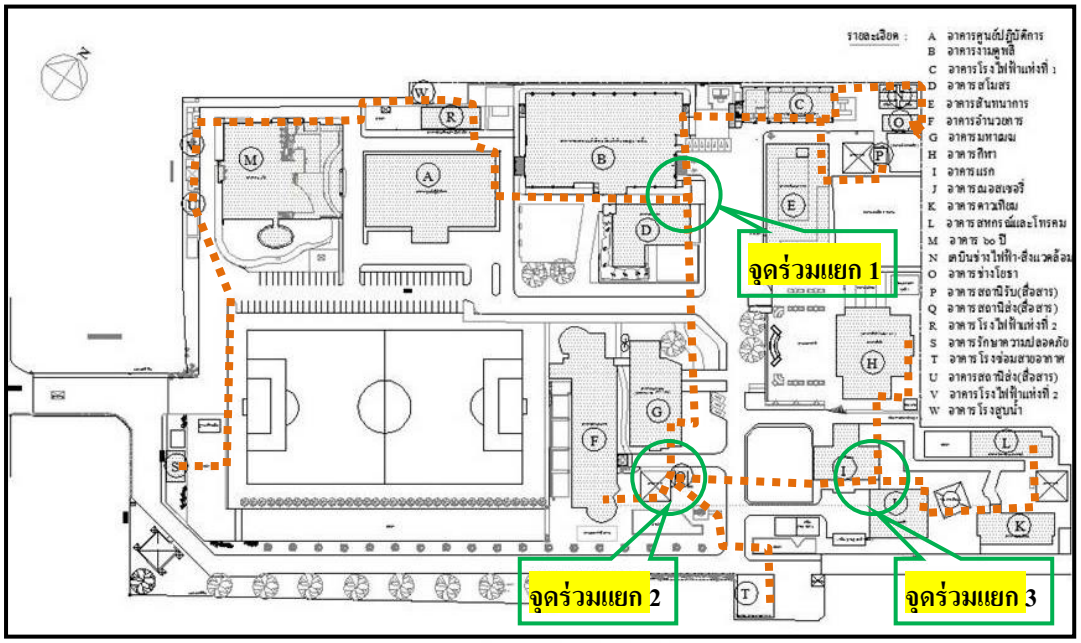
พบว่า การจำลองใช้จุดโหนดเริ่มต้นที่อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1 “ C ” มีระยะทางที่ได้จากรูปแบบจำลองกราฟิกโครงข่ายของแนวระบบสาธารณูปโภคเท่ากับ 1,223.50 เมตร โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 การจำลองหาเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค โดยวิธี Minimum Spanning Tree Model : กรณีที่ 3 (C เป็นโหนดเริ่มต้น)

ลำดับ	โหนดเริ่มต้น	เส้นอาร์ก (เส้นใหม่)	ระยะทาง (ม.)	โหนดต่อเส้นอาร์กเดิม	เส้นอาร์ก (เดิม-1)	เส้นอาร์ก (เดิม-2)	เส้นอาร์ก (เดิม-3)
1	C	C - E	49.00	-	-	-	-
2	E	E - P	44.00	E	C - E	-	-
3	P	O - P	12.00	P	E - P	-	-
4	C	C - N	55.00	C	C - E	-	-
5	C	B - C	59.00	C	C - E	C - N	-
6	B	B - D	48.00	B	B - C	-	-
7	D	A - D	80.00	D	B - D	-	-
8	A	A - R	75.00	A	A - D	-	-
9	R	R - W	30.50	R	A - R	-	-
10	W	M - W	79.00	W	R - W	-	-
11	M	M - V	29.00	M	M - W	-	-
12	V	V - U	14.00	V	M - V	-	-
13	D	D - G	87.50	D	B - D	A - D	-
14	G	G-Q	62.00	G	D-G	-	-
15	Q	F-Q	42.50	Q	G-Q	-	-
16	Q	Q-T	59.50	Q	G-Q	F-Q	-
17	Q	I-Q	66.00	Q	G-Q	F-Q	Q-T
18	I	I-J	44.00	I	I-Q	-	-
19	I	H-I	49.00	I	I-Q	-	-
20	J	J-K	55.50	J	I-J	-	-
21	K	K-L	41.00	K	J-K	-	-
22	U	U-S	133.00	U	V-U	-	-
รวม	-	-	1,223.50	-	-	-	-



ภาพที่ 5.5 รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุด กรณีที่ 3: C เป็นจุดเริ่มต้น



ภาพที่ 5.6 แนวเส้นทางจำลองกรณีที่ 3 ของโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)

ตารางที่ 5.6 ระยะทางจากแบบจำลองของแนวระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 3

ลำดับ	จุดเริ่มต้น	จุดปลายเส้นทาง	ระยะทาง (ม.)	ร้อยละ	แตกต่าง(ม.)
1	อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	เคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม	55.00	4.50	379.50
2	อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	อาคารช่างโยธา	105.00	8.58	287.50
3	อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	อาคารสโมสร	107.00	8.75	287.50
4	อาคารสโมสร	อาคาร รปภ.	449.50	36.74	0
5	อาคารสโมสร	อาคารอำนวยการ	192.00	15.69	257.50
6	อาคารสโมสร	อาคารซ่อมสายอากาศ	209.00	17.08	240.50
7	อาคารสถานีส่ง	อาคารกีฬา	115.00	9.40	334.50
8	อาคารสถานีส่ง	อาคารสหกรณ์-โทรคม	206.50	16.88	243.00

จากผลการศึกษารูปแบบจำลองโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุด กรณีที่ 3 พบว่า ข้อมูลตามตารางที่ 5.5 และตารางที่ 5.6 แนวระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่ใช้จุดอาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1 เป็นจุดเริ่มต้น มีระยะทางในการเชื่อมต่อกับอาคารและสิ่งปลูกสร้างทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา(บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ) เท่ากับ 1,223.50 เมตร และทำให้เกิดจุดแยกร่วมของเส้นทางจำนวน 3 จุด ตามที่แสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 5.6 ดังนี้ จุดที่ 1 บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคารสโมสร “ D ” กับอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) “ B ”จุดที่ 2 บริเวณด้านหน้าอาคารสถานีส่ง(สื่อสาร) “ Q ” และจุดที่ 3 บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคารแรก “ I ” กับอาคารเนอสเซอรี่ “ J ”

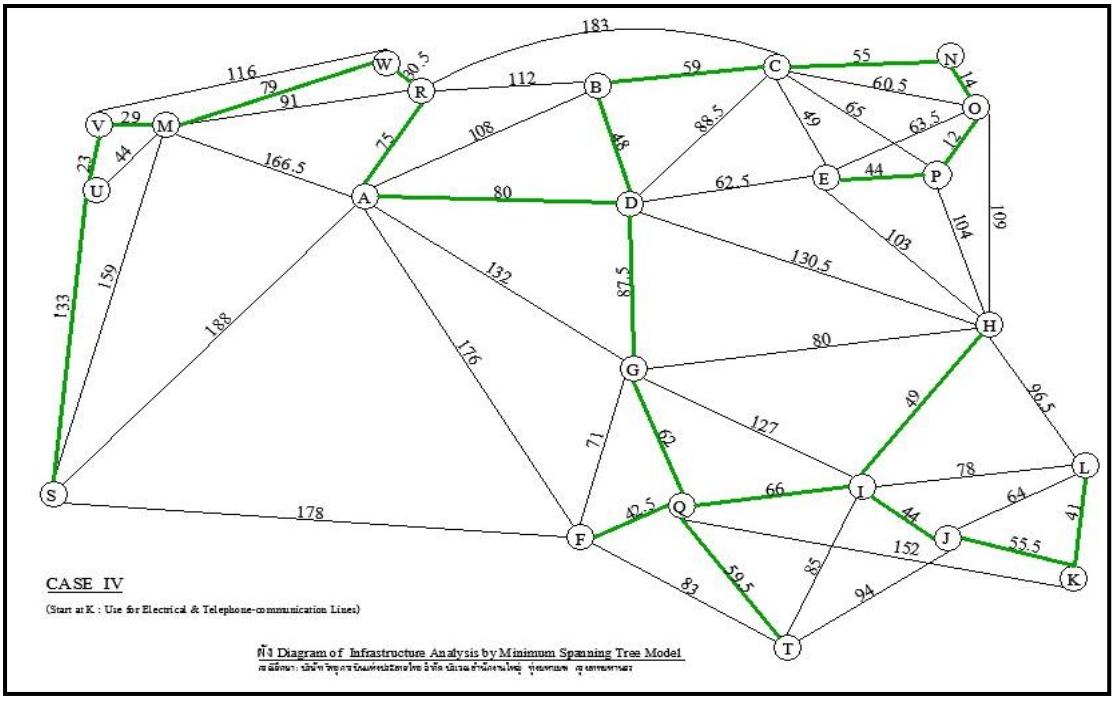
การใช้ตารางคำนวณประมวลผลค่าระยะทางแนวเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 3 จากอาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1 พบว่า เส้นทางจากอาคารสโมสรถึงอาคาร รปภ. เป็นเส้นทางยาวที่สุดเท่ากับ 449.50 เมตร หรือร้อยละ 36.74 ของความยาวทั้งหมด และเส้นทางจากอาคารสโมสรถึงอาคารซ่อมสายอากาศ ความยาวเท่ากับ 209 เมตร หรือร้อยละ 17.08 ของความยาวทั้งหมด และเส้นทางจากอาคารสถานีส่งถึงอาคารสหกรณ์-โทรคม ความยาวเท่ากับ 206.50 เมตร หรือร้อยละ 16.88 ของความยาวทั้งหมด และมีความยาวแตกต่างกันระหว่าง 240.50-379.50 เมตร หรือร้อยละ 19.66-31.02 โดยระยะทางของเส้นทางมีความแตกต่างกันมาก และความสมดุลของการจ่ายพลังงานในเส้นทางจึงมีน้อย และแนวเส้นทางที่ใช้จ่ายพลังงานแตกต่างกันมาก ทำให้การควบคุมพลังงานแต่ละโซนพื้นที่ทำได้ยากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายของการสูญเสียพลังงานในเส้นทางและการซ่อมบำรุงรักษา

5.2.4 ผลการศึกษาแบบจำลองเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 4

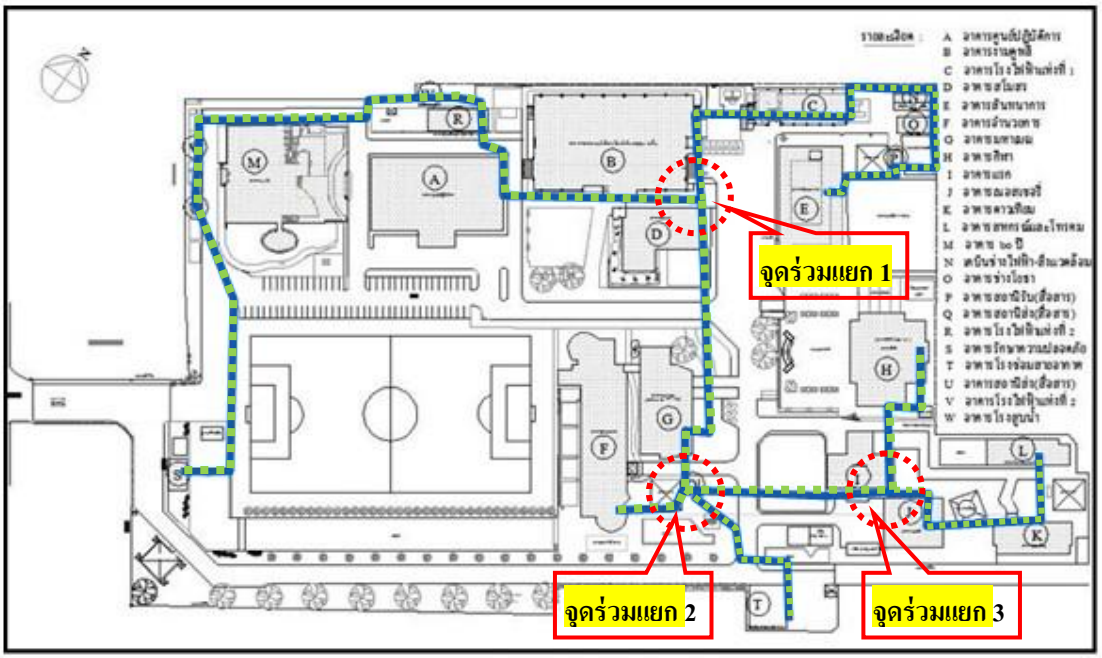
พบว่า การจำลองใช้โหนดเริ่มต้นที่อาคารดาวเทียม " K " มีระยะทางจากแบบจำลองกราฟิกโครงข่ายของแนวระบบสาธารณูปโภคเท่ากับ 1,188.50 เมตร โดยแสดงไว้ในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 การจำลองหาเส้นทางของระบบสาธารณูปโภค โดยวิธี Minimum Spanning Tree Model : กรณีที่ 4 (K เป็นโหนดเริ่มต้น)

ลำดับ	โหนดเริ่มต้น	เส้นอาร์ก (เส้นใหม่)	ระยะทาง (ม.)	โหนดต่อเส้นอาร์กเดิม	เส้นอาร์ก (เดิม-1)	เส้นอาร์ก (เดิม-2)	เส้นอาร์ก (เดิม-3)
1	N	N - O	14.00	-	-	-	-
2	O	O - P	12.00	O	N - O	-	-
3	P	P - E	44.00	P	O - P	-	-
4	N	C - N	55.00	N	N - O	-	-
5	C	B - C	59.00	C	C - N	-	-
6	B	B - D	48.00	B	B - C	-	-
7	D	A - D	80.00	D	B - D	-	-
8	A	A - R	75.00	A	A - D	-	-
9	R	R - W	30.50	R	A - R	-	-
10	W	M - W	79.00	W	R - W	-	-
11	M	M - V	29.00	M	M - W	-	-
12	V	V - U	14.00	V	M - V	-	-
13	D	D-G	87.50	D	A-D	B-D	-
14	G	G-Q	62.00	G	D-G	-	-
15	Q	F-Q	42.50	Q	G-Q	-	-
16	Q	Q-T	59.50	Q	G-Q	F-Q	-
17	Q	I-Q	66.00	Q	G-Q	F-Q	Q-T
18	I	I-J	44.00	I	I-Q	-	-
19	I	H-I	49.00	I	I-Q	-	-
20	J	J-K	55.50	J	I-J	-	-
21	K	K-L	41.00	K	J-K	-	-
22	U	U-S	133.00	U	V-U	-	-
รวม	-	-	1,188.50	-	-	-	-



ภาพที่ 5.7 รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุด กรณีที่ 4: K เป็นจุดเริ่มต้น



ภาพที่ 5.8 แนวเส้นทางจำลองกรณีที่ 4 ของโครงข่ายของระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)

ตารางที่ 5.8 ระยะทางจากแบบจำลองกรณีที่ 4 ของแนวระบบสาธารณูปโภค

ลำดับ	จุดเริ่มต้น	จุดปลายเส้นทาง	ระยะทาง (ม.)	ร้อยละ	แตกต่าง(ม.)
1	อาคารดาวเทียม	อาคารโทรคม-สหกรณ์	41.00	3.45	408.50
2	อาคารดาวเทียม	อาคารสถานีส่ง	165.50	13.88	284.00
3	อาคารสโมสร	อาคาร รปภ.	449.50	37.82	0
4	อาคารสโมสร	อาคารสันทนาการ	232.00	19.52	217.50
5	อาคารแรก	อาคารกีฬา	49.00	4.12	400.50
6	อาคารสถานีส่ง	อาคารสายอากาศ	59.50	5.01	390.00
7	อาคารสถานีส่ง	อาคารอำนวยการ	42.50	3.58	407.00

จากผลการศึกษารูปแบบจำลองโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุด กรณีที่ 4 พบว่า ข้อมูลตามตารางที่ 5.7 และตารางที่ 5.8 มีแนวระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่ใช้จุดอาคารดาวเทียม เป็นจุดเริ่มต้น มีระยะทางในการเชื่อมต่อกับอาคารและสิ่งปลูกสร้างทั้งหมดในพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ เท่ากับ 1,188.50 เมตร ทำให้เกิดจุดแยกร่วมของเส้นทางจำนวน 3 จุด ตามที่แสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 5.8 ดังนี้ จุดที่ 1 บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคารสโมสร “ D ” กับอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) “ B ” จุดที่ 2 บริเวณด้านหน้าอาคารสถานีส่ง “ Q ” และจุดที่ 3 บริเวณพื้นที่ระหว่างอาคารแรก “ I ” กับอาคารเนอสเซอรี่ “ J ”

การใช้ตารางคำนวณประมวลผลค่าระยะทางของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคของกรณีที่ 2 พบว่า เส้นทางจากอาคารสโมสรถึงอาคาร รปภ. เป็นเส้นทางยาวที่สุดเท่ากับ 449.50 เมตร หรือร้อยละ 37.82 และเส้นทางจากอาคารสโมสรถึงอาคารสันทนาการ ความยาวเท่ากับ 232 เมตร หรือร้อยละ 19.52 และเส้นทางจากอาคารดาวเทียมถึงอาคารสถานีส่ง ความยาวเท่ากับ 165.50 เมตร หรือร้อยละ 13.88 มีความยาวของเส้นทางแตกต่างระหว่าง 217.50-408.50 เมตร หรือร้อยละ 18.30–34.37 ซึ่งความยาวของเส้นทางที่แตกต่างกันมาก ทำให้ไม่มีความสมดุลในความยาวของเส้นทางที่ใช้จ่ายพลังงาน และการควบคุมพลังงานแต่ละโซนพื้นที่ทำได้ยาก และมีความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายของการสูญเสียพลังงานในเส้นทางสูง

