การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

นายสมโภช เกียรติกสิกร

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2561

Web Application Development for Location Searching of Metropolitan Waterworks Authority's Equipment

Mr. Sompot Keadkasigon

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Science in Information and Communication Technology
School of Science and Technology
Sukhothai Thammathirat Open University
2018

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง
ชื่อและนามสกุล	นายสมโภช เกียรติกสิกร
แขนงวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2561

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.รัตนะ บุลประเสริฐ)

.....
(รองศาสตราจารย์ผกามาศ ผจญแกล้ว)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

ผู้ศึกษา นายสมโภช เกียรติกสิกร **รหัสนักศึกษา** 2579600350

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) นำข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของการประปานครหลวงมาแสดงผลในระบบภูมิสารสนเทศออนไลน์ (2) จัดทำระบบค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ภายในของการประปานครหลวงและ (3) ช่วยในการนำทางไปยังตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการของพนักงานภาคสนาม

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ร่วมกับการพัฒนาเว็บไซต์ในการแสดงผลข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในพื้นที่รับผิดชอบของการประปานครหลวง โดยมีแนวทางการพัฒนาระบบ 4 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์และกำหนดความต้องการ 2) ออกแบบและพัฒนา 3) สร้างและทดสอบ และ 4) ดูแลรักษาและปรับปรุง ในการพัฒนาโปรแกรมได้ใช้ ionic framework ร่วมกับ OpenStreetMap (OSM) เป็นชั้นข้อมูลพื้นฐาน และมีการแสดงชั้นข้อมูลต่างๆ คือ ชั้นข้อมูลพื้นที่สาขา ชั้นข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ตู้ RTU จุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ หัวดับเพลิง สถานีสูบส่ง-สูบจ่าย และการค้นหาข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงการนำทางไปยังตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานภาคสนาม

ผลการวิจัย พบว่าเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงที่พัฒนาขึ้น สามารถเรียกใช้งานได้ทั้งคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์แบบพกพา แท็บแล็ตและโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน ซึ่งมีขนาดหน้าจอที่แตกต่างกัน ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานภาคสนามและสามารถนำไปใช้งานได้จริง อีกทั้งช่วยแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี ตามผลลัพธ์ของการประเมินความพึงพอใจที่ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\overline{X} = 4.23$)

คำสำคัญ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การค้นหาตำแหน่ง เว็บแอปพลิเคชั่น

Independent Study title: Web Application Development for Location Searching of Metropolitan Waterworks Authority's Equipment
Author: Mr. Sompot Keadkasigon; **ID:** 2579600350;
Degree: Master of Science (Information and Communication Technology);
Independent Study advisor: Nuttaporn Hencharoentert, Associate Professor;
Academic year: 2018

Abstract

The purposes of this independent study were as follows 1) to gather information on the location of Metropolitan Waterworks Authority (MWA) equipment for display in the Online Geo-Informatics System (GIS), 2) to create a system for finding the location of MWA equipment, and 3) to provide navigation for MWA staffs in the field work.

This independent study has adapted the GIS and the MWA website to display the location of resources used by MWA through four-step approaches: 1) analyzing and specifying the requirement area, 2) designing and developing a solution, 3) building and testing the solution, and 4) maintaining and adjusting the finished solution. For the program development, the Ionic framework and OpenStreetMap (OSM) used for creating the base map and displaying information of MWA branch locations and equipment, such as remote terminal units (RTUs), online water quality meters, water quality sampling points, fire hydrants, and Water Transmission /Distribution station. OSM also provided MWA equipment navigation for the convenience of MWA staff in the field work.

This research found that the web application development for location searching of MWA equipment was able to be utilized on desktop computers, notebooks, tablets, and smartphones with different screen sizes, This was convenient for work in the field and was actually useful in the practice. It also effectively solved problems and increased workplace efficiency. Follow the results of satisfaction assessment, the average of users satisfaction overview was on high level

Keywords: Geographic Information System (GIS) In the field work location Web Mapping

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากบุคลากรและผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านที่ได้อนุเคราะห์ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง โดยเฉพาะรองศาสตราจารย์ ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำการค้นคว้าแบบอิสระครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมานับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และอาจารย์ ดร.รัตนะ บุลประเสริฐ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเพื่อนำมาปรับปรุงการศึกษาค้นคว้าแบบอิสระเล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ การประปานครหลวง โดยเฉพาะคุณอติเทพ บาลารี ที่ให้คำแนะนำในด้านการพัฒนาโปรแกรม ขอบคุณพี่น้องเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รุ่นที่ 4 โดยเฉพาะคุณสุณิษา ชูรุ้ง และ คุณรุ่งนภา กันพร้อม ที่ให้คำปรึกษา ข้อมูล และให้กำลังใจเป็นอย่างดี และขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

ท้ายที่สุดนี้ คุณค่าความดีอันเกิดประโยชน์ของการศึกษาครั้งนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ บรรดาคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สมโภช เกียรติกสิกร

กุมภาพันธ์ 2561

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
ขอบเขตของงานวิจัย 2
กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใช้งาน 5
เครื่องมือที่ใช้พัฒนา 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น 8
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System :GIS) 9
ความรู้เรื่อง GPS 15
การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis Extension) 17
Web Map Service (WMS) 18
การออกแบบเว็บไซต์ ในส่วนของ Web layout 19
OpenStreetMap (OSM) 19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 22
ข้อจำกัดและปัญหาในปัจจุบัน 22
ฐานข้อมูลตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ 23
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 27
ชั้นข้อมูลแผนที่ 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ขั้นตอนการพัฒนาระบบ 29
การแสดงผลบนอุปกรณ์ 42
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 27
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 44
ผลลัพธ์ของการออกแบบและพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง 44
ผลลัพธ์ของการประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง 55
ผลลัพธ์ของการประเมินความพึงพอใจของเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง 57
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 61
สรุปการวิจัย 61
อภิปรายผล 63
ข้อเสนอแนะ 64
บรรณานุกรม 66
ภาคผนวก 68
ก แบบสอบสำรวจความพึงพอใจของเว็บแอพพลิเคชั่น 69
ข คู่มือการใช้งาน 72
ค ตัวอย่างโค้ด 79
ประวัติผู้ศึกษา 93

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ระบบสมัครสมาชิก 36
ตารางที่ 3.2 แสดงชั้นข้อมูล 36
ตารางที่ 3.3 ค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ 37
ตารางที่ 3.4 ระบบนำทาง 37
ตารางที่ 3.5 ตารางการทดสอบระบบหลังการติดตั้ง 41
ตารางที่ 4.1 รายการที่ตั้งอุปกรณ์ 45
ตารางที่ 4.2 ตารางทดสอบระบบเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง 56
ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนความถี่และร้อยละของข้อมูลทั่วไป (อายุงาน) ผู้ใช้งาน 57
ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนความถี่และร้อยละของข้อมูลทั่วไป(สายงาน) ผู้ใช้งาน 58
ตารางที่ 4.5 แสดงผลความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง 58

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 ภาพพื้นที่การแสดงผล 2
ภาพที่ 1.2 สำนักงานประปาสาขา 3
ภาพที่ 2.1 ชั้นข้อมูลแผนที่ 10
ภาพที่ 2.2 การเชื่อมโยงข้อมูลแผนที่ 11
ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบหลักของระบบ GIS 12
ภาพที่ 2.4 UTM Zone Numbers 14
ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบ Web Map Service (WMS) 18
ภาพที่ 3.1 ภาพที่มาของข้อมูล 23
ภาพที่ 3.2 ตู้ RTU 24
ภาพที่ 3.3 จุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ 24
ภาพที่ 3.4 จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ 25
ภาพที่ 3.5 หัวดับเพลิง 26
ภาพที่ 3.6 สถานีสูบส่ง-สูบจ่าย 26
ภาพที่ 3.7 โปรแกรม Visual Studio Code 30
ภาพที่ 3.8 โปรแกรม Microsoft Excel 31
ภาพที่ 3.9 โปรแกรม Adobe Photoshop 32
ภาพที่ 3.10 โปรแกรม XAMPP 32
ภาพที่ 3.11 โปรแกรม FileZilla 33
ภาพที่ 3.12 Use Case Diagram ของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง 34
ภาพที่ 3.13 Flow diagram 35
ภาพที่ 3.14 หน้าต่างสำหรับการเข้าจัดการฐานข้อมูล 38
ภาพที่ 3.15 Table เก็บข้อมูลจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 39
ภาพที่ 3.16 Table เก็บข้อมูลตู้ RTU 39
ภาพที่ 3.17 Table เก็บข้อมูลตู้วัดคุณภาพน้ำ 39
ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างที่ออกแบบแล้ว 40
ภาพที่ 3.19 ตัวอย่างการค้นหาข้อมูล 40

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล 43
ภาพที่ 4.1 ผลการแสดงข้อมูลพื้นที่สาขาของการประปานครหลวง 46
ภาพที่ 4.2 ผลการแสดงรายการตู้ RTU 47
ภาพที่ 4.3 ผลการแสดงจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ 47
ภาพที่ 4.4 ผลการแสดงจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ 48
ภาพที่ 4.5 ผลการแสดงตำแหน่งหัวดับเพลิง 48
ภาพที่ 4.6 ผลการแสดงตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย 49
ภาพที่ 4.7 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตู้ RTU 50
ภาพที่ 4.8 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ 50
ภาพที่ 4.9 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ 51
ภาพที่ 4.10 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งหัวดับเพลิง 51
ภาพที่ 4.11 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย 52
ภาพที่ 4.12 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังตู้ RTU 53
ภาพที่ 4.13 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ 53
ภาพที่ 4.14 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ 54
ภาพที่ 4.15 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังหัวดับเพลิง 54
ภาพที่ 4.16 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย 55
ภาพที่ 4.17 แสดงผลความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ 59

บทที่ 1
บทนำ

1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การประปานครหลวงมีพื้นที่รับผิดชอบทั้งสิ้น 3,192ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด คือกรุงเทพมหานคร สมุทรปราการและนนทบุรี ซึ่งแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบออกเป็น 18 สาขา คือ สาขามหาสวัสดิ์สาขาสุวรรณภูมิ สาขาสุขสวัสดิ์ สาขาตากสิน สาขาทุ่งมหาเมฆ สาขาสุขุมวิท สาขานนทบุรี สาขาบางกอกน้อย สาขาบางเขน สาขาบางบัวทอง สาขาประชาชื่น สาขาพญาไท สาขาพระโขนง สาขาภาษีเจริญ สาขามีนบุรี สาขาแม้นศรี สาขาลาดพร้าว สาขาสมุทรปราการใช้น้ำดิบจากสองแหล่งในการผลิตน้ำประปา คือ แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำแม่กลอง มีโรงงานผลิตน้ำหลัก 4 แห่ง คือ โรงงานผลิตน้ำบางเขน มหาสวัสดิ์ สามเสน และธนบุรี รวมกำลังการผลิต 5.5 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน น้ำประปาที่ผลิตได้มีคุณภาพมาตรฐานองค์การอนามัยโลก จำนวนผู้ใช้น้ำกว่า 2.1 ล้านราย คิดเป็นประชากรประมาณ 10 ล้านคน หรือเป็นร้อยละ 99% ของประชากรในพื้นที่รับผิดชอบ

กระบวนการผลิตน้ำประปา ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ จะมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำ การควบคุมคุณภาพน้ำ การบริหารจัดการน้ำสูญเสียเช่น ตู้ RTUจุดวัดคุณภาพน้ำ หัวดับเพลิงสถานีสูบส่งสูบจ่ายน้ำ จุดเก็บตัวอย่างน้ำ และตำแหน่งของอุปกรณ์อื่นๆ กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ให้บริการ

ในการปฏิบัติงานภาคสนามหรือการออกซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภาคสนามนั้นพนักงานจะอาศัยความชำนาญในการไปยังสถานที่ตั้งของอุปกรณ์หรือสถานที่ที่ต้องการเมื่อมีการโยกย้ายตำแหน่งงานหรือมีผู้มาปฏิบัติงานใหม่จึงส่งผลกระทบต่อการออกปฏิบัติงานภาคสนามและการไปยังสถานที่ที่ต้องการ ซึ่งต้องใช้เวลานานในการเรียนรู้งาน

ปัจจุบันการเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ไม่เป็นรูปแบบเดียวกันและยังไม่อยู่ในระบบเดียวกันอีกทั้งยังไม่มีระบบที่สามารถค้นหาตำแหน่งที่ตั้งและนำทางไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการได้

ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมา และได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(Geographic Information Systems: GIS)ที่จะมาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงานภาคสนามและยังช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานอีกด้วย

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

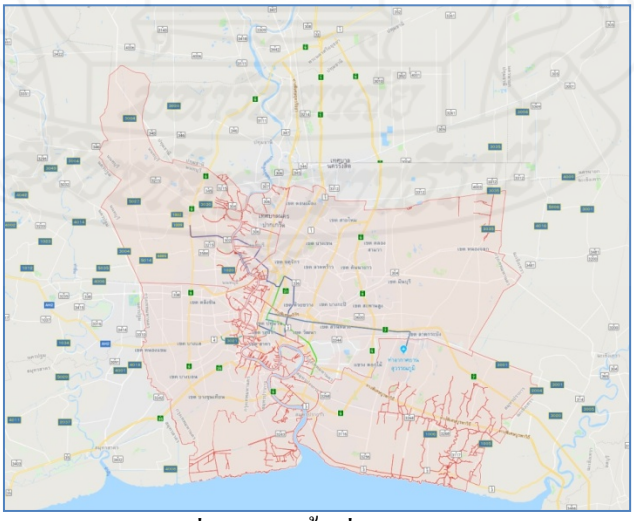
2.1 เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของการประปานครหลวงมาแสดงผลในระบบภูมิสารสนเทศออนไลน์

2.2 เพื่อจัดทำระบบค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ภายในของการประปานครหลวง

2.3 เพื่อจัดทำระบบนำทางไปยังตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการของพนักงานภาคสนาม

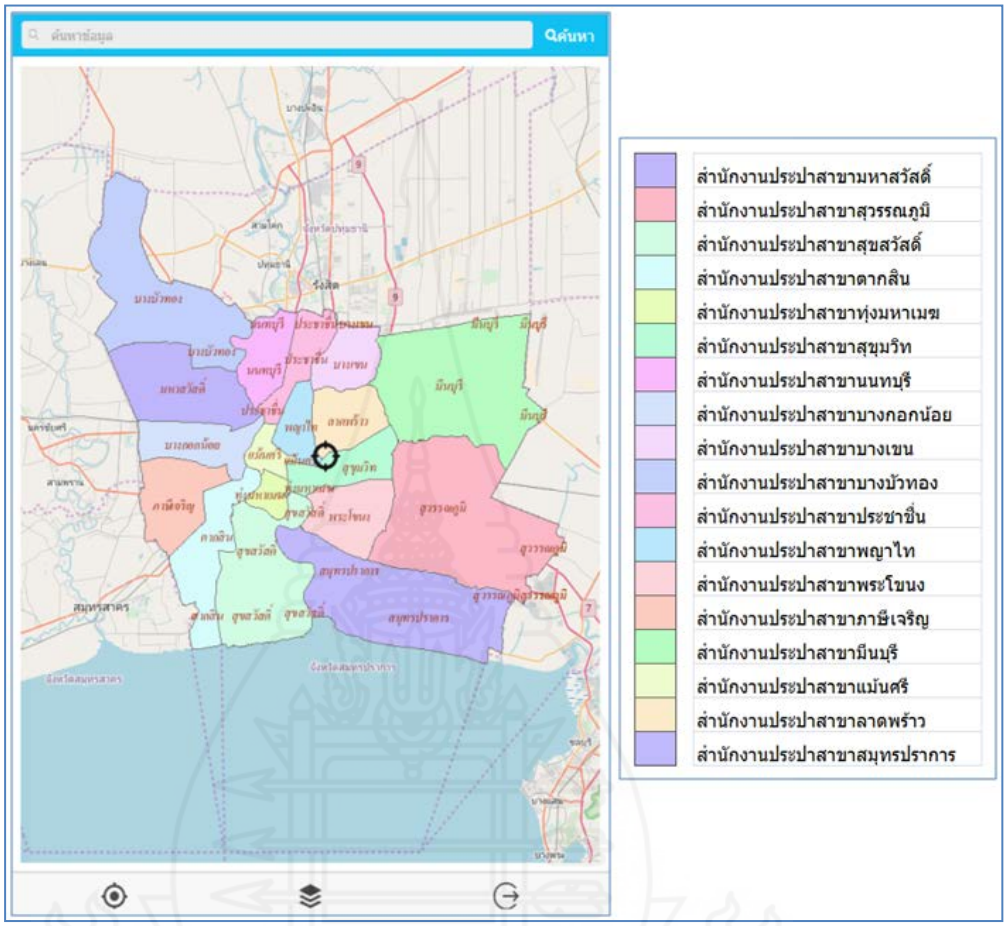
3.ขอบเขตของงานวิจัย

ในการจัดทำการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะนำเสนอข้อมูลแบบออนไลน์ผ่านระบบ Internetโดยสามารถทำการนำทางและแสดงข้อมูลรายละเอียดบางส่วนของอุปกรณ์นั้นๆ โดยมีขอบเขตพื้นที่3 จังหวัดคือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรปราการ ครอบคลุมพื้นที่ 3,192 ตารางกิโลเมตร แยกเป็นสาขา 18 สาขา ดังแสดงในภาพที่ 1.1โดยมีขอบเขตคือ



ภาพที่ 1.1ภาพพื้นที่การแสดงผล

3.1 แสดงข้อมูลพื้นที่สาขาของการประปานครหลวงในรูปแบบแผนที่ โดยแสดงพื้นที่ 18 สาขา ดังภาพ



ภาพที่ 1.2 สำนักงานประปาสาขา

3.2 จัดเก็บหรือเชื่อมโยงข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ คือ

3.2.1 ตำแหน่งตู้ RTU

ในที่นี้หมายถึงตู้RTUที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบ SCADA ในงานลดน้ำสูญเสีย (WLMA) ของการประปานครหลวง ซึ่งตู้RTU ทำหน้าที่ในการเก็บค่าข้อมูลอัตราการไหลและแรงดันน้ำ และข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ใน Log file ของตู้ RTUซึ่งติดตั้งอยู่ที่ภาคสนามและจะถูกส่งมายังเครื่อง Server ที่สำนักงานใหญ่ ผ่านช่องทางเครือข่ายระบบการสื่อสาร เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ของงานลดน้ำสูญเสีย (WLMA)

3.2.2 ตำแหน่งจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

ในที่นี้หมายถึง ตำแหน่งจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ของฝ่ายคุณภาพน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นตู้RTUที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบ SCADAในงานคุณภาพน้ำ ของการประปานครหลวง ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเก็บค่าต่างๆ ของคุณภาพน้ำประปาและบันทึกข้อมูลไว้ใน Log file ของตู้ RTUซึที่ติดตั้งอยู่ที่ภาคสนามและจะถูกส่งมายังเครื่อง Server ที่สำนักงานใหญ่ ผ่านช่องทางเครือข่ายระบบการสื่อสาร คล้ายกับการทำงานของ ตู้ RTU ในงานลดน้ำสูญเสีย (WLMA)

3.2.3 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

หมายถึงตำแหน่งของสถานที่ในการออกเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำของฝ่ายคุณภาพน้ำ ซึ่งจะทำการออกเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำเป็นประจำ เพื่อนำตัวอย่างน้ำกลับมาตรวจสอบคุณภาพ

3.2.4 ตำแหน่งหัวดับเพลิง

ในที่นี้หมายถึงหัวดับเพลิงที่กระจายอยู่ตามพื้นที่รับผิดชอบของการประปานครหลวง ที่ช่วยระงับอัคคีภัยที่อาจเกิดขึ้น หรือในกรณีที่รถดับเพลิงไม่สามารถเข้าไปในที่เกิดเหตุได้ ทั้งนี้เพื่อช่วยลดความสูญเสียในเรื่องชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

3.2.5 ตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

ตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่ายในที่นี้หมายถึงระบบสูบส่งและสูบจ่ายน้ำของสายงานผลิตและส่งน้ำโดยระบบสูบส่งน้ำ มีหน้าที่ในการสูบส่งน้ำประปาจากโรงงานผลิตน้ำประปา ของการประปานครหลวง ในปัจจุบันมี 2 โรงงานผลิตน้ำ ได้แก่ โรงงานผลิตน้ำบางเขนและโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ โดยสูบส่งน้ำประปาไปยังสถานีสูบจ่ายน้ำ ระบบสูบจ่ายน้ำ มีหน้าที่ในการสูบจ่ายน้ำไปยังผู้ใช้น้ำ ซึ่งการประปานครหลวงมีสถานีสูบจ่ายน้ำกระจายตามพื้นที่ให้บริการ

3.3 จัดทำระบบค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ภายใน ของการประปานครหลวง โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานแบบออนไลน์ผ่านระบบ Internet และสามารถค้นหาตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการได้

3.4 จัดทำระบบนำทาง ที่สามารถนำทางไปยังตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ภาคสนามที่ต้องการโดยระบบสามารถใช้งานแบบออนไลน์ผ่านระบบ Internet และเมื่อปฏิบัติงานภาคสนามผู้ใช้งานสามารถนำทางไปยังตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ภาคสนามที่ต้องการได้

4.กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใช้งาน

กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานของพนักงานการประปานครหลวงจำนวน 30 คนในสายงานต่างๆ ได้แก่ สายงานบริการด้านตะวันออก สายงานบริการด้านตะวันตก สายงานผลิตและส่งน้ำ สายงานวิศวกรรมและก่อสร้าง

5.เครื่องมือที่ใช้พัฒนา

5.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย

5.1.1 ระบบปฏิบัติการ Windows 7

5.1.2 โปรแกรม Visual Studio Code

5.1.3 โปรแกรม Microsoft Excel

5.1.4 โปรแกรม Adobe Photoshop

5.1.5 โปรแกรม XAMPP

5.1.6 โปรแกรม FileZilla

5.2 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในงานวิจัย

5.2.1 คอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาโปรแกรม

5.2.2 คอมพิวเตอร์สำหรับติดตั้งโปรแกรม / DataBase

5.2.3 Smart phoneสำหรับทดสอบโปรแกรม

5.2.4 ระบบเครือข่ายความเร็วในการรับส่งข้อมูล4 G

6.นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)การควบคุมกำกับดูแลและเก็บข้อมูลเป็นประเภทหนึ่งของระบบการควบคุมอุตสาหกรรม (Industrial Control System : ICS) ที่มีการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่เฝ้าดูและควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในโลกทางกายภาพ ระบบ SCADAเป็นกระบวนการขนาดใหญ่ที่สามารถรวมหลายไซต์งานและระยะทางกว้างใหญ่ กระบวนการเหล่านี้รวมถึงอุตสาหกรรมโครงสร้างพื้นฐานและกระบวนการที่มีพื้นฐานมาจากการให้บริการ

การได้มาของข้อมูลเริ่มต้นที่ระดับ (Remote Terminal Unit : RTU) หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบการทำงานของเครื่องจักร(Programmable Logic Controller : PLC) และรวมถึงการอ่านมาตรและรายงานสถานะของอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารไปยัง SCADA ข้อมูลจะถูกรวบรวมไว้และถูกจัดรูปแบบในลักษณะที่ผู้ใช้งานในห้องควบคุมที่กำลังใช้ (Human Machine Interface : HMI) สามารถตัดสินใจกำกับดูแลเพื่อปรับหรือลบล้างการควบคุมต่างๆ ที่เป็นปกติของ RTU หรือ PLC

SCADA กปน. ในที่นี้หมายถึง ระบบควบคุมและเก็บข้อมูลการผลิตน้ำและสูบจ่ายน้ำประปาของการประปานครหลวงโดยมีหน้าที่ควบคุมการผลิตน้ำประปา การจ่ายน้ำประปาและควบคุมคุณภาพน้ำประปา

6.2 Remote Terminal Units (RTUs)เป็นส่วนหนึ่งของระบบ SCADA ที่ถูกติดตั้งอยู่ที่สถานีสนามหรือสถานีตรวจวัดข้อมูล โดย RTU ในระบบ SCADA จะถูกต่อกับเครื่องมือวัดข้อมูลที่ต้องการตรวจวัด และรวบรวมข้อมูลที่สถานีสนาม (Local Station) ทั้งข้อมูลที่เป็นค่าต่อเนื่อง (Analog) หรือข้อมูลสถานะ (Digital) โดยต่ออุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลเข้ากับส่วน Input Unit ของ RTU แล้วนำเอาค่าที่ทำการตรวจวัดได้มาทำการประมวลผลและส่งกลับไปแสดงผลที่ศูนย์ควบคุมโดยผ่านระบบสื่อสารซึ่ง RTU ในการวิจัยนี้ ใช้ในระบบงานลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง

6.3 Web Mapping Service หรือ WMSเป็นระบบให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่าย Internet/Intranet ซึ่งมีมาตรฐานกำหนดและสร้างขึ้นโดย Open GIS Consortium (OGC) ที่ได้กำหนดการบริการข้อมูลภูมิสารสนเทศใน Format ต่าง ๆ ประกอบด้วย PNG, GIF หรือ JPEG และมีมาตรฐานในการรองรับการร้องขอบริการจากผู้ใช้ ซึ่ง WMS ในการวิจัยนี้ใช้ในการขอใช้ Service ที่การประปานครหลวงมีให้บริการ

6.4 ชั้นข้อมูลพื้นฐาน(Base map)คือประเภทของแผนที่ชนิดหนึ่งที่ได้จากการจำแนกชนิดแผนที่ตามลักษณะการใช้งานและชนิดของรายละเอียดที่แสดงไว้ในแผนที่ โดยชั้นข้อมูลพื้นฐาน (Base map)ในที่นี้หมายถึงชั้นข้อมูลแผนที่ชั้นล่างสุดที่แสดงภูมิประเทศ ซึ่งแสดงข้อมูลลักษณะทางกายภาพ (Physical) และข้อมูลที่เป็นจินตภาพ (Mental Picture) ทั้งที่เป็นธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แม่น้ำ เส้นชั้นความสูง เขตปกครอง ถนน โดยจะเป็นภาพสัญลักษณ์ตำแหน่ง เส้นหรือพื้นที่ที่ใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งสำหรับการสร้างข้อมูลอื่นๆ ซึ่งปกติจะเป็นการวาดซ้อนทับชั้นข้อมูลพื้นฐาน (Base map)

7.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 สามารถแสดงผลข้อมูลตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ของการประปานครหลวงในรูปแบบภูมิสารสนเทศออนไลน์

7.2 พนักงานสามารถค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ภายในของการประปานครหลวง

7.3 ระบบนำทาง ที่สามารถช่วยนำทางไปยังตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ภาคสนามที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในปัจจุบันถูกประยุกต์พัฒนาไปใช้งานอย่างหลากหลาย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาตัวอย่างงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อมาเป็นแนวทางในการพัฒนาดังต่อไปนี้

1. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น
2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System :GIS)
3. ความรู้เรื่อง GPS
4. การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analyst Extension)
5. Web Map Service (WMS)
6. การออกแบบเว็บไซต์ ในส่วนของ Web layout
7. Open Street Map (OSM)
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น

1.1 ความหมายของเว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) คือ โปรแกรมประยุกต์ที่ถูกเขียนขึ้น สามารถเข้าใช้งานผ่านทางเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) โดยอาศัยโปรโตคอล http(s) ซึ่งทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการข้อมูลแบบเรียลไทม์หรือแบบเวลาจริง ข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ในระบบหรือบนเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) จึงมีการไหลเวียนแบบออนไลน์ ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจกับผู้ใช้งานเพราะสามารถโต้ตอบได้ทันทีกับผู้ใช้บริการ เว็บแอปพลิเคชั่นสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วต่ำกว่า ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้โปรแกรมได้จากทุกแห่งทั่วโลกผ่านคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟนแท็บเล็ต ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างระบบออนไลน์ที่เหมาะกับเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ระบบการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ ระบบการจองสินค้าและบริการต่างๆ และระบบงานบุคลากร เป็นต้น

1.2 กระบวนการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กระบวนการพัฒนาเว็บไซต์แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ จำนวน 4 ขั้นตอน (Geest 2001; ธวัชชัย ศรีสุเทพ 2544; ดวงพร เกี๋ยงคำ 2551) เพื่อให้เหมาะสำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1 กระบวนการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 วิเคราะห์และกำหนดความต้องการ (Analysis and Requirement Definition)

การกำหนดเป้าหมายของเว็บไซต์ที่ชัดเจน ศึกษาผู้ใช้ เพื่อให้สามารถระบุกลุ่มผู้ใช้ และความต้องการของผู้ใช้ และศึกษาคู่แข่ง เพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการแข่งขัน

1.2.2 ออกแบบและพัฒนา (Design and Development)

การจัดทำแผนผังโครงสร้างข้อมูล ออกแบบระบบนำทาง ส่วนประกอบต่างๆ ในหน้าเว็บเพจ เพื่อออกแบบการใช้ข้อมูลและเป็นแนวทางในการพัฒนา รวมถึงการออกแบบด้านกราฟิกต่างๆเช่น สี รูปแบบอักษร ภาพโลโก้ ปุ่มเมนู แบนเนอร์โฆษณา เป็นต้น

1.2.3 สร้างและทดสอบ (Construction and Testing)

การสร้างเว็บเพจโดยพัฒนามาจากขั้นตอนที่ 2 คือ ออกแบบและพัฒนาโดยเนื้อหาหรือข้อมูลต่างๆ จะถูกนำมาใส่และจัดรูปแบบ ระบบนำทางถูกสร้าง การเชื่อมโยงต่างๆ องค์ประกอบเสริมต่างๆ ฯลฯ อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการสร้างเว็บเพจจริง อาจมีการปรับแต่งตามความเหมาะสมเพื่อตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อให้เว็บเพจที่ออกแบบกลายเป็นเว็บไซต์ที่สมบูรณ์ รวมถึงการออกแบบฐานข้อมูล จดโดเมนและการเตรียมเว็บเซิฟเวอร์ ติดตั้งระบบเว็บไซต์ทดสอบระบบกับสภาพแวดล้อมที่ใช้งานจริงเพื่อเผยแพร่บนอินเทอร์เน็ต

1.2.4 ดูแลและปรับปรุงต่อเนื่อง (Maintenance and Innovation)

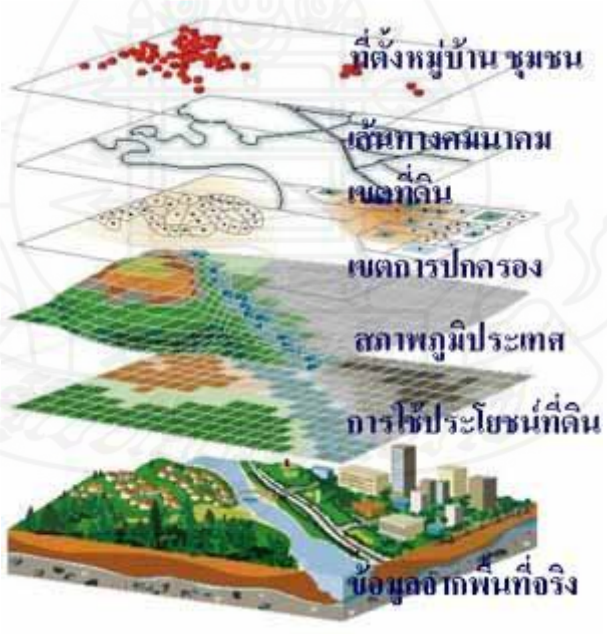
นำปัญหาจากการทดสอบระบบกับสภาพแวดล้อมที่ใช้งานจริงมาทำการปรับปรุง แก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ รวมถึงการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานการกำหนดแนวทางการบำรุงรักษาเว็บไซต์ทั้งเนื้อหาและโครงสร้างข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอ

2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System :GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System เรียกโดยย่อว่า GIS หมายถึงกระบวนการในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยคอมพิวเตอร์หรือระบบคอมพิวเตอร์ และกำหนดข้อมูลสารสนเทศต่างๆที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น บ้านเลขที่ ที่อยู่ จำนวนคน ซึ่งตำแหน่งต่างๆ จะนำมาแสดงบนแผนที่ ข้อมูลและแผนที่ใน GIS

นั้นเป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่แสดงผลในรูปแบบของตารางข้อมูล และรูปแบบของฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์กันของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลายนั้น จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS แสดงผลข้อมูลในรูปแบบแผนที่ ทำให้เกิดการสื่อความหมายในลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาได้ เช่น การแพร่กระจายของโรคระบาดที่เกิดขึ้นในพื้นที่ต่างๆ การกัดเซาะชายฝั่งทะเล ถิ่นฐานที่อยู่ การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ การทำลายป่าไม้ การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ โดยข้อมูลต่างๆนี้ เมื่อปรากฏหรือนำมาแสดงผลบนแผนที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถแปลความหมาย เข้าใจในความหมายและนำไปใช้งานได้สะดวกและง่ายขึ้น

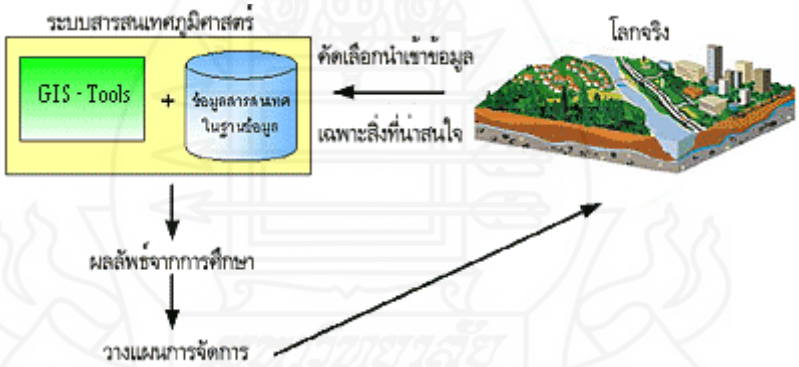
GIS เป็นระบบที่เก็บข้อมูลต่างๆ รวมถึงข่าวสาร แล้วจัดเก็บข้อมูลไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยที่สามารถแปลความหมายและเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง MIS กับ GIS นั้นเราพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูลนั้นๆ โดย GIS จะมีลักษณะข้อมูลที่เรียกว่าเชิงพื้นที่หรือ Spatial Data ที่แสดงผลในรูปแบบภาพ (graphic) และแผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกันกับข้อมูลเชิงบรรยาย Attribute Data หรือเชื่อมโยงกับฐานข้อมูล (Database) ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ชั้นข้อมูลแผนที่

ที่มา : http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html

การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทพร้อมกันได้โดยมีความสัมพันธ์กัน เช่นผู้ใช้งานสามารถที่จะทำการค้นหาตำแหน่งของสถานีตำรวจได้โดยการค้นหาชื่อสถานีตำตรวจ หรือในทางตรงกันข้าม ผู้ใช้งานสามารถสอบถามหรือค้นหาข้อมูลของสถานีตำตรวจจากสถานีตำรวจที่เลือกขึ้นมาแสดงได้ ซึ่ง MIS จะแสดงเพียงภาพที่ต้องการและไม่มีการการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น แต่แผนที่ในเชิง GIS นั้นจะมีความสัมพันธ์กันกับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ โดยข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ Spatial Data และข้อมูลเชิงบรรยาย Attribute Data นั้นสามารถที่จะอ้างอิงถึงตำแหน่งบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งสามารถอ้างอิงกันได้ โดยทั้งทางตรงและทั้งทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่มีการอ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึงตำแหน่งข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ถนน แม่น้ำ ตำแหน่งอาคาร ฯลฯ ส่วนข้อมูล GIS ที่สามารถอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลรายละเอียดของบ้าน(บ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง พื้นที่จังหวัด รวมถึงรหัสไปรษณีย์) โดยข้อมูลที่อยู่นั้นช่วยให้ผู้ใช้งานทราบได้ว่าบ้านหลังที่ต้องการมีตำแหน่งอยู่ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากตำแหน่งบ้านแต่ละหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้อนทับกันหรือไม่ซ้ำกันนั่นเอง

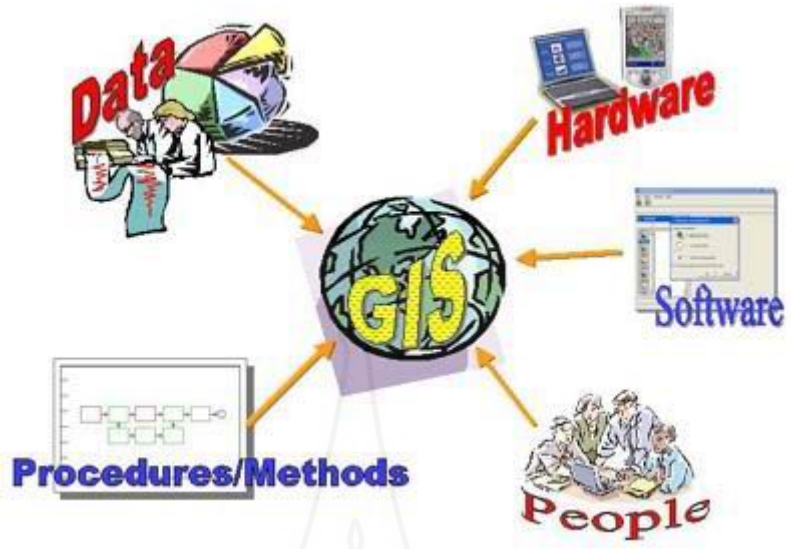


ภาพที่ 2.2 การเชื่อมโยงข้อมูลแผนที่

ที่มา : http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html

2.1 องค์ประกอบของ GIS (Components of GIS)

องค์ประกอบของระบบ GIS จัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) โปรแกรม (Software) ขั้นตอนการทำงาน (Methods) ข้อมูล (Data) และบุคลากร (People) โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบหลักของระบบ GIS

ที่มา : http://www.gisthai.org/about-gis/compo-gis.html

จากภาพที่ 2.3 องค์ประกอบหลักของระบบ GIS มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

คือ เครื่องคอมพิวเตอร์รวมไปถึงอุปกรณ์ต่อพ่วง เช่น Mouse , Printer, keyboard หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงชนิดอื่น ๆ โดยเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล

2.1.2 โปรแกรม

คือ ชุดหรือรูปแบบของคำสั่งสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม MapInfo, Arcgis/Info ฯลฯ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการนำเข้า ,การปรับแต่งข้อมูล, การจัดการระบบฐานข้อมูล, การเรียกค้น, การวิเคราะห์และการจำลองภาพ

2.1.3 ข้อมูล

คือชุดข้อมูลต่าง ๆ ที่นำมาใช้ใช้ในระบบ GIS และถูกจัดเก็บไว้ในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยนี้จะได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ซึ่งข้อมูลนี้จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากบุคลากร

2.1.4 บุคลากร

หมายถึงผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ผู้ทำการนำเข้าข้อมูล ผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแลฐานข้อมูล นักวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลต่างๆในการตัดสินใจ ช่างเทคนิคเป็นต้น บุคลากรถือเป็นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS หากขาดบุคลากร ข้อมูลต่างๆที่มีอยู่อย่างมากมายนั้นจะไม่สามารถถูกนำมาใช้งานได้นั่นเอง

2.1.5 วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน

คือขั้นตอนหรือวิธีการในการนำเอา GIS มาใช้โดยการใช้งานนั้นแต่ละระบบแต่ละองค์กรจะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับข้อมูลและความต้องการ ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานของแต่ละองค์กรต้องเลือกขั้นตอนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา หรือแสดงข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับองค์กรนั้น

2.2 ประเภทข้อมูลในระบบ GIS

ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อมูล 2 รูปแบบ คือ

2.2.1 ประเภทข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นโลก ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นสามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ คือ

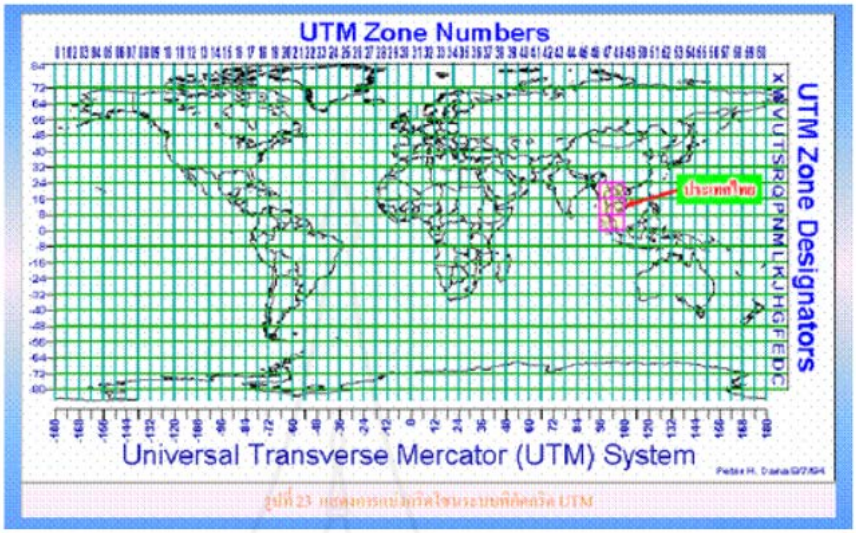
จุด (Point) จะใช้ในการแสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของตำแหน่งที่ตั้งโดยตรง เช่น ตำแหน่งที่ตั้งโรงเรียน, ตำแหน่งที่ตั้งวัด, ที่ตั้งเทศบาล, ที่ตั้งโรงพยาบาล เป็นต้น

เส้น (Line) จะใช้ในการแสดงข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเส้น เช่น คลองส่งน้ำ, ทางด่วน, ถนน, แม่น้ำ เป็นต้น

พื้นที่ (Area or Polygon) จะใช้ในการแสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะพื้นที่ เช่น พื้นที่อาคารสำนักงาน, แปลงที่ดิน, ขอบเขตอำเภอ, ขอบเขตจังหวัด เป็นต้น

2.2.2 ประเภทข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non- Spatial data) เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute) ซึ่งจะอธิบายถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ๆ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือหลาย ๆ ช่วงเวลาเช่น ข้อมูลจำนวนประชากรในเขตต่าง ๆ รายละเอียดของการก่อสร้างอาคารสำนักงาน ข้อมูลจำนวนพนักงานเทศบาลแต่ละเทศบาล ข้อมูลจำนวนนักเรียนแต่ละห้องเรียน เป็นต้น

UTM Zone



ภาพที่ 2.4 UTM Zone Numbers

ที่มา : http://gis-jopk06.blogspot.com/2011/09

ภาพที่ 2.4 แสดงระบบข้อมูลแผนที่แบบ UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATORS: UTMหรือเรียกว่าระบบพิกัดฉาก มีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่ ทั้งหมดบนโลก อยู่ระหว่างระยะ Latitude 84 องศาเหนือ และระยะ Latitude 84 องศาใต้ ซึ่งมีหน่วยในการวัดพื้นที่เป็นเมตร พื้นที่โซนจะแบ่งออกตามระยะองศา Latitude โดยถูกเรียกว่า Zone

ในการแบ่ง Zone ของระบบ UTM นั้นพื้นที่โลกจะถูกแบ่งย่อยออกเป็น 60 โซน ตามพื้นที่องศา Longitude โดยในแต่ละโซนนั้นจะมีระยะห่างโซนละ 6 องศา Latitude ซึ่งจะเท่ากับพื้นที่ 600,000 เมตร หรือคิดเป็น 600 กิโลเมตร ในโซน ที่ 1 นั้นจะอยู่ระหว่างพื้นที่ Longitude ที่ 180 องศาตะวันตก ถึง Longitude ที่ 174 องศา ตะวันตก และมีเมอร์ริเดียนกลาง (CM) คือเส้น Longitude ที่ 177 องศาตะวันตก โดยมีค่าความผิดพลาดไปทางทิศตะวันออก (False easting) เท่ากับ 500,000 เมตร ซึ่งค่า False easting นี้จะเท่ากันทุกโซน โซนที่ 2,3,4,5....,60 นั้นจะอยู่ถัดๆ ไปทางตะวันออก ห่างกันโซนละ 6 องศา Longitude ซึ่งในโซนสุดท้ายคือโซนที่ 60 นั้นจะอยู่ระหว่าง Longitude ที่ 174 องศาตะวันออก ถึง Longitude ที่ 180 องศาตะวันออก