สรุปผลการศึกษาของรูปแบบจำลองโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสียโทรศัพท์และสื่อสาร) จำนวน 4 กรณี พบว่า รูปแบบจำลองโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 ใช้จุดอาคารโรงสูบน้ำ “W” เป็นจุดเริ่มต้น มีการเชื่อมต่อกับอาคาร สิ่งปลูกสร้างทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา(บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ) เท่ากับ 1,182.50 เมตร ทำให้ความสมดุลของระยะทางในการจ่ายพลังงานให้แต่ละอาคาร สิ่งปลูกสร้าง ใกล้เคียงกันที่จะ

นำไปใช้ในการแบ่งขนาด และปริมาณจำนวนของพื้นที่(ที่ดิน) เพื่อการจัดโซนพื้นที่ควบคุมพลังงานได้อย่างเหมาะสม

5.2.5 ผลการศึกษาโครงสร้างพื้นฐานสภาพปัจจุบัน

5.2.5.1 งานระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร

พบว่า จากตารางที่ 5-9 มีแนวเส้นทางของระบบสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 ที่เชื่อมต่อมาจากจุดอาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1 “ C ” และแนวสายไฟฟ้าแรงสูง Line 2 ที่เชื่อมต่อจากจุดอาคารดาวเทียม “ K ” และมีการจัดวางระบบแนวสายโทรศัพท์และสื่อสารตามแนวเส้นทางดังกล่าวควบคู่กัน ซึ่งมีความยาวของแนวระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของระบบสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 เท่ากับ 1,898 ม. และความยาวของแนวระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของระบบสายไฟฟ้าแรงสูง Line 2 เท่ากับ 904.50 ม. และความยาวทั้งหมดของแนวระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของระบบสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 รวมกับระบบสายไฟฟ้าแรงสูง Line 2 เชื่อมต่อกับทุกอาคาร สิ่งปลูกสร้างเท่ากับ 2,802.5 ม. โดยแยกออกเป็นสองส่วนคือ ระยะทางแนวระบบสาธารณูปโภคงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารของเส้นทางไฟฟ้าแรงสูง Line 1 และระยะทางแนวระบบสาธารณูปโภคงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารของเส้นทางไฟฟ้าแรงสูง Line 2

ตารางที่ 5.9 การคิดระยะทางรวมของแนวระบบสาธารณูปโภคระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของเส้นทางไฟฟ้าแรงสูง Line 1 และไฟฟ้าแรงสูง Line 2

Line/Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Sum ,m.
แนวที่ 1	3.0	5.0	12.0	2.5	8.5	14.0	13.0	44.0	11.0																113.0
แนวที่ 2										58.0	7.0	22.5	32.5	35.0	20.0	20.0	42.0	11.0	4.0	10.0	26.0				288.0
Line/Node	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	38	40	41	42	43	44	45	Sum ,m.
แนวที่ 3	17.0	27.0	29.0	28.0	75.0	8.0	14.0	30.0	17.5	5.0	18.0	55.0	28.0	6.0											357.5
Line/Node	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	Sum ,m.
แนวที่ 4	18.0				13.5	16.0	23.5	29.5	9.5	15.0	44.0	8.0													177.0
แนวที่ 5		15.5	22.5	7.5																					45.5
แนวที่ 6													11.5	38.0	7.5	21.0	41.5	47.0	48.5						215.0
Line/Node	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70		89	90	91	92	93	94	95	Sum ,m.
แนวที่ 7	48.0	26.5	13.0	8.0	20.5																				116.0
แนวที่ 8						43.5	26.5	42.0	11.0																123.0
แนวที่ 9						29.0	44.0																		73.0
แนวที่ 10										102.0	16.0														118.0
แนวที่ 11																		15.5	134.5	25.0	14.5	34.5	41.0	7.0	272.0
																								sum of total Line-1 ,m.	1,898.0
Line/Node	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	19	Sum ,m.
แนวที่ 12	5.0	28.0	41.5	3.0	27.0	16.0	199.0	23.0	34.0	19.5	83.0	13.5	17.5	33.0	6.0	65.0	14.5	86.5	7.5	30.0					752.5
แนวที่ 13						22.0															13.5				35.5
แนวที่ 14																						83.5	25.0	8	116.5
																								sum of total Line-2 ,m.	904.5
																								sum of total Line-1+ Line-2 ,m.	2,802.5

ตารางที่ 5.10 ระยะทางแนวระบบสาธารณูปโภคระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของเส้นทางไฟฟ้าแรงสูง Line 1

ลำดับ	จุดเริ่มต้น	จุดปลายเส้นทาง	ระยะทาง (ม.)	ร้อยละ
1	หม้อแปลงไฟฟ้าอาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	อาคารสถานีรับ(สื่อสาร)	113.00	5.95
2	อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	อาคารดาวเทียม	288.00	15.17
3	อาคารสันทนาการ	อาคารอำนวยการ	357.50	18.84
4	อาคารสถานีส่ง(สื่อสาร)	อาคารสหกรณ์และโทรคม	177.00	9.33
5	อาคารสถานีส่ง(สื่อสาร)	เคบิน รปภ.	45.50	2.40
6	อาคารมหาเมฆ	อาคารศูนย์ปฏิบัติการ	215.00	11.33
7	อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	อาคารศูนย์ปฏิบัติการ	116.00	6.11
8	อาคารงามดูพลี (จุดเชื่อม-2)	อาคารสโมสร	123.00	6.48
9	อาคารงามดูพลี (จุดเชื่อม-1)	อาคารศูนย์ปฏิบัติการ(จุดเชื่อม-3)	73.00	3.85
10	อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 2	อาคาร 60 ปี	118.00	6.22
11	อาคารอำนวยการ	ประตู1 ถนนนางลิ้นจี่	272.00	14.33

ตารางที่ 5.11 ระยะทางแนวระบบสาธารณูปโภคระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของเส้นทางไฟฟ้าแรงสูง Line 2

ลำดับ	จุดเริ่มต้น	จุดปลายเส้นทาง	ระยะทาง (ม.)	ร้อยละ
1	อาคารดาวเทียม (Line 2)	อาคารสถานีรับ(สื่อสาร)	752.50	83.20
2	จุดเชื่อมที่ 1 (Line 2) บริเวณเคบิน รปภ.	อาคารสถานีส่ง(สื่อสาร)	35.50	3.93
3	จุดเชื่อมที่ 2 (Line 2) บริเวณอาคารเนอสเซอรี่	โครงสร้างเสาอากาศสื่อสารโทรคม	116.50	12.88

จากผลการศึกษาแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร สภาพปัจจุบันของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 1 พบว่า จากตารางที่ 5.10 มีข้อดีคือ 1) เส้นทางการวางแนวระบบสาธารณูปโภคเชื่อมต่อกับอาคาร สิ่งปลูกสร้างภายในพื้นที่ศึกษาได้ทั้งหมด 2) มีค่าเฉลี่ยของระยะทางในแต่ละเส้นทางต่างกันน้อย ทำให้การจ่ายพลังงานทั้งในส่วนระบบไฟฟ้าหลักและไฟฟ้าสำรอง และระบบโครงข่ายโทรศัพท์และสื่อสารได้สมดุลครอบคลุมพื้นที่ ข้อเสียคือ 1) การใช้ชนิดของวัสดุ และขนาดที่ไม่เป็นรูปแบบลักษณะเดียวกัน ทำให้สูญเสียพลังงานและค่าใช้จ่ายสูง

ในการบำรุงรักษา 2) ไม่สามารถปรับปรุงขยายเพิ่มเติมปริมาณวัสดุในการใช้งานแนวท่อร้อยสายไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร(เดิม)ได้

พบว่า แนวระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร)ของสายไฟฟ้าแรงสูง Line 2 โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.11 มีข้อดีคือ 1) เส้นทางการวางแนวระบบสาธารณูปโภคเชื่อมต่อเฉพาะอาคาร สิ่งปลูกสร้างที่ให้บริการควบคุมจราจรทางอากาศ) เช่น อาคารศูนย์ปฏิบัติการ อาคาร 60 ปี อาคารดาวเทียม อาคารสถานีส่ง อาคารสถานีรับ 2) มีการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายโทรศัพท์และสื่อสารตามเส้นทางดังกล่าวควบคู่ขนานกัน ส่วนข้อเสียคือ 1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง แต่ไม่สามารถเชื่อมต่อกับอาคาร สิ่งปลูกสร้างทั้งหมด 2) ไม่สามารถแบ่งพื้นที่ควบคุมการใช้พลังงานให้เกิดความสมดุลในการใช้งานได้

5.2.5.2 งานระบบประปา

พบว่า มีแนวเส้นทางงานระบบประปาที่สำรวจวัดระยะทางของแนวสาธารณูปโภคในส่วนระบบท่อประปา (ชนิดฝังใต้ดิน) เชื่อมต่อกับอาคาร สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา มีระยะทางเท่ากับ 1,482 เมตร โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 การคิดระยะทางรวมของแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานประปาสภาพปัจจุบันของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

No.	Node	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	(m)
1	1	6.0	60.0	14.0																									80.0
2	2				3.0	32.0	16.0	40.0	0.0																				91.0
3	5								10.0	10.0	8.0	0.0																	28.0
4	10										2.0		15.0	14.0															31.0
5	10											8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					29.0	30.0	18.0	24.5	20.0	2.0	132.0
No.	Node	15	16	17	18	19	20	21	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
6	11	4.0	59.5	36.0	10.0	23.5	77.0	17.5																					227.5
7	24								27.0	35.0	25.0	3.0																	90.0
8	29												13.0	5.0	8.0														26.0
9	34															8.5	42.5	5.5	16.0	27.0	36.0	13.5	12.0	4.5					165.5
10	42																								9.5				9.5
No.	Node	46	47	48	49	50	51	52	87	86	85	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68		
11	41	23.0	17.0	14.5	15.0	2.5																							72.0
12	36						41.5	18.0	42.0	42.0	17.0																		160.5
13	51											16.0	25.0	3.5	20.0	6.0	4.0	0.0	12.0	29.0	4.0	9.0	3.0	11.5	9.0	44.0	6.0		202.0
14	58																	2.5											2.5
No.	Node	77	78	79	80	81	82	83	84	(60)	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81					82	
15	62	37.5	0.0	8.5	10.5	19.0	2.5	40.5	10.0	14.0																			142.5
16	77		2.0																										2.0
17	63		0.0								13.0	7.0																	20.0
																				Total Length,(m.)=									1,482.0

ปลูกสร้างในพื้นที่ศึกษา และข้อเสียคือ 1) ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษามาก 2) มีการสูญเสียแรงดันในเส้นท่อน้ำประปาสูง อันเนื่องจากอายุการใช้งานมีมานานเกิดการอุดตันของตะกอนในเส้นท่อ และเกิดการรั่วซึม 3) ไม่สามารถขยายแรงดันน้ำเพิ่มขึ้นได้ 4) การควบคุมการใช้พลังงานทำได้ยาก เพราะพื้นที่ของอาคาร สิ่งปลูกสร้างไม่ได้อยู่ในโซนพื้นที่เดียวกัน

5.2.5.3 งานระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย และระบบ Reuse

พบว่า ระยะทางของระบบท่อรวมน้ำเสีย(ชนิดฝังใต้ดิน) เชื่อมต่อกับอาคาร สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ทั้งหมดที่อยู่ภายในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 1,542.50 เมตร และระยะทางของระบบ Reuse(ชนิดฝังใต้ดิน) เชื่อมต่อกับอาคารอำนวยการ " F " เท่ากับ 390 เมตร โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ **5.13**

ตารางที่ 5.13 การคิดระยะทางรวมของแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อรวบรวมน้ำเสีย และระบบ Reuse สภาพปัจจุบัน

เส้นทางท่อน้ำเสียที่ใช้งานปัจจุบัน

No.	Node	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	(21)	(22)	23	24	S-60,m	S-90,m.
1	1	9.0	13.5																							22.5
2	4				36.0		104.0		20.0						66.0	6.0										232.0
3	4					38.0		104.0		20.0	27.0	12.0	10.5	27.0												238.5
4	20																					25.5	13.5		0.0	39.0
5	16																20.0	39.0	29.0	4.0	0.0	0.0	25.0	12.5	129.5	0.0
No.	Node	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47		
6	16	18.0		20.0		19.0	7.5	7.0	14.5																	86.0
7	16		26.0		20.0								68.0	12.0	8.0	4.0	69.0	4.5								211.5
8	16																		5.0	40.0	16.0	12.5	14.0	22.0		109.5
9	29									17.0	4.0	26.0														47.0
No.	Node	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63									
10	16	67.0																							67.0	0.0
11	16		41.0	38.0	26.0	27.0	6.0	34.0	21.0	0.0	10.0	25.0														228.0
12	55									17.0																17.0
13	55													14.5	6.0	27.5	11.0									59.0
14	55												56.0													56.0
Total Length,(m.)																									196.5	1,542.5

เส้นทางท่อส่ง(เดิม) ของระบบ Reuse ที่ใช้งานปัจจุบัน

No.	Node	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				S-60,m.	S-90,m.
15	1	6.5	32.0																					38.5	
16	2				65.0																			65.0	
17	4				6.5	97.0	20.0	34.0	77.0	27.0	25.0													286.5	
Total Length,(m.)																								390.0	

จากการศึกษาของงานท่อรวมน้ำเสีย และระบบ Reuse พบว่า มีข้อดีคือ 1) ไม่เสียสภาพภูมิทัศน์ของพื้นที่จากการวางระบบอยู่ใต้ดิน 2) การส่งน้ำเสียผ่านเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหลักได้โดยตรง ส่วนข้อเสียคือ 1) มีอายุการใช้งานมานานทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษามากจากการผุพังของเส้นท่อ 2) การใช้ปั๊มขนาดใหญ่ที่มีแรงดันสูงเพื่อส่งน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำ

เสียรวม ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก 3) ไม่มีความสมดุลสัมพันธ์กับพื้นที่ตำแหน่งของอาคารสิ่งปลูกสร้างปัจจุบันเพื่อควบคุมการใช้พลังงานทำได้ยาก

5.2.6 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์

5.2.6.1 การวิเคราะห์จำลองโดยวิธี Minimum Spanning Tree Problem

จากผลการศึกษากราฟิกแบบจำลองของแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร ของกรณีที่ 1 กรณีที่ 2 กรณีที่ 3 และกรณีที่ 4 พบว่าการจำลองของกรณีที่ 1 มีระยะทางสั้นที่สุดเท่ากับ 1,182.5 เมตร และนำมาเปรียบเทียบกับแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานไฟฟ้า ท่อน้ำเสีย ประปาโทรศัพท์และสื่อสาร ในสภาพปัจจุบันและมีระยะทางสั้นกว่าแนวเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และระบบ Reuse ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 การเปรียบเทียบระยะทางแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนของระบบไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และระบบ Reuse

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (ม.)	แตกต่าง (ม.)	ร้อยละ	อันดับ
1	แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1	1,182.50	0	0	x
2	แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 2	1,188.50	6.00	0.51	-
3	แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 3	1,223.50	41.00	3.35	-
4	แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 4	1,188.50	6.00	0.51	-
5	แนวสาธารณูปโภคของงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน Line 1	1,898.00	715.50	37.70	1
6	แนวสาธารณูปโภคของงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน ของ Line 1 รวมกับ Line 2	2,802.50	1,620.00	(57.80)	1
7	แนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานประปาสภาพปัจจุบัน	1,482.00	299.50	20.21	2
8	แนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อรวมน้ำเสียสภาพปัจจุบัน	1,542.50	360.00	23.34	3

ตารางที่ 5.15 ประมาณการค่าใช้จ่ายของวัสดุและค่าแรงที่ใช้ในการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค

ลำดับ	รายละเอียดวัสดุ	ราคาวัสดุ (บาท/ม.)	งานดิน (บาท/ม.)	งานวัสดุฉม , (บาท /ม.)	ค่าดำเนินการ (บาท/ม.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ม.)
1	ท่อ PE Ø 4” (ไฟฟ้า/สื่อสาร-15เส้น)	2,550.00	45.00	230.00	78.50	2,903.50
2	ท่อ พีวีซี Ø 4” (ไฟฟ้า/สื่อสาร-15เส้น)	1,880.00	45.00	230.00	78.50	2,233.50
3	ท่อ PE Ø 4” (ท่อประปา)	228.00	25.00	65.00	40.00	358.00
4	ท่อ พีวีซี Ø 4” (ท่อประปา)	192.00	25.00	65.00	40.00	322.00
5	ท่อ PE Ø 4” (ท่อน้ำเสีย)	228.00	25.00	65.00	40.00	358.00
6	ท่อ พีวีซี Ø 4” (ท่อน้ำเสีย)	192.00	25.00	65.00	40.00	322.00

ตารางที่ 5.16 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 กับแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนของระบบไฟฟ้า โทรศัพท์ และสื่อสาร(เดิม)

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทางแตกต่าง (ม.)	ท่อ PE Ø 4” (ราคา ;บาท)	ท่อ พีวีซี Ø 4” (ราคา ;บาท)	การประหยัด (บาท)	ร้อยละ
1	แนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน ของ Line 1	715.50	2,077,454.25	1,598,069.25	2,077,454.25	37.70
1	แนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน ของ Line 1รวมกับ Line 2	1,620.00	4,703,670.00	3,618,270.00	(4,703,670.00)	(57.81)
2	แนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานประปาสภาพปัจจุบัน	299.50	107,221.00	96,439.00	107,221.00	20.21
3	แนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อรวมน้ำเสียสภาพปัจจุบัน	360.00	128,880.00	115,920.00	128,880.00	23.34
รวมค่าการประหยัด (บาท)					2,313,555.00	35.09