3. ความรู้เรื่อง GPS

3.1 GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งย่อมาจาก Global Positioning System โดยที่ระบบ GPS จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน คือ

3.1.1 ส่วนอวกาศ ในส่วนนี้ประกอบด้วยระบบเครือข่ายดาวเทียมหลัก ๆ 3 ค่าย ซึ่งมีจำนวนดาวเทียม 28 ดวง และใช้งานจริง 24 ดวง ส่วนอีก 4 ดวงเป็นตัวสำรอง ทำการบริหารงานโดย Department of Defenses มีรัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม.หรือระยะทาง 12,600 ไมล์ ดาวเทียมแต่ละดวงใช้ เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง โดยในขณะนี้ภาคประชาชนทั่วโลกสามารถที่จะทำการขอใช้ข้อมูลจากดาวเทียมของอเมริกา (NAVSTAR) ได้ เพราะนโยบายเรื่องสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารของประชาชนโดยรัฐบาลสหรัฐ ได้เปิดให้ประชาชนโดยทั่วไปสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ได้ โดยที่ระดับความแม่นยำที่ใช้ไม่เป็นภัยต่อความมั่นคงของรัฐ คือมีความแม่นยำในระดับบวก / ลบ 10 เมตร

3.1.2 ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดิน สถานีใหญ่อยู่ที่ Falcon Air Force Base ประเทศ อเมริกา และศูนย์ควบคุมย่อยอีก 5 จุด กระจายไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก

3.1.3 ส่วนผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานนั้นต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อนำมาประมวล ผลให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ

3.2 GPS ทำงานอย่างไร

ดาวเทียม GPS (Navstar) นั้นประกอบไปด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยแบ่งออกเป็น 6 รอบวงโคจร การจรจะเอียงทำมุมเอียง 55 องศากับเส้นศูนย์สูตร (Equator) ในลักษณะจรสานกันคล้ายกับลูกตะกร้อแต่ละวงโคจรจะมีดาวเทียม 4 ดวง รัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม.หรือคิดเป็น 12,600 ไมล์ ซึ่งดาวเทียมแต่ละดวงใช้ เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง

ในการทำงานของ GPS นั้นจะทำการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง โดยสัญญาณดาวเทียมต่างๆ นี้ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ระบุตำแหน่งและเวลาขณะส่งสัญญาณ ตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณกับเวลาจริง ณ ปัจจุบันแล้วแปรเป็นระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งได้มีการระบุมีตำแหน่งของดาวเทียมดังกล่าวมากับสัญญาณข้างต้น

เพื่อให้ความแม่นยำในการค้นหาตำแหน่งด้วยดาวเทียมชัดเจนขึ้น จะต้องมีจำนวนดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อทำการบอกตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้ง 3 กับเครื่อง GPS จะทำให้สามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้ โดยหากพื้นโลกอยู่ในแนวระนาบ

แต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งอยู่ด้วยเนื่องจากสัณฐานของโลกมีลักษณะกลม ดังนั้น ดาวเทียมดวงที่ 4 จะทำให้สามารถคำนวณเรื่องความสูงเพื่อทำให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องมากขึ้น

นอกจากนี้ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงในขณะนั้น คือถ้าระยะห่างระหว่างกันของดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ในขณะนั้น มีระยะห่างกันย่อมให้ค่าที่แม่นยำกว่าดาวเทียมที่อยู่ใกล้กันและยิ่งถ้ามีจำนวนดาวเทียมที่เรียกรับสัญญาณได้มากก็ยิ่งให้ความแม่นยำมากขึ้น ความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศชั้นบรรยากาศประกอบด้วยประจุไฟฟ้า ความชื้น อุณหภูมิ และความหนาแน่นที่แปรปรวนตลอดเวลา คลื่นเมื่อตกกระทบกับวัตถุต่างๆ จะเกิดการหักเหทำให้สัญญาณที่ได้อ่อนลง และสิ่งแวดล้อมในบริเวณรับสัญญาณ เช่นมีการบดบังจากกระจก ละอองน้ำ ใบไม้จะมีผลต่อค่าความถูกต้องของความแม่นยำ เนื่องจากถ้าสัญญาณจากดาวเทียมนั้นมีการหักเห ซึ่งจะทำให้ค่าที่คำนวณได้จากเครื่องรับสัญญาณเพี้ยนไป และสุดท้ายก็คือประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณว่ามีความไวในการรับสัญญาณแค่ไหนและความเร็วในการประมวลผลด้วย

องค์ประกอบข้อสุดท้ายก็คือตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงในขณะที่ส่งสัญญาณมาว่าอยู่ที่ใด (Almanac) มายังเครื่องรับ GPS โดยวงโคจรของดาวเทียมได้ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วเมื่อดาวเทียมถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ นั้น สถานีควบคุมจะทำการตรวจสอบการโคจรของดาวเทียมนั้นๆ อยู่ตลอดเวลาเพื่อทวนสอบเส้นทางและความถูกต้อง

3.3 การนำทางของ GPS

การนำทางด้วย GPS นั้น ผู้ใช้จะต้องมีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมหรือมีอุปกรณ์นำทาง (ในงานวิจัยนี้ใช้โทรศัพท์มือถือของผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม) เมื่อผู้ใช้นำเครื่องไปใช้งานมีการเปิดรับสัญญาณ GPS แล้วตัวโปรแกรมจะแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานบนแผนที่ แผนที่สำหรับนำทางจะเป็นแผนที่พิเศษที่มีการกำหนดทิศทางการจราจร เช่น การจราจรแบบชิดซ้ายหรือชิดขวา ข้อมูลการเดินรถทางเดียว จุดสำคัญต่างๆ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต่างๆ ฝังไว้ในข้อมูลแผนที่ที่ได้ ทำการสำรวจและตั้งค่าไว้แล้ว ในแต่ละทางแยกก็จะมีการกำหนดค่าเอาไว้ด้วย เช่นกันเพื่อให้ตัวโปรแกรมทำการเลือกการเชื่อมต่อของ เส้นทางจนถึงจุดหมายที่ได้เลือกไว้

แผนที่นำทางด้วย GPS นั้นผู้ใช้จะต้องมีเครื่องรับสัญญาณ GPS หน่วยประมวลผลโปรแกรมแผนที่และข้อมูลแผนที่ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ในรูปแบบต่างๆ การรับสัญญาณจากดาวเทียมไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ส่วนการใช้งานในรูปแบบที่ใช้ประกอบกับแผนที่จะมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของ แผนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับบริษัทที่จัดทำแผนที่

ในการสร้างแผนที่นำทางนั้นจะเริ่มจากการนำภาพถ่ายทางอากาศที่มาจากดาวเทียม นำมาต่อซ้อนกันเหมือนการปูกระเบื้องเพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมต่างๆของภูมิประเทศ หลังจากนั้นจึงไปกำหนดจุดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ (calibrate) เป็นค่าพิกัดทางดาวเทียม แล้วทำการสร้างข้อมูลประเภทต่างๆ เช่น ถนน สถานที่สำคัญ จุดสนใจ เป็นชั้นๆ (layer) แล้วนำมาประกอบกันเป็นแผนที่นำทาง

การสร้างข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะต้องมีการสำรวจภาคสนามซึ่งต้องใช้บุคคลากรทรัพยากรจำนวนมาก และต้องทำอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงทำให้การสร้างแผนที่มีต้นทุนที่สูง

อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับการนำทางด้วย GPS ประกอบด้วย

1. ตัวรับสัญญาณดาวเทียม (GPS Receiver Module)
2. หน่วยประมวลผล (CPU)
3. โปรแกรมการนำทาง (Application Software)
4. ข้อมูลแผนที่นำทาง (Map Data)

4. การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis Extension)

โครงข่าย (Network) ประกอบด้วยการเชื่อมต่อกันของเส้น การใช้ประโยชน์จากโครงข่าย เช่น เรื่องของการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest route) โดยจะต้องอาศัยมีข้อมูลความเร็ว (Travel time) และความหนาแน่นของข้อมูล ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของเงื่อนไขในการวิเคราะห์

ชุดคำสั่งการวิเคราะห์โครงข่าย สามารถใช้วิเคราะห์ได้ดังนี้

การวิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุด Best route analysis เป็นการหาข้อมูลเส้นทางที่มีค่าใช้จ่าย Cost น้อยที่สุด โดย Cost ในที่นี้อาจเป็น ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางหรือระยะเวลาในการเดินทางก็ได้ ในกระบวนการวิเคราะห์เรื่องเส้นทางที่ดีที่สุดนี้ เราสามารถทำการวิเคราะห์หรือจำลองรูปแบบของการเดินทางของรถขนส่งสินค้าหรือรูปแบบของเส้นทางท่องเที่ยวในแบบต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal transport) ได้อีกด้วย

การวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ Service area analysis พื้นที่ให้บริการในที่นี้คือพื้นที่ หรือบริเวณที่เราสามารถเข้าถึงได้ จากจุดที่เรากำหนดไว้ ตัวอย่างเช่น การหาพื้นที่ให้บริการ หรือตำแหน่งที่ต้องการโดยใช้เวลา 10 นาทีในการเข้าถึงจากจุดที่กำหนด ซึ่งสามารถคำนวณจำนวนคนรายละเอียดของพื้นที่หรือสิ่งอื่น ๆตามที่จุดๆนั้นเก็บข้อมูลไว้

การวิเคราะห์หาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด Closest facility analysis เป็นการวิเคราะห์เพื่อค้นหาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด โดยสามารถใช้ในการคำนวณระยะทาง รวมถึงระยะเวลาในการเดินจากจุดจุดหนึ่งไปยังสิ่ง อำนวยความสะดวก นอกจากนี้ยังสามารถหาตำแหน่งของสิ่งอำนวยความสะดวกที่อยู่ใกล้ที่สุด ได้ด้วย Closest facility analysis-1

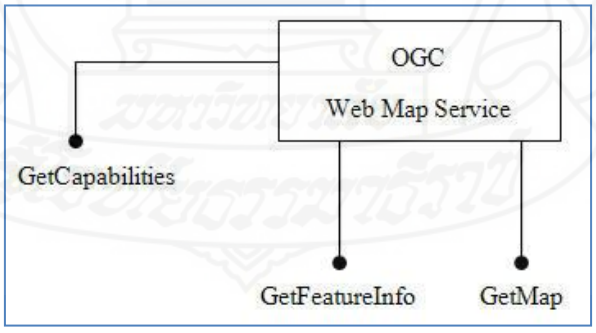
5. Web Map Service (WMS)

Web Mapping Service หรือ WMS คือระบบที่ให้บริการด้านข้อมูลภูมิสารสนเทศผ่านช่องทางเครือข่าย Internet/Intranet ซึ่งมีมาตรฐานเฉพาะกำหนดและสร้างขึ้นโดย Open GIS Consortium (OGC) ซึ่งได้กำหนดการให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศใน Format ต่าง ๆ ประกอบด้วย PNG, GIF หรือ JPEG และมีมาตรฐานในการรองรับการร้องขอบริการจากผู้ใช้ดังภาพที่ 2.5 โดยมีรายละเอียดใน 3 ลักษณะดังนี้

GetCapabilities จะส่งค่าการให้บริการ ในส่วนของ Metadata ซึ่งเป็นตัวอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของข้อมูลที่ให้บริการและการยอมรับค่าตัวแปรต่าง ๆ

GetMap จะเป็นการส่งภาพแผนที่ซึ่งสามารถระบุชั้นข้อมูล ขนาดของภาพแผนที่ และลักษณะของภาพ แผนที่ได้ ซึ่งรูปแผนที่แสดงภาพในรูปแบบ PNG, GIF หรือ JPEG

GetFeatureInfo เป็น Option ในการร้องขอ ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูลในแผนที่



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบ Web Map Service (WMS)

ประโยชน์ของ WMS คือ ความสามารถในการทำงานร่วมกันของระบบ ซึ่งมีการ implement technology ที่ต่างกัน ทำให้สามารถทำงานร่วมกันได้บนโปรโตคอลมาตรฐาน

6. การออกแบบเว็บไซต์ ในส่วนของ Web layout

Responsive Web Design คือ การออกแบบเว็บไซต์ในส่วนของ Web layout ให้สามารถนำเสนอเนื้อหาหรือ Content ที่ตอบสนองการใช้งานบนอุปกรณ์ที่ต่างกันได้รองรับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์แบบพกพา แท็บแล็ต โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน ต่างๆ ที่มีมาตรฐานขนาด หน้าจอที่แตกต่างกัน Responsive Web Design เป็นการออกแบบเว็บไซต์โดยใช้เทคนิคของ CSS CSS3 และ JavaScript เพื่อให้เว็บไซต์สามารถจัดลำดับ เรียงข้อมูลบนเว็บไซต์ให้รองรับการแสดงผลผ่านหน้าจอที่มีขนาดแตกต่างกันได้โดยอัตโนมัติโดยผู้ใช้งาน เว็บไซต์สามารถเปิดใช้งานเว็บไซต์ได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดของหน้าจอหรือชนิดของอุปกรณ์สื่อสาร (เบญสิร์ยา ปานปุญญเดช, 2555)

Ionic framework เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา Mobile Application แบบ Hybrid ซึ่งจะพัฒนาแค่ครั้งเดียวแต่สามารถ Build ให้รองรับได้ 2 Platform คือ iOS และ Android และรองรับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ทุกชนิด รวมถึงการทำงานบนคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) อีกด้วย Ionic framework ถูกเริ่มใช้เมื่อปี 2013 เป็น UI Component ที่ไม่ใช่เป็นเพียงการพัฒนาของ Web Application เท่านั้น โดยใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาคือ HTML5, CSS3 และ JAVA Script

ข้อดีของ ionic framework คือ มีความใกล้เคียงกับ Native App มาก ทั้งหน้าตา UI การใช้งาน และสามารถพัฒนาให้ติดต่อกับ Hardware ของอุปกรณ์ได้ด้วย เช่น กล้อง,ไมโครโฟน การตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต เป็นต้น

7. OpenStreetMap (OSM)

OpenStreetMap เป็นโครงการความร่วมมือเพื่อสร้างแผนที่เสรีที่สามารถแก้ไขได้ของโลก โดยแผนที่นี้ ถูกสร้างจากแหล่งต่างๆ คือ ข้อมูลอุปกรณ์ GPS แบบพกพา ภาพถ่ายทางอากาศ และแหล่งข้อมูลเสรีอื่น ๆ หรือที่หาง่าย ๆ จากความรู้ที่มีในท้องถิ่น

OpenStreetMap ได้แรงบันดาลใจมาจากเว็บไซต์วิกิพีเดีย ที่มีแผนที่แสดงปุ่ม 'แก้ไข' ที่แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนและมีประวัติในการแก้ไขทั้งหมดถูกบันทึกไว้ ผู้ใช้ที่ทำการ

ลงทะเบียนแล้วสามารถส่งปูมเส้นทาง GPS และทำการแก้ไขข้อมูลเวกเตอร์ โดยใช้เครื่องมือแก้ไขที่ระบบมีให้

OpenStreetMap (OSM) ได้ก่อตั้งขึ้นในเดือนมิถุนายน ปี 2004 โดย Steve Coast และในช่วงเดือนเมษายน ปี 2006 ได้มีการก่อตั้งมูลนิธิขึ้นเพื่อส่งเสริมการเติบโต การพัฒนาและการแจกจ่ายข้อมูลเชิงพื้นที่ภูมิศาสตร์ และให้บริการข้อมูลเชิงพื้นที่ภูมิศาสตร์แก่ทุกคน ในช่วงเดือนธันวาคม ปี 2006 Yahoo! ได้ยืนยันว่า OpenStreetMap สามารถนำภาพถ่ายทางอากาศของ Yahoo มาใช้เป็นฉากหลัง (Base Map) เพื่อใช้ในการสร้างแผนที่ได้

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรทิพย์ อินสว่าง (2556) "การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแนะนำอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี" ได้มีแนวคิดที่จะนำเสนอข้อมูลอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาประยุกต์ใช้ในเรื่องของการค้นหาสถานที่ต่างๆ ในอำเภอด่านช้างได้อย่างละเอียดมากยิ่งขึ้น รวมทั้งข้อมูลของสถานที่ที่ต้องการสามารถค้นหาเส้นทางการเดินทางภายในอำเภอด่านช้าง ไปยังเขตติดต่อของอำเภอได้และมีการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ใกล้เคียงกับเส้นทางการเดินทางโดยสามารถเรียกใช้งานบน เว็บแอพพลิเคชันผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้อย่างสะดวก

ดาบตำรวจชูชาติ พินธุกนก (2556) Copfinder : แอปพลิเคชัน สำหรับค้นหาสถานีตำรวจและหมายเลขฉุกเฉิน โดยพัฒนาแอพพลิเคชั่นสำหรับการค้นหาสถานีตำรวจและหมายเลขฉุกเฉินสามารถค้นหาสถานีตำรวจที่ใกล้กับตำแหน่งปัจจุบันพร้อมหมายเลขฉุกเฉินและสามารถโทรศัพท์ติดต่อได้โดยอัตโนมัติ มีระบบค้นหาโดยใช้คำค้นและระบบค้นหาสายด่วนพร้อมหมายเลขฉุกเฉิน ซึ่งติดตั้งบนไอโฟน โดยผู้ใช้ให้ความพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

กิตติเดช วงศ์ศักดิ์ และเกียรติศักดิ์ โยะนัง (2010) "ระบบค้นหาเส้นทางหลักที่สั้นที่สุดและเส้นทางรองโดยใช้ขั้นตอนวิธีระบบมด" โดยนำวิธีระบบมด (Ant Colony Algorithm) มาปรับปรุงและนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนา "ระบบค้นหาเส้นทางหลักที่สั้นที่สุดและเส้นทางรอง" ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจการเลือกเส้นทางในการเดินทาง โดยเป็นเส้นทางที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน ถึงแม้ว่าเส้นทางที่ได้จะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด แต่ไม่ได้หมายความว่าจะเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดเสมอไป ซึ่งระบบสามารถค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและเส้นทางรอง พร้อมทั้งแสดงเส้นทางลงบนแผนที่ ซึ่งช่วยในการประหยัดเวลา ประหยัดค่าใช้จ่ายและยังช่วยลดปัญหาการจราจรได้อีกด้วย

จิราวรรณ จงสมชัย (2015) ได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับทฤษฎีกราฟเพื่อค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ตามขั้นตอนวิธีไดค์สตรา เพื่อพัฒนา“ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับบริการการท่องเที่ยว” ซึ่งสารสนเทศที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกเส้นทาง เพื่อใช้ในการเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยว โดยใช้ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ในการทดลองและมีการประยุกต์ใช้กระบวนการของวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle :SDLC) ในขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาระบบ ด้วยภาษา PHP Ajax และ MySql ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล ซึ่งระบบสามารถให้ข้อมูลเส้นทางที่สั้นที่สุด และนำเส้นทางนั้นมาแสดงลงบนแผนที่ ซึ่งเป็นข้อมูลสารสนเทศช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้เส้นทาง เพื่อประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย ในการเดินทาง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถกล่าวได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สามารถประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ เพื่อช่วยให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพและช่วยสนับสนุนการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี จึงได้มีการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงครั้งนี้ขึ้น เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานภาคสนามและมีระบบสารสนเทศเพื่อค้นหาข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ภาคสนามช่วยให้การทำงานภายในหน่วยงานเป็นระบบและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่อง “การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง” ได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ข้อจำกัดและปัญหาในปัจจุบัน
2. ฐานข้อมูลตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ
3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ชั้นข้อมูลแผนที่
5. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ
6. การแสดงผลบนอุปกรณ์

1.ข้อจำกัดและปัญหาในปัจจุบัน

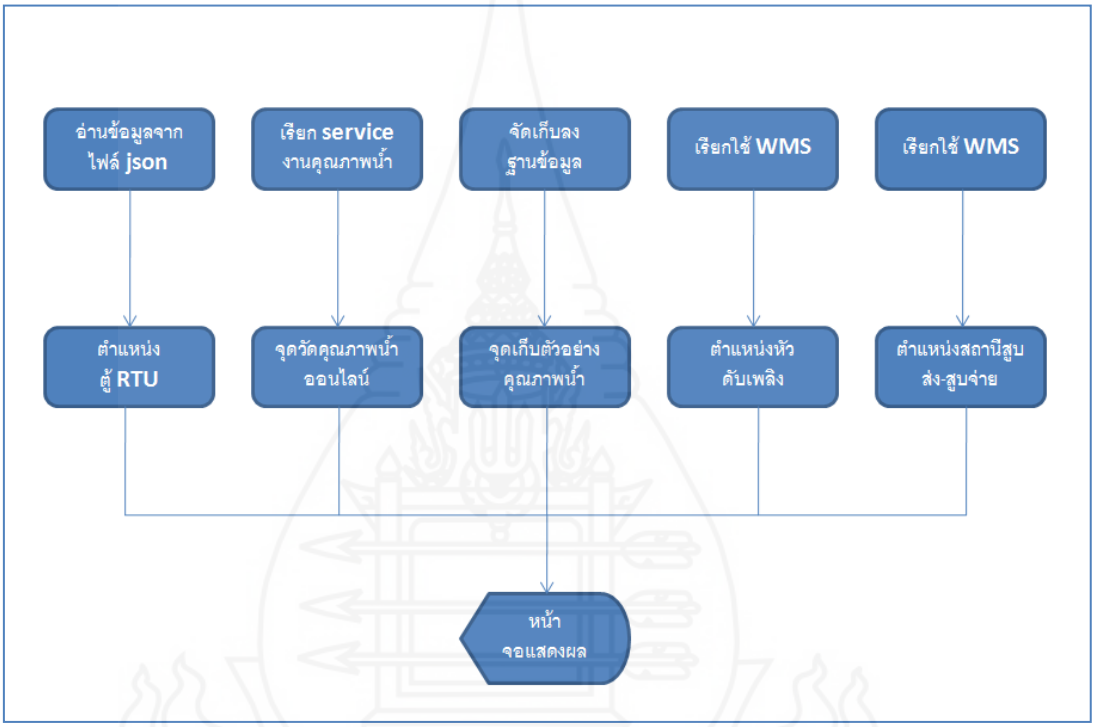
ปัญหาในการปฏิบัติงานภาคสนาม หรือการออกซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภาคสนามของพนักงานในตำแหน่งงานต่างๆ จะอาศัยความเชี่ยวชาญในการไปยังสถานที่ตั้งของอุปกรณ์ที่ต้องการ เมื่อมีการโยกย้ายตำแหน่งงานจึงส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานภาคสนามและไม่มีการถ่ายทอดความรู้ให้แก่กัน

ปัจจุบันการเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ คือ ตู้ RTU จุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ หัวดับเพลิง และสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย ไม่เป็นรูปแบบเดียวกันและยังไม่อยู่ในระบบเดียวกัน อีกทั้งยังไม่มีระบบที่สามารถค้นหาตำแหน่งที่ตั้งและนำทางไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการได้

ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาและได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้าน GIS หรือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จะมาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงานภาคสนาม และยังช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานอีกด้วย

2. ฐานข้อมูลตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ

การรวบรวมข้อมูลตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ ในการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง” นั้นนอกจากข้อมูลพื้นที่สาขาของการประปานครหลวง 18 สาขา แล้วมีข้อมูลตำแหน่งอุปกรณ์ต่างที่นำมาศึกษา ซึ่งข้อมูลแต่ละชนิดมีที่มาของแหล่งข้อมูลต่างกันดังแสดงในภาพที่ 3.1และมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3.1 ภาพที่มาของข้อมูล

2.1 ตำแหน่งตู้ RTU

ตู้ RTU ทำหน้าที่ในการเก็บค่าข้อมูลอัตราการไหลและแรงดันน้ำ ในงานลดน้ำสูญเสีย (WLMA) ของการประปานครหลวง ข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ใน Log file ของตู้ RTU ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ภาคสนามและจะถูกส่งมายังเครื่อง Server ที่สำนักงานใหญ่ ผ่านช่องทางเครือข่ายระบบการสื่อสาร เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ของงานลดน้ำสูญเสีย (WLMA) ปัจจุบันมีตู้ RTU จำนวน 1,800 ตู้ ใช้วิธีการอ่านข้อมูลจากไฟล์ presurveyRTU.json ในการรวบรวมข้อมูล

ภาพที่ 3.2ตู้ RTU

2.2 ตำแหน่งจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

คือตู้สำหรับวัดคุณภาพน้ำในระบบจ่ายน้ำของฝ่ายคุณภาพน้ำการประปานครหลวง ซึ่งจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์นี้จะทำการเก็บค่าคลอรีนคงเหลือ ค่าความขุ่น ค่าความนำไฟฟ้า เป็นต้น ปัจจุบันมีจุดวัดคุณภาพน้ำจำนวน 50 ตู้ โดยใช้วิธีการเรียก serviceจากงานคุณภาพน้ำ ซึ่งเป็น serviceที่มีการใช้งานอยู่แล้วในระบบงานของฝ่ายคุณภาพน้ำในการรวบรวมข้อมูล

ภาพที่ 3.3 จุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

2.3 ฐานข้อมูลจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

คือสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ ของฝ่ายคุณภาพน้ำ โดยฝ่ายคุณภาพน้ำจะมีการออกเก็บตัวอย่างน้ำประปาเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ และมีการสลับสับเปลี่ยนสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำไปตามรอบของการเก็บตัวอย่างน้ำ ซึ่งปัจจุบันมีจุดเก็บตัวอย่างน้ำประมาณ 1200 สถานที่ ใช้วิธีการจัดเก็บตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำลงฐานข้อมูล

ภาพที่ 3.4 จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

2.4 ตำแหน่งหัวดับเพลิง

การประปานครหลวงเป็นหน่วยงานที่ดูแลและติดตั้งหัวดับเพลิงในพื้นที่ให้บริการในเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ จำนวน 20,000 กว่าแห่งในพื้นที่ต่างๆหัวดับเพลิงอยู่ในความดูแลของการประปานครหลวง 20,000 หัวดับเพลิง ในการรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการเรียกใช้ WMS ของกองสารสนเทศภูมิศาสตร์

ภาพที่ 3.5 หัวดับเพลิง

2.5 ตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

ตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่ายในที่นี้หมายถึงระบบสูบส่งและสูบจ่ายน้ำของสายงานผลิตและส่งน้ำ โดยระบบสูบส่งน้ำ มีหน้าที่ในการสูบส่งน้ำประปาจากโรงงานผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวง ในปัจจุบันมี 2 โรงงานผลิตน้ำ ได้แก่ โรงงานผลิตน้ำบางเขน และโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ โดยสูบส่งน้ำประปาไปยังสถานีสูบจ่ายน้ำ ระบบสูบจ่ายน้ำมีหน้าที่ในการสูบจ่ายน้ำไปยังผู้ใช้น้ำ ซึ่งการประปานครหลวงมีสถานีสูบจ่ายน้ำกระจายตามพื้นที่ให้บริการในการรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการเรียกใช้ WMS ของกองสารสนเทศภูมิศาสตร์

ภาพที่ 3.6 สถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง นั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ อุปกรณ์และโปรแกรมประยุกต์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 อุปกรณ์ที่นำมาใช้

3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาโปรแกรม

3.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับติดตั้งโปรแกรม / DataBase

3.1.3 Smartphoneสำหรับทดสอบโปรแกรม

3.1.4 ระบบเครือข่ายความเร็วในการรับส่งข้อมูล 4 G

3.2 โปรแกรมประยุกต์ที่นำมาใช้

3.2.1 ระบบปฏิบัติการ Windows 7ใช้ในการเตรียมโปรแกรมสำหรับการควบคุมการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ ที่นำมาเชื่อมต่อใหม่ได้อย่างอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้สะดวกอย่างมาก ในการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ เข้ากับคอมพิวเตอร์ การทำงานในลักษณะนี้เรียกว่า Pnp (Plug and Play) นอกจากนี้ยังมีความสามารถ จัดการในการเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แบบจุดต่อจุด (Peer-to-Peer) เพื่อใช้ทรัพยากรของระบบเครือข่ายร่วมกัน

3.2.2 โปรแกรม Visual Studio Codeนำมาใช้ในการแก้ไข source code ซึ่งรองรับ syntax ในรูปแบบโปรแกรมได้หลากหลาย

3.2.3 โปรแกรมMicrosoft Excelใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการก่อนที่จะนำเข้าสู่ฐานข้อมูล

3.2.4 โปรแกรม Adobe Photoshopใช้ในการตัดแต่งรูปภาพ และตกแต่งภาพประกอบต่างๆ ที่ปรากฏบนหน้าเว็บ

3.2.5 โปรแกรม XAMPPเป็นโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่รวบรวม Open source หลายๆ โปรแกรม เช่น Apache , MySQL มารวมกันทำให้การติดตั้งโปรแกรมต่างๆ ง่ายขึ้น เพื่อลดขั้นตอนการติดตั้ง

3.2.6 โปรแกรมFileZillaเป็นโปรแกรมประเภทOpensourceใช้สำหรับส่งไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ขึ้นไปยังโฮสติ้ง(Server) และดึงไฟล์จากโฮสติ้งลงมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยใช้โปรโตคอล FTP

3.3 แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์

เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากรณีที่เลือกพื้นที่เจาะจงเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงโดยข้อมูลที่ใช้ในการประเมินระบบคือ ผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง โดยแบ่งเป็น 2ส่วน คือ

3.3.1 แบบสอบถามความพึงพอใจ สำหรับผู้ใช้งาน

3.3.2 การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) สำหรับกลุ่มผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานของการประปานครหลวง

4.ชั้นข้อมูลแผนที่

ชั้นข้อมูลแผนที่ในการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง” นั้นการประปานครหลวงมีบริการ Web Map Service (WMS)ให้เรียกใช้โดยกองสารสนเทศภูมิศาสตร์ ฝ่ายมาตรฐานวิศวกรรมและสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่สามารถเรียกใช้ Web Map Service (WMS)ได้คือ ตำแหน่งหัวดับเพลิงและสถานีสูบส่งสูบจ่ายน้ำโดยจะมีพิกัด และรายละเอียดของสถานที่ที่เรียกดูข้อมูล แล้วนำมาเขียนโปรแกรมเพื่อประยุกต์ใช้งานในการแสดงชั้นข้อมูลแต่ละชั้นต่อไปซึ่งมีรายละเอียดของServiceและWeb Map Service (WMS) ที่เรียกใช้งานในแต่ละชั้นข้อมูลแผนที่มีดังนี้

4.1 ชั้นข้อมูลพื้นที่สาขา

ใช้วิธีการเรียกWeb Map Service (WMS)ของกองสารสนเทศภูมิศาสตร์โดย id ที่เรียกใช้คือ wmsservice/MapServer LAYERS : 187 ซึ่งเมื่อเรียกใช้งานแล้วจะได้ข้อมูลของพื้นที่สาขา แล้วนำมาแสดงผลต่อไป

4.2 ชั้นข้อมูลตู้ RTU

ใช้วิธีการอ่านข้อมูลจากไฟล์ presurveyRTU.json ซึ่งมีข้อมูลตำแหน่งของตู้ RTU อยู่แล้วนำมาเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงตำแหน่งของตู้ RTU และแสดงผลเป็นชั้นข้อมูลต่อไป

4.3 ชั้นข้อมูลจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

ใช้วิธีการเรียก service:wq/station จากงานคุณภาพน้ำซึ่งเป็น service ที่มีการใช้งานอยู่ในระบบงานของฝ่ายคุณภาพน้ำแล้วนำมาเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงตำแหน่งของจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์และแสดงผลเป็นชั้นข้อมูลต่อไป

4.4 ชั้นข้อมูลจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

ใช้วิธีการอ่านข้อมูลจาก Table: place ที่ทำการบันทึกข้อมูลไว้ ซึ่งจะมีข้อมูลตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ แล้วนำมาเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงตำแหน่งและแสดงผลเป็นชั้นข้อมูลต่อไป

4.5 ชั้นข้อมูลหัวดับเพลิง

ใช้วิธีการเรียก Web Map Service (WMS)ของกองสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดย id ที่เรียกใช้คือ wmsservice/MapServer LAYERS: 19 ซึ่งเมื่อเรียกใช้งานแล้วจะได้ข้อมูลของหัวดับเพลิงมาแสดงผล

4.6 ชั้นข้อมูลสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

ใช้วิธีการเรียก Web Map Service (WMS)ของกองสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดย id ที่เรียกใช้คือ wmsservice/MapServer LAYERS : 12 ซึ่งเมื่อเรียกใช้งานแล้วจะได้ข้อมูลของสถานีสูบส่ง-สูบจ่ายมาแสดงผลเป็นชั้นข้อมูลแผนที่

5. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

ในการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง” นั้นผู้วิจัยเลือกใช้ OpenStreetMapเป็น Base map ซึ่ง OpenStreetMap เป็น OpenSourceที่สามารถใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และใช้ Ionic framework ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้สามารถใช้งานได้บน smart phoneและ Tablet ไม่ว่าจะเป็น แอนดรอยน์หรือappleและได้ประยุกต์ใช้กระบวนการพัฒนาเว็บไซต์ ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ จำนวน 4 ขั้นตอน คือ

5.1 วิเคราะห์และกำหนดความต้องการของผู้ใช้งาน(Analysis and Requirement Definition)

เนื่องจากเป็นการศึกษากรณีที่เลือกพื้นที่เจาะจงเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงผู้วิจัยได้ทำการการรวบรวมข้อมูลความต้องการที่ใช้สำหรับการศึกษาครั้งนี้โดยแบ่งออกเป็น 2ส่วน ตามแหล่งที่มาดังนี้

5.1.1 ข้อมูลจากผู้ใช้งานเป็นการรวบรวมความต้องการและปัญหาจากผู้ใช้โดยตรง ได้แก่

1) ข้อมูลความคิดเห็นของผู้บริหาร โดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการบริหารจัดการ ปัญหาและอุปสรรค รวมทั้งข้อเสนอแนะ

2) เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน โดยการสัมภาษณ์ความต้องการเกี่ยวกับเนื้อหา รูปแบบการแสดงผล และรูปแบบการใช้งาน

5.1.2 ข้อมูลจากแบบฟอร์มคำขอรับบริการต่างๆ ได้แก่ แบบคำขอข้อมูลพื้นที่ต่างๆ และแบบคำขอพัฒนาระบบงาน

5.2 ออกแบบและพัฒนา (Design and Development)

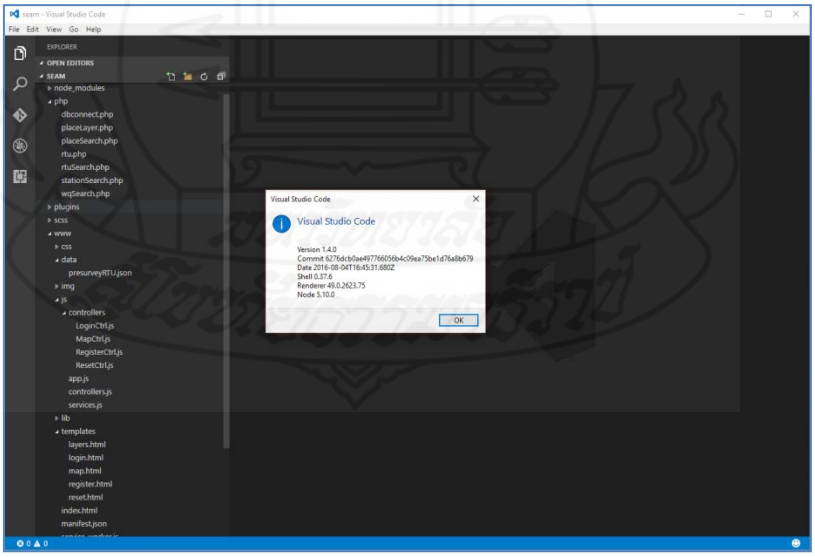
เว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง แบ่งเป็น กระบวนการหลักๆ ได้ดังนี้

5.2.1 กำหนดและวางแผนการจัดทำเว็บไซต์

1) การออกแบบกำหนดขอบเขตความต้องการ มาจากการสัมภาษณ์ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่

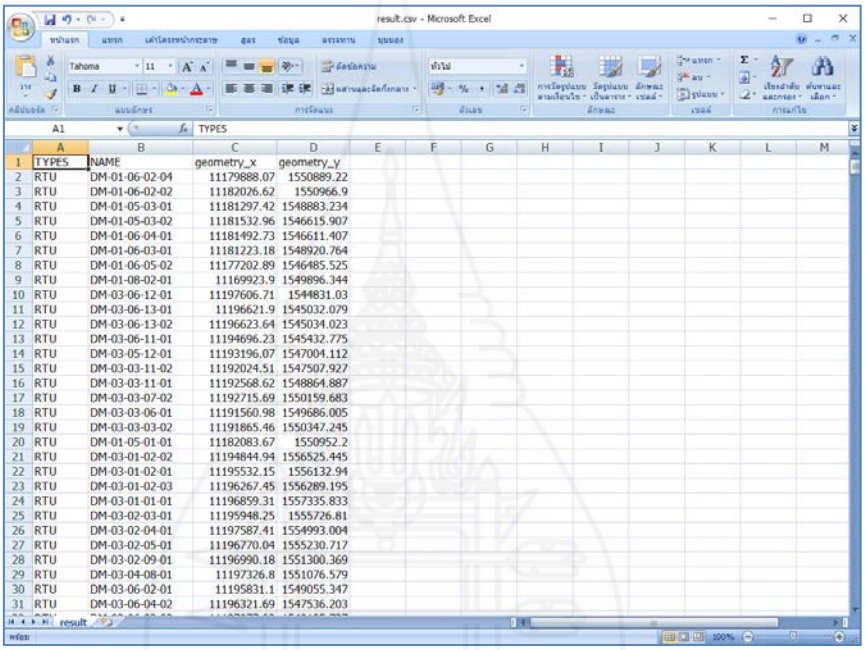
2) กำหนดซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์

(1) โปรแกรม Visual Studio Code Version 1.4.0 คือเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม ที่ตอบรับกับความต้องการระดับพื้นฐานอย่างเต็มรูปแบบ สามารถใช้งานได้บนWindows Mac os และlinux ซึ่งทางไมโครซอฟท์ให้ใช้ฟรี โปรแกรมใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน มีความเป็นมืออาชีพรองรับมากกว่า 30 โปรแกรมภาษาอะไรบ้าง ได้แก่ C++, C#, CSS, Dockerfile, HTML, JavaScript, JSON, Less, Markdown, PHP, Python, Sass, TypeScriptและJavaดังภาพที่ 3.7



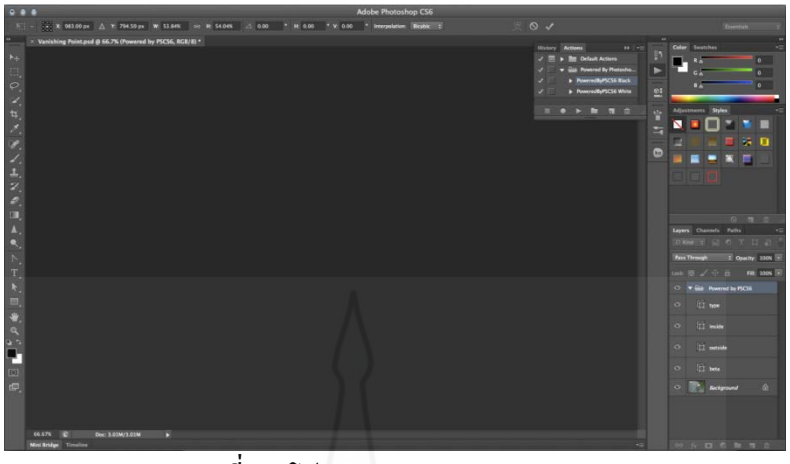
ภาพที่ 3.7โปรแกรม Visual Studio Code

(2) โปรแกรม Microsoft Excel คือโปรแกรมประเภท สเปรดชีต (Speadsheet) หรือโปรแกรมตารางงาน ซึ่งจะเก็บข้อมูลต่าง ๆ ลงบนแผ่นตารางงาน คล้ายกับการเขียนข้อมูลลงไปในสมุดที่มีการตีช่องตารางทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งช่องตารางแต่ละช่องจะมีชื่อประจำแต่ละช่อง ทำให้ง่ายต่อการป้อนข้อมูล การแก้ไขข้อมูล สะดวกต่อการคำนวณและการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ สามารถจัดข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างเป็นหมวดหมู่และเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้นดังภาพที่ 3.8



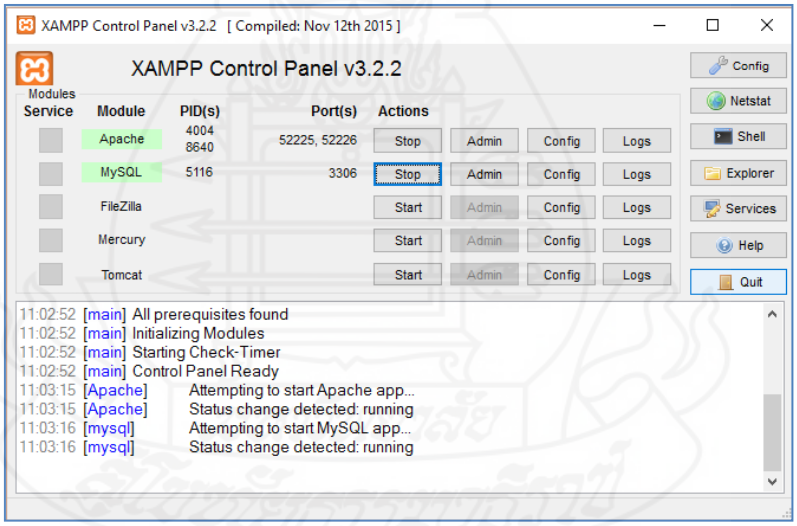
ภาพที่ 3.8โปรแกรม Microsoft Excel

(3) โปรแกรม Adobe Photoshopคือโปรแกรมในตระกูล Adobe ที่ใช้สำหรับตกแต่งภาพถ่ายและภาพกราฟฟิก ได้อย่างมีประสิทธิ์ภาพ ไม่ว่าจะเป็นงานด้านสิ่งพิมพ์ นิตยสาร และงานด้านมัลติมีเดีย อีกทั้งยังสามารถ retouching ตกแต่งภาพและการใส่ Effect ต่าง ๆ ให้กับภาพและตัวหนังสือ การทำภาพขาวดำและการทำภาพถ่ายเป็นภาพเขียน การนำภาพต่างๆ มารวมกัน การ Retouch ตกแต่งภาพ เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว โปรแกรม Photoshop ยังเป็นโปรแกรมที่มีเครื่องมือมากมายเพื่อสนับสนุนการสร้างงานประเภทสิ่งพิมพ์ งานวิดีทัศน์ งานนำเสนอ งานมัลติมีเดีย ตลอดจนงานออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์อีกด้วย ดังภาพที่ 3.9



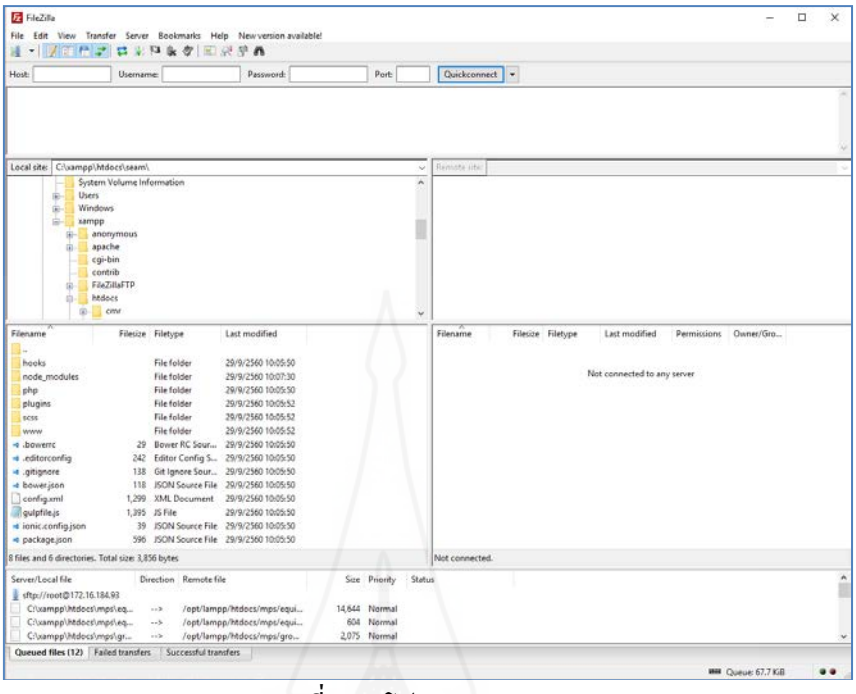
ภาพที่ 3.9โปรแกรม Adobe Photoshop

(4) โปรแกรม XAMPP คือชุดโปรแกรมที่ทำการติดตั้งไว้เพื่อทดสอบหรือใช้งานภาษาในการพัฒนาโปรแกรมหรือระบบ ใช้ในการสร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์จำลองใช้งานเสมือนอยู่บนอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาระบบทำเว็บไซต์สั่งซื้อออนไลน์ ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10โปรแกรม XAMPP

(5) โปรแกรม FileZillaคือ โปรแกรมประเภท Opensource ใช้สำหรับส่งไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ขึ้นไปยังเซิร์ฟเวอร์ (Server) และดึงไฟล์จากเซิร์ฟเวอร์ลงมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยใช้โปรโตคอล FTP ตามภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11โปรแกรมFileZilla

5.2.2 การออกแบบระบบ

*1) กำหนดความต้องการของระบบในเว็บไซต์*ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) การเข้าสู่ระบบ/สมัครสมาชิก

ก่อนการเข้าใช้งานระบบ จำเป็นต้องทำการสมัครสมาชิกก่อนการเข้าใช้งาน เพื่อตรวจสอบสิทธิของการเข้าใช้ระบบงาน

(2) แสดงชั้นข้อมูลแผนที่

ในการเข้าใช้งานเว็บไซต์ให้แสดงชั้นข้อมูลพื้นที่สาขาขึ้นมาโดยอัตโนมัติ และแสดงชั้นข้อมูลอื่นๆตามต้องการ โดยแบ่งออกเป็น 5 ชั้นข้อมูล ได้แก่

ก. ชั้นข้อมูลตู้ RTU

ข. ชั้นข้อมูลจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

ค. ชั้นข้อมูลจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

ง. ชั้นข้อมูลหัวดับเพลิง

จ. ชั้นข้อมูลสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

(3) ระบบการค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์

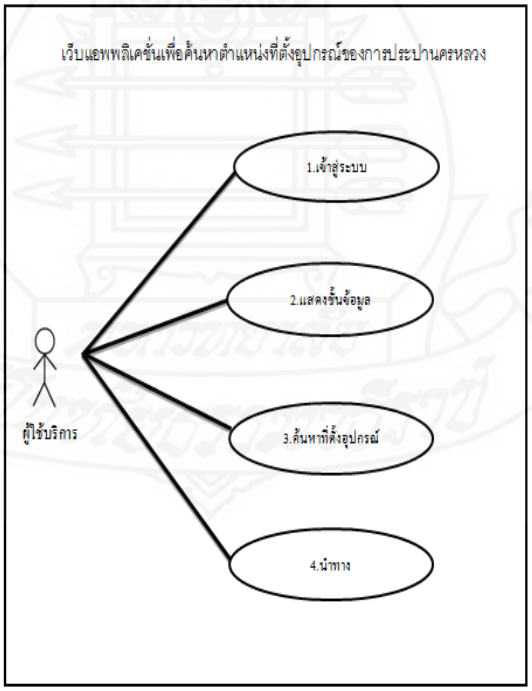
ในการค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์นั้นต้องทำการค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ตามชั้นข้อมูลที่เลือกโดยให้ระบุคำค้น ซึ่งสามารถระบุชื่อเต็ม หรือให้ระบุเพียงบางคำได้ในการระบุข้อมูลเพียงบางคำ ระบบต้องแสดงข้อมูล ที่มีคำนั้นทั้งหมดมาแสดงผล

(4) การนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

การนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการนั้น เมื่อทำการค้นหาตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ต้องการแล้ว สามารถนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ด้วยวิธีการการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)หลังจากนั้นให้ระบบแสดงเส้นทางจากตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการ โดยเป็นเส้นทางที่ใกล้ที่สุดขึ้นมา

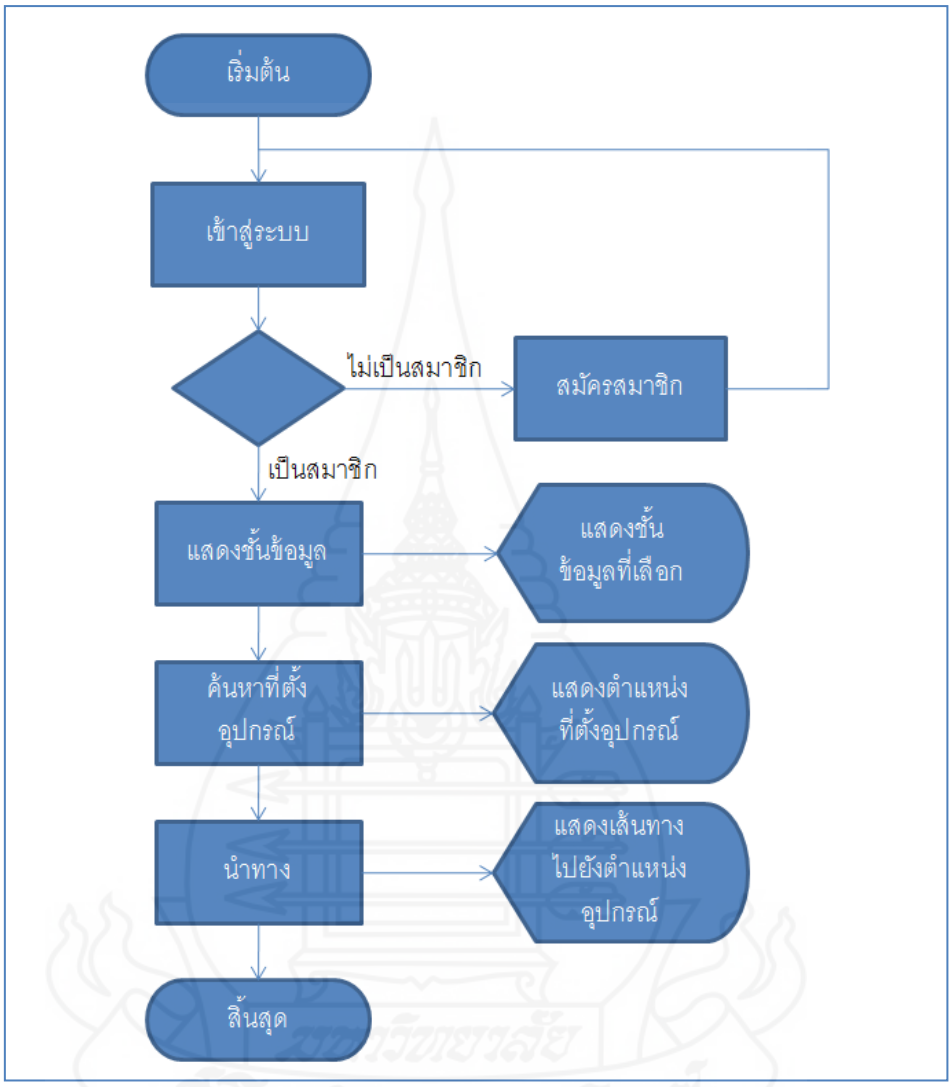
*2) ออกแบบโครงสร้างของระบบในเว็บไซต์*มีการออกแบบโดยการใช้ Use Case Diagramคือ แผนภาพที่ใช้อธิบายพฤติกรรมของระบบเพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบทำงานหรือมีหน้าที่ใดบ้าง

แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)ดังแสดงในภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12Use Case Diagram ของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

เมื่อศึกษาวิเคราะห์ความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานทั้ง 5 กลุ่มแล้ว ได้ออกแบบหน้าเว็บซึ่งมีขั้นตอนการทำงานตามภาพที่ 3.13flow diagram



ภาพที่ 3.13Flow diagram

โดยให้นำเสนอสารสนเทศทั้งหมดเป็น 4ส่วน ดังนี้

(1) ระบบสมัครสมาชิก

(2) แสดงชั้นข้อมูล

(3) ระบบการค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์

(4) ระบบนำทาง

การออกแบบตารางแสดงคำอธิบายของผู้ใช้ (Use Case Description)

ตารางที่ 3.1ระบบสมัครสมาชิก

รหัส Code	**LS01**
ชื่อ Title	เข้าสู่ระบบ
แอคเตอร์ Actor	ผู้ใช้บริการ
รีเลชั่นชิป Relationships	เข้าสู่ระบบ
เงื่อนไขก่อน Preconditions	มีการลงทะเบียนแล้ว
ขั้นตอน Steps	1.ระบบจะทำการตรวจสอบ 1.1 ถ้าเป็นสมาชิกจะเข้าสู่ระบบได้ 1.2 หากไม่ได้เป็นสมาชิกให้สมัครสมาชิกก่อน
เงื่อนไขหลังPostconditions	ทราบการเป็นสมาชิกเข้าสู่ระบบสำเร็จ

ตารางที่ 3.2แสดงชั้นข้อมูล

รหัส Code	**LS02**
ชื่อ Title	แสดงชั้นข้อมูล
แอคเตอร์ Actor	ผู้ใช้บริการ
รีเลชั่นชิป Relationships	เข้าสู่ระบบ
เงื่อนไขก่อน Preconditions	มีการลงทะเบียนแล้ว
ขั้นตอน Steps	2.1 ระบบจะแสดงชั้นข้อมูลพื้นที่สาขา และเลือกแสดงชั้นข้อมูลอื่นๆ คือ - ชั้นข้อมูลตู้ RTU - ชั้นข้อมูลจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ - ชั้นข้อมูลจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ - ชั้นข้อมูลหัวดับเพลิง - ชั้นข้อมูลสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย
เงื่อนไขหลังPostconditions	ชั้นข้อมูลที่เลือก

ตารางที่3.3ค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์

รหัส Code	**LS03**
ชื่อ Title	ค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์
แอคเตอร์ Actor	ผู้ใช้บริการ
รีเลชั่นชิป Relationships	เข้าสู่ระบบ
เงื่อนไขก่อน Preconditions	การเลือกชั้นข้อมูล
ขั้นตอน Steps	3.1 ระบุคำค้นหา ตามประเภทชั้นข้อมูล
	3.2 คลิกที่ ค้นหา
เงื่อนไขหลังPostconditions	หน้าจอซูมไปที่รายการที่ค้นหา

ตารางที่ 3.4ระบบนำทาง

รหัส Code	LS04
ชื่อ Title	นำทาง
แอคเตอร์ Actor	เจ้าหน้าที่
รีเลชั่นชิป Relationships	เข้าสู่ระบบ
เงื่อนไขก่อน Preconditions	มีการค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์แล้ว
ขั้นตอน Steps	4.1คลิกที่หมุดตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการนำทาง
	4.2 คลิก OK เพื่อเริ่มนำทาง
เงื่อนไขหลังPostconditions	นำทางจากตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งที่ต้องการนำทาง

5.2.3 ออกแบบฐานข้อมูลประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของฐานข้อมูล
2) ค้นหา และจัดระเบียบข้อมูล
3) บันทึกข้อมูลลงในตาราง
4) เปิดรายการข้อมูลลงในคอลัมน์
5) ระบุคีย์หลัก
6) ตั้งค่าความสัมพันธ์ของตาราง

โดยการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงนั้นข้อมูลจะถูกเรียกใช้ 3 รูปแบบคือ เรียก Web Map Service (WMS)เรียก Service จากระบบงานอื่น และเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยข้อมูลที่จัดเก็บลงฐานข้อมูล มีไว้สำหรับแสดงชั้นข้อมูลตู้ RTUและสำหรับทำการค้นหาสถานที่ตั้งของอุปกรณ์ที่ต้องการ ซึ่งข้อมูลที่ต้องเก็บลงฐานข้อมูลคือ ตู้วัดคุณภาพน้ำจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และตู้ RTU โดยสามารถทำการ Login เข้าสู่ฐานข้อมูล ดังภาพที่ 3.14

ภาพที่ 3.14หน้าต่างสำหรับการเข้าจัดการฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลตารางต่างๆ ในระบบฐานข้อมูล(database) mwadev ดังภาพที่ 3.15-3.17Table : place สำหรับเก็บข้อมูลจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id	varchar(10)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
2	placetype	varchar(2)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
3	placetypegroup	varchar(2)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
4	name	varchar(100)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
5	doorplate	varchar(100)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
6	road	varchar(50)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
7	tambon	varchar(50)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
8	amphur	varchar(50)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
9	province	varchar(50)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
10	postcode	varchar(5)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
11	tel	varchar(50)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
12	fax	varchar(20)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
13	email	varchar(30)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
14	contactperson	varchar(100)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
15	contactposition	varchar(100)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
16	locationx	decimal(30,10)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
17	locationy	decimal(30,10)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
18	recordno	varchar(5)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
19	status	varchar(30)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
20	year	int(4)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
21	zone	int(2)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
22	branch	varchar(2)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
23	waterstation	varchar(2)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
24	job	varchar(3)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
25	updateby	varchar(5)	tis620_thai_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
26	updatetime	datetime			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
27	locationx_excel	decimal(30,10)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
28	locationy_excel	decimal(30,10)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values

ภาพที่ 3.15 Table เก็บข้อมูลจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

Table :rtuสำหรับเก็บข้อมูลตู้ RTU

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id	int(10)			No	None	AUTO_INCREMENT	Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
2	type	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
3	name	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
4	geometry_x	decimal(11,3)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
5	geometry_y	decimal(11,3)			No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values

ภาพที่ 3.16 Table เก็บข้อมูลตู้ RTU

Table : station สำหรับเก็บข้อมูลตู้วัดคุณภาพน้ำ

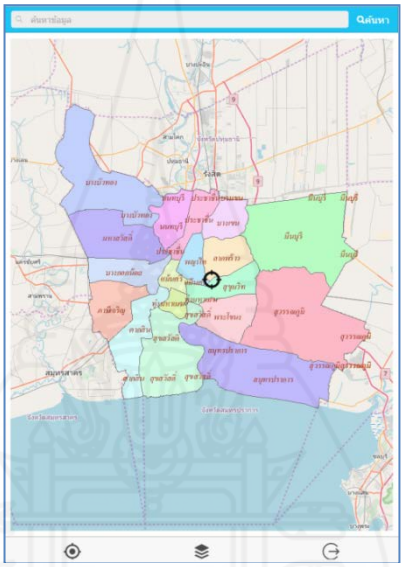
#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id	int(10)			No	None	AUTO_INCREMENT	Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
2	code	varchar(255)	latin1_swedish_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
3	name	varchar(255)	utf8_general_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
4	lat	varchar(255)	utf8_general_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values
5	lng	varchar(255)	utf8_general_ci		No	None		Change Drop Primary Unique Index Spatial Fulltext Distinct values

ภาพที่ 3.17 Table เก็บข้อมูลตู้วัดคุณภาพน้ำ

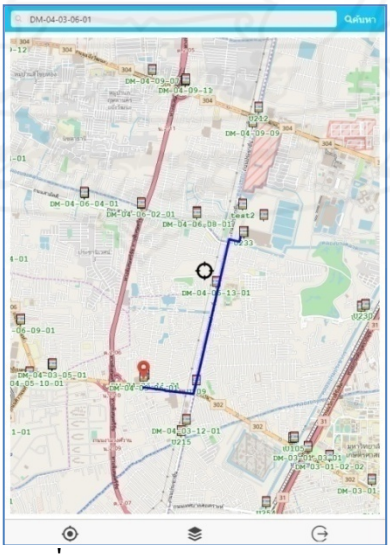
5.3 สร้างและทดสอบ (Construction and Testing)

ขั้นตอนในการสร้างหน้าเว็บ ซึ่งพัฒนามาจากขั้นตอนที่ 2 คือ ออกแบบและพัฒนาเนื้อหาหรือข้อมูลต่างๆ จะถูกนำมาใส่และจัดรูปแบบ ระบบนำทางถูกสร้าง การเชื่อมโยงต่างๆ องค์ประกอบเสริมต่างๆ ฯลฯ ซึ่งหลังจากดำเนินการเรียบร้อยแล้วจริงนำข้อมูลทั้งหมดขึ้นเว็บเซิฟเวอร์ และทดสอบระบบกับสภาพแวดล้อมที่ใช้งานจริง

ทดสอบระบบกับสภาพแวดล้อมที่ใช้งานจริงทำการใส่ข้อมูลและปรับแต่งระบบเสริมต่างๆพร้อมสำหรับการทำงานจริง ดังภาพที่ 3.18และภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.18ตัวอย่างที่ออกแบบแล้ว



ภาพที่ 3.19ตัวอย่างการค้นหาข้อมูล

5.4 ดูแลและปรับปรุงต่อเนื่อง (Maintenance and Innovation)

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสร้างและทดสอบระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่การประเมินผลของระบบ 2 รูปแบบ คือ 1) ประเมินประสิทธิภาพของระบบ2) การประเมินความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.4.1 ประเมินประสิทธิภาพของระบบ

การประเมินประสิทธิภาพของระบบเป็นการทดสอบระบบหลังการติดตั้งเพิ่มเติมและปรับแต่งข้อมูล เพื่อให้ทราบปัญหาและนำมาสู่การแก้ไขได้อย่างรวดเร็วแบ่งเป็น 4 ระบบดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ตารางการทดสอบระบบหลังการติดตั้ง

ลำดับ	ชื่อระบบ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	**ระบบสมัครสมาชิก**					
	เวลาในการตอบสนอง					
	ข้อมูลครบถ้วนตรงกับความต้องการ					
	การเข้าถึงง่าย					
	ทำงานตรงกับความต้องการ					
2	**แสดงชั้นข้อมูล**					
	เวลาในการตอบสนอง					
	ข้อมูลครบถ้วนตรงกับความต้องการ					
	การเข้าถึงง่าย					
	ทำงานตรงกับความต้องการ					
3	**ค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์**					
	เวลาในการตอบสนอง					
	ข้อมูลครบถ้วนตรงกับความต้องการ					
	การเข้าถึงง่าย					
	ทำงานตรงกับความต้องการ					

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อระบบ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
4	**นำทาง**					
	เวลาในการตอบสนอง					
	ข้อมูลครบถ้วนตรงกับความต้องการ					
	การเข้าถึงง่าย					
	ทำงานตรงกับความต้องการ					

5.4.2 การประเมินความพึงพอใจ

1) แบบสอบถามสำหรับกลุ่มผู้ใช้บริการเพื่อประเมินความพึงพอใจ

คือ กลุ่มผู้ใช้บริการเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงจำนวน 30 คน (ตัวแทนจากหน่วยงานต่างๆ)โดยมีรายละเอียดคือ

คำถามในแบบสอบถามแบ่งออกเป็น2ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1แบ่งเป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ อายุงาน สายงาน

ส่วนที่ 2 เป็นความคิดเห็น โดยสอบถามความพึงพอใจ 3 ด้าน ประกอบด้วยรูปแบบ ด้านข้อมูล และด้านการใช้งาน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจแต่ละระดับดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

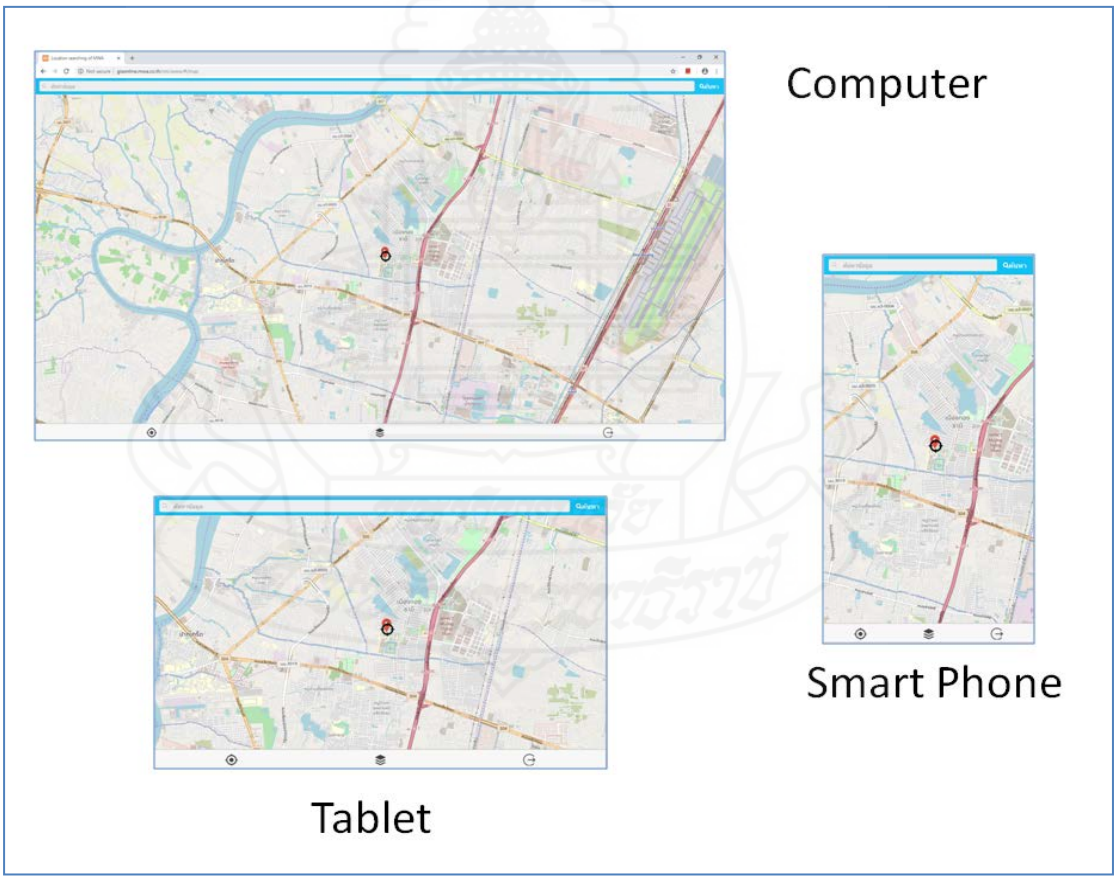
3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