1) จากผลการศึกษาของการเปรียบเทียบระยะทางของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค พบว่า จากตารางที่ 5.13 แนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่ดีที่สุดของการจำลองรูปแบบโครงข่ายต้นไม้ทอดข้ามน้อยที่สุดของกรณีที่ 1 มีระยะทางที่สั้นที่สุด และมีระยะทางน้อยกว่าแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคของงานไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร (Line 1) สภาพปัจจุบัน เท่ากับ 715.5 เมตร คิดเป็น 37.70 % และมีระยะทางน้อยกว่าแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคของ

งานไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร(Line 1 กับ Line 2) เท่ากับ 1,620 เมตร คิดเป็น 137 % และระยะทางน้อยกว่าของงานประปาปัจจุบัน เท่ากับ 299.50 เมตร คิดเป็น 20.21 % และระยะทางน้อยกว่าของงานท่อน้ำเสียปัจจุบันเท่ากับ 360 เมตร คิดเป็น 23.34 %

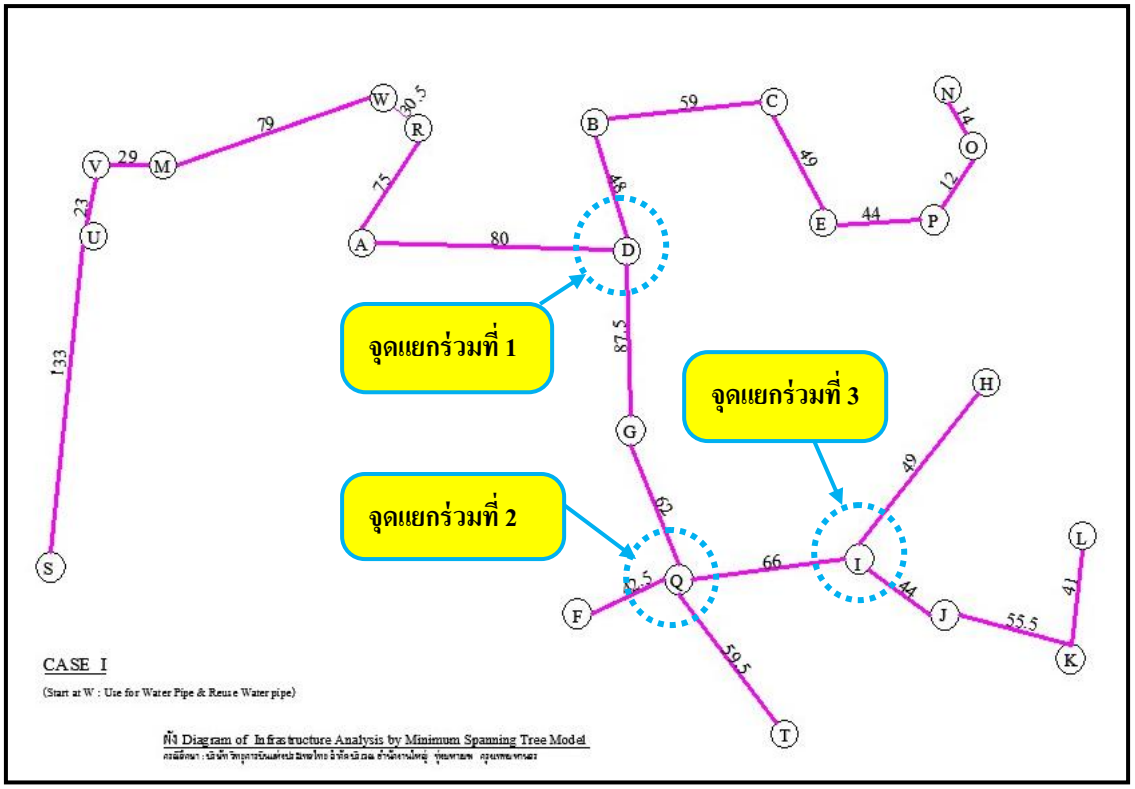
2) จากผลการศึกษาของการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 กับแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนของงานระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร (Line 1)สภาพปัจจุบัน พบว่า จากตารางที่ 5.14 และตารางที่ 5.16 การนำระยะทางที่แตกต่างที่ได้จากการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 มาใช้ในการประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยเลือกใช้วัสดุประเภทท่อพีอี แบบฝังใต้ดิน ซึ่งมีการทำงานสะดวกรวดเร็วที่จะสามารถทำงานในพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร หรือพื้นที่ว่างที่ใกล้เขตที่ดินมาใช้งานครั้งนี้ ซึ่งสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของแนวเส้นทางงานไฟฟ้า โทรศัพท์ และสื่อสารเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 2,077,454 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 37.70 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมในส่วนของระบบไฟฟ้า โทรศัพท์ และสื่อสาร (Line 1)ปัจจุบัน

3) จากผลการศึกษาของการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 กับแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานประปา(เดิม) พบว่า จากตารางที่ 5.14 และตารางที่ 5.16 การนำระยะทางที่แตกต่างที่ได้จากการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 มาใช้ในการประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยเลือกใช้วัสดุประเภทท่อพีอี แบบฝังใต้ดิน ซึ่งมีการทำงานสะดวกรวดเร็วที่จะสามารถทำงานในพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร หรือพื้นที่ว่างที่ใกล้เขตที่ดินมาใช้งานครั้งนี้ ซึ่งสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของแนวเส้นทางงานประปาเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 107,221 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 20.21 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมในส่วนของระบบงานประปาปัจจุบัน

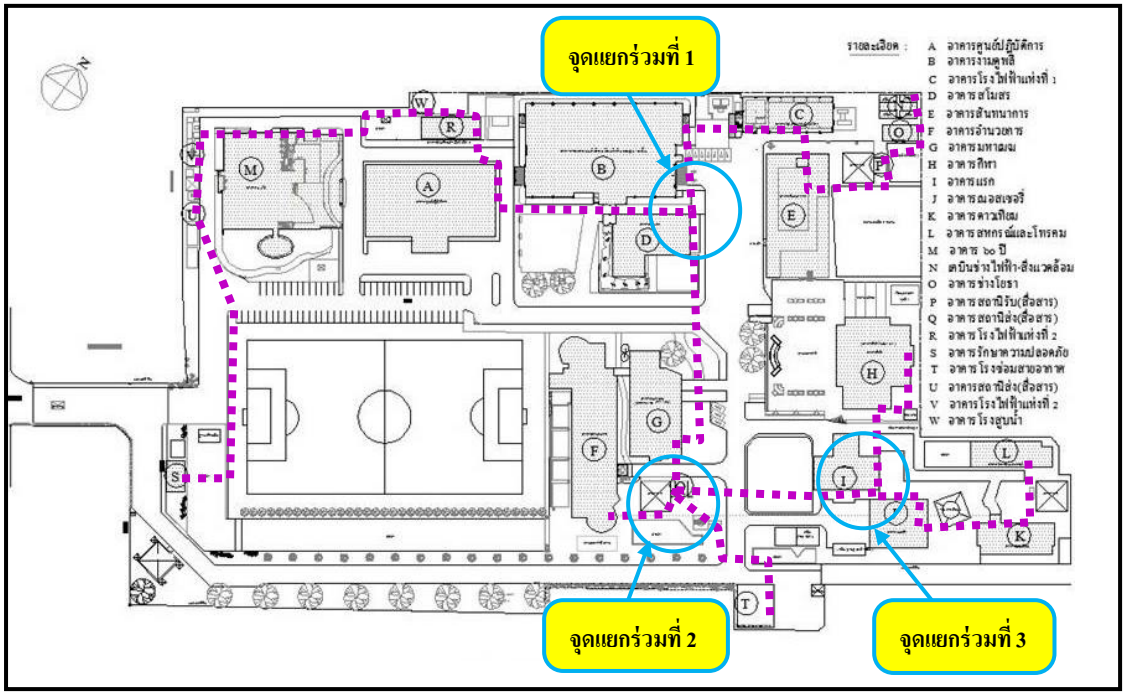
4) จากผลการศึกษาของการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 กับแนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานท่อน้ำเสีย(เดิม) พบว่า จากตารางที่ 5.15 และตารางที่ 5.16 การนำระยะทางที่แตกต่างที่ได้จากการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1 มาใช้ในการประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยเลือกใช้วัสดุประเภทท่อพีอี แบบฝังใต้ดิน สามารถทำการซ่อมบำรุงรักษาง่ายและทำงานในพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร หรือพื้นที่ว่างที่ใกล้เขตที่ดินได้สะดวกรวดเร็ว ซึ่งสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของแนวเส้นทางงานท่อน้ำเสียเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 128,880 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 23.34 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมในส่วนของงานท่อน้ำเสียปัจจุบัน

5) จากผลการศึกษาค่าใช้จ่ายการจำลองรูปแบบโครงข่ายของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคในส่วนไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร พบว่า ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมของแนวเส้นทางสาธารณูปโภคในส่วนไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร เป็นเงิน

เท่ากับ 2,313,555 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 35.09 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดในส่วนของระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ปัจจุบัน



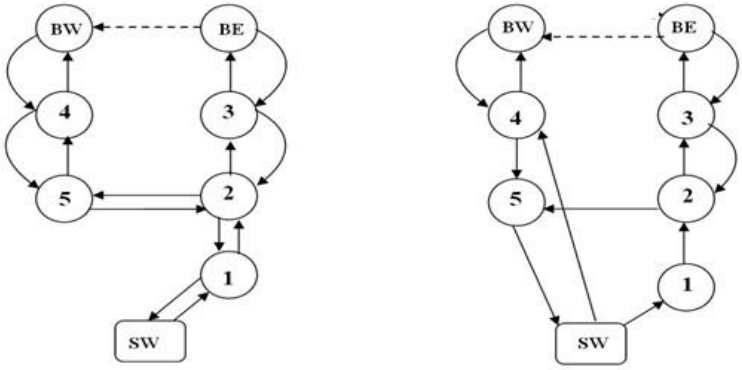
ภาพที่ 5.9 รูปแบบจำลองโครงข่ายของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคของพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 5.10 รูปแบบจำลองโครงข่ายของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1

5.2.6.2 การวิเคราะห์จำลองโดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm) ของงานถนน

จากผลการศึกษากราฟิกแบบจำลองงานถนน มีเส้นทางที่จำลองรูปแบบระยะทางของถนนภายในของเส้นทางจำลองการเดินทางจากประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่ ถึงอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) ฝั่งทางด้านทิศตะวันออก และฝั่งทางด้านทิศตะวันตก จากผลการจำลองเส้นทางของผู้ทำการศึกษา พบว่า การคำนวณระยะทางจากประตู1(ถนนนางลิ้นจี่) “SW” ในการเดินทางไป/กลับทุก ๆ จุดของอาคารที่จอดรถ (BE) และ (BW) โดยใช้จุดเริ่มการเดินทางขนส่งคือประตู 1(ถนนนางลิ้นจี่) “SW” ถึงจุดหมายแรกของการเดินทางขนส่งคืออาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) ด้านทิศตะวันออก (BE) กับเส้นทางจากประตูหมายเลข 1(ถนนนางลิ้นจี่) ”SW” ถึงจุดหมายที่สองของการเดินทางขนส่งคืออาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) ด้านทิศตะวันตก(BW)



(a) เส้นทางเดิม **(b) เส้นทางใหม่**

ภาพที่ 5.11 แนวเส้นทางแบบจำลองทางจากประตู 1(ถ.นางลิ้นจี่) “SW” ถึงจุดช่องทางเข้า “BE” กับระยะทางจากประตู 1(ถ.นางลิ้นจี่) “SW” ถึงจุดช่องทางออก “BW”

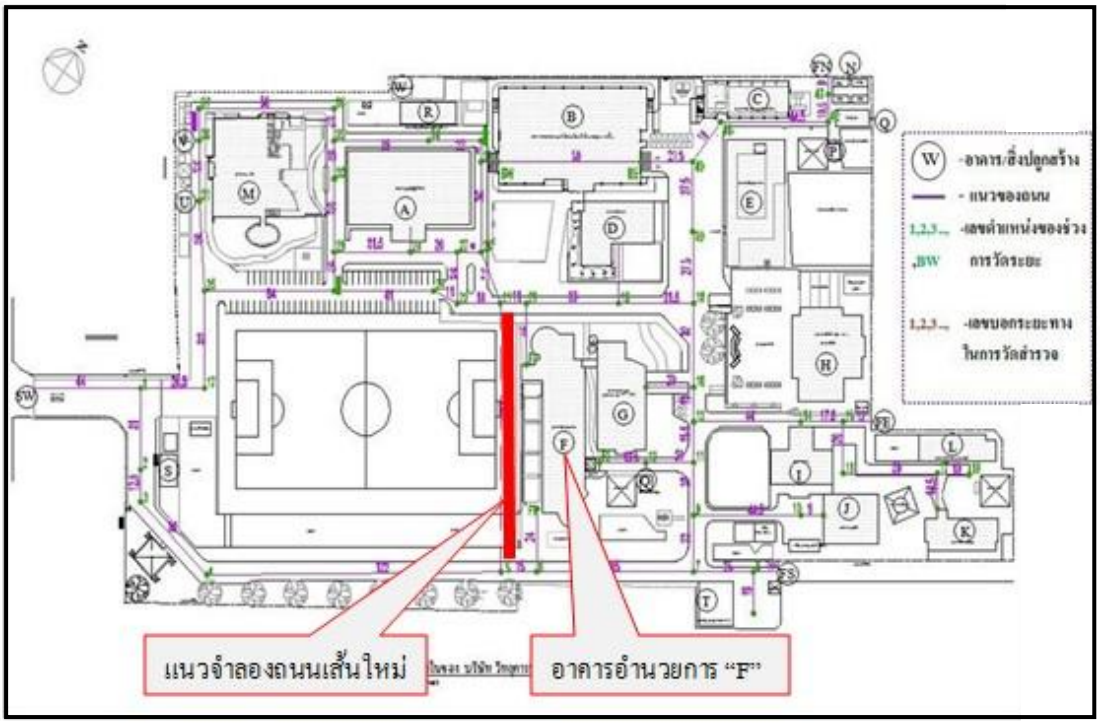
การคำนวณระยะทางจากประตู 1(ถนนนางลิ้นจี่) “SW” ในการเดินทางไป/กลับ ทุก ๆ จุดของอาคารที่จอดรถ BE และ BW โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ ดังนี้

$$S_{(BE,BW)} = [\{\sum D_{(SW,BE)} + \sum D_{(BE,SW)}\} + \{\sum D_{(SW,BW)} + \sum D_{(BW,SW)}\}] - [D_{(SW,BE)} + D_{(BW,SW)} + D_{(BE,BW)}] \quad (6)$$

โดยที่ $S_{(BE,BW)}$ คือต้นทุนระยะทางการเดินทางขนส่งที่ประหยัดได้จากผลของการเชื่อมโยง BE และ BW ทำให้เกิดเส้นทาง SW-BE-BW-SW และเส้นทาง SW-BW-BE-SW

ตารางที่ 5.17 ค่าประหยัดในการเดินทาง โดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm)

Saving no.	$D_{(SW,BE)}$ (ม.)	$D_{(BE,SW)}$ (ม.)	$D_{(SW,BW)}$ (ม.)	$D_{(BW,SW)}$ (ม.)	$D_{(BE,BW)}$ (ม.)	$S_{(BE,BW)}$ (ม.)	แตกต่าง (ม.)	ร้อยละ (ม.)	อันดับ
1	715.50	573.50	507.50	507.50	59.00	1,022.00	0	0	0
2	715.50	573.50	507.50	507.50	59.00	1,164.00	-142.0	-13.89	-
3	507.50	507.50	715.50	413.00	59.00	861.50	160.50	15.70	3
4	423.00	508.00	295.50	413.00	59.00	777.00	245.00	23.97	2
5	295.50	413.00	423.00	508.00	59.00	744.50	277.50	27.15	1



ภาพที่ 5.12 แนวจำลองถนนเส้นใหม่เชื่อมต่อกับถนนภายในจำนวน 2 เส้น (เส้นทางออกประตู 1 ถ.นางลิ้นจี่ กับเส้นทางจากอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) /ลานจอดรถ)

การจำลองแนวเส้นทางใหม่ตามที่แสดงไว้ในภาพที่ 5.12 เป็นถนนแบบ 2 ช่องจราจร (ทิศทางสวนกัน) เป็นเส้นทางที่สร้างขึ้น(Artificial Way) เพื่อลดระยะทางของการเดินทางและสร้างรูปแบบโครงข่ายถนนตาตาราง(Grid Pattern) สำหรับแบ่งโซนพื้นที่(Zoning) และจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้างสำหรับการควบคุมพลังงาน และการพัฒนาเพิ่มศักยภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็น

พื้นที่สีเขียว(สนามฟุตบอล) ของพื้นที่ศึกษา บริเวณด้านหน้าอาคารอำนวยการ " F " ขนาดกว้างเท่ากับ 12.00 ม. และความยาวเท่ากับ 102.5 ม. เชื่อมต่อกับเส้นทางถนนภายในของเดิมที่มีขนาดความกว้างของถนนเท่ากับ 6.00-8.00 เมตร และการจัดรูปแบบการจราจรแบบ 2 ช่องจราจร (สองทิศทาง) รองรับปริมาณการจราจรสูงสุดต่อ 1 ช่องจราจร(Critical Lane Volume; CLV) เท่ากับ 122 คันต่อชั่วโมง โดยแสดงรายละเอียดไว้ตามตารางที่ ก.3 ของภาคผนวก ก