6. การแสดงผลบนอุปกรณ์

เว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ Ionic framework เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา แสดงผลในรูปแบบ Responsive Web Design ในการแสดงผลนั้นสามารถเรียกใช้งานได้ทั้งคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์แบบพกพา แท็บแล็ต และโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน ต่างๆ ที่มีมาตรฐานขนาด หน้าจอที่แตกต่างกัน Responsive Web Design เป็นการออกแบบเว็บไซต์โดยใช้เทคนิคของ CSS CSS3 และ JavaScript เพื่อให้เว็บไซต์สามารถจัดลำดับ เรียงข้อมูลบนเว็บไซต์ให้รองรับการแสดงผลผ่านหน้าจอที่มีขนาดแตกต่างกันได้โดยอัตโนมัติโดยผู้ใช้งาน เว็บไซต์สามารถเปิดใช้งานเว็บไซต์ได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดของหน้าจอหรือชนิดของอุปกรณ์สื่อสาร โดยมีรูปแบบของหน้าจอแสดงผลดังภาพที่ 3.19 และภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.20ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาเรื่อง "การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง" ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยการศึกษาตามขบวนการและขั้นตอนต่างๆจนทำให้ดำเนินการได้ตามวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของการประปานครหลวงมาแสดงผลในระบบภูมิสารสนเทศออนไลน์ 2) เพื่อจัดทำระบบค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ภายในของการประปานครหลวง 3) เพื่อช่วยในการนำทางไปยังตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการของพนักงานภาคสนาม โดยสามารถแยกกล่าวเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. ผลลัพธ์ของการออกแบบและพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง
2. ผลลัพธ์ของการประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง
3. ผลลัพธ์ของการประเมินความพึงพอใจของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

1. ผลลัพธ์ของการออกแบบและพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ความต้องการของระบบแล้ว ได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบ ซึ่งได้ผลลัพธ์ของการออกแบบและพัฒนา ดังนี้

1.1 ผลการรวมรวมข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

ได้ทำการรวบรวมตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของการประปานครหลวงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายการที่ตั้งอุปกรณ์

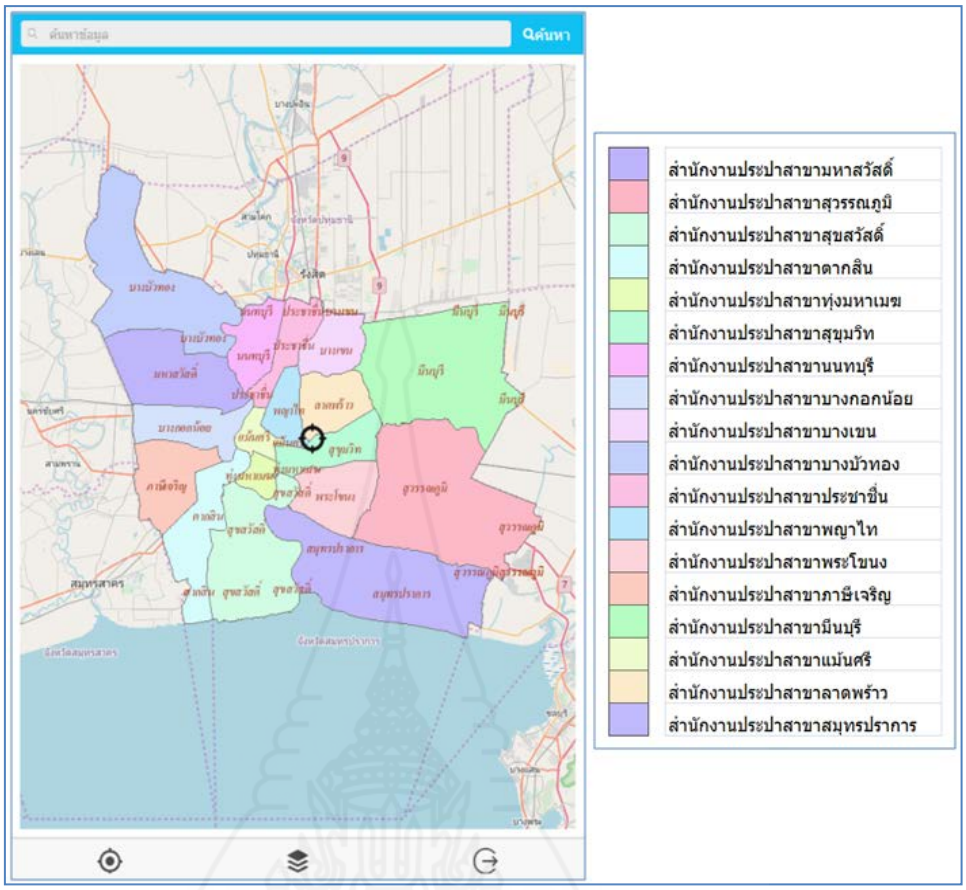
รายการ	ข้อมูลจากระบบงาน
1. ตู้ RTU	งานลดน้ำสูญเสีย
2. จุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์	งานคุณภาพน้ำ
3. จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ	งานคุณภาพน้ำ
4. หัวดับเพลิง	งานบริการ
5. สถานีสูบส่ง-สูบจ่าย	งานผลิต

1.2 การแสดงผลและการทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่น

การแสดงผลและการทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่นในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง มีรายละเอียดการแสดงผลการค้นหาและการนำทาง ดังนี้

1.2.1 ผลการแสดงข้อมูลพื้นที่สาขาของการประปานครหลวงในรูปแบบแผนที่

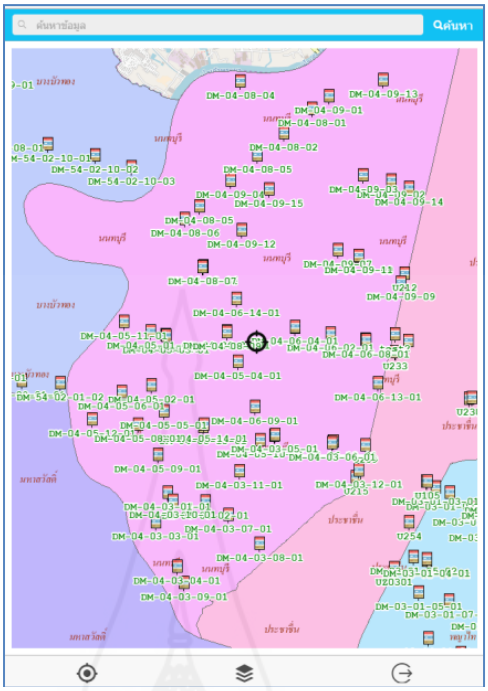
คือการแสดงข้อมูลพื้นที่สาขาของการประปานครหลวง ทั้ง 18 สาขา คลอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ ในรูปแบบแผนที่ โดยมีสำนักงานประปาสาขาดังนี้



ภาพที่ 4.1 ผลการแสดงข้อมูลพื้นที่สาขาของการประปานครหลวง

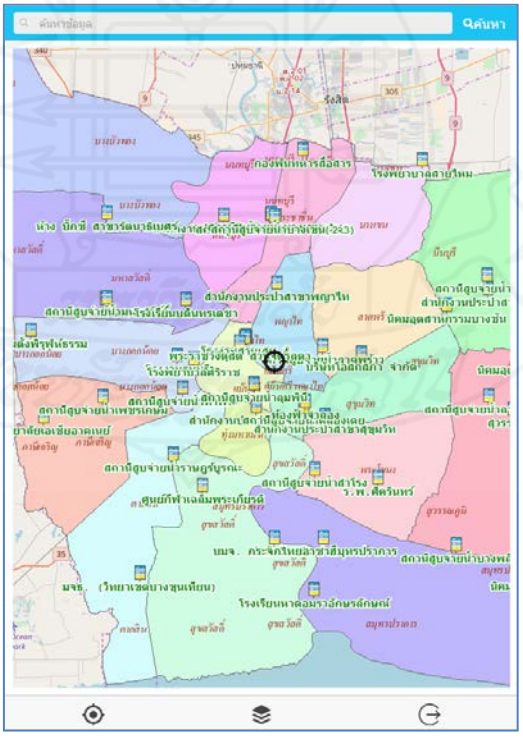
1.1.2 แสดงข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ บนชั้นข้อมูลแผนที่ ซึ่งประกอบไปด้วย ตู้ RTU,จุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์,จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ, หัวดับเพลิง,สถานีสูบส่ง-สูบจ่าย โดยมีผลดังนี้

1) การแสดงผลตู้ RTU ดังภาพที่ 4.2



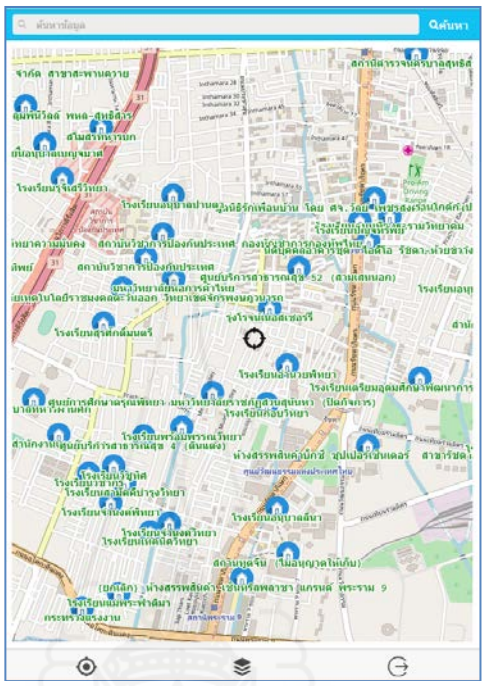
ภาพที่ 4.2 ผลการแสดงรายการตู้ RTU

2) การแสดงผลจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ผลการแสดงจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

3) การแสดงผลจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ผลการแสดงจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

4) การแสดงผลหัวดับเพลิง ดังภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5 ผลการแสดงตำแหน่งหัวดับเพลิง

5) การแสดงผลสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย ดังภาพที่ 4.6

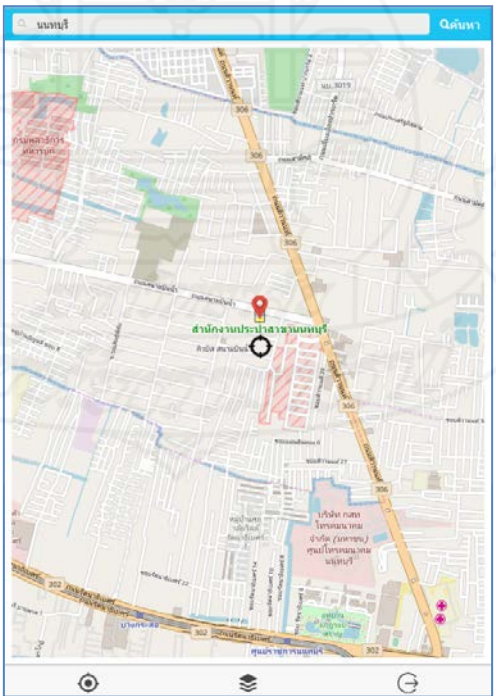
ภาพที่ 4.6 ผลการแสดงตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

1.2.3 ผลการแสดงระบบค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ภายในองค์กร มีรายละเอียดดังนี้

1) การแสดงผลตู้ RTU ดังภาพที่ 4.7

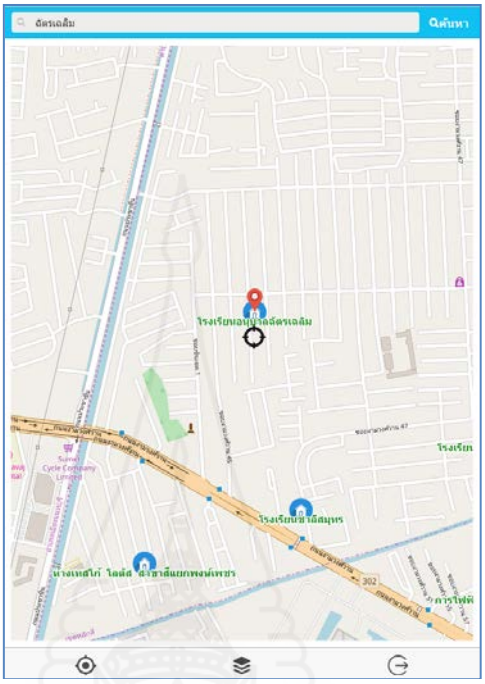
ภาพที่ 4.7 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตู้ RTU

2) การแสดงผลจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ ดังภาพที่ 4.8



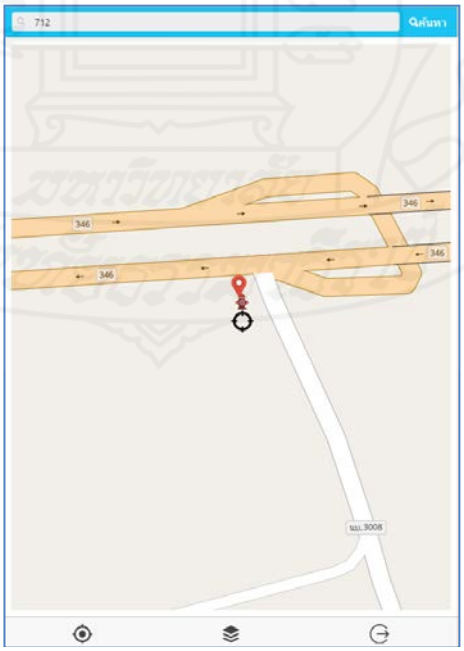
ภาพที่ 4.8 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

3) การแสดงผลจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ดังภาพที่ 4.9



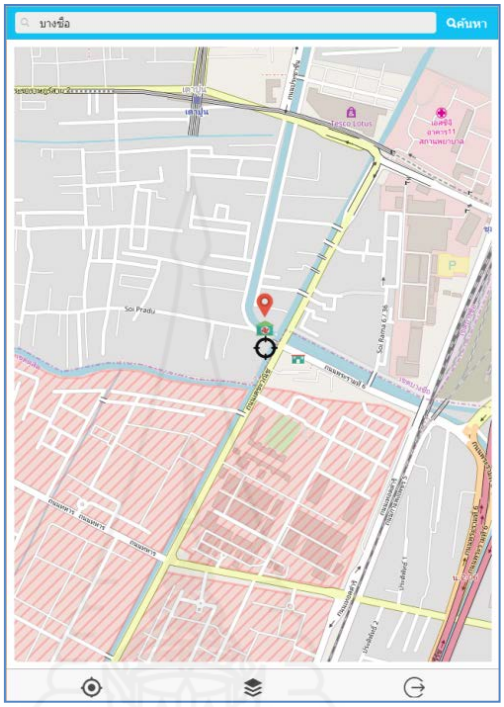
ภาพที่ 4.9 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

4) การแสดงผลหัวดับเพลิง ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งหัวดับเพลิง

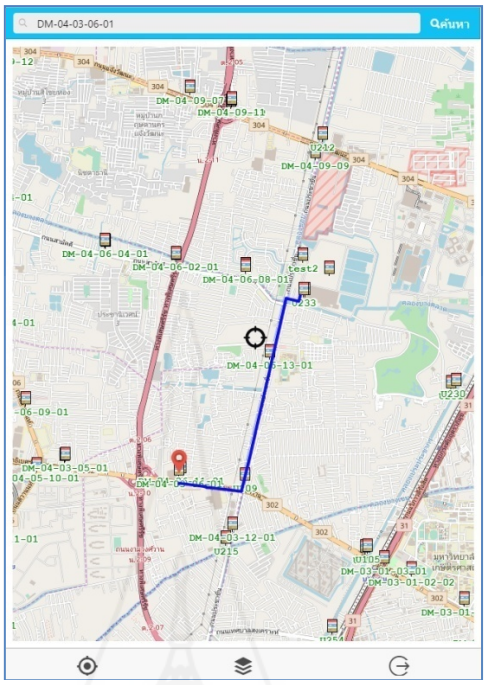
5) การแสดงผลสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ผลการแสดงตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

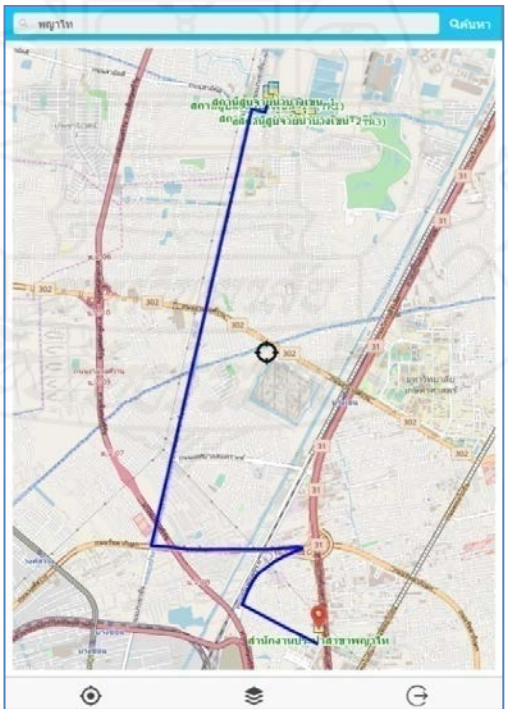
1.2.4 การนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการ หลังจากค้นหาที่ตั้งของอุปกรณ์ที่ต้องการแล้ว สามารถนำทางไปยังตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ที่ต้องการได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การแสดงผลตู้ RTU ดังภาพที่ 4.12



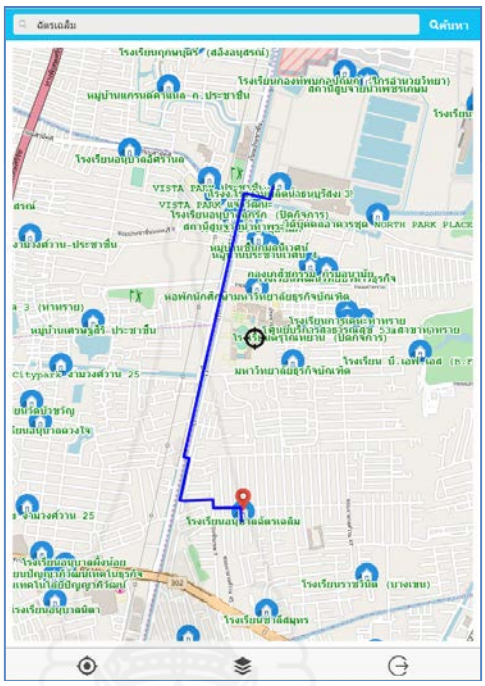
ภาพที่ 4.12 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังตู้ RTU

2) การแสดงผลตำแหน่งจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ ดังภาพที่ 4.13



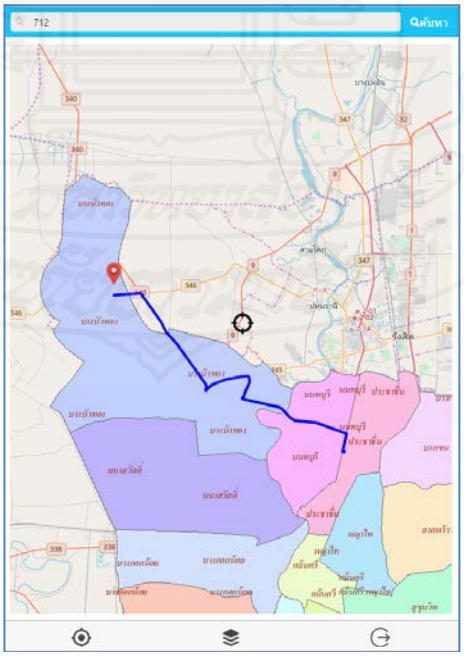
ภาพที่ 4.13 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

3) การแสดงผลตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ดังภาพที่ 4.14



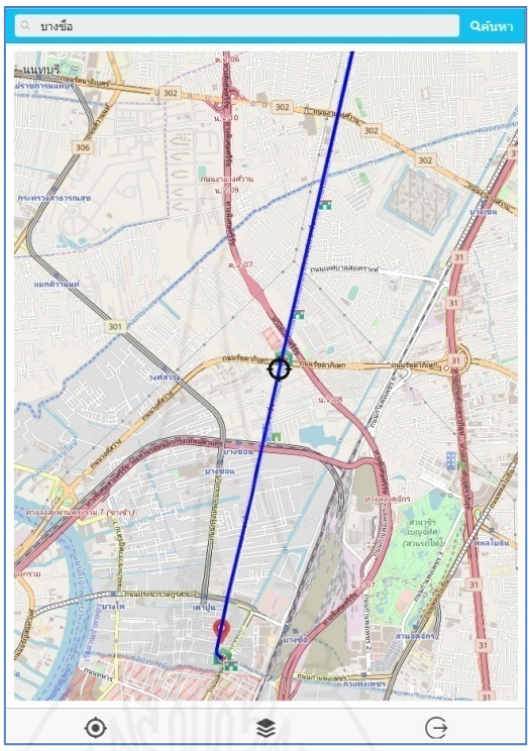
ภาพที่ 4.14 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

4) การแสดงผลตำแหน่งหัวดับเพลิง ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังหัวดับเพลิง

5) การแสดงผลตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย ดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 ผลการแสดงตัวอย่างการนำทางไปยังสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

2. ผลลัพธ์ของการประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

การประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง นั้นทำการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ทดสอบระบบ เพื่อทดสอบการทำงานต่างๆ ว่าสามารถใช้งานได้และได้ผลตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางทดสอบระบบเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

ลำดับ	ชื่อระบบ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	**ระบบสมัครสมาชิก**					
	เวลาในการตอบสนอง	/				
	ข้อมูลครบถ้วนตรงกับความต้องการ		/			
	การเข้าถึงง่าย	/				
	ทำงานตรงกับความต้องการ		/			
2	**แสดงชั้นข้อมูล**					
	เวลาในการตอบสนอง		/			
	ข้อมูลครบถ้วนตรงกับความต้องการ	/				
	การเข้าถึงง่าย		/			
	ทำงานตรงกับความต้องการ	/				
3	**ค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์**					
	เวลาในการตอบสนอง		/			
	ข้อมูลครบถ้วนตรงกับความต้องการ	/				
	การเข้าถึงง่าย		/			
	ทำงานตรงกับความต้องการ	/				
4	**นำทาง**					
	เวลาในการตอบสนอง		/			
	ข้อมูลครบถ้วนตรงกับความต้องการ	/				
	การเข้าถึงง่าย		/			
	ทำงานตรงกับความต้องการ	/				

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง เพื่อทดสอบระบบหลังการติดตั้ง เพิ่มเติมและปรับแต่งข้อมูล เพื่อให้ทราบปัญหาและนำมาสู่การแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว พบว่าการทดสอบการใช้งานของทุกระบบใช้งานได้ และยังไม่พบปัญหาจากการใช้งาน

3. ผลลัพธ์ของการประเมินความพึงพอใจของเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

ผู้วิจัยได้ประเมินความพึงพอใจของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ได้ทำการส่งแบบสอบถามออนไลน์ไปยังกลุ่มตัวอย่างได้แก่ สายงานบริการด้านตะวันออก สายงานบริการด้านตะวันตก สายงานผลิตและส่งน้ำ สายงานวิศวกรรมและก่อสร้าง จำนวน 30 คน และในจำนวนแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาเป็นแบบสอบถามที่สมบูรณ์ 30 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานหรือผู้ใช้บริการเว็บไซต์ ได้แก่ อายุงาน สายงาน แสดงไว้ในตางรางที่ 4.3 ถึงตางรางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนความถี่และร้อยละของข้อมูลทั่วไป (อายุงาน) ผู้ใช้งาน

อายุงาน	จำนวนความถี่	ร้อยละ
ระหว่าง 1-2 ปี	14	46.7
ระหว่าง 3-5 ปี	15	50.0
ระหว่าง 5-10 ปี	1	3.3
มากกว่า 10 ปี	0	0
รวม	**30**	**100**

จากตารางที่ 4.3 ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 30 คน มีอายุงานระหว่าง 3-5 ปี คิดเป็นร้อยละ 50.0และช่วงอายุงานระหว่าง 1-2 ปี คิดเป็นร้อยละ 46.7 และช่วงอายุงานระหว่าง 5-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.3

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนความถี่และร้อยละของข้อมูลทั่วไป (สายงาน) ผู้ใช้งาน

สายงาน	จำนวนความถี่	ร้อยละ
สายงานบริการด้านตะวันออก	6	20.0
สายงานบริการด้านตะวันตก	6	20.0
สายงานผลิตและส่งน้ำ	10	33.3
สายงานวิศวกรรมและก่อสร้าง	8	26.7
รวม	**30**	**100**

จากตารางที่ 4.4 ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 30 คน อยู่สายงานบริการด้านตะวันออก จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และสายงานบริการด้านตะวันตก จำนวน 6คน คิดเป็นร้อยละ 20 สายงานผลิตและส่งน้ำจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3และสายงานวิศวกรรมและก่อสร้าง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.7

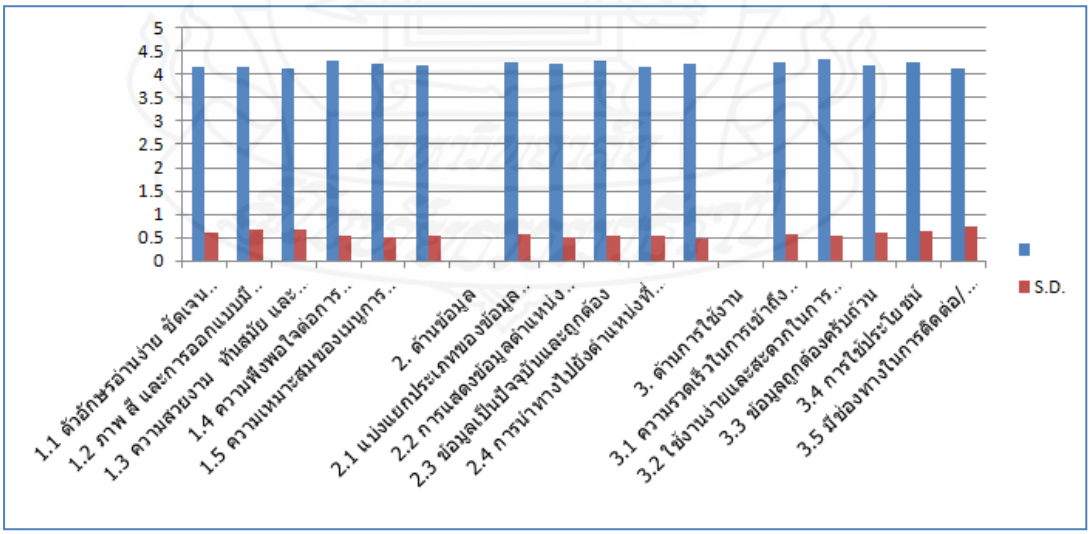
3.2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการใช้งานการเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง แสดงไว้ในตางรางที่ 4.5 และภาพที่ 4.17 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านรูปแบบ			
1.1 ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน และถูกต้อง	4.17	0.59	มาก
1.2 ภาพ สี และการออกแบบมีความเหมาะสม	4.17	0.65	มาก
1.3 ความสวยงาม ทันสมัย และน่าสนใจ	4.13	0.68	มาก
1.4 ความพึงพอใจต่อการออกแบบโดยรวม	4.30	0.53	มาก
1.5 ความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน	4.23	0.50	มาก
	4.20	**0.52**	**มาก**

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2. ด้านข้อมูล			
2.1 แบ่งแยกประเภทของข้อมูลชัดเจน	4.27	0.58	มาก
2.2 การแสดงข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันถูกต้อง	4.23	0.50	มาก
2.3 ข้อมูลเป็นปัจจุบันและถูกต้อง	4.30	0.53	มาก
2.4 การนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการถูกต้อง	4.17	0.53	มาก
	4.24	**0.46**	**มาก**
3. ด้านการใช้งาน			
3.1 ความรวดเร็วในการเข้าถึงหน้าเว็บเพจ	4.27	0.58	มาก
3.2 ใช้งานง่ายและสะดวกในการค้นหาข้อมูล	4.33	0.54	มาก
3.3 ข้อมูลถูกต้องครับถ้วน	4.20	0.61	มาก
3.4 การใช้ประโยชน์	4.27	0.64	มาก
3.5 มีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างพอเพียง	4.13	0.73	มาก
	4.24	**0.54**	**มาก**
สรุปผลการประเมิน	**4.23**	**0.57**	**มาก**



ภาพที่ 4.17 แสดงผลความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.23, S.D. = 0.57) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสามารถอธิบายได้ดังนี้ ด้านข้อมูล ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.24, S.D. = 0.46) ด้านการใช้งานมีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยมาก ($\overline{X}$ = 4.24, S.D. = 0.54) และด้านรูปแบบมีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.20, S.D. = 0.52)

3.3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ มีดังนี้

3.3.1 ช่วยในการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี

3.3.2 ควรขยายผลไปใช้กับงานอื่นๆ ในการประปานครหลวง ต่อไป

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษาเรื่อง"การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง" ทั้ง 3 ด้านเห็นได้ว่าผลของการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานของ พรทิพย์ อินสว่าง (2556) เรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GIS เพื่อแนะนำอำเภอด่านช้างจังหวัดสุพรรณบุรี บนเว็บแอพพลิเคชั่นโดยเรียกใช้ผ่านเว็บบราวเซอร์ ในการแสดงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของอำเภอในรูปแบบของเว็บไซต์ สามารถสืบค้นหาสถานที่ ค้นหาเส้นทาง และสถานที่ใกล้เคียงกับ เส้นทางการเดินทาง ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานเช่นเดียวกัน และงานของ นางสาวจิราวรรณ จงสมชัย (2015) ในการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับบริการการท่องเที่ยวที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการเดินทางให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น โดยระบบสามารถให้ข้อมูลเส้นทางที่สั้นที่สุด จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายในลักษณะเดียวกัน

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเรื่อง “การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง” สามารถสรุปสิ่งที่ได้รับจากการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของการประปานครหลวงมาแสดงผลในระบบภูมิสารสนเทศออนไลน์

1.1.2 เพื่อจัดทำระบบค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ภายในของการประปานครหลวง

1.1.3 เพื่อช่วยในการนำทางไปยังตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการของพนักงานภาคสนาม

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ขอบเขตเกี่ยวกับข้อมูล

1) ข้อมูลพื้นที่สาขาของการประปานครหลวงในรูปแบบแผนที่ โดยแสดงพื้นที่ 18 สาขาภายใต้ 3 จังหวัด คือ กรุงเทพ นนทบุรี สมุทรปราการ

2) ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ คือ

(1) ตำแหน่งตู้ RTU

(2) ตำแหน่งจุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์

(3) ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

(4) ตำแหน่งหัวดับเพลิง

(5) ตำแหน่งสถานีสูบส่ง-สูบจ่าย

1.2.2 ขอบเขตของระบบ

เว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ จะนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของ Internet โดยสามารถ

ทำการนำทางและแสดงข้อมูลรายละเอียดบางส่วนของอุปกรณ์นั้นๆ โดยมีการทำงานหลักๆของระบบนี้มีดังต่อไปนี้

(1) แสดงข้อมูลพื้นที่สาขาของการประปานครหลวง 18 สาขาในรูปแบบแผนที่

(2) จัดทำระบบค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ใช้ภายในองค์กร

(3) ทำการนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.3.1 ใช้ ionic framework เป็นภาษาที่ใช้สำหรับจัดการหน้าแสดงผลข้อมูลของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง เพื่อให้หน้าแสดงผลข้อมูล รองรับทั้งหน้าจอ PC Smart phone และ Tablet และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาหน้าเว็บไซต์ เช่น Visual Studio Code และ Microsoft Excel เป็นต้น

1.3.2 ใช้ OpenStreetMap(OSM) เป็น Base map ในการแสดงข้อมูลแผนที่ของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง และเครื่องมือที่ใช้ในการปรับแต่งเว็บไซต์ เช่น Adobe Photoshop XAMPP และ FileZilla เป็นต้น

1.3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

1.4 ผลการวิจัย

1.4.1 ผลลัพธ์ของการออกแบบและพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง สามารถดำเนินการได้สำเร็จตามระยะเวลาและเป้าหมายที่กำหนด โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กระบวนการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ จำนวน 4 ขั้นตอนคือ 1) วิเคราะห์และกำหนดความต้องการ 2) ออกแบบและพัฒนา 3) สร้างและทดสอบและ 4) ดูแลและปรับปรุงต่อเนื่อง ผลลัพธ์ที่ได้ คือระบบงานย่อยทั้งหมด 4 ระบบ คือ ระบบสมัครสมาชิก การแสดงชั้นข้อมูล การค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์และระบบนำทาง ซึ่งสามารถตอบสนองและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานเป็นอย่างดี

1.4.2 ผลลัพธ์ของการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

1) ด้านเทคนิค

การทดสอบการใช้ระบบงานจริงทั้ง 4 ระบบ โดยเจ้าหน้าที่และผู้ดูแลระบบ จำนวน 5 คน ทำการทดสอบทั้งคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ(Desktop Computer) คอมพิวเตอร์แบบ

พกพา (Notebook) แท็บแล็ต (Tablet) และโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart Phone) ผลการทดสอบ พบว่า การใช้งานของทุกระบบใช้งานได้ และไม่พบปัญหาจากการใช้งาน

2) ด้านกระบวนการ

เว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงสามารถช่วยลดขั้นตอนการปฏิบัติงานภาคสนามและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานภาคสนามจากกระบวนการปัจจุบันได้เป็นอย่างดี

1.4.3 ผลความพึงพอใจของการใช้ระบบจากกลุ่มตัวอย่าง

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบจากกลุ่มตัวอย่างคือ กลุ่มผู้ใช้งานระบบ จำนวน 30 คน โดยได้ทำการประเมินผ่านแบบสำรวจความพึงพอใจออนไลน์ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุงาน สายงาน ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านรูปแบบข้อมูล และการใช้งาน โดยภาพรวมมีระดับความพึงพอใจมากมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.23 และ S.D. = 0.57

2. อภิปรายผล

งานวิจัยเรื่อง "การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง" ผู้วิจัยใช้กระบวนการพัฒนาเว็บไซต์ซึ่ง แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Geest ธวัชชัย ศรีสุเทพ และดวงพร เกี๋ยงคำ ซึ่งประกอบด้วย 1) วิเคราะห์และกำหนดความต้องการ 2) ออกแบบและพัฒนา 3) สร้างและทดสอบ และ 4) ดูแลและปรับปรุงต่อเนื่อง และประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS ร่วมกับการการพัฒนาเว็บไซต์ โดยแสดงชั้นข้อมูลต่างๆ คือ ชั้นข้อมูลพื้นที่สาขา ชั้นข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ คือ ตู้ RTU จุดวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ หัวดับเพลิง สถานีสูบส่ง-สูบจ่าย และการค้นหาข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงการนำทางไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดาบตำรวจชูชาติ พินธุกนก (2556)

ซึ่งผลที่ได้ทำให้ดำเนินการได้ตามวัตถุประสงค์ คือ 1.เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของการประปานครหลวงมาแสดงผลในระบบภูมิสารสนเทศออนไลน์ 2. เพื่อจัดทำระบบค้นหาที่ตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ภายในของการประปานครหลวง 3.เพื่อช่วยในการนำทางไปยังตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการของพนักงานภาคสนาม โดยในการพัฒนาโปรแกรมได้ใช้ ionic framework ร่วมกับ OpenStreetMap(OSM) เป็น Base map และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ คือ Visual Studio Code ในการพัฒนาโปรแกรม Microsoft Excel , Adobe Photoshop ในการจัดเตรียมข้อมูลและรูปภาพ FileZilla สำหรับโอนย้ายข้อมูลไปยัง server และ XAMPP เป็นWeb

Server ซึ่ง http://gisonline.mwa.co.th/sm/www/#/ สามารถเรียกใช้งานได้ทั้งคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) แท็บแล็ต (Tablet) โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart Phone) ต่างๆ ที่มีมาตรฐานขนาด หน้าจอที่แตกต่างกัน

โดยปัญหาหลักๆ ที่พบคือการนำข้อมูลที่มีหลากหลายรูปแบบ และหลายแหล่งที่มามาแสดงอยู่ในหน้าเว็บเดียวกัน ในกรณีที่แสดงผลข้อมูลทั้งหมด ประสิทธิภาพของอุปกรณ์พกอาจไม่เพียงพอ ปัญหาการใช้งานกับแท็บแล็ต (Tablet) หรือโทรศัพท์มือถือที่มีขนาดเล็กซึ่งไม่สะดวกนัก และปัญหาเรื่องของสัญญาณโทรศัพท์ ซึ่งไม่คลอบคลุมในทุกพื้นที่ที่ใช้งาน

สามารถวิเคราะห์ได้ว่าการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ จิราวรรณ จงสมชัย (2015) เมื่อกล่าวในภาพรวมเว็บแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษาค้นคว้านี้สามารถนำมาใช้งานได้จริง ช่วยให้การปฏิบัติงานมีรูปแบบการทำงานที่สะดวกรวดเร็วกว่าการทำงานในรูปแบบเดิม ช่วยแก้ปัญหาเรื่องการไปยังสถานที่ที่ต้องการซึ่งจากเดิมอาศัยความชำนาญของพนักงานภาคสนาม อีกทั้งช่วยแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงานได้เป็นอย่างดี

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง ในการนำผลการวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติงานควรใช้กับอุปกรณ์ที่ขนาดเหมาะสมเพื่อความสะดวกกับการใช้งาน

3.1.2 ในการนำผลการวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติงานต้องเปิด "บริการหาตำแหน่งที่ตั้ง" บนอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

3.1.3 แผนที่ เส้นทาง และแอพที่ใช้ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งจะขึ้นอยู่กับบริการรับส่งข้อมูล ซึ่งบริการรับส่งข้อมูลนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้และอาจไม่ได้มีให้บริการในทุกพื้นที่ (ขึ้นอยู่กับระบบเครือข่ายที่ใช้) ทำให้แผนที่ เส้นทาง หรือข้อมูลที่ใช้ตำแหน่งที่ตั้งเป็นหลักอาจไม่สามารถใช้งานได้ ไม่แม่นยำ หรือไม่สมบูรณ์

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการเพิ่มเติมหรือแก้ไขตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ แยกตามประเภทของอุปกรณ์ได้ที่หน้าเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

3.2.2 ในการแนะนำเส้นทาง ควรมีเส้นทางให้เลือกเดินทางและมีการบอกระยะทางและเวลาเดินทางโดยประมาณ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกศักดิ์ จันกร, ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์. (2556). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกสับปะรดภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ประเทศไทย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต.

ชูชาติ พินธุกนก, ดาบตำรวจ. (2556). *แอพพลิเคชั่น สำหรับค้นหาสถานีตำรวจและหมายเลขฉุกเฉิน.*(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพฯ.

บัญชา เหลือผล,ธรรมรัตน์ บุญรอด,มณฑกานต์ ทุมมาวัติ, จิราวรรณ จงสมชัย. (2556). *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับบริการการท่องเที่ยว.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีรางมงคลอีสาน.

พรทิพย์ อินสว่าง. (2555). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อแนะนำอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. (ม.ป.ป.). *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System :GIS).*สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2560, จาก http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html.

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. (ม.ป.ป.). *องค์ประกอบของ GIS (ComponentsofGIS).* สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2560, จาก http://www. gisthai.org /about-gis/compo-gis.html

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. (ม.ป.ป.). *ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems).* สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2560, จาก http://www.gistda.or.th/main/th/node/873

Jo Eyy. (2554). UTM Zone.Retrieved September 30, 2018 from http://gis-jopk06.blogspot.com/.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสอบสำรวจความพึงพอใจของเว็บแอปพลิเคชั่น

แบบสอบสำรวจความพึงพอใจของเว็บแอปพลิเคชั่น
เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวงซึ่งจะได้นำผลการเมินไปพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้บริการ และส่งเสริมการให้บริการที่มีคุณภาพ โปรดทำเครื่องหมายให้ตรงตามความต้องการของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1: ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1. อายุงาน
   - O ระหว่าง 1-2 ปี
   - O ระหว่าง 3-5 ปี
   - O ระหว่าง 5-10 ปี
   - O มากกว่า 10 ปี

2. สายงาน
   - O สายงานผู้ว่าการ
   - O สายงานบริหาร
   - O สายงานการเงิน
   - O สายงานแผนและพัฒนา
   - O สายงานบริการด้านตะวันออก
   - O สายงานบริการด้านตะวันตก
   - O สายงานผลิตและส่งน้ำ
   - O สายงานวิศวกรรมและก่อสร้าง
   - O สายงานเทคโนโลยีสารสนเทศ

ส่วนที่ 2: ความพึงพอใจในการใช้บริการเว็บแอปพลิเคชั่น เพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง

คำชี้แจง โปรดระบุความพึงพอใจตามที่ท่านเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเห็นของแต่ละข้อโดยระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับการประเมิน	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	หมายถึง	มาก
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	น้อย
	1	หมายถึง	น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านรูปแบบ					
1.1 ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน และถูกต้อง					
1.2 ภาพ สี และการออกแบบมีความเหมาะสม					
1.3 ความสวยงาม ทันสมัย และน่าสนใจ					
1.4 ความพึงพอใจต่อการออกแบบโดยรวม					
1.5 ความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน					
2 . ด้านข้อมูล					
2.1 แบ่งแยกประเภทของข้อมูลชัดเจน					
2.2 การแสดงข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันถูกต้อง					
2.3 ข้อมูลเป็นปัจจุบันและถูกต้อง					
2.4 การนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการถูกต้อง					
3. ด้านการใช้งาน					
3.1 ความรวดเร็วในการเข้าถึงหน้าเว็บเพจ					
3.2 ใช้งานง่ายและสะดวกในการค้นหาข้อมูล					
3.3 ข้อมูลถูกต้องครับถ้วน					
3.4 การใช้ประโยชน์					
3.5 มีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างพอเพียง					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ/ปัญหาการใช้บริการ

……

……

……

……

“ขอขอบคุณในการให้ข้อมูลในการตอบแบบสอบถาม”

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งาน

คู่มือการใช้งาน

การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง Web application development for location searching of Metropolitan Waterworks Authority's equipment นี้สามารถเรียกใช้งานได้ผ่านทางคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) แท็บแล็ต (Tablet) และโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart Phone) ต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งาน ดังนี้

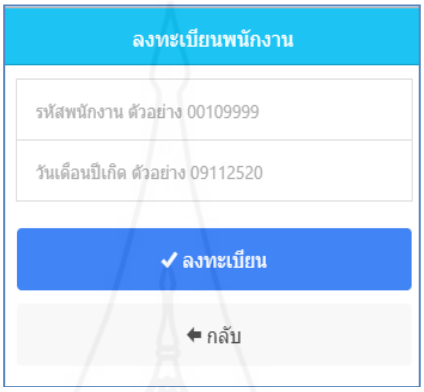
1. การเรียกใช้งาน สามารถเรียกใช้งานโดยเรียกผ่าน Google Chrome และระบุ URL http://gisonline.mwa.co.th/www/#/ จะพบกับหน้าจอ Login ให้ทำการระบุ Username และ Password แล้ว เข้าสู่ระบบ เพื่อเริ่มใช้งาน กรณีที่ยังไม่ได้ทำการลงทะเบียน ให้ทำการลงทะเบียนตามขั้นตอนที่ 2