จากผลการศึกษา พบว่า จากตารางที่ 5.17 การใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm) เพื่อหาค่าความประหยัดของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางโดยรถยนต์(รถยนต์ MV.1 จากตารางที่ ก.1ของภาคผนวก ก เริ่มจากจุดประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่ที่เป็นเส้นทางหลักผ่านเข้า/ออกพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ไปถึงทางเข้า/ออกด้านทิศตะวันออกของอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) และทางเข้า/ออกด้านทิศตะวันตกของอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) และทำการเชื่อมเส้นทางการเดินทางระหว่างทางเข้า/ออกของอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) ของทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ซึ่งมีปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน(Average Daily Traffic) เท่ากับ 695 คันต่อวัน โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ ก.3 ของภาคผนวก ก และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ประมวลผลค่าความประหยัดของการเดินทางปัจจุบันของค่าประหยัดของการเดินทางที่ 1 (Saving no. 1) ได้ระยะทางเท่ากับ 1,022 เมตร และค่าความประหยัดของการเดินทางที่ 5 (Saving no. 5) ที่มีการจำลองตัดเส้นทางถนนใหม่มีระยะทางสั้นที่สุดเท่ากับ 744.5 เมตร ทำให้ระยะทางสั้นลงเท่ากับ 277.5 เมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 27.15

ตารางที่ 5.18 การเปรียบเทียบค่าประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่ใช้ในการเดินทางในพื้นที่ บ.วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

ลำดับการประหยัด	ค่าประหยัดในการจำลองการเดินทาง (ม.)	ค่าแตกต่างในการจำลอง (ม.)	ปริมาณเชื้อเพลิงในการเดินทาง (ลิตร/ปี)	ค่าพลังงานเชื้อเพลิงในการเดินทาง (บาท/ปี)	เปรียบเทียบค่าประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	ร้อยละ
1	1,022.00	0	17,389.40	581,849.24	0	0
2	1,164.00	-142.0	19805.54	662,693.26	(-80,844.02)	-
3	861.50	160.50	14,658.48	490,472.72	91,376.52	15.70
4	777.00	245.00	13,220.71	442,364.83	139,484.41	23.97
5	744.50	277.50	12,667.72	423,861.80	157,987.44	27.15

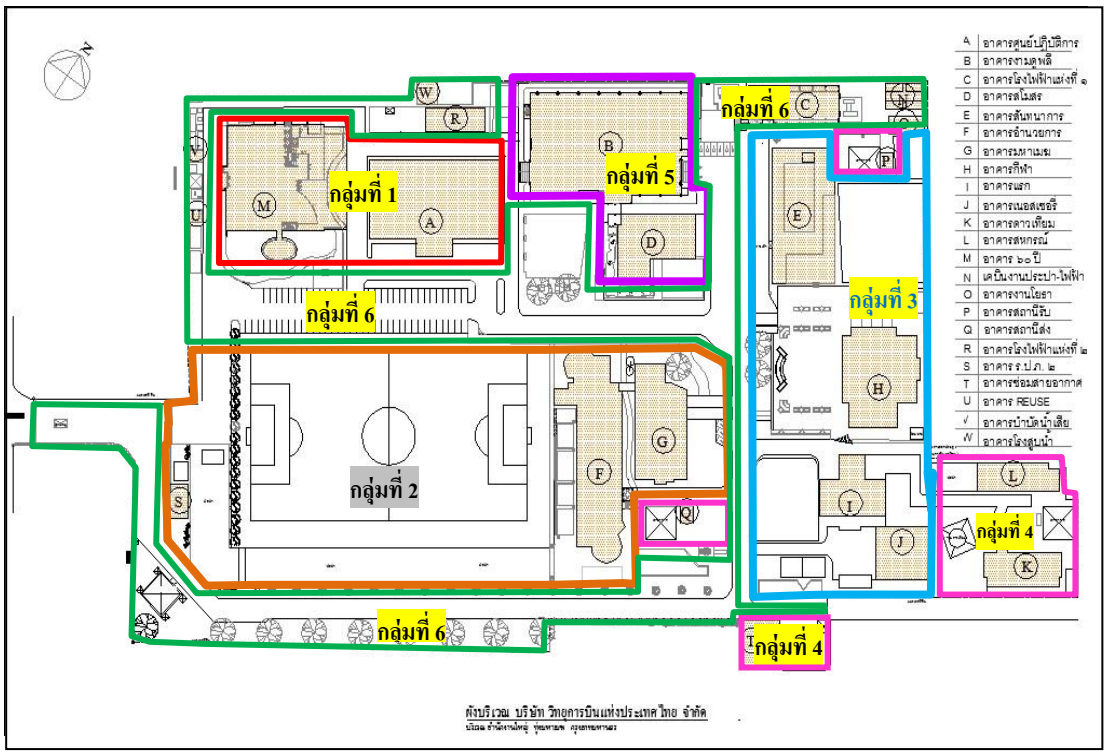
จากผลการศึกษา พบว่า การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ประมวลผลหาค่าความประหยัดของการเดินทางสภาพปัจจุบันจากค่าประหยัดของการเดินทางที่ 1 (Saving no. 1) ได้

ระยะทางเท่ากับ 1,022 เมตร กับค่าความประหยัดของการเดินทางอื่น ๆ และพบว่า ค่าความประหยัดของการเดินทางที่ 5 (Saving no. 5) ที่มีการจำลองตัดเส้นทางถนนใหม่มีระยะทางสั้นที่สุดเท่ากับ 744.5 เมตร ทำให้ระยะทางสั้นลงเท่ากับ 277.5 เมตร ซึ่งมีการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของพลังงานเชื้อเพลิงในการเดินทางเป็นเงินเท่ากับ 157,987 บาทต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 27.15 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของพลังงานเชื้อเพลิงในการเดินทาง และนอกจากนี้สามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเสาไฟฟ้าถนน (แบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์) จากระยะทางที่สั้นลงเท่ากับ 277.5 ม. เป็นเงิน 550,000 บาท โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.18

5.3 การวิเคราะห์การใช้พื้นที่ของพื้นที่ศึกษา

5.3.1 ผลการศึกษาข้อมูลการใช้พื้นที่ศึกษา

การศึกษาข้อมูลการใช้พื้นที่ศึกษา พบว่า ปัจจุบันพื้นที่ศึกษา(บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ) มีพื้นที่เช่าใช้งานรวม 60,028 ตารางเมตร เป็นอาคาร สิ่งปลูกสร้างที่แบ่งกลุ่มอาคารตามลักษณะของการใช้งานจำนวน 6 กลุ่ม โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 5.13



ภาพที่ 5.13 ผังการแบ่งโซนพื้นที่กลุ่มอาคารตามลักษณะการใช้งานปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา

พบว่า จากการคิดอัตราร้อยละของพื้นที่กลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้างปัจจุบันต่อพื้นที่ทั้งหมด โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.19

ตารางที่ 5.19 สรุปการคิดปริมาณร้อยละพื้นที่ใช้งานของกลุ่มอาคารในพื้นที่ศึกษาสภาพปัจจุบัน

กลุ่ม	ชื่อกลุ่มอาคาร	การใช้งาน	พื้นที่รวม(ตร.ม.)
1	กลุ่มอาคารปฏิบัติการจราจรทางอากาศ		5,358
	1.1 อาคารศูนย์ปฏิบัติการ	-ควบคุมจราจรทางอากาศ	(8.92 % ของ
	1.2 อาคาร 60 ปี	-ควบคุมจราจรทางอากาศ	พื้นที่ทั้งหมด)
2	กลุ่มอาคารบริหารและวิจัยพัฒนา		21,572
	2.1 อาคารอำนวยการ	-บริหาร/อำนวยการ การเงินและธุรการ	(35.94 % ของ
	2.2 อาคารมหาเมฆ	-งานวิจัย วิศวกรรม คลังพัสดุ	พื้นที่ทั้งหมด)
	2.3 อาคาร รปภ.	-รักษาความปลอดภัย	
	2.4 พื้นที่สีเขียว	-พื้นที่ว่าง	
3	กลุ่มอาคารธุรกิจและสวัสดิการ		11,376
	3.1 อาคารสันทนาการ	-สระว่ายน้ำ ฟิตเนส ห้องพยาบาล	(18.95 % ของ
	3.2 อาคารกีฬา	-สนามกีฬาในร่ม อเนกประสงค์	พื้นที่ทั้งหมด)
	3.3 อาคารแรก	-สำนักงานด้านธุรกิจการบิน	
	3.4 อาคารเนอสเซอรี่	-สถานเลี้ยงเด็กอ่อน	
	3.5 อาคารสหกรณ์และโทรคม	-การสื่อสาร การเงิน	
4	กลุ่มอาคารสื่อสาร		5,052
	4.1 อาคารสถานีรับ(สื่อสาร)	-ระบบการสื่อสารการบิน	(8.42 % ของ
	4.2 อาคารสถานีส่ง(สื่อสาร)	-ระบบการสื่อสารการบิน	พื้นที่ทั้งหมด)
	4.3 อาคารดาวเทียม	-ระบบดาวเทียม	
	4.4 อาคารซ่อมสายอากาศ	-ห้องปฏิบัติงานด้านซ่อมบำรุง	
5	กลุ่มอาคารสนับสนุนบริการ		5,370
	5.1 อาคารงามดูพลี	-ที่จอดรถ และที่พัก	(8.95 % ของ
	5.2 อาคารสโมสร	-ห้องอาหาร ห้องสมุด พักผ่อน	พื้นที่ทั้งหมด)
6	กลุ่มอาคารสนับสนุนสาธารณูปโภค		11,300
	6.1 อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	-ระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าสำรอง	(18.82 % ของ
	6.2 เคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม	-ห้องทำงานและเก็บอุปกรณ์	พื้นที่ทั้งหมด)
	6.3 อาคารช่างโยธา	-ห้องทำงานและเก็บอุปกรณ์	
	6.4 อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 2	-ระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าสำรอง	
	6.5 อาคาร Reuse	-ห้องระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	
	6.6 อาคารบำบัดน้ำเสีย	-ห้องระบบบำบัดน้ำเสีย	
	6.7 อาคารโรงสูบน้ำ	-ห้องระบบสูบน้ำ	

5.3.2 ผลการศึกษารูปแบบลักษณะการจัดพื้นที่ตามประเภทของกิจกรรม

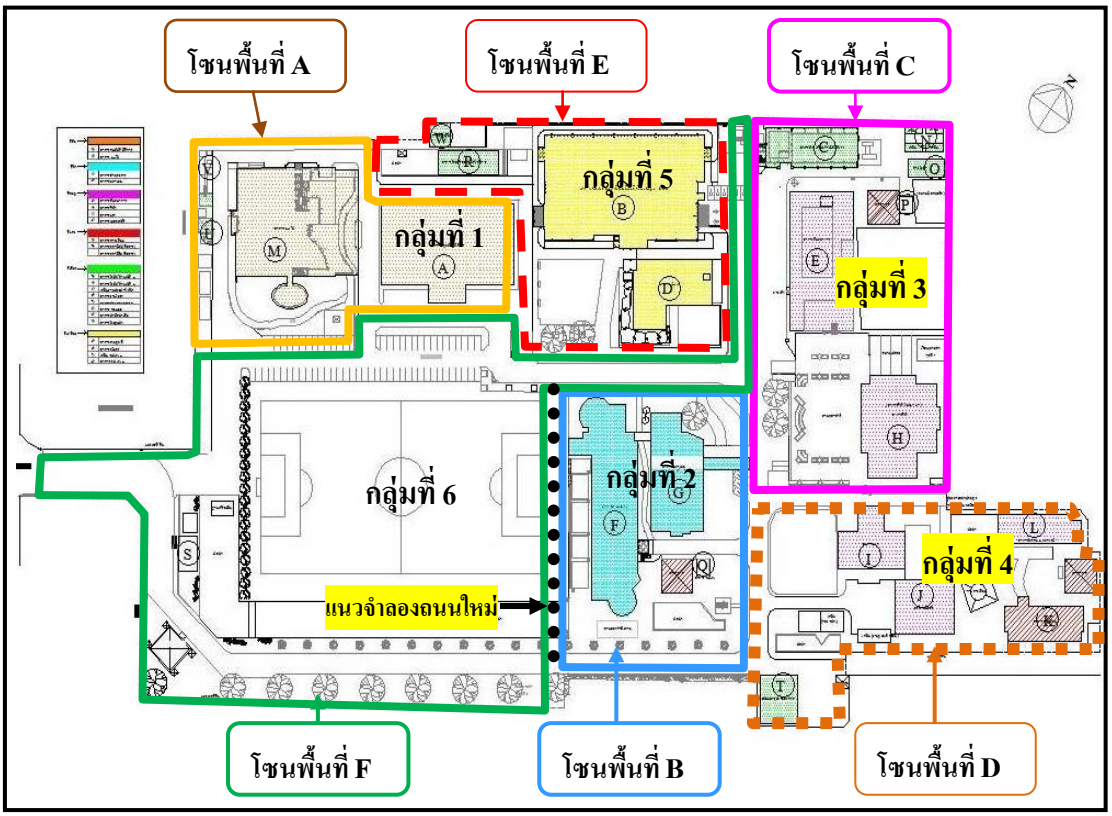
จากการศึกษารูปแบบลักษณะการจัดพื้นที่ตามประเภทของกิจกรรม พบว่า การใช้พื้นที่กับกิจกรรมของแต่ละอาคารไม่สอดคล้องกับกลุ่มอาคารที่มีการกระจายตัวของกลุ่มอาคารสื่อสาร อันเนื่องมาจากลักษณะการใช้งานแต่ละอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และการจัดพื้นที่ตามประเภทของกิจกรรมกับสภาพทางกายภาพของตำแหน่งอาคาร สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ปัจจุบัน มีปัญหาข้อจำกัดด้านเทคนิควิศวกรรมของระบบสื่อสารการบินที่ไม่สามารถจัดวางอาคาร สิ่งปลูกสร้างที่ติดตั้งอุปกรณ์ระบบสัญญาณที่ติดตั้งกับโครงสร้างเสาเหล็กสูง100 ม.ให้อยู่ใกล้กันได้ เนื่องจากผลกระทบจากการรบกวนของคลื่นความถี่ระบบสัญญาณสื่อสาร และกลุ่มสนับสนุนสาธารณูปโภคมีการกระจายตัวออกเป็นอาคารเดี่ยว เพื่อให้บริการในส่วนระบบสาธารณูปโภคกับอาคารต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะใช้พื้นที่ว่างที่เหลืออยู่ระหว่างอาคารเดิม หรือใกล้เคียงกับอาคารเดิมมากที่สุด แต่ขาดการวางผังแม่บทที่ชัดเจนทำให้สภาพทางกายภาพจึงกระจัดกระจายและไม่มีการแยกโซนพื้นที่ที่ใช้ในการควบคุมพลังงานแต่ละโซนพื้นที่ โดยมีการแสดงรายละเอียดของการสรุปข้อดีข้อเสียไว้ในตารางที่ 5.20

ตารางที่ 5.20 การสรุปข้อดีและข้อเสียของรูปแบบลักษณะการจัดเพื้นที่ตามประเภทของกิจกรรมสภาพปัจจุบัน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีการแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบในการบำรุงรักษาของอาคารแต่ละอาคารสะดวกรวดเร็ว	1. ขาดความสมดุลของแนวระบบสาธารณูปโภคและถนน (สภาพปัจจุบัน) ที่ใช้กับอาคาร สิ่งปลูกสร้าง
2. ใช้แบ่งเขตพื้นที่ความปลอดภัยแต่ละพื้นที่ได้ตามระดับขั้นความสำคัญ	2. เกิดอันตรายจากการเปลี่ยนระดับของพื้นทางเท้ามาก และเส้นทางตัดกับเส้นทางถนนมาก
3.มีความเคยชินและคุ้นเคยเส้นทางในการใช้งานพื้นที่เป็นอย่างดี	3. ไม่มีการใช้พลังงานทดแทน และไม่สามารถสับเปลี่ยนการใช้พลังงานในแต่ละกลุ่มอาคารได้
-	4. การเชื่อมโยงของพื้นที่ไม่สัมพันธ์กับกิจกรรมการใช้งานแต่ละอาคาร
-	5. ไม่มีการแยกพื้นที่สีเขียว และพื้นที่ว่างระหว่างอาคาร

5.3.3 ผลการศึกษาจัดโซนแบ่งพื้นที่การควบคุมพลังงาน

การศึกษาจัดโซนแบ่งพื้นที่การควบคุมพลังงาน พบว่า การนำอาคารเดี่ยวที่คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยมารวมกันและเกิดความสอดคล้องกัน หรือส่งเสริมซึ่งกันและกันในด้านสภาพพื้นที่ทางกายภาพของตำแหน่งอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งสามารถช่วยในการจัดแบ่งกลุ่มและโซนพื้นที่การควบคุมพลังงาน ให้มีความสอดคล้องกับสภาพทางกายภาพที่มีการแบ่งพื้นที่บล็อค(Block) จากการใช้ถนนแบบตาตาราง(Grid Pattern) มาใช้ในการแบ่งโซนพื้นที่(Zoning) และลักษณะกิจกรรมในการใช้งานของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และการใช้ประโยชน์ที่ดิน แยกออกเป็น 6 โซน โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 5.14



ภาพที่ 5.14 ผังการแบ่งโซนพื้นที่การควบคุมพลังงานตามลักษณะกิจกรรมการใช้งานของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และการจำลองระบบสาธารณูปโภค และถนนสายใหม่

พบว่า พื้นที่เช่าของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเท่ากับ 60,028 ตารางเมตร และมีพื้นที่ที่ปินอาคาร สิ่งปลูกสร้าง(พื้นที่ปกคลุมดิน) เท่ากับ 48,728 ตารางเมตร คิดเป็น 81.18 % ของพื้นที่ทั้งหมด การใช้งานทั้งหมดของพื้นที่ศึกษาการจัดแบ่งกลุ่มและโซนพื้นที่การควบคุมพลังงาน ให้มีความสอดคล้องของลักษณะกิจกรรม การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการจำลองถนนสายใหม่ แยกโซนพื้นที่ออกเป็น 6 โซน โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 5.21

ตารางที่ 5.21 สรุปการคิดจำลองปริมาณพื้นที่และร้อยละของโซนพื้นที่กลุ่มอาคารในพื้นที่ศึกษา

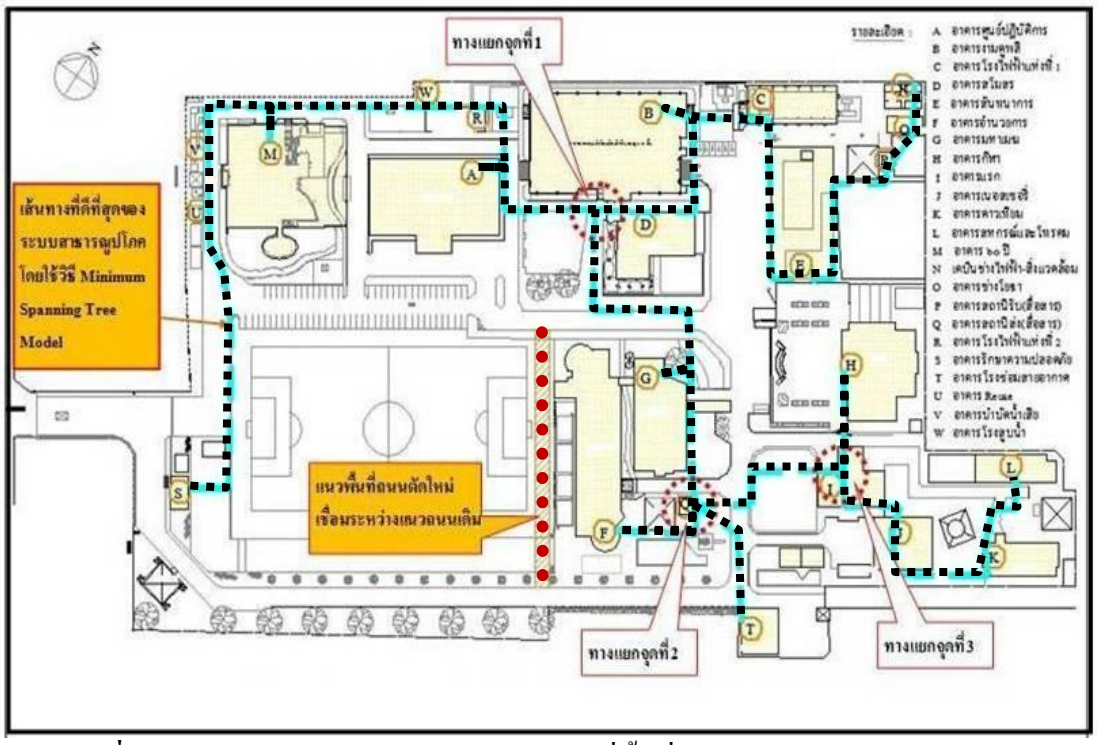
โซน	ชื่อกลุ่มอาคาร	การใช้งาน	พื้นที่รวม(ตร.ม.)
A	กลุ่มอาคารปฏิบัติการจราจรทางอากาศ		9,066
	1. อาคารศูนย์ปฏิบัติการ	-ควบคุมจราจรทางอากาศ	(15.10 % ของ
	2. อาคาร 60 ปี	-ควบคุมจราจรทางอากาศ	พื้นที่ทั้งหมด)
	กลุ่มอาคารสนับสนุนบริการ		
	3. อาคารบำบัดน้ำเสีย	-ห้องระบบบำบัดน้ำเสีย	
	4. อาคาร Reuse	-ห้องระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	
B	กลุ่มอาคารบริหารและวิจัยพัฒนา		6,874
	1. อาคารอำนวยการ	-บริหาร/อำนวยการ การเงินและธุรการ	(11.45 % ของ
	2. อาคารมหาเมฆ	-งานวิจัย วิศวกรรม คลังพัสดุ	พื้นที่ทั้งหมด)
	กลุ่มอาคารสื่อสาร		
	3. อาคารสถานีส่ง(สื่อสาร)	-ระบบการสื่อสารการบิน	
C	กลุ่มอาคารสนับสนุนสาธารณูปโภค		8,507
	1. อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 1	-ระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าสำรอง	(14.17 % ของ
	2. เคบินไฟฟ้า-สิ่งแวดล้อม	-ห้องทำงานและเก็บอุปกรณ์	พื้นที่ทั้งหมด)
	3. อาคารช่างโยธา	-ห้องทำงานและเก็บอุปกรณ์	
	กลุ่มอาคารธุรกิจและสวัสดิการ		
	4. อาคารสันทนาการ	-สระว่ายน้ำ ฟิตเนส ห้องพยาบาล	
	5. อาคารกีฬา	-สนามกีฬาในร่ม อเนกประสงค์	
	กลุ่มอาคารสื่อสาร		
	6. อาคารสถานีรับ(สื่อสาร)	-ระบบการสื่อสารการบิน	
D	กลุ่มอาคารธุรกิจและสวัสดิการ		9,825
	1. อาคารแรก	-สำนักงานด้านธุรกิจการบิน	(16.37 % ของ
	2. อาคารเนอสเซอรี่	-สถานเลี้ยงเด็กอ่อน	พื้นที่ทั้งหมด)
	3. อาคารสหกรณ์และโทรคม	-การสื่อสาร การเงิน	
	กลุ่มอาคารสื่อสาร		
	4. อาคารดาวเทียม	-ระบบดาวเทียม	
	5. อาคารซ่อมสายอากาศ	-ห้องปฏิบัติงานด้านซ่อมบำรุง	
E	กลุ่มอาคารสนับสนุนบริการ		6.534
	1. อาคารงามดูพลี	-ที่จอดรถ และที่พัก	(10.89 % ของ
	2. อาคารสโมสร	-ห้องอาหาร ห้องสมุด พักผ่อน	พื้นที่ทั้งหมด)
	กลุ่มอาคารสนับสนุนสาธารณูปโภค		
	3. อาคารโรงไฟฟ้าแห่งที่ 2	-ระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าสำรอง	
	4. อาคารโรงสูบน้ำ	-ห้องระบบสูบน้ำ	

ตารางที่ 5.21 (ต่อ) สรุปการคิดจำลองปริมาณพื้นที่และร้อยละของโซนพื้นที่กลุ่มอาคารในพื้นที่ศึกษา

โซน	กลุ่มอาคาร	การใช้งาน	พื้นที่รวม(ตร.ม.)
F	กลุ่มอาคารบริหารและวิจัยพัฒนา		19,222
	1. อาคาร รปภ.	-อาคารรักษาความปลอดภัย	(32.02 % ของ
	2. พื้นที่สีเขียว	-สนามหญ้า ต้นไม้	พื้นที่ทั้งหมด)
	3. ลานจอดรถ	-พื้นที่ว่าง	

5.3.4 ผลการศึกษาของการจำลองรูปแบบของการจัดกลุ่มอาคารทางกายภาพ

จากการศึกษาจำลองรูปแบบของการจัดกลุ่มอาคารทางกายภาพ พบว่า แนวจำลองระบบสาธารณูปโภคที่สั้นที่สุดในการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่เชื่อมต่ออาคาร สิ่งปลูกสร้างทั้งหมดภายในพื้นที่ศึกษาร่วมกับการแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมพลังงาน เพื่อให้เกิดความประหยัดในการใช้พลังงาน และใช้จุดร่วมแยกจำนวน 3 จุดมาใช้ในการออกแบบติดตั้งระบบควบคุมพลังงานและจัดการด้านพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ในแต่ละโซนพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 5.14 และภาพที่ 5.15



ภาพที่ 5.15 ผังแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่สั้นที่สุด และแนวจำลองถนนเส้นใหม่

จากการศึกษาจำลองรูปแบบของการจัดกลุ่มอาคารทางกายภาพ พบว่า จากภาพที่ 5.14 และภาพที่ 5.15 มีข้อดีและข้อเสียของการจำลองรูปแบบของการจัดกลุ่มอาคารทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา โดยนำเอาอาคารสิ่งปลูกสร้างเดี่ยวที่มีกิจกรรมสนับสนุนกันมาจัดอยู่รวมกลุ่มเข้ากับอาคารหลักเดิมของพื้นที่ และร่วมกับการใช้แนวจำลองของระบบสาธารณูปโภคมาใช้ประกอบการแบ่งแยกพื้นที่การใช้สอยในการควบคุมการใช้พลังงาน โดยแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.22

ตารางที่ 5.22 สรุปข้อดีและข้อเสียของการจำลองรูปแบบของการจัดกลุ่มอาคารทางกายภาพ

ข้อดี	ข้อเสีย
1) มีการแยกโซนพื้นที่ทางกายภาพได้ชัดเจน และใช้เป็นแนวเขตความปลอดภัยแต่ละพื้นที่ที่ปฏิบัติงานสำหรับกำหนดระดับความสำคัญและมาตรการควบคุม	1) การขยายตัวในพื้นที่ที่ใช้ตำแหน่งแนวอาคารเก่าเป็นหลัก ทำให้ต้องสูญเสียพื้นที่ว่างระหว่างอาคารที่ไม่ได้ใช้งาน
2) การจัดระบบสาธารณูปโภคมีการสมดุลและครอบคลุมทุกโซนพื้นที่ของที่ตั้งอาคารสิ่งปลูกสร้าง	2) มีการตัดกันของถนนและพื้นที่ทางเท้าหลายจุด และค่าระดับของพื้นกับถนนที่แตกต่างกันก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งาน
3) การจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้างสำหรับการควบคุมพลังงานแต่ละโซนพื้นที่ทำได้ง่าย	-
4) ประหยัดค่าใช้จ่ายและมีความสะดวกในการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์	-
5) การใช้ประโยชน์ที่ดินได้เต็มศักยภาพ และคุ้มค่า(เช่า)	-
6) การเพิ่มหรือขยายตัวจะอยู่เฉพาะโซนพื้นที่ไม่กระจัดกระจาย	-

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษา

การศึกษาเรื่อง “ แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพ เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยบูรณาการโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน : กรณีศึกษา บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ทุ่งมหาเมฆ เป็นการศึกษาการใช้พื้นที่ โครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค และสภาพแวดล้อมปัจจุบันว่ามีลักษณะเป็นอย่างใด เกิดปัญหาใดในพื้นที่ เพื่อหาลักษณะและแนวเส้นทางเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ทางกายภาพนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผังกายภาพของพื้นที่ภายในของบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ให้เกิดการประหยัดพลังงาน เช่น ไฟฟ้า น้ำประปา และเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ ในการศึกษาผู้วิจัยดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาประกอบด้วย

1) ศึกษาลักษณะและรูปแบบโครงสร้างพื้นฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดินกับการใช้งานของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เพื่อใช้กำหนดการจัดกลุ่มอาคาร และแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมการใช้พลังงาน

2) เพื่อสร้างรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดของโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค

3) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดการประหยัดพลังงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลทางกายภาพ ลักษณะของรูปแบบการใช้งานของพื้นที่ที่เกี่ยวกับเส้นทางการจราจรและการสัญจร ที่จอดรถ บ่อน้ำ และระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ศึกษาข้อกำหนดทางกฎหมาย นโยบายและมาตรการของการควบคุมอาคาร และการใช้ประโยชน์ที่ดินของภาครัฐ และศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของแนวระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) ที่จัดเป็นส่วนหลักของโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์การควบคุมจราจรทางอากาศ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในอาคาร สิ่งปลูกสร้าง ซึ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภคให้เหมาะสมรองรับการเปลี่ยนแปลงระบบอุปกรณ์เทคโนโลยีด้านการบินตามมาตรฐานสากล และสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนการใช้พื้นที่ที่จำเป็นต้องมีการใช้พื้นที่สำหรับอาคาร สิ่งปลูกสร้างที่เพิ่มขึ้น

และเส้นทางการจราจรจะต้องมีความสะดวก และไม่ก่อให้เกิดความหนาแน่นของพื้นที่มากเกินข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องด้านผังเมือง โดยผลการศึกษาที่ได้จะนำไปสู่แนวทางในการพัฒนาผังกายภาพเพื่อการประหยัดพลังงานของพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ และพื้นที่อื่น ๆ

6.2 ลักษณะและรูปแบบของโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

1) จากผลการศึกษา พบว่า ลักษณะและรูปแบบทางกายภาพของโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) และการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษาได้ออกแบบและปรับปรุงในส่วนระบบสาธารณูปโภค พ.ศ.2537-2542 เพื่อรองรับการก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างที่จัดสร้างขึ้นใหม่ ทำให้ระบบสาธารณูปโภคที่ใช้งานอยู่ปัจจุบันส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานมากกว่า 15 ปี และการออกแบบเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคยังขาดความชัดเจนจากจัดแผนผังแม่บท ทำให้ประสบปัญหาแนวเส้นทางของระบบสาธารณูปโภคที่ระดับพื้นดินเป็นขนานกับแนวรั้วเขตที่ดินของกรมการบินพลเรือน ซึ่งเป็นหน่วยงานข้างเคียงและมีการใช้พื้นที่แนวถนนภายในร่วมกัน ต่อมาภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมการบินพลเรือนที่มอบโอนซอยงามดูพลีเป็นเส้นทางสาธารณะสำหรับใช้งานกับพื้นที่สวนสาธารณะและย่านชุมชนสวนพลู(ที่พักอาศัย) ทำให้เกิดผลกระทบต่อระยะแนวร่นของอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) และพื้นที่ว่างระหว่างอาคารกับแนวเขตที่ดินที่มีการคลาดเคลื่อนของระยะทางไม่ตรงตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร

2) การใช้แนวระบบสาธารณูปโภคเดิมที่มีการปรับปรุงเพิ่มเติมโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ประเภทรางพาดสาย (Wire Way) ซ้อนทับอยู่เหนือแนวท่อร้อยสายไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารของเดิม ซึ่งอยู่ติดแนวเขตทางสาธารณะ(ถนน และทางเดินเท้าสาธารณะ) จึงมีความเสี่ยงสูงที่อาจเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้ง่ายและมีความปลอดภัยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ของระบบสาธารณูปโภคเพิ่มเติมกีดขวางทางเดินรอบอาคารและใช้เป็นเส้นทางการตรวจรักษาความปลอดภัยและซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ ดังนั้นการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานด้านการควบคุมจราจรทางอากาศ สำหรับติดตั้งระบบอุปกรณ์เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยตามมาตรฐานสากล และประหยัดพลังงาน จำเป็นต้องทำการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานในส่วนระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร และถนน) ให้ครอบคลุมพื้นที่และเชื่อมต่อทุกอาคารและสิ่งปลูกสร้างทั้งหมดร่วมกับการจัดทำแผนแม่บทด้านศักยภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเป็นระบบและควรที่จะสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีศักยภาพของการใช้งานกับมูลค่าของที่ดินที่อยู่ในเขตศูนย์กลางธุรกิจของเมือง (CBD)

3) จากการศึกษารูปแบบวิธีการจำลองของแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคปัจจุบัน เปรียบเทียบกับการจำลองรูปแบบแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่ดีที่สุด โดยประยุกต์ใช้วิธีต้นไม้ทอดข้ามน้อยที่สุด(Minimum Spanning Tree Model) เพื่อหาเส้นทางระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่มีระยะทางสั้นที่สุด และวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด(The Saving Algorithm) โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์คำนวณหาค่าการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่ใช้เส้นทางถนนที่เป็นเส้นทางการเดินทางประจำภายในพื้นที่ศึกษากับการจำลองตัดเส้นทางใหม่ ซึ่งการนำวิธีอัลกอริทึมของทั้งสองวิธีการมาประยุกต์ใช้งานในการสร้างรูปแบบจำลองตามลักษณะสภาพแวดล้อมทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาที่แยกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

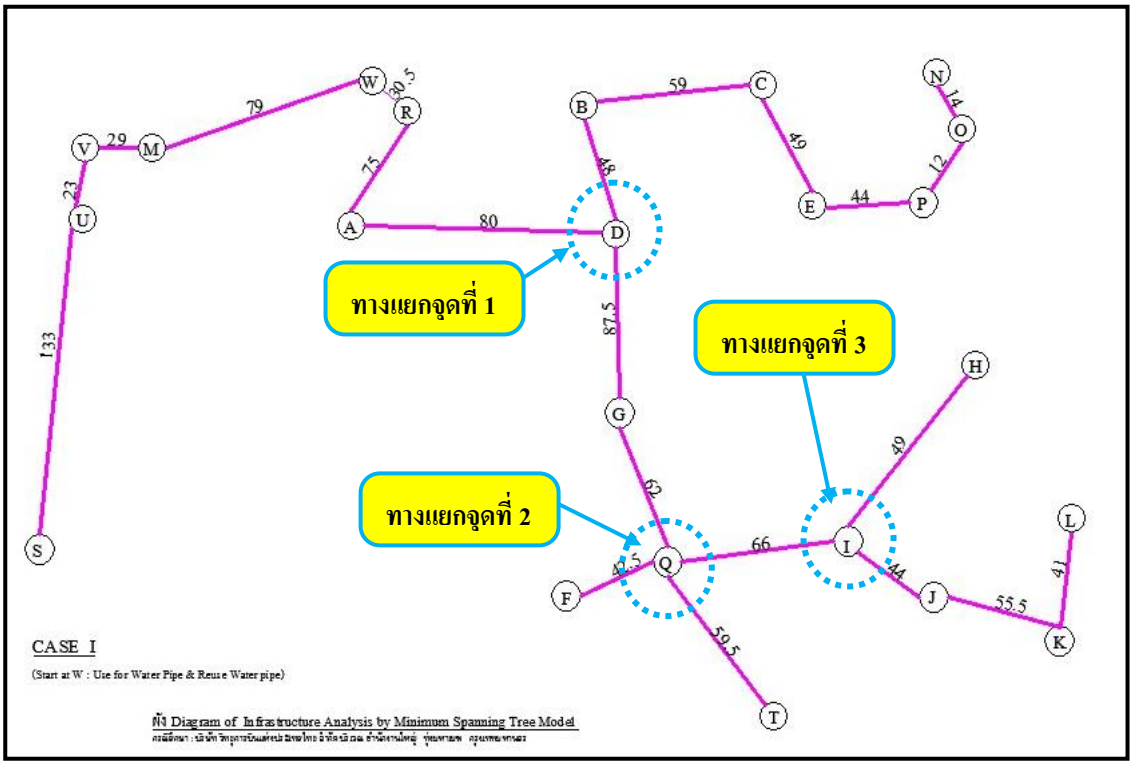
(1) ลักษณะของพื้นที่ที่เป็นการปรับปรุงพื้นที่เดิม ซึ่งมีแนวอาคาร สิ่งปลูกสร้างอยู่ในพื้นที่และสร้างแบบจำลองโครงข่ายระบบสาธารณูปโภค และแนวถนน เพื่อปรับปรุงแนวเส้นทางเดิม หรือวางเส้นทางใหม่ในพื้นที่ได้ โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 6.1