2. การลงทะเบียนให้ทำการคลิกที่

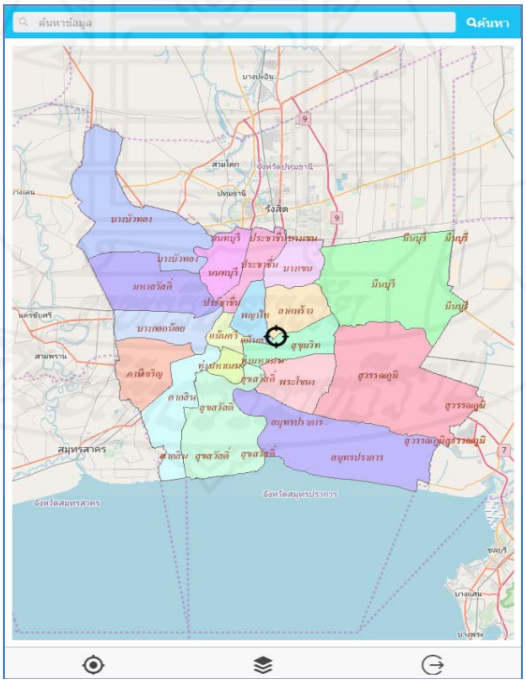
ระบบจะแสดงหน้าจอลงทะเบียน ให้ทำการระบุ

รหัสพนักงาน และวันเดือนปีเกิด แล้วคลิกที่

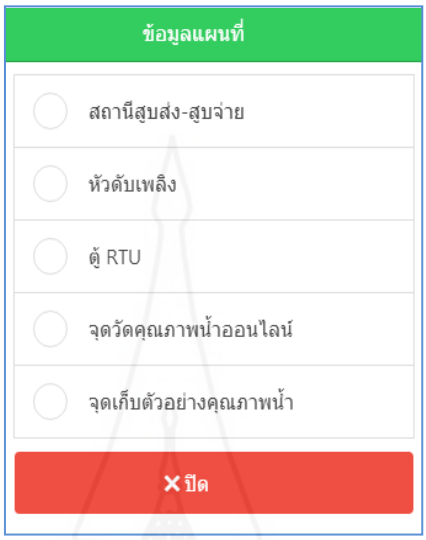
เพื่อทำการลงทะเบียน



3. การแสดงชั้นข้อมูลต่างๆ เมื่อ Login เข้าระบบแล้วจะพบกับหน้าจอแรกที่แสดงพื้นที่สาขาต่างๆ

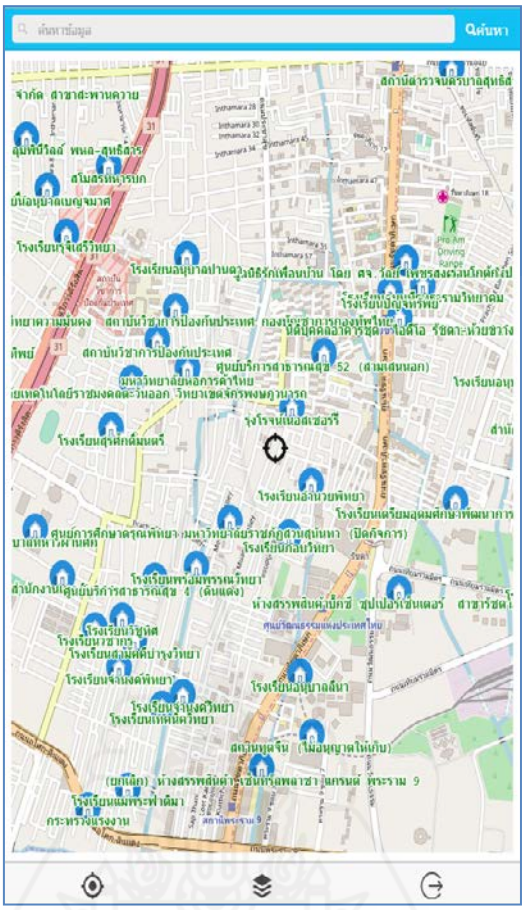


ในการแสดงชั้นข้อมูลให้คลิกที่ ระบบจะแสดงเมนูเพื่อเลือกชั้นข้อมูลขึ้นมา



ให้ทำการคลิกที่ ของชั้นข้อมูลที่ต้องการแสดง และคลิกที่

ระบบจะแสดงข้อมูลของชั้นข้อมูลที่เลือกขึ้นมา



4. การค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ที่ต้องการ เมื่อระบบแสดงข้อมูลของชั้นข้อมูลที่เลือกแล้ว สามารถทำการซูมเข้า-ออกและเลื่อนซ้าย-ขวาเพื่อดูข้อมูลที่ต้องการได้ หรือสามารถทำการค้นหาโดยระบุชื่อของอุปกรณ์ที่ต้องการค้นหา ที่ช่อง

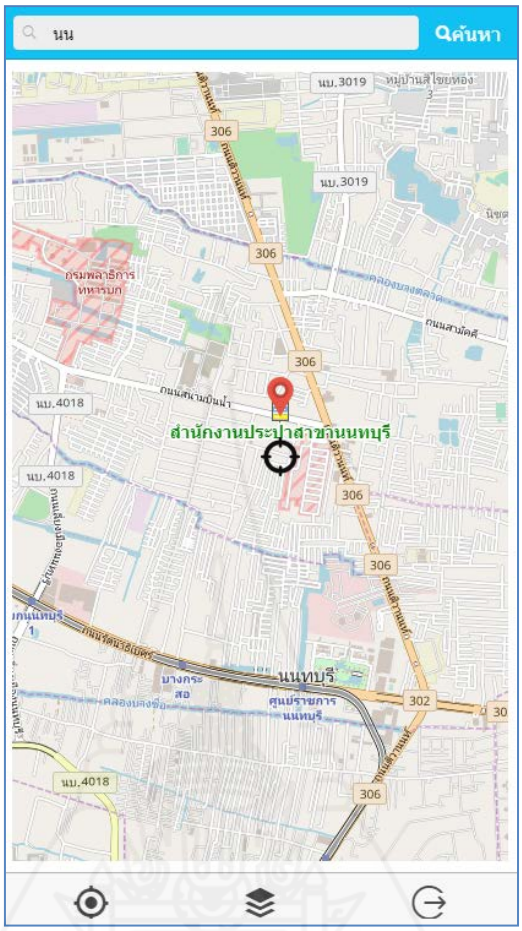
แล้วคลิกที่

ระบบจะทำการค้นหาตามคำค้นที่ระบุและซูมไปยังตำแหน่งที่ระบุ

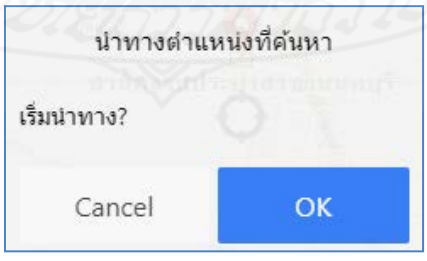
ในการค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ สามารถระบุคำค้นข้อมูลเพียงบางส่วนได้ โดยระบบจะทำการค้นหาชื่อที่ใกล้เคียงให้ เช่น

แล้วคลิกที่

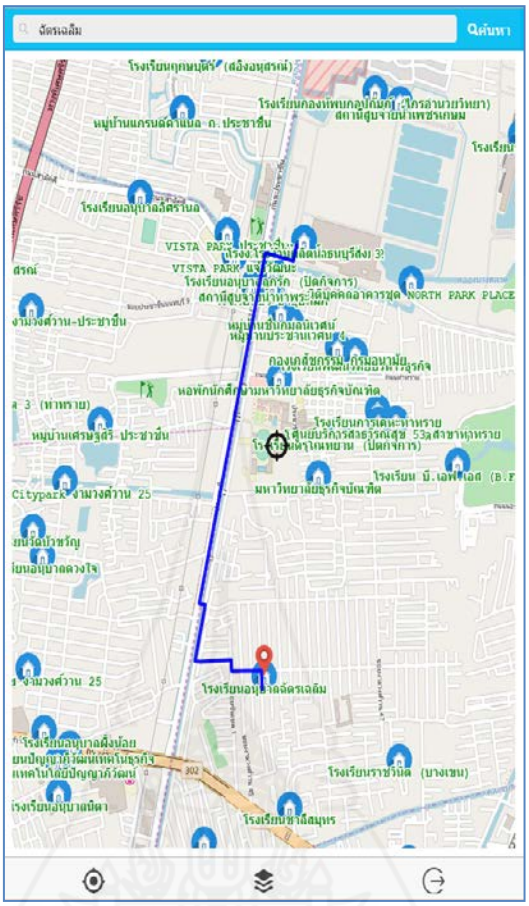
ระบบจะค้นหาตามคำว่า "นน" ที่ระบุแล้วซูมไปยังตำแหน่งที่ระบุ



5. การนำทางไปยังตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ที่ต้องการ เมื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ที่ต้องการได้แล้ว สามารถทำการนำทางได้โดยคลิกที่ ระบบจะแสดงหน้าจอยืนยันการนำทาง ให้คลิกที่ OK



ระบบจะแสดงเส้นทางจากตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ



6. การออกจากระบบให้คลิกที่ เพื่อเป็นการ Logout ออกจากระบบ

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างโค้ด

ตัวอย่างโค้ด

ตัวอย่างโค๊ดที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ของการประปานครหลวง หน้า MapCtrl.js

```
angular.module('starter.controllers')
.controller('MapCtrl', function($scope, $state, $http, $ionicModal, $ionicPopup, $timeout,
$localStorage, $q) {
	$scope.map = {};
	$scope.map.search_text = "";
	$scope.map.mainpipe = false;
	$scope.map.meterway = false;
	$scope.map.airvalve = false;
	$scope.map.cathodic = false;
	$scope.map.waterstation = false;
	$scope.map.hydrant = false;
	$scope.map.rtu = false;
	$scope.map.wq = false;
	$scope.map.place = false;
	$scope.map.branch = $scope.map.branchlist[0]; // Default branch

	// last selected branch
	if($localStorage.branch){
		$scope.map.branch = $localStorage.branch;
	}
	// Init layers modal
	$ionicModal.fromTemplateUrl('templates/layers.html', {
		scope: $scope,
		animation: 'slide-in-up'
	}).then(function(modal) {
```

```
        $scope.map.modal = modal;
});
// View Enter
$scope.$on('$ionicView.enter', function(e) {
        mapLoad();
});
/* -------- View Action ------ */
$scope.branchChange = function(){
        $localStorage.branch = $scope.map.branch;
}
$scope.geolocation = function(){
        geolocationLayer.getSource().clear(true);
        // Geolocation create
        var geolocation = new ol.Geolocation({
          projection: view.getProjection(),
          tracking: true
        });
          geolocation.once('change:position', function() {
          currentLocation = geolocation.getPosition();
          view.setResolution(2.388657133911758);
          view.setCenter(currentLocation);
          view.setZoom(14);
          createGeolocationMarker(currentLocation);
        });
}
$scope.identify = function(){
        getBranchID().then(function(branch_id){
                if(mainpipeLayer.getVisible()){
                        getMainPipeValve().then(function(result){
                                mainPipeValvePopup(result);
```

```
                    }, function(err){
                $ionicPopup.alert({title: 'View AsBuilt', template: err.message});
                    });
                }else{
                    getPipeLine().then(function(result){
                        pipeLinePopup(branch_id, result);
                    }, function(err){
                $ionicPopup.alert({title: 'View AsBuilt', template: err.message});
                    });
                }
            }, function(err){
                $ionicPopup.alert({title: 'View AsBuilt', template: err.message});
            });
        }
        function getBranchID(){
            var deferred = $q.defer();
            var extent = map.getView().calculateExtent(map.getSize());
            var size = map.getSize();
            var imageDisplay = size[0] + ',' + size[1] + ',96';
var url = "http://gisonline.mwa.co.th:2558/arcgis/rest/services/wmsservice/MapServer/identify?";
            url += "geometry=" + crossHairOverlay.getPosition() +
"&geometryType=esriGeometryPoint&sr=3857&layers=all:187&layerDefs=&time=&layerTime
Options=&tolerance=15&mapExtent=" + extent + "&imageDisplay=" + imageDisplay +
"&returnGeometry=false&maxAllowableOffset=&geometryPrecision=&dynamicLayers=&return
Z=false&returnM=false&gdbVersion=&f=pjson";

            // Check mwa area
            $http.get(url)
            .success(function (data, status, headers, config) {
                if(data.results.length > 0){
```

```
                    deferred.resolve(data.results[0].attributes.DISTRICT_ID);
                }else{
                    deferred.reject(new Error('ไม่พบข้อมูลสาขา'));
                }
        }).error(function (data, status, headers, config) {
                deferred.reject(new Error('ไม่สามารถเชื่อมต่อ server ได้'));
        });
        return deferred.promise;
}
var map;
var view;
var crossHairOverlay;
var areaLayer;
var waterStationLayer;
var hydrantLayer;
var rtuLayer;
var wqLayer;
var placeLayer;
var geolocationLayer;
var directionLayer;
var currentLocation = ol.proj.fromLonLat([100.55214, 13.878335]);
proj4.defs("EPSG:32647","+proj=utm +zone=47 +datum=WGS84 +units=m +no_defs");

//-------mapLoad----------------------------------------------------------
function mapLoad(){
var osm = new ol.layer.Tile({
                source: new ol.source.OSM()
        })
// MWA
var  attribution = new ol.Attribution({
```

```
html: 'Tiles © <a href="http://www.mwa.co.th">MWA</a>'});
    var mwa = new ol.layer.Tile({
        visible: false,
        source: new ol.source.XYZ({
          attributions: [attribution],
          id: "mwa",
          url:
'http://gisonline.mwa.co.th:2558/arcgis/rest/services/mobileCache/mobileCache/MapServer/tile/{
z}/{y}/{x}'
        })
    })

    // Area
    areaLayer = new ol.layer.Tile({
      id: "area",
      visible: true,
      source: new ol.source.TileArcGISRest({
        url:
"http://gisonline.mwa.co.th:2558/arcgis/rest/services/wmsservice/MapServer",
        params: {
            "LAYERS": "show: 187"
        }
      })
    })

    // Water station
    waterStationLayer = new ol.layer.Tile({
      id: "waterstation",
      visible: false,
      source: new ol.source.TileArcGISRest({
```

```
                    url:
"http://gisonline.mwa.co.th:2558/arcgis/rest/services/wmsservice/MapServer",
                    params: {
                        "LAYERS": "show: 12"
                    }
                   })
                  })

                  // Hydrant
                  hydrantLayer = new ol.layer.Tile({
                    id: "hydrant",
                    visible: false,
                    source: new ol.source.TileArcGISRest({
                     url:
"http://gisonline.mwa.co.th:2558/arcgis/rest/services/wmsservice/MapServer",
                     params: {
                        "LAYERS": "show: 19"
                     }
                    })
                  })

                  // RTU
                  rtuLayer = new ol.layer.Vector({
                    id: "rtu",
                    visible: false,
                source: new ol.source.Vector({ features: [] })
               });

               // LOAD RTU data
               $.ajax({
```

```
url: 'data/presurveyRTU.json',
dataType: 'json',
success: function (data) {
    for(var i in data.features){
            var x = data.features[i].geometry.x * 1;
            var y = data.features[i].geometry.y * 1;
            var name = "";
            if(data.features[i].attributes.NAME){
                name = data.features[i].attributes.NAME;
            }
                    var iconStyle = new ol.style.Style({
             image: new ol.style.Icon(/** @type {olx.style.IconOptions} */ ({
                      anchor: [0.5, 30],
                      anchorXUnits: 'fraction',
                      anchorYUnits: 'pixels',
                      src: 'img/rtu.gif'
                    })),
                    text: new ol.style.Text({
                      textAlign: 'center',
                      textBaseline: 'middle',
                      font: 'bold 14px Courier New',
                      text: name,
                      fill: new ol.style.Fill({color: 'green'}),
                      stroke: new ol.style.Stroke({color: '#ffffff', width: 3}),
                      offsetX: 0,
                      offsetY: 0,
                      rotation: 0
                    })
                  });
```

```
                                        // Create point
                                        var rtuFeature = new ol.Feature({
                                          geometry: new ol.geom.Point([x, y]),
                                          type: 'rtu'
                                        });
                                        rtuFeature.setStyle([iconStyle]);
                                        // Add marker
                                        rtuLayer.getSource().addFeature(rtuFeature);
                    }
                  }
                });

                // WQ
                    wqLayer = new ol.layer.Vector({
                      id: "wq",
                      visible: false,
                  source: new ol.source.Vector({ features: [] })
                });

                // LOAD WQ data
                $.ajax({
                  url:
'https://gisonline.mwa.co.th/proxy/proxy.php?http://localhost:8080/wq/station.now',
                  dataType: 'json',
                  success: function (data) {
                      for(var i in data.stations){
                              var x = data.stations[i].Long * 1;
                              var y = data.stations[i].Lat * 1;
                              var name = data.stations[i].name;
                              var iconStyle = new ol.style.Style({
```

```
                image: new ol.style.Icon(/** @type {olx.style.IconOptions} */ ({
                                anchor: [0.5, 30],
                                anchorXUnits: 'fraction',
                                anchorYUnits: 'pixels',
                                src: 'img/wq.gif'
                               })),
                                text: new ol.style.Text({
                                textAlign: 'center',
                                textBaseline: 'middle',
                                font: 'bold 14px Courier New',
                                text: name,
                                fill: new ol.style.Fill({color: 'green'}),
                                stroke: new ol.style.Stroke({color: '#ffffff', width: 3}),
                                offsetX: 0,
                                offsetY: 0,
                                rotation: 0
                                })
                             });
                                  // Create point
                               var wqFeature = new ol.Feature({
                               geometry: new ol.geom.Point(ol.proj.fromLonLat([x, y])),
                               type: 'wq'
                                  });
                                  wqFeature.setStyle([iconStyle]);

                                  // Add marker
                                  wqLayer.getSource().addFeature(wqFeature);
        }
    }
});
```

```
// Map object
map = new ol.Map({
   target: 'map',
   layers: [osm, mwa, areaLayer, mainpipeLayer, waterStationLayer, hydrantLayer,
rtuLayer, wqLayer, placeLayer, geolocationLayer, customerLayer, directionLayer],
   overlays: [crossHairOverlay],
   controls: ol.control.defaults({
     zoom: false,
     attribution: false
   }),
   view: view
});

// Map event
map.on('click', function(evt) {
   var feature = map.forEachFeatureAtPixel(evt.pixel, function(feature) {
       return feature;
   });

   if (feature) {
     if(feature.get('type') == 'search'){
       var coordinates = feature.getGeometry().getCoordinates();
       var confirmPopup = $ionicPopup.confirm({
                          title: 'นำทางตำแหน่งที่ค้นหา',
                          template: 'เริ่มนำทาง?'
                      });

                      confirmPopup.then(function(res) {
                          if(res) {
                            directionLayer.getSource().clear();
```

```
                                calcRoute(currentLocation, coordinates)
                            }
                        });
        }
      }
   });
}

function createGeolocationMarker(lonLat){
            var iconStyle = new ol.style.Style({
             image: new ol.style.Icon(/** @type {olx.style.IconOptions} */ ({
       anchor: [0.5, 46],
       anchorXUnits: 'fraction',
       anchorYUnits: 'pixels',
       src: 'img/marker.png'
     }))
          });
          // Create point
          var iconFeature = new ol.Feature({
           geometry: new ol.geom.Point(lonLat),
           type: 'geolocation'
          });
          iconFeature.setStyle([iconStyle]);

          // Add marker
          geolocationLayer.getSource().addFeature(iconFeature);
}

function createCustomerMarker(lonLat){
            var iconStyle = new ol.style.Style({
```

```
            image: new ol.style.Icon(/** @type {olx.style.IconOptions} */ ({
            anchor: [0.5, 46],
            anchorXUnits: 'fraction',
            anchorYUnits: 'pixels',
            src: 'img/marker.png'
        }))
            });

            // Create point
            var iconFeature = new ol.Feature({
              geometry: new ol.geom.Point(lonLat),
              type: 'search'
            });
            iconFeature.setStyle([iconStyle]);

            // Add marker
            customerLayer.getSource().addFeature(iconFeature);
}

function createDirectionLine(coordinates){
            var lineStyle = new ol.style.Style({
            stroke: new ol.style.Stroke({
            color: 'blue',
            width: 4
            })
});
             // Create line
              var lineFeature = new ol.Feature({
              geometry: new ol.geom.LineString(coordinates),
              type: 'direction'
```

```
            });
            lineFeature.setStyle([lineStyle]);
            // Add line
            directionLayer.getSource().addFeature(lineFeature);
        }
        function calcRoute(origin, destination){
            if(origin && destination){
                origin = ol.proj.transform(origin, 'EPSG:3857', 'EPSG:4326');
                destination = ol.proj.transform(destination, 'EPSG:3857', 'EPSG:4326');
                var request = {
                origin: new google.maps.LatLng(origin[1], origin[0]),
                destination: new google.maps.LatLng(destination[1], destination[0]),
                   travelMode: 'DRIVING'
                };
                var directionsService = new google.maps.DirectionsService();
                directionsService.route(request, function(result, status) {
                if (status === 'OK') {
                  var coordinates = [];
                  var overview_path = result.routes[0].overview_path;
                  for(var i in overview_path){
                      var lat = overview_path[i].lat();
                      var lng = overview_path[i].lng();
                      coordinates.push(ol.proj.fromLonLat([lng, lat]));
                  }
        }
});
```

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ สกุล	นายสมโภช เกียรติกสิกร
วัน เดือน ปีเกิด	27 เมษายน 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	ค.อ.บ. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พ.ศ. 2549
สถานที่ทำงาน	การประปานครหลวง
ตำแหน่งงาน	นักคอมพิวเตอร์