(2) ลักษณะของพื้นที่ที่เป็นโครงการใหม่ไม่มีอาคาร สิ่งปลูกสร้างอยู่ในพื้นที่ ซึ่งใช้การจำลองเป็นแนวทางเลือกตำแหน่งอาคาร สิ่งปลูกสร้าง ระบบสาธารณูปโภค และเส้นทางสัญจร และการจัดโซนพื้นที่อาคาร สิ่งปลูกสร้าง เพื่อการควบคุมพื้นที่และการประหยัดพลังงานได้อย่างเหมาะสม

ภาพที่ 6.1 พื้นที่ทางเท้าและพื้นที่ว่างของพื้นที่ศึกษาที่ใช้เป็นแนวจำลองเส้นทางสาธารณูปโภคปัจจุบัน

4) จากการศึกษาในการสร้างแบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ(Optimization Modeling) เพื่อใช้ในการพิจารณาหาระยะทางของเส้นทางระบบสาธารณูปโภค โดยใช้วิธีต้นไม้ทอดข้ามน้อยที่สุด และการจัดแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมการใช้พลังงานของอาคาร สิ่งปลูกสร้างทั้งหมดภายในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

(1) เส้นทางการจำลองรูปโครงข่ายแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค พบว่า ความยาวของระยะทางแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่สั้นที่สุดของโครงข่ายที่เชื่อมต่ออาคาร สิ่งปลูกสร้างทุก ๆ จุด กรณีที่ 1: W เป็นจุดเริ่มต้น มีความยาวรวมเท่ากับ 1,182.50 เมตร โดยมีการแสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 6.2



ภาพที่ 6.2 รูปโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่สั้นที่สุด จากกรณีที่ 1: W เป็นจุดเริ่มต้น

(2) จากผลการศึกษาเส้นทางจำลองรูปแบบโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุด กรณีที่ 1: W เป็นจุดเริ่มต้น พบว่า ระยะทางสั้นกว่าแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันในส่วนงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร เท่ากับ 715.50 เมตร และแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันในส่วนงานประปา เท่ากับ 299.50 เมตร และแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันในส่วนงานท่อน้ำเสีย เท่ากับ 360 เมตร และมีผลลำดับและสรุปการเปรียบเทียบการจำลองแนวเส้นทาง โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 6.1

- ลำดับที่ 1 เป็นแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันในส่วนงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสาร Line 1 และ Line 2
- ลำดับที่ 2 เป็นแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันในส่วนงานประปา
- ลำดับที่ 3 เป็นแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันในส่วนงานท่อน้ำเสีย

ตารางที่ 6.1 สรุปการเปรียบเทียบผลการจำลองแนวระบบสาธารณูปโภคโดยใช้วิธี Minimum Spanning Tree Model

ลำดับ	รายละเอียด	ระยะทาง (ม.)	ค่าแตกต่าง (ม.)	ร้อยละ	การจัดลำดับ
1	แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 1	1,182.50	0	0	-
2	แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 2	1,188.50	6.00	0.51	-
3	แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 3	1,223.50	41.00	3.35	-
4	แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค กรณีที่ 4	1,188.50	0	0	-
5	แนวสาธารณูปโภคของงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน Line 1	1,898.00	715.50	37.70	1
6	แนวสาธารณูปโภคของงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน ของ Line 1 รวมกับ Line 2	2,820.50	1,638.00	58.09	1
7	แนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานประปาสภาพปัจจุบัน	1,482.00	299.50	20.21	2
8	แนวระบบสาธารณูปโภคในส่วนงานรวบรวมน้ำเสียสภาพปัจจุบัน	1,542.50	360.00	30.44	3

5) การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของเส้นทางจำลองรูปแบบโครงข่ายของเส้นทางสาธารณูปโภคที่ดีที่สุดจากกรณีที่ 1: W เป็นจุดเริ่มต้นกับแนวระบบสาธารณูปโภค พบว่า ในส่วนงานไฟฟ้า-โทรศัพท์และสื่อสารสภาพปัจจุบัน ของ Line 1 มีระยะทางน้อยกว่าเท่ากับ 715.5 เมตร ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของงานไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสารเท่ากับ 2,077,454 บาท คิดเป็นร้อยละ 37.70 และแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันในส่วนงานประปา มีระยะทางน้อยกว่าเท่ากับ 299.50 เมตร ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของงานประปาเท่ากับ 107,221 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.21 และแนวระบบสาธารณูปโภคปัจจุบันในส่วนงานท่อรวมน้ำเสีย มีระยะทางน้อยกว่าเท่ากับ 360 เมตร ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของงานท่อรวมน้ำเสียได้ประมาณเท่ากับ 128,880 บาท คิดเป็นร้อยละ 23.34 และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมของระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร)เป็นเงินเท่ากับ 2,313,555 บาท หรือประมาณร้อยละ 35.09 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดในส่วนของระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) สภาพปัจจุบัน

6) การประหยัดพลังงานของกระแสไฟฟ้า โทรศัพท์ และสื่อสารในช่วงความยาวที่เกินกว่าระยะการใช้งานจริง ซึ่งมีประโยชน์ที่ได้รับ ดังนี้

(1) ลดการสูญเสียเสถียรภาพของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าภายในเส้นท่อร้อยสาย

(2) ลดค่าใช้จ่ายของขนาดและจำนวนปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน

(3) ลดการใช้กระแสไฟฟ้าสำหรับระบบปั๊มน้ำเสียจากการปรับขนาดปั๊มสูบน้ำเสียที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับสูบน้ำเสียผ่านเส้นท่อน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม

(4) ลดการสิ้นเปลืองในการซ่อมบำรุงรักษาของแนวสายไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร

7) แบบจำลองในการคำนวณระยะทางจากประตู1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW) ในการเดินทาง ไป-กลับทุก ๆ จุดของอาคารที่จอดรถ BE และ BW โดยประยุกต์ใช้วิธี The Saving Algorithm สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หาได้จากค่าการประหยัด คือ

$$S_{(BE,BW)} = [\{\sum D_{(SW,BE)} + \sum D_{(BE,SW)}\} + \{\sum D_{(SW,BW)} + \sum D_{(BW,SW)}\}] - [D_{(SW,BE)} + D_{(BW,SW)} + D_{(BE,BW)}] \quad (6)$$

โดยที่ $S_{(BE,BW)}$ คือ ค่าประหยัดที่ใช้ในการเดินทางของของจุดประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่ (SW) กับ จุด BE และจุด BW

จากผลการศึกษา พบว่า การใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm) หาค่าความประหยัดของระยะทางที่ใช้ในการเดินทางโดยรถยนต์จากจุดประตู 1 ด้านถนนนางลิ้นจี่ถึงทางเข้า/ออกของอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) ด้านทิศตะวันออก และทางเข้า/ออกของอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) ด้านทิศตะวันตก และเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางระหว่างทางเข้า/ออกด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) ดังนั้น ค่าความประหยัดของเส้นทางในการเดินทางจากจุดประตู 1 (ถ.นางลิ้นจี่) ถึงทางเข้า/ออกฝั่งทางด้านทิศตะวันออกของอาคารงามดูพลี(ที่จอดรถ) และทางเข้า/ออกด้านทิศตะวันตกของอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) เส้นทางเดิมปัจจุบันเท่ากับ 1,022 เมตร และการจำลองแนวเส้นทางใหม่มีระยะทางในการเดินทางเท่ากับ 744.50 เมตร คิดเป็นระยะทางสั้นลงเท่ากับ 277.50 เมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 27.15 ทำให้การเดินทางผ่านเส้นทางจำลองถนนเส้นใหม่เข้า/ออกพื้นที่ของอาคารงามดูพลี (ที่จอดรถ) ซึ่งการเชื่อมแนวถนนเส้นเดิมจะแบ่งพื้นที่เป็นบล็อค(Block) เพื่อเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ให้เกิดการปิดล้อมพื้นที่ และความหนาแน่นของพื้นที่ และจัดแบ่งโซนการใช้พลังงานของอาคาร สิ่งปลูกสร้างพื้นที่ได้ง่ายขึ้น และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของพลังงาน

เชื้อเพลิงในการเดินทางเป็นเงินเท่ากับ 157,987 บาทต่อปี หรือประมาณร้อยละ 27.15 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของพลังงานเชื้อเพลิงในการเดินทาง โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 สรุปการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของการจำลองระบบสาธารณูปโภค และถนนเส้นใหม่ของพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	รายละเอียด	ประหยัดค่าใช้จ่าย (บาท)	คิดเป็นร้อยละ
1	งานระบบไฟฟ้า โทรศัพท์และสื่อสาร	2,077,454	37.70
2	งานระบบประปา	107,221	20.21
3	งานท่อรวมน้ำเสีย และท่อ Reuse Water	128,880	23.34
4	งานระบบจราจร(ถนนเส้นใหม่)	157,987 (ต่อปี)	27.15
5	ระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย และท่อ Reuse Water โทรศัพท์และสื่อสาร) *ไม่รวมงานถนนเส้นใหม่	2,313,555	35.09

6.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา

1) จากผลการศึกษาการใช้พื้นที่ในปัจจุบันของบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ พบว่า เป็นพื้นที่เช่าราชพัสดุ เนื้อที่ 37 ไร่ 2 งาน 7 ตารางวา หรือ 60,028 ตารางเมตร โดยมีอาคารและสิ่งปลูกสร้างภายในพื้นที่ประมาณ 20 กว่าอาคาร และมีอัตราส่วนพื้นที่อาคารปกคลุมดิน(Ground Area Coverage Ratio) เท่ากับ 29.44 % หรือประมาณ 17,674 ตารางเมตร และอัตราส่วนพื้นที่ว่างอันปราศจากสิ่งก่อสร้างต่อพื้นที่แปลงที่ดิน(Open Space Ratio) เท่ากับ 66.28% หรือประมาณ 39,790 ตารางเมตร การใช้พื้นที่ตามผังแม่บทปัจจุบันยังไม่มีการแบ่งโซนและจัดกลุ่มอาคารที่ชัดเจน เนื่องมาจากการวางตัวของกลุ่มอาคารต่าง ๆ อยู่กันกระจัดกระจายไม่เป็นสัดส่วน แต่มีการแบ่งกลุ่มอาคารตามลักษณะกิจกรรมของการใช้งานประเภทเดียวกัน

2) จากผลการศึกษาการจัดกลุ่มอาคาร สิ่งปลูกสร้าง พบว่า การพิจารณาจัดกลุ่มอาคาร และแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมการใช้พลังงานของอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาแยกออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

(1) อาคารและสิ่งปลูกสร้าง (Building) เป็นส่วนสำคัญในการหาจำนวนพื้นที่ใช้สอยที่ใช้งานปัจจุบัน ปริมาณจำนวนของพนักงานและผู้ใช้บริการ และประเภทชนิดของรูปเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้กับอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เพื่อให้สอดคล้องกับการวางแผนจัดโซนพื้นที่ควบคุมพลังงานและการเชื่อมโยงกิจกรรมของอาคารที่มีประเภทการใช้งานรูปแบบกิจกรรมอย่างเดียวกันได้

(2) พื้นที่ภายนอกอาคาร (Outdoor Space) เป็นพื้นที่ในส่วนที่มิใช่อาคาร ได้แก่ ลานกีฬาที่ออกกำลังกายกลางแจ้ง เป็นต้น ปัจจุบันบริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ มีพื้นที่ที่ดินเท่ากับ 60,028 ตารางเมตร พื้นที่ใช้สอยของอาคารและสิ่งปลูกสร้างจำนวน 70,495 ตารางเมตร และในอนาคตจะมีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้นเป็น 100,000 ตารางเมตร ดังนั้นคำนวณอัตราส่วนพื้นที่อาคารสิ่งปลูกสร้างต่อพื้นที่ดิน หรือ FAR. (Floor Area Ratio) เท่ากับ 1.67 น้อยกว่าค่าความหนาแน่นพื้นที่ที่ กทม.กำหนดไว้

(3) ส่วนสนับสนุนต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเชื่อมโยงกิจกรรมระหว่างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ได้แก่ ระบบสาธารณูปโภค ทางสัญจร (ถนน ทางเดินเท้า) และพื้นที่สีเขียว

3) จากผลการศึกษาการแบ่งโซนพื้นที่ พบว่า การจัดโซนพื้นที่ควบคุมพลังงานได้จัดแบ่งพื้นที่ออกเป็น 6 โซน ซึ่งแต่ละโซนพื้นที่จะใช้ลักษณะกิจกรรม สภาพแวดล้อมกายภาพ และการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค และแนวจำลองถนนเส้นใหม่ เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณพื้นที่ในการแบ่งโซนพื้นที่ควบคุมพลังงาน โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 6.3 ดังนี้

(1) การนำอาคารเดี่ยวมารวมกับอาคาร สิ่งปลูกสร้างที่เป็นแกนหลักของพื้นที่ที่อยู่ในโซนพื้นที่นั้น ๆ โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยที่มีลักษณะกิจกรรมสอดคล้องสัมพันธ์กัน หรือมีการส่งเสริมกิจกรรมซึ่งกันและกัน ทำให้การวางแผนในการซ่อมบำรุงรักษาเฉพาะโซนพื้นที่ทำได้ง่าย สะดวก และประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถจัดรูปแบบโซนพื้นที่สำรองการใช้งานทดแทนในกรณีฉุกเฉิน

(2) การใช้แบบจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่มีระยะทางสั้นที่สุดและมีความสมดุลหรือค่าเฉลี่ยในการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงและน้ำประปาที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถใช้ทดแทนกันแต่ละพื้นที่ได้

(3) การเปลี่ยนแปลงลักษณะและสภาพแวดล้อมทางกายภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีการสร้างแบบจำลองถนนเส้นใหม่เชื่อมต่อถนนเส้นเดิมเป็นรูปโครงข่ายถนนตาตาราง(Grid Pattern) เพื่อการใช้แบ่งพื้นที่ออกเป็นแต่ละส่วน ๆ โดยการใช้แนวถนน และทางเดินเท้า ซึ่งการใช้กิจกรรมของอาคาร สิ่งปลูกสร้างสามารถเชื่อมพื้นที่ในการทำกิจกรรมเหล่านี้ด้วยแนวถนน หรือทางเดินเท้าที่มีความแตกต่างกันของค่าระดับอย่างเหมาะสม ทำให้มีความเป็นระเบียบขององค์ประกอบทางด้านสาธารณูปโภคและการบำรุงรักษาทำได้ง่าย

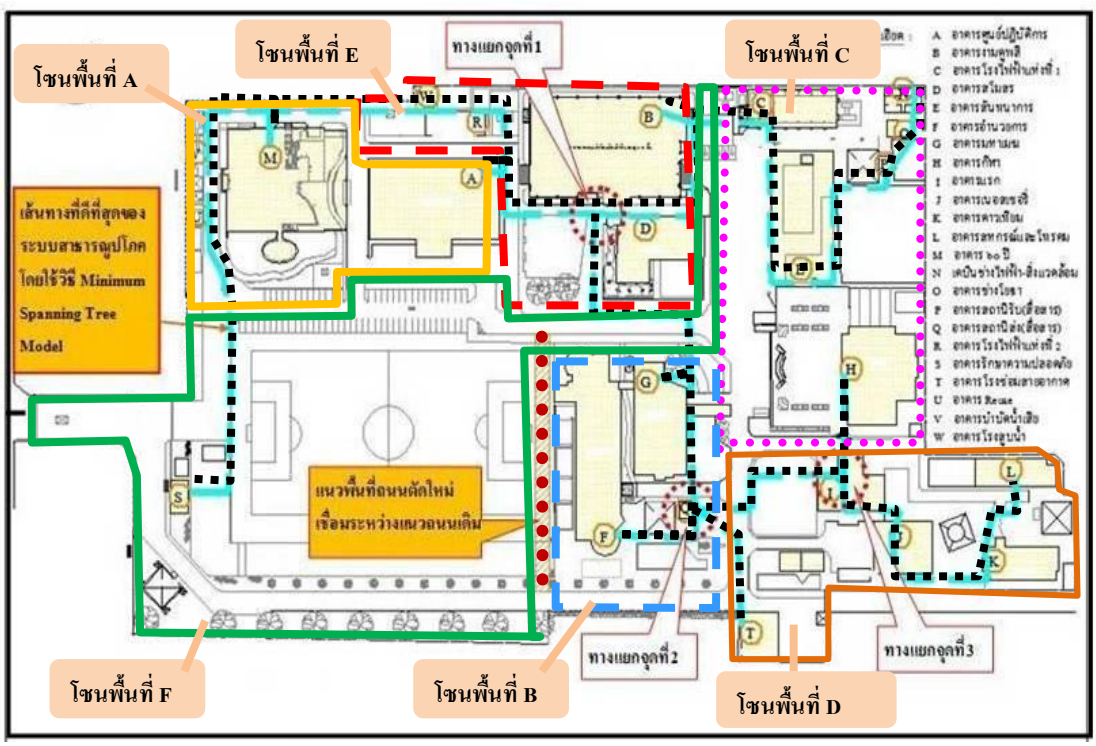
(4) การปรับปรุง หรือปรับขยายพื้นที่ของอาคาร สิ่งปลูกสร้างในอนาคตจะสามารถประเมินสถานะการขยายการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นในแต่ละโซนพื้นที่ เพื่อทำการเฉลี่ยการใช้พลังงานให้เกิดความสมดุลในแต่ละโซนเทียบกับเกณฑ์ปริมาณสัดส่วนของการใช้ที่ดินภายในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 6.3 การสรุปเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่และอัตราร้อยละของการใช้ที่ดินของกลุ่มอาคารสภาพปัจจุบันกับการจัดโซนพื้นที่ควบคุมพลังงาน

การจัดอาคาร สิ่งปลูกสร้างสภาพปัจจุบัน	**การจัดอาคาร สิ่งปลูกสร้าง เพื่อการควบคุมพลังงานและการใช้ประโยชน์ที่ดิน**	**ความแตกต่าง (ตร.ม.)**
กลุ่ม 1 (พื้นที่ 5,358 ตารางเมตร คิดเป็น 8.92 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	โซนพื้นที่ A (พื้นที่ 9,066 ตารางเมตร คิดเป็น 15.10 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	3,708 (6.18 %)
กลุ่ม 2 (พื้นที่ 21,572 ตารางเมตร คิดเป็น 35.94 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	โซนพื้นที่ B (พื้นที่ 6,874 ตารางเมตร คิดเป็น 11.45 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	-14,698 (24.49 %)
กลุ่ม 3 (พื้นที่ 11,376 ตารางเมตร คิดเป็น 18.95 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	โซนพื้นที่ C (พื้นที่ 8,507 ตารางเมตร คิดเป็น 14.17 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	-2,869 (4.78 %)
กลุ่ม 4 (พื้นที่ 5,052 ตารางเมตร คิดเป็น 8.42 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	โซนพื้นที่ D (พื้นที่ 9,825 ตารางเมตร คิดเป็น 16.37 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	4,773 (7.95 %)
กลุ่ม 5 (พื้นที่ 5,370 ตารางเมตร คิดเป็น 8.95 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	โซนพื้นที่ E (พื้นที่ 6,534 ตารางเมตร คิดเป็น 10.89 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	1,164 (1.94 %)
กลุ่ม 6 (พื้นที่ 11,300 ตารางเมตร คิดเป็น 18.82 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	โซนพื้นที่ F (พื้นที่ 19,222 ตารางเมตร คิดเป็น 32.02 % ของพื้นที่ทั้งหมด)	7,922 (13.20 %)

6.4 ระบบการสัญจร และการประหยัดพลังงานของพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาระบบการสัญจรของถนน พบว่า การใช้เส้นทางถนนภายในพื้นที่ศึกษาขนาดความกว้างของถนนเท่ากับ 6.00-8.00 เมตร และจัดรูปแบบการจราจรแบบ 2 ช่องจราจร(สองทิศทาง) ซึ่งปัจจุบันสามารถรองรับปริมาณการจราจรสูงสุดต่อ 1 ช่องจราจร(Critical Lane Volume; CLV) เท่ากับ 122 คันต่อชั่วโมง โดยมีรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ ก.3 ของภาคผนวก ก และประยุกต์ใช้วิธี The Saving Algorithm คำนวณหาการประหยัดพลังงานจากเส้นทางการสัญจรในพื้นที่ศึกษาจากการจัดเส้นทางการเดินทางของรถยนต์ของพนักงานปฏิบัติงานและผู้ติดต่อใช้บริการของบริษัท วิทยุการบิน ฯ ทุ่งมหาเมฆ (รถส่วนบุคคลขนาดไม่เกิน 7 ที่นั่ง) เป็นการเพิ่มศักยภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่สีเขียว (สนามฟุตบอล) บริเวณด้านหน้าอาคารอำนวยการ หรือ “ F ” ในผังบริเวณพื้นที่บริษัท วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ ขนาดพื้นที่ถนนและทางเท้ามีความกว้างเท่ากับ 12.00 เมตร และความยาวเท่ากับ 102.5 เมตร ทำให้ลดระยะทางของเส้นทางลงเท่ากับ 277.5 เมตร หรือคิดเป็น 27.15 % ของเส้นทางการเดินทางเดิม โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาพที่ 6.3



ภาพที่ 6.3 ผังแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภคที่สั้นที่สุด และแนวจำลองถนนเส้นใหม่

จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดพลังงานในการเดินทางสัญจร โดยรถยนต์คือ ระยะทางของการเดินทางซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญ ทำให้การลดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงในการเดินทางโดยรถยนต์ภายในพื้นที่ศึกษาจำเป็นที่จะต้องมีการลดระยะทางของการเดินทางในพื้นที่ โดยการสร้างแบบจำลองแนวเส้นทางของถนนเส้นใหม่(แบบสองทิศทาง) เชื่อมต่อกับแนวถนน(เดิม)สามารถจัดแบ่งพื้นที่เป็นรูปแบบตาตาราง(Grid Pattern) ทำให้เกิดรูปแบบการขยายตัวในพื้นที่ศึกษาเป็นรูปแบบของพื้นที่ถูกแบ่งเป็นบล็อค(Block) ลักษณะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือผืนผ้า และลดการใช้พลังงานในรูปแบบของโครงสร้างเชิงพื้นที่ ซึ่งลดปริมาณการจราจรผ่านพื้นที่ลานจอดรถ และช่วยเพิ่มศักยภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดินสอดคล้องกับการจัดทำแนวระบบสาธารณูปโภคใหม่ และลดค่าใช้จ่ายจากการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์(พนักงานปฏิบัติงานและผู้ติดต่อใช้บริการ) ซึ่งจากการลดระยะทางของเส้นทางลงเท่ากับ 277.5 เมตร ทำให้มีการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของพลังงานเชื้อเพลิงในการเดินทางเป็นเงินเท่ากับ 157,987 บาทต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 27.15 ของต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมของพลังงานเชื้อเพลิงในการเดินทางทั้งหมด

6.5 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

6.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด(Minimum Spanning Tree Model) เพื่อหาเส้นทางระบบสาธารณูปโภค(ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสียและท่อ Reuse Water โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่มีระยะทางสั้นที่สุด และประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด(The Saving Algorithm) โดยการใช้เครื่องมือสำรวจวัดระยะทางของเส้นทางแนวระบบสาธารณูปโภคและถนนสภาพปัจจุบันกับแนวเส้นทางจำลองใหม่ในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปสร้างรูปแบบกราฟิกจำลองและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแนวถนนเส้นใหม่ สำหรับการวิเคราะห์ประมวลผลหาค่าการประหยัดพลังงานแนวระบบสาธารณูปโภคและค่าใช้จ่ายของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่ใช้เส้นทางถนนเส้นใหม่ และในการวิจัยได้พบอุปสรรคปัญหาต่าง ๆ ที่ใช้เป็นข้อเสนอแนะของการวิจัยครั้งนี้ คือ

1) การใช้วิธีปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด(Minimum Spanning Tree Model) สามารถสรุปข้อดีข้อเสียในการใช้เครื่องมือในการวิจัยของการศึกษาครั้งนี้ได้ โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 การใช้วิธีปัญหาต้นไม้ทอดข้ามน้อยสุด (Minimum Spanning Tree Model) เพื่อหาเส้นทางระบบสาธารณูปโภค

ลำดับ	ข้อดี	ข้อเสีย
1	-มีการใช้งานที่สะดวก และรวดเร็วสำหรับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและมีการเชื่อมต่อกับโหนดที่ต้องการทั้งหมดทุกจุด	-การใช้งานจะต้องมีการใช้กราฟิกและการวัดระยะของเส้นทางจริงในแนวราบควบคู่กัน ทำให้ต้องศึกษาพื้นที่ก่อนนำวิธีนี้ไปใช้งานในพื้นที่นั้น ๆ
2	-กำหนดเส้นทางที่เป็นไปได้ที่สามารถเชื่อมต่อโหนดที่ต้องการได้ทุกจุด	-การจำลองเชื่อมต่อโหนดที่ใช้ในพื้นที่จริงอาจมีข้อจำกัดของพื้นที่ที่จะมีการเพิ่มระยะทางมากขึ้น
3	-การจำลองรูปแบบมีการเลือกจุดโหนดเริ่มต้นที่กำหนดมาจากสภาพแวดล้อมกายภาพของพื้นที่จริง	-การเปลี่ยนจุดโหนดเริ่มต้นในการจำลองเป็นการตรวจสอบความถูกต้องที่ต้องกระทำแต่ไม่สามารถจะระบุจำนวนปริมาณที่จะใช้เปรียบเทียบได้
4	-การจำลองรูปแบบเป็นโครงข่ายที่ไม่ระบุทิศทาง แต่สามารถกำกับเส้นทางเป็นค่าระยะทาง หรือทรัพยากรอื่น ๆ ได้	-การใช้รูปแบบโครงข่ายจะสามารถใช้ระบุทิศทางเดียวกันแบบเส้นทางเดียว(One Way) ทั้งหมดไม่สามารถแยกเปลี่ยนทิศทางได้ในการคำนวณ ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับการคิดเส้นทางที่มีการสลับเส้นทางกัน หรือเป็นวงจรที่มีเส้นบรรจบกัน
5	-มีการใช้งานได้ทั้งพื้นที่ที่มีอาคาร สิ่งปลูกสร้างอยู่เดิม และพื้นที่ที่เป็นโครงการใหม่ไม่มีสิ่งปลูกสร้าง	-การใช้งานกับสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีอาคาร สิ่งปลูกสร้างอยู่จะมีข้อจำกัดด้านแนวถนน แนวระบบสาธารณูปโภคของเดิม ทำให้ต้องพิจารณารูปแบบและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่นำพื้นที่ว่างส่วนอื่น ๆ มาใช้งานโดยไม่กีดขวางกับเส้นทางเดิม

2) การใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด(The Saving Algorithm) สามารถสรุปข้อดีข้อเสียในการใช้เครื่องมือในการวิจัยของการศึกษาครั้งนี้ได้ โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 การใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (The Saving Algorithm) เพื่อวิเคราะห์ค่าการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์

ลำดับ	ข้อดี	ข้อเสีย
1	-มีการใช้งานที่สะดวก และรวดเร็วสำหรับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด	-การใช้งานจะต้องมีการใช้กราฟิกและการวัดระยะของเส้นทางจริงในแนวราบควบคู่กัน ทำให้ต้องศึกษาพื้นที่ก่อนนำวิธีนี้ไปใช้งานในพื้นที่นั้น ๆ
2	-กำหนดเส้นทางจำลองที่เป็นไปได้ที่ใช้ในการเดินทางในพื้นที่ได้ทั้งหมด	-การจำลองเส้นทางใหม่อาจต้องมีการทิศทางของการใช้งานปัจจุบันที่ต้องมีการออกแบบส่วนประกอบอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ป้ายจราจร การตีเส้นจราจร เป็นต้น
3	-การจำลองรูปแบบมีการเลือกจุดโหนดเริ่มต้นที่กำหนดมาจากสภาพแวดล้อมกายภาพของพื้นที่จริง	-การเปลี่ยนจุดโหนดเริ่มต้นในการจำลองเพื่อการเปรียบเทียบข้อมูลให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ไม่สามารถกระทำได้ เพราะมีเพียงจุดโหนดเดียว (ประตู 1 ถนนนางลิ้นจี่) ที่มีใช้งานอยู่ในพื้นที่ศึกษา
4	-การจำลองรูปแบบเป็นโครงข่ายที่ระบุทิศทาง และคิดเส้นทางเปรียบเทียบระยะทางได้อย่างเหมาะสม	-การใช้รูปแบบโครงข่ายจะต้องมีการใช้จำนวนปริมาณรถยนต์ที่ใช้ในการเดินทางสูงสุดทั้งปัจจุบัน และอนาคต เพื่อหาขนาดของถนนที่ถูกต้องมาใช้ประกอบการวิจัยที่จะผลการวิจัยใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

3) จากการศึกษาของการสร้างแบบการจำลองเส้นทางถนนใหม่ที่มีระยะทางสั้นที่สุดและเกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทางของรถยนต์ และมีการจัดแบ่งโซนพื้นที่ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะส่งผลต่อการปรับพฤติกรรมของพนักงานและผู้ใช้บริการที่ใช้รถยนต์ที่มีการใช้เส้นทางสัญจรในพื้นที่ได้สั้นลง และลดความหนาแน่นของพื้นที่ถนนที่มาจากปริมาณรถยนต์ที่ใช้งาน

เฉพาะพื้นที่ถนนส่วนที่จำเป็นเท่านั้นในพื้นที่ศึกษาทั้งปัจจุบันและในอนาคตที่จะปรับขยายตัวเพิ่มขึ้นของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และจำนวนพนักงาน

ส่วนการปรับพฤติกรรมที่มาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการจำลองแนวเส้นทางระบบสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา ท่อน้ำเสีย โทรศัพท์และสื่อสาร) ที่จะมีผลต่อการใช้โซนพื้นที่การควบคุมพลังงาน ซึ่งมีการบูรณาการในส่วนดังกล่าวร่วมกันเพื่อนำพื้นที่ว่างระหว่างอาคารและแนวเขตที่ดินมาทำการปรับภูมิทัศน์สำหรับการ พักผ่อนทางสายตาและกิจกรรมการออกกำลังกายภายนอกอาคาร เช่น การวิ่ง การเดิน การสร้างเส้นทางจักรยานเพื่อการออกกำลังกายในพื้นที่ เป็นต้น

6.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

1) ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาปัจจัยด้านอื่น ๆ เช่น รูปทรงของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่ใช้สอยภายในของอาคาร และการจัดวางตำแหน่งของพื้นที่อาคาร สิ่งปลูกสร้างในอนาคตที่มีการเชื่อมต่อกับระบบสาธารณูปโภค และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อที่จะนำมาใช้วิเคราะห์หาอัตราค่าตอบแทนในการลงทุน(Benefit Cost Ratio) และเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมด้านพลังงานจะมีผลที่ใกล้เคียงกับสภาพเป็นจริงมากที่สุด

2) ควรมีการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปอย่างง่ายสำหรับใช้ในการคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงกายภาพ และเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานในการจำลองเส้นทางระบบสาธารณูปโภค และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ประกอบการวิเคราะห์หาการประหยัดพลังงานและการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น พื้นที่(อาคาร สิ่งปลูกสร้าง) พื้นที่ว่าง ราคาที่ดิน ราคาวัสดุ เงินลงทุน ความต้องการ(Demand) ระยะเวลา ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิง และค่าซ่อมบำรุงรักษา เป็นต้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิตติภูมิ ภักดี. 2548. "**แนวทางการออกแบบปรับปรุงผังแม่บททางกายภาพมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์.**"วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

กนกภรณ์ ฐิตโชติ. 2540. "**การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งเงิน โดยใช้ฮิวริสติก.**"วิทยานิพนธ์เทคโนโลยีสารสนเทศมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

กนกภรณ์ ทองขาว. 2545. "**การเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพเหมาะสมและเสนอรูปแบบพฤติกรรมการใช้สอยภายในศูนย์ราชการจังหวัด :กรณีศึกษาจังหวัดนครนายก.**"วิทยานิพนธ์การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต สาขาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กนกอร บัวแก้ว. 2549. "**การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร.**" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์การวางแผนการตั้งถิ่นฐานมนุษย์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2547. **ประเภทการใช้ที่ดินของกรมโยธาธิการและผังเมือง**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพัฒนามาตรฐาน กรมโยธาธิการและผังเมือง.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2549. "**คู่มือเกณฑ์มาตรฐานผังเมือง พ.ศ. 2549**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพัฒนามาตรฐาน กรมโยธาธิการและผังเมือง.

กระทรวงพลังงาน. 2554. **แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573).** [Online].เข้าถึงได้จาก **:** http://www.eppo.go.th/encon/ee-20yrs/ee-20yr-final.pdf.

กัลยา มีอยู่เต็ม. 2546. "**การปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการที่รองรับย่านการค้าในย่านประวัติศาสตร์เขตเมืองชั้นใน : กรณีศึกษาเปรียบเทียบย่านเชียงกงกับย่านสำเพ็ง เขตสัมพันธวงศ์.**" วิทยานิพนธ์การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต สาขาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กานดา ลือสุทธิวิบูลย์และยุพิน จิรสุขานนท์. 2544. **สรุปคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4–ม.5–ม.6) ม.ปลาย.** กรุงเทพมหานคร **:** บริษัท สำนักพิมพ์เดอะบุคส์ จำกัด.

จุฬวดี สันทัด. 2548. "**การวิเคราะห์โครงข่ายพื้นที่และการสัญจรเพื่อปรับปรุงผังแม่บททางกายภาพมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์.**"วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

จำเลือง เหตุทอง. 2549. “**การปรับปรุงผังแม่บทและภูมิทัศน์สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช.**”วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉัตรชัย ไม้อุดม. 2551. “**การจัดเส้นทางเดินรถรับ-ส่งพนักงาน.**”วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ณรงค์ บ่อวารี. 2552. “**การประยุกต์ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์แอกเซสเพื่อสนับสนุนการจัดการรถรับ-ส่งพนักงาน.**”วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เดชา บุญค้ำ. 2532. **การวางผังบริเวณสถาบันการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เดชา บุญค้ำ. 2554. **การวางผังบริเวณและงานบริเวณ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรจง อู๋สูงเนิน. 2546. “**แนวทางการปรับปรุงผังการใช้พื้นที่ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์**.”วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด. 2554. **รายงานประจำปี 2554**. กรุงเทพมหานคร.

บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด. 2556. **รายงานผลการวิเคราะห์ปัญหาการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่ดิน อาคาร สิ่งปลูกสร้าง และการใช้พลังงาน สำนักงานใหญ่ ทุ่งมหาเมฆ เพื่อการปรับปรุงผังแม่บท**. กรุงเทพมหานคร : กองอาคารและสถานที่ ฝ่ายบริหารศูนย์ประกอบการ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด.

ปกรณ์ เกตุแย้ม. 2552. **“การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งสถานีแม่สำหรับบริการก๊าซ NGV ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล.”**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ประพัทธ์พงษ์ อุปลา. 2554. **เอกสารประกอบการเรียนวิชา Urban Infrastructure and Transportation Planning**. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปิยฉัตร พจน์กระจ่าง. 2556. “**การพัฒนารูปแบบการจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมการบิน**.”วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมและทรัพยากรมนุษย์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภูธน ยืนมะเริง. 2550. “**การวางแผนโครงการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคในเขตพื้นที่ อบต.ป่ามะนาว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น.”**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มนชนก จี้กังวาฬ. 2552. “**การวางแผนการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงจากโรงกลั่นน้ำมันไปยังคลังน้ำมันแบบหลายรูปแบบด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด.”**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มณฑกานต์ มุกตพันธุ์. 2533. “**การศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางการออกแบบและวางผังบริเวณของวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ**.”วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบชุมชนเมือง บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ยงธนิศร์ พิมลเสถียร. 2543. **แนวคิดของการวางผังที่ให้ผลในทางปฏิบัติ**. [Online].เข้าถึงได้จาก :http://www.sri.cmu.ac.th/~environment/Download/article_03_YP2.pdf.

ลักษณา สัมมานิธิ และปรัชมาศ สัญชานนท์. 2556. **รายงานผลการวิจัย เรื่อง “ภูมิสัณฐานประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้”**. [Online].เข้าถึงได้จาก: http://librae.mju.ac.th/goverment/20111119104834_librae/Doc_25571127131358_937971.pdf.

เลิศวิทย์ รังสิรักษ์. 2549. **เอกสารประกอบการเรียนวิชา การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม1**. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิภาดา เพชรรัตน์. 2554. “**ระบบนำทางอัจฉริยะ : กรณีศึกษา บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้).”**วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. 2553. **การวิจัยการดำเนินงาน เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : หน่วยงานส่งเสริมการสร้างตำรา กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิมลสิทธิ์ หรยางกูร และคณะ. 2554. **จิตวิทยาสภาพแวดล้อม มูลฐานการสร้างรรค์และจัดการสภาพแวดล้อมน่าอยู่อาศัย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท จี.บี.พี เซ็นเตอร์ จำกัด.

วิทยา พิมลสิทธิ์. 2550. **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การปรับปรุงผังแม่บทมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี”**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ศักดิ์สิทธิ์ ศุขสุเมฆ. 2557. **สร้างแบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน).

บรรณานุกรม (ต่อ)

สรัลชยา ถาวรสันต์. 2546. “**แนวทางการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพ โดยการจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน บริเวณรอบองค์พระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม**.”วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชุมชนและชนบท บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร. 2555. **แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภท:ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร (ปรับปรุงครั้งที่ 3).** [Online].เข้าถึงได้จาก**:** http://www.bangkokplan.org/website/index.php.

สุเพชร จิรขจรกุล. 2555. **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.1 for Desktop.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : บริษัท เอส.อาร์. พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.

อุบลรัตน์ เธียรธนาคม. 2551. “**การใช้วิธีเชิงฮิวริสติกส์เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีคลังสินค้าหลายแห่ง.”**วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Assuncao R. M., Neves, M. C., Mara, G. C. and Freitas, C. D. 2006. “**Efficient regionalization Techniques for Socio-Economic Geographical Units Using Minimum Spanning Trees.”** International Journal of Geographical Information Science 20(7) : 797–811 . [Online].Available : http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/assuncao_neves_camara_ijgis.pdf.

Catanese, A. J. and Snyder, A. C. 1988. **Introduction to Urban Planning**. Mil Waukee : McGraw-Hill.

Frederick, H. S. and Gerald, L. J. 2001. **Introduction to Operations Research.** McGraw-Hill Companies, New York : 405-449.

Gibson, J. J. 1979. **The Ecological Approach to Visual Perception.** Boston. Houghton Mifflin.

James, A. L. G. 2008. **Site Analysis. 2ed ed**. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken. New Jersey. Canada.

Joseph, D. C. and Lee, E. K. 1978. **Site Planning Standards.** McGraw-Hill Companies. United States of America : 67-71.

Kaushal, R. K., Bhatnager N., Anand N. and Ram G. 2013. **A Handbook of Planning of Office Buildings**. Arti Printers. New Delhi. India.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Keeble, Lewis. 1969. **Principle and Practices of Town and Country Planning**. 3rd ed. London. The Estates Gezette Limitted : 99.

Lee, C. 1973. **Models in Planning.** Great Britain. Biddles Limitted : 18-27.

Lewis, H. M. 1961. **Planning The Modern City**. New York. John Wiley & Sons.

Lynch, K. 1960. **The Image of The City**. The Massachusetts Institute of Technology and The President and Fellows of Howard College. United States of America. (47-48)

Lynch, K. 1971. **Site Planning. 2ed ed.** The M.I.T. press. Cambridge. England.

Lynch, K. and Hack, G. 1989. **Site Planning. 3ed ed.** The M.I.T. press, Cambridge. Massachusetts.

Northarn, Ray M. 1975. **Urban Geography**. New York. John Wiley & Sons.

Rosen, K. H. 2007. **Discrete Mathematics and Its Applications. 6ed ed.** McGraw-Hill Companies. United States of America .New York : 683-745. [Online].Available : http://eng.uok.ac.ir/daneshfar/DisceretStructures/Book/Discrete%20Mathematics%20And%20Its%20Applications,%206th%20edition.pdf.

Russ, T. H. 2002, **Site Planning and Design Handbook.** McGraw-Hill, United States of America.

Russ, T. H. 2009. **Site Planning and Design Handbook.** McGraw-Hill Companies. United States of America : 328-347.

Thomas, D. 2001. **The Importance of Development Plans/Land Use Policy for Development Control**. [Online].Available : http://www.oas.org/pgdm/document/BITC/papers /dthomas.htm.

Vijayalakshmir, D. and Kalaivani, R. **Minimum Cost Spanning Tree using Matrix Algorithm.** [Online].Available: http://www.ijsrp.org/research-paper-0914/ijsrp-p3319.pdf.

Hay, W. W. 1977. **An Introduction to TRANSPORTATION ENGINEERING. 2ed ed.** John Wiley & Sons,Inc. United States of America : 538-541.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ ก.1 การแบ่งประเภทรถยนต์ของกรมการขนส่งทางบกในการสำรวจความสิ้นเปลืองของรถยนต์

A. Total vehicle under Motor Vehicle Act		B. Total vehicle under Land Transport Act	
MV. 1 Not more than 7 passengers	PC01 passenger car	Bus	
MV. 2 Microbus & Passenger van		- Fixed Route Bus	Bus01
MV. 3 Van & Pickup	PC02 pickup	- Non Fixed Route Bus	Bus02
MV. 4 Motor tri-cycle	PC03 motor tri-cycle	- Private Bus	Bus03
MV. 7 Fixed Route Taxi (Subaru)		Small Rural Bus	sBus04
MV. 8 Motor tri-cycle Taxi (Tuk Tuk)		Truck	
MV. 6 Urban Taxi	PC04 taxi	- Non Fixed Route Truck	Truck01
MV. 5 Interprovincial Taxi	PC05 commercial rental car	- Private Truck	Truck02
MV. 9 Hotel Taxi			
MV. 10 Tour Taxi			
MV. 11 Car for Hire			
MV. 12 Motorcycle	PC06 motorcycle		
MV. 17 Public Motorcycle			
MV. 13 Tractor	-		
MV. 14 Road Roller			
MV. 15 Farm Vehicle			
MV. 16 Automobile Trailer			

ตารางที่ ก.2 ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel economy) ของรถยนต์ในเขตกรุงเทพมหานคร

km/litre and km/kg for CNG	Single fuel engine				Dedicative gas engine	
	Spark ignition engine			Diesel engine	LPG	CNG
	Gasoline	E10	E20			
PC01	10.62*	11.30	9.85	11.44	9.87*	10.85*
PC02	10.00	9.64	9.28	11.21	11.57*	11.33*
PC03	10.92*	10.52	10.13	12.00	9.71*	9.29*
PC04	10.58	10.20	9.82	11.63	9.83	10.81
PC05	11.83	11.40	10.97	13.00	10.99	12.08
PC06	32.77	29.24	-	-	-	-
Bus01	2.18	2.10	2.03	2.40	2.03	1.86*
Bus02	2.09	2.01	1.94	2.30	1.94	2.13
Bus03	2.10	2.02	1.95	2.31	1.95	2.14
sBus04	-	-	-	-	-	-
Truck01	2.57	2.48	2.38	2.83*	2.39	2.63
Truck02	2.22	2.14	2.06	2.44	2.07	2.27

หมายเหตุ ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) 2540 [13] ยกเว้น * ใช้ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) 2551 [14]

ตารางที่ ก.3 การนับปริมาณจำนวนรถ(คันต่อวัน) ที่ใช้พื้นที่ บ.วิทยุการบินฯ ทุ่งมหาเมฆ

ลำดับ	ช่วงเวลา	ป.1 (เข้า)	ป1 (ออก)	ป2 (เข้า)	ป2 (ออก)	ผ่านทาง	หมายเหตุ
1	04.00-05.00 น.	51	0	0	0	0	
2	05.00-06.00 น.	122	5	0	0	0	-ป.1 – ประตูเข้า/ออก
3	06.00-07.00 น.	114	30	10	7	2	ถนนนางลิ้นจี่
4	07.00-08.00 น.	96	22	18	17	7	-ป.2 – ประตูเข้า/ออก
5	08.00-09.00 น.	87	12	40	14	2	กรมการบินพลเรือน
6	09.00-10.00 น.	94	4	13	2	3	
7	10.00-11.00 น.	23	4	8	0	4	-อาคารงามดูพลี เป็น
8	11.00-12.00 น.	12	42	1	12	4	อาคารที่จอดรถหลัก
9	12.00-13.00 น.	14	35	5	13	9	ความจุ 700 คัน
10	13.00-14.00 น.	18	14	10	6	2	
11	14.00-15.00 น.	6	70	6	2	2	
12	15.00-16.00 น.	4	105	5	21	1	
13	16.00-17.00 น.	18	92	0	32	18	
14	17.00-18.00 น.	14	81	0	28	3	
15	18.00-19.00 น.	6	75	0	0	0	
16	19.00-20.00 น.	8	48	0	0	0	
17	20.00-21.00 น.	7	41	0	0	0	
	รวม (คัน/วัน)	695	680	173	154	57	เหลือรถ = 623 คัน

ตารางที่ ก.4 อัตราราคาน้ำมันขายปลีก กทม. และปริมณฑล (บาท/ลิตร)

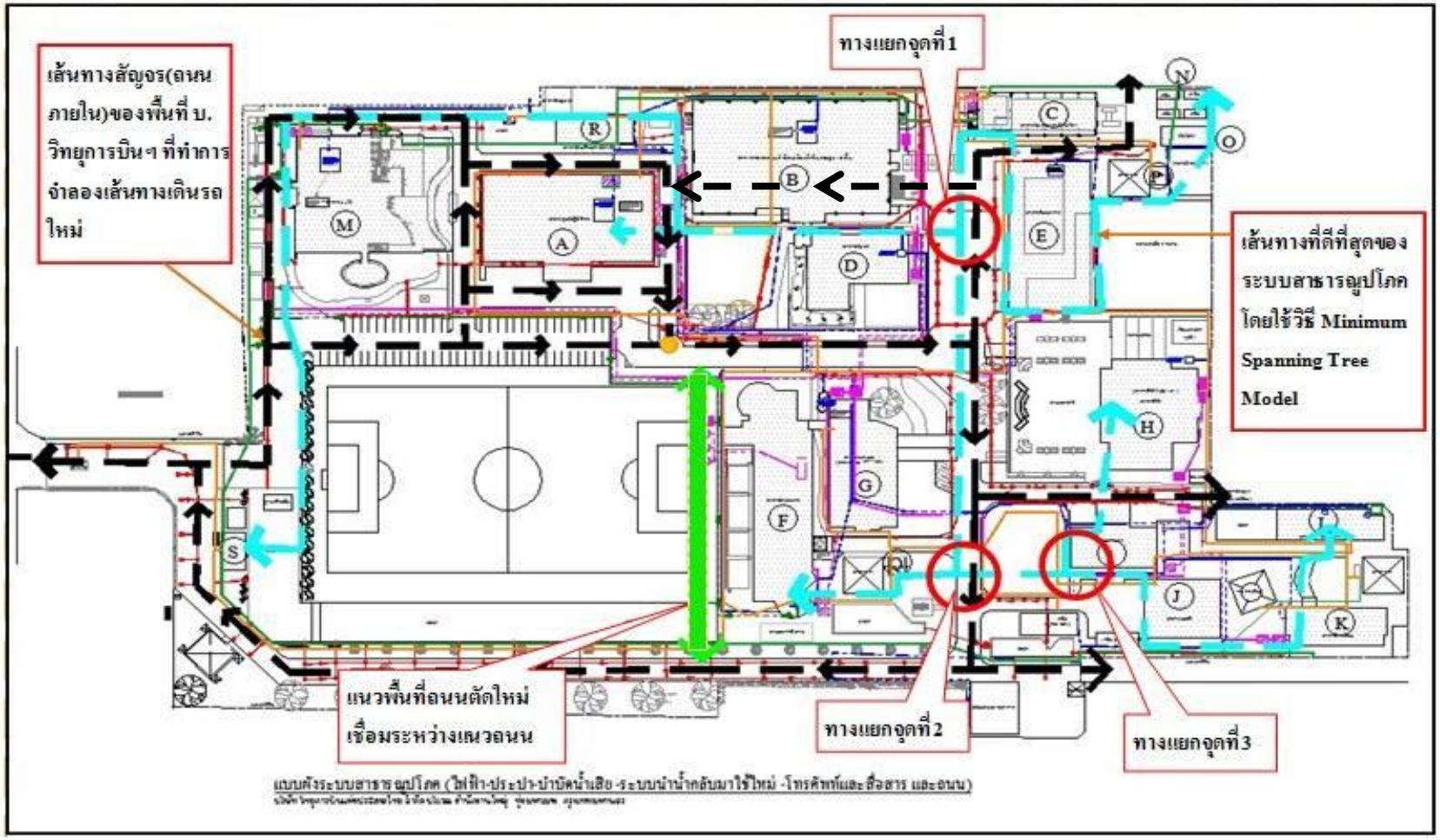
เดือน	น้ำมันเบนซิน 95	แก๊สโซฮอล์ 95	ดีเซล	E 20 แก๊สโซฮอล์
พฤศจิกายน 2557	40.76	33.70	32.39	30.38
ธันวาคม 2557	39.36	32.30	30.89	29.98
มกราคม 2558	33.96	26.90	24.18	28.09
กุมภาพันธ์ 2558	36.26	29.70	30.39	26.98
มีนาคม 2558	34.46	28.90	29.09	26.18
13 เมษายน 2558	33.46	27.90	28.09	25.68

แหล่งที่มา : บริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน) ณ วันที่ 20 เมษายน 2558 ค้นหาจาก

http://www.pttplc.com/th/Media-Center/Oil-Price/pages/Bangkok-Oil-Price.aspx?s=1

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข .1 ตารางสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลรายละเอียดของอาคารและสิ่งปลูกสร้างของพื้นที่ ม.วิทยาการบินฯ ,ทุ่งมหาเมฆ



ภาพที่ ข .1 แนวอาคารและสิ่งปลูกสร้าง,แนวจำลองระบบสาธารณูปโภค และเส้นทางการเดินรถของพื้นที่ บ.วิทยุการบินฯ ,ทุ่งมหาเมฆ

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ –นามสกุล เรืออากาศเอก ชรินทร์ ทองเปี่ยม

วัน เดือน ปีเกิด 8 กุมภาพันธ์ 2503

ประวัติการศึกษา

- ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม ปีการศึกษา 2517
- ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ช่างเคหะภัณฑ์)วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ) ปีการศึกษา 2519
- ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น (ก่อสร้าง) โรงเรียนอาชีวสายลม ปีการศึกษา 2520
- ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ก่อสร้าง) วิทยาลัยศรีปทุม ปีการศึกษา 2522
- ระดับปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (โยธา-สถาปัตยกรรม) วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยาเขตเทเวศน์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี) ปีการศึกษา 2524
- ระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (โยธา) วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยาเขตเทเวศน์(มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี) ปีการศึกษา 2526
- ระดับปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2550
- ระดับปริญญารัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2550
- เข้าศึกษาต่อที่สาขาวิชา การวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา พ.ศ. 2